

# גנרטורים



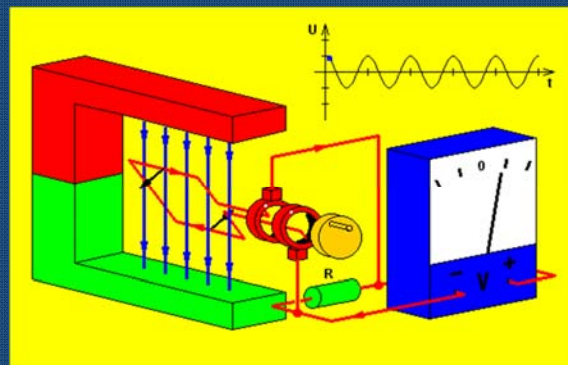
כתיבה ועריכה:  
סגל אריאל

# מבוא

- ◆ חוק פרדיי קובע כי במוליך הנמצא בהשפעה של שטף מגנטי המשתנה בזמן, נוצר כ"מ מושרה.
- ◆ על מנת ליצור כ"מ מושרה וזרם במעגל באופן בלתי פוסק, יש לגרום לשינוי מתמיד. תנועה סיבובית סביב ציר הינה סוג של שינוי כנדרש.
- ◆ סיבוב כריכה בין קטבים מגנטיים יצור בכריכה כ"מ מושרה וכשיחובר צרכן להדקיה יגרום לזרם חשמלי.
- ◆ שימוש במספר רב של כריכות (סליל) יגרום להפקת כ"מ מושרה יחסי למספרן.

# מבוא

- ◆ כדי לקלוט את המתח מהכריכה יש לחבר לקצותיה טבעות הנקראות טבעות החלקה. הטבעות מבודדות זו מזו ומסתובבות עם הכריכה. בטבעות מתחככות מברשות עשויות גרפיט המוליכות את הזרם הנוצר בכריכה אל העומס החיצוני.



# מבוא

- ◆ כשהכריכות מסתובבות נקלט המתח באמצעות טבעות החלקה ומברשות.
- ◆ קליטת אנרגיה בהספקים גדולים מרכיבים מסתובבים הינו מורכב, גורם להפסדים מרובים ומצריך תחזוקה רבה.
- ◆ מעדיפים לקלוט את האנרגיה מחלק נייח, לפיכך הופכים תפקידים ובמקום להניע את הליפופים מניעים את המגנט. כזכור אין חשיבות לגורם המונע, הפקת כ"מ מושרה מחייבת תנועה יחסית בין מוליך ושדה מגנטי.
- ◆ בגנרטורים להפקת חשמל נעשה אם כן שימוש במגנט מסתובב ומוליכים נייחים. גנרטורים אלה נקראים גנרטורים סינכרוניים.



## כא"מ הגנרטור

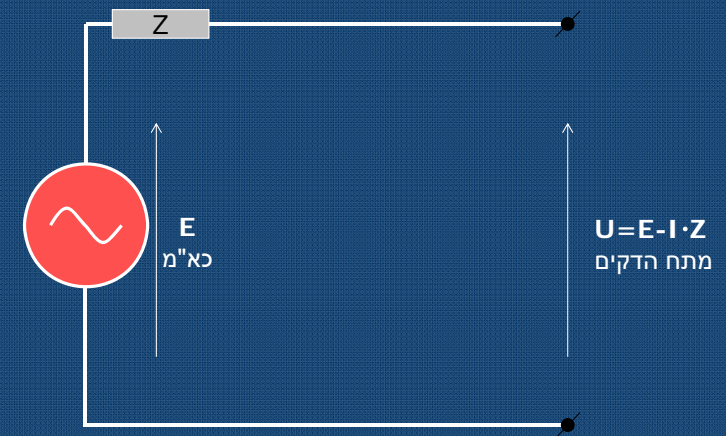
הרוטור יוצר בסטטור המכונה שדה מגנטי מסתובב. המשרה בסלילי הסטטור כא"מ ריקם E.

$$E = 4.44 * f_1 * N_1 * \phi$$

$\Phi$  - ערך שטף מגנטי מקטבי הרוטור.  
 $N_1$  - מספר כריכות בפאזה.  
 $f_1$  - תדירות הכא"מ

במכונה בעלת מהירות סיבוב קבועה, מספר כריכות קבוע ושטף קבוע, יהיה כא"מ קבוע

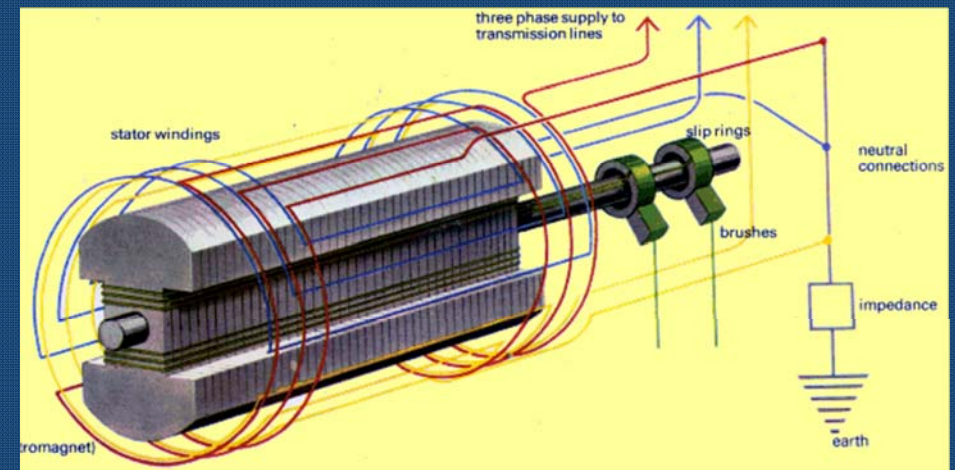
## כא"מ לעומת מתח הדקים



## מבוא

- ◆ כדי לשמור על מתח הדקים קבוע, למרות שינויים בזרם העומס, נדרש ויסות של כא"מ הגנרטור.
- ◆ הויסות מתבצע בשליטה על השטף שמייצר הרוטור. לכן לא ניתן להשתמש במגנט קבוע.
- ◆ כדי לשלוט על השטף, יש להתקין על ליבת הרוטור ליפופים ולחברם למתח.
- ◆ עליה בזרם העירור תגדיל את השטף במכונה ותגדיל את הכא"מ ולהפך
- ◆ השטף במכונה יחסי לזרם העירור, עד לרוויה של מתכת הרוטור.
- ◆ הזנת ליפופי הרוטור מחייבת חיבור בין חלק מסתובב (הרוטור) לבין ההזנה הנייחת. אולם ההספק הנמסר לרוטור לצורך מיגנטו קטן בהרבה מההספק הנקוב של הגנרטור.

## עיקרון פעולת גנרטור





## עירור בגנרטורים

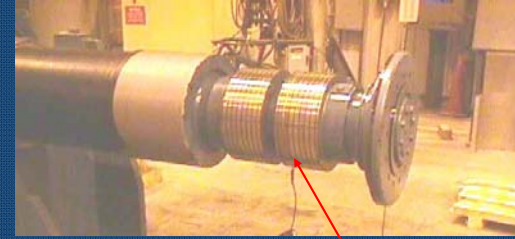
- מהסיבות שפורטו זקוק גנרטור למתח ישר כדי ליצר שדה מגנטי מסתובב.
- הזנת מתח ישר לרוטור נקראת - עירור
- המתח הישר מסופק לרוטור ממספר אפשרויות הזנה:
  - גנרטור לזרם ישר - גנרטור המחובר לציר המסתובב, ומיצר מתח ישר שמתחו מועבר ע"י מברשות וטבעות החלקה לליפופי הרוטור. בעיות תחזוקת המברשות מגבילות שיטה זו להספקי גנרטור קטנים וכיום שיטה זו אינה מקובלת.
  - גנרטור עירור שאת מתחו מיישרים ומעבירים לליפופי הרוטור.

### מבדילים בשני מקרים:

- א- מכונה סינכרונית על ציר הגנרטור שמתחה מיושר ומוסרת ונמסר לגנרטור בעזרת זוג טבעות החלקה ומברשות.
- ב- מכונה סינכרונית על ציר הגנרטור שהיישור מתבצע באמצעות דיודות מסתובבות בציר הרוטור.

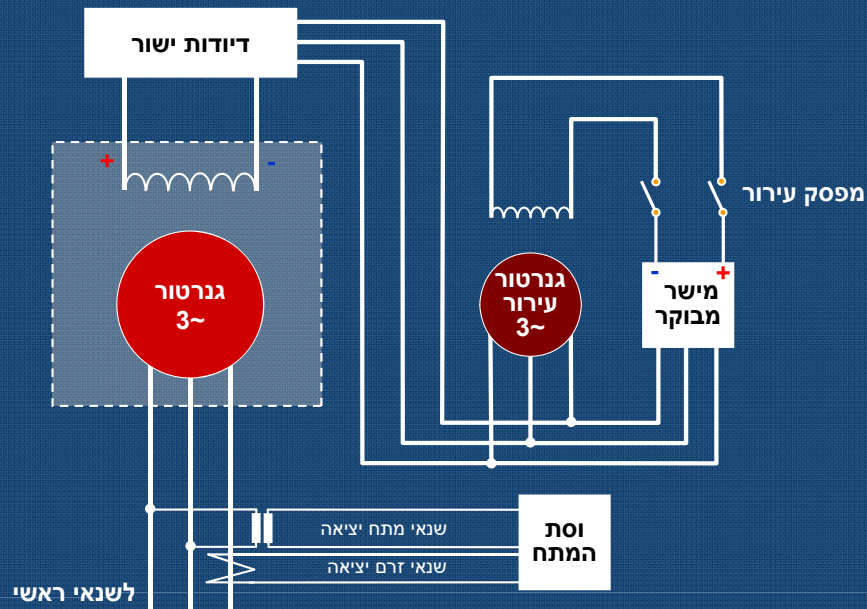
## הזנה באמצעות טבעות החלקה

- העירור מתבצע באמצעות גנרטור נוסף המייצר מתח חילופין תלת מופעי אותו יש ליישר על מנת לספקו לרוטור הגנרטור.
- מתח העירור מופק בסטטור המעורר. מתח זה עובר ישור על ידי מערכת דיודות ונמסר לרוטור הגנרטור באמצעות מברשות המתחככות בטבעות החלקה.



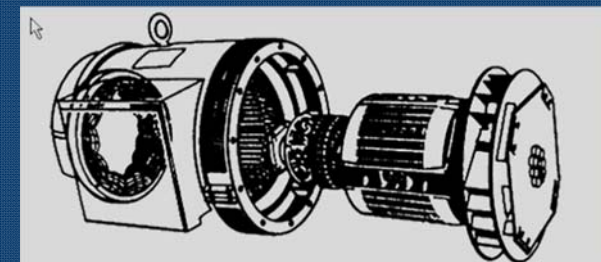
טבעות החלקה ברוטור

## הזנת העירור על ידי גנרטור עירור



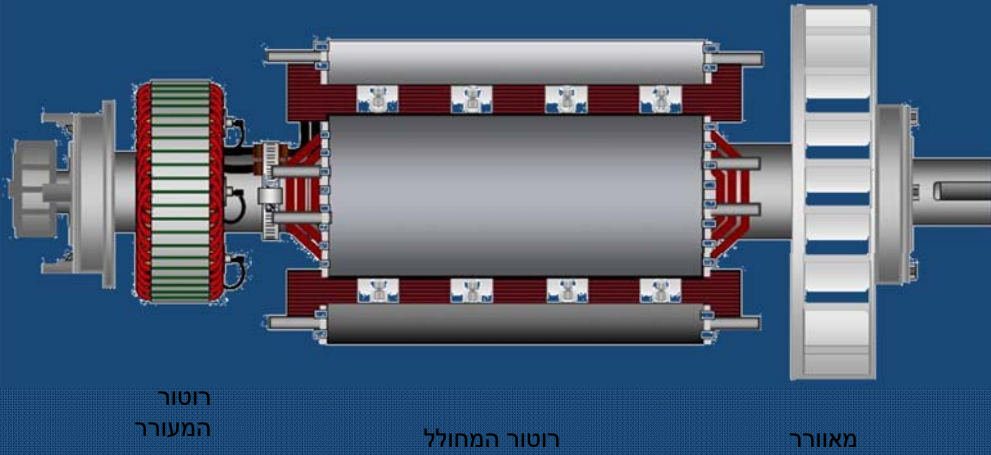
## הזנה באמצעות דיודות מסתובבות

- המעורר הינו גנרטור נוסף המותקן על הציר בתוך תיבת הגנרטור ומיצר מתח חילופין תלת מופעי שיש ליישרו.
- ברוטור המעורר נוצר מתח תלת פאזי.
- הפיכת המתח מחילופין לישר מתבצעת באמצעות מערך דיודות המסתובבות עם הציר. המתח הישר נמסר לרוטור הגנרטור ב-2 מוליכים + ו - העוברים דרך הציר או צמודים אליו. מערכת זו נטולת מברשות ולכן נקראת Bushless.

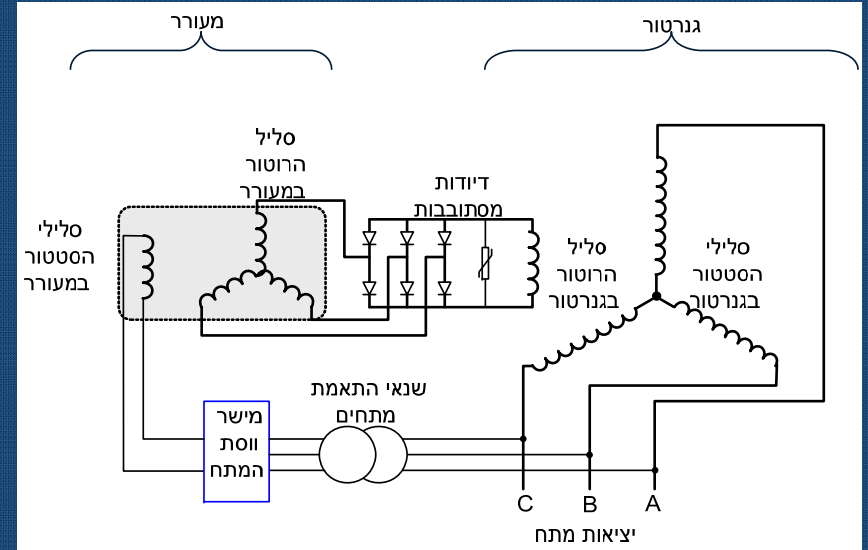




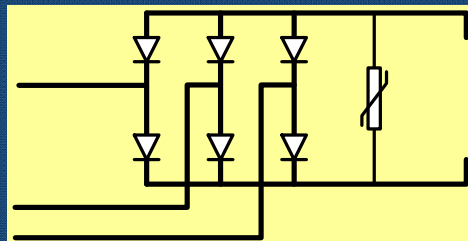
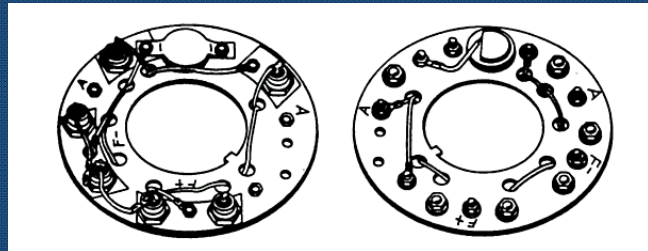
# גנרטור נטול מברשות



# מערכת עירור באמצעות דיודות מסתובבות



# מערכת הדיודות המסתובבות



הדקי רוטור המעורר

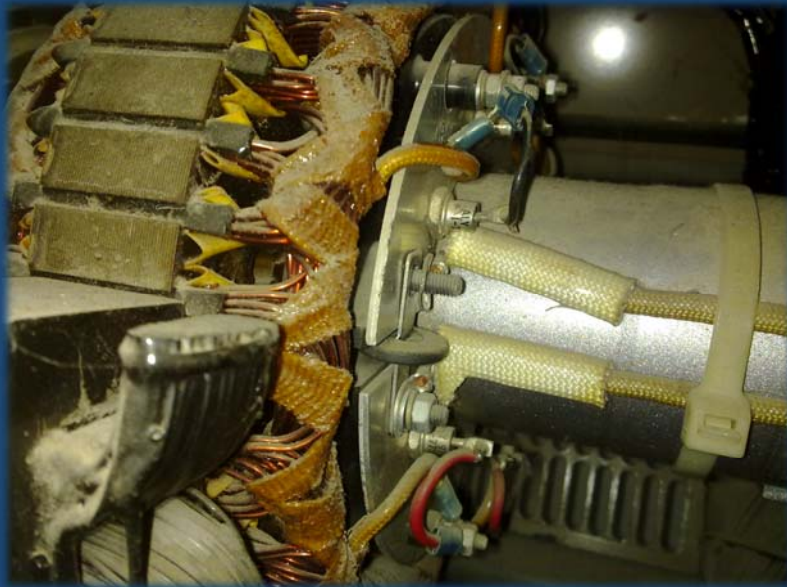
הדקי רוטור הגנרטור

# דיודות מסתובבות בגנרטור Brushless

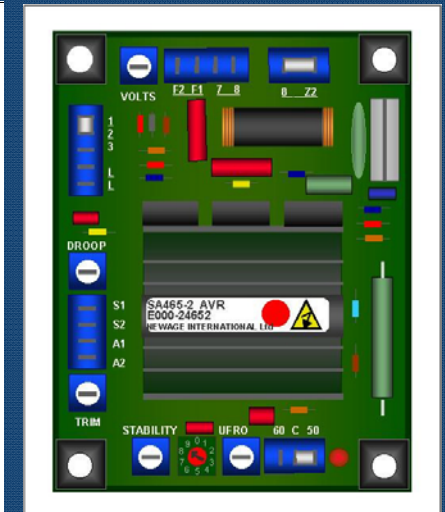
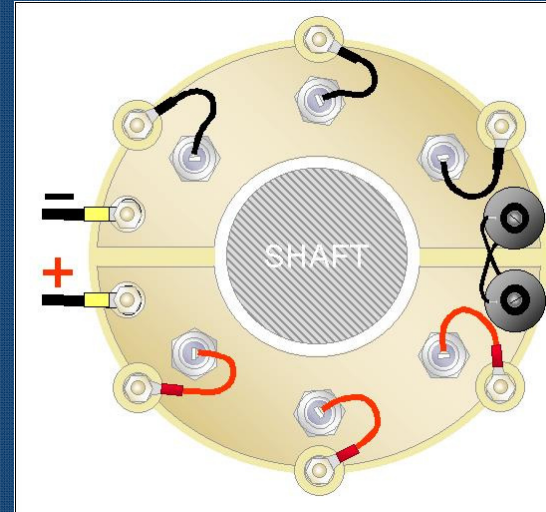




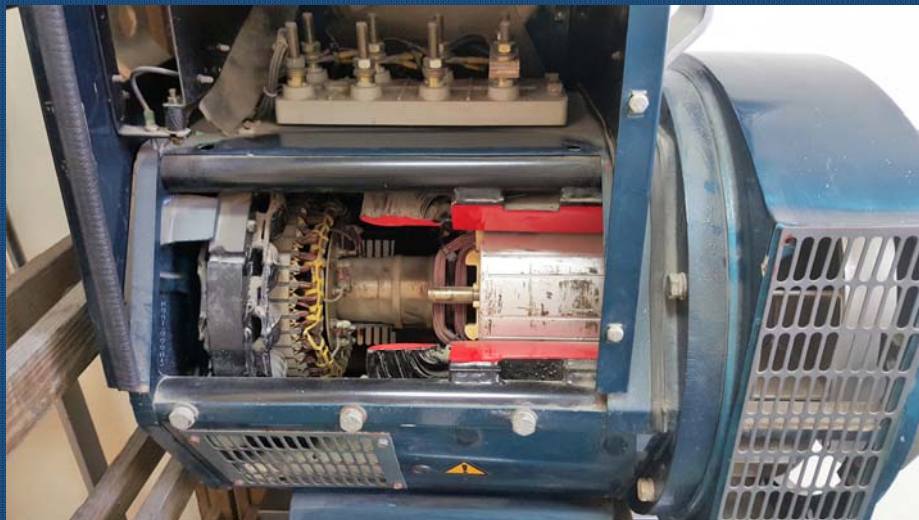
## דיודות מסתובבות במעורר



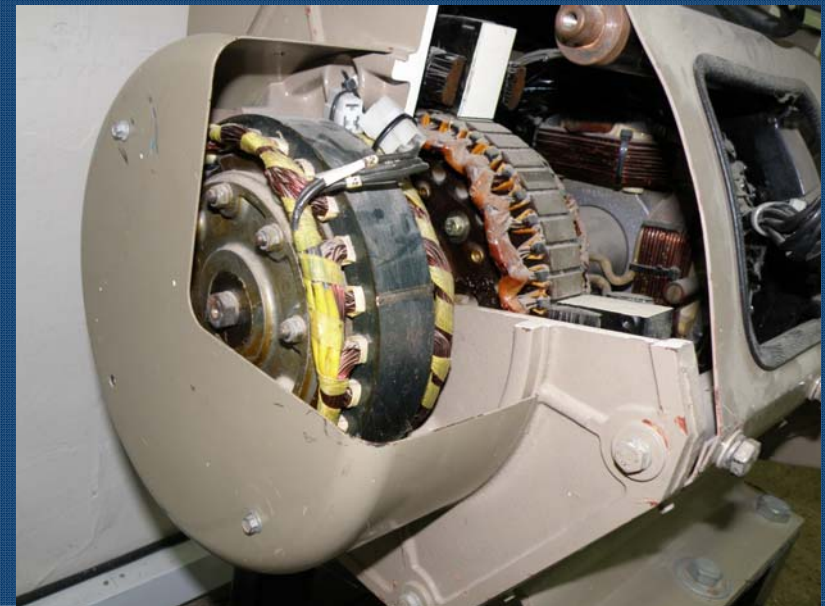
## מערך דיודות מסתובבות ווסת המתח



## סלילי הסטטור, המעורר והדיודות המסתובבות



## מכלול הגנרטור ומעורר חלוץ (Pilot exciter)





## נתוני גנרטור אופייני



400V	מתח מוצא
50HZ	תדר
238A	זרם מוצא
1500RPM	סל"ד
כוכב	אופן חיבור סלילי הסטטור
33V	מתח עירור מירבי
7.5A	זרם עירור מירבי
130kW	הספק

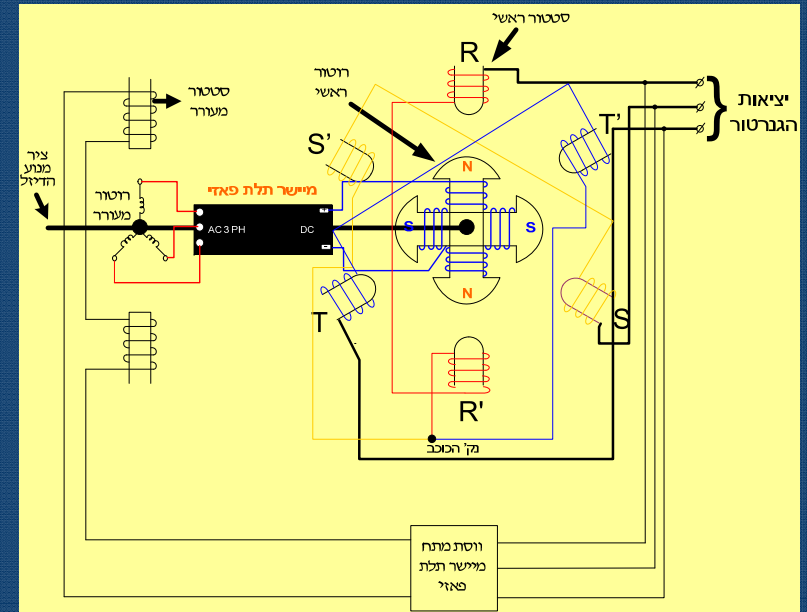
$$S = \sqrt{3} * U * I = \sqrt{3} * 400 * 238 \approx 165kVA$$

$$P = 130kW$$

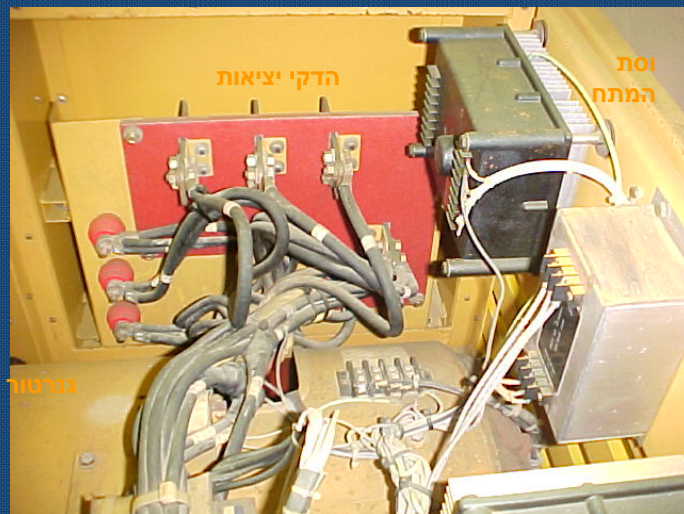
$$\cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{130}{165} \approx 0.8$$

הגנרטור מתוכנן למקדם הספק של 0.8

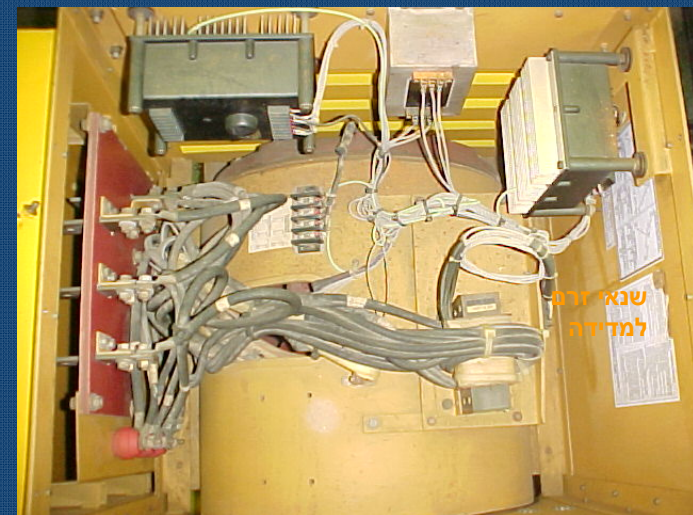
## גנרטור בעל 2 זוגות קטבים מגנטיים



## תיבת חיבורי הגנרטור

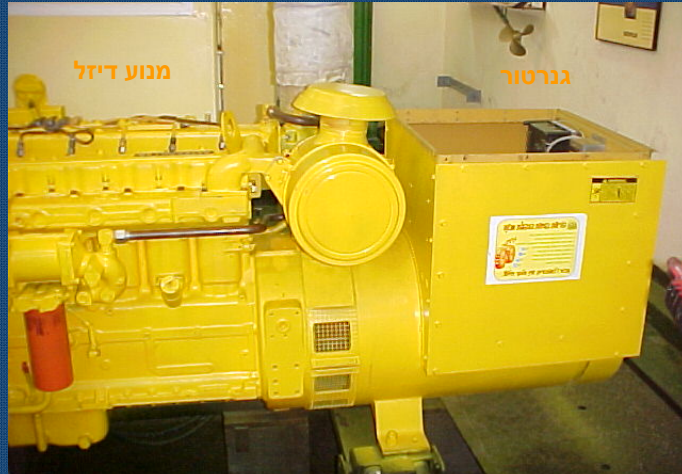


## תיבת חיבורי הגנרטור

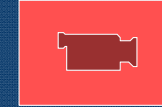




## דיזל גנרטור



## עיקרון פעולה ומבנה



## מכונה סינכרונית כגנרטור בריקם

◆ סלילי העירור של הרוטור יוצרים בסטטור של המכונה שדה מגנטי. שדה זה מסתובב יחד עם סיבוב הרוטור ומשרה בסלילי הסטטור כא"מ ריקם  $E$ .

$$E = 4.44 * f_1 * N_1 * \phi$$

◆  $\Phi$  - ערך שטף מגנטי מקטבי הרוטור.

◆  $N_1$  - מספר כריכות בפאה.

◆  $f_1$  - תדירות הכא"מ

◆ במכונה בעלת מהירות סיבוב קבועה ומספר כריכות קבוע תלוי ערך הכא"מ הנוצר בשטף המגנטי הנוצר באמצעות הרוטור.

◆ מקור שטף הרוטור ( $\Phi$ ) הוא זרם העירור ( $I$ ). עליה בזרם העירור תגדיל את השטף עד לרוויה של מתכת הרוטור.

## דרישות חוק החשמל מגנרטורים למתח נמוך

◆ הוראות תקנות החשמל בנושא גנרטורים מתייחסות לגנרטורים סיבוביים, חד מופעיים, או תלת מופעיים, בכל הספק שהוא, במתח נמוך (מעל 50V ועד 1000V) ובתדירות של 50HZ או 60HZ.

◆ תכנון מתקן חשמלי של גנרטור וביצוע העבודה בכל שלביה, כמו ההתקנה, בדיקה, תיקון וכדומה חייבים להעשות על ידי חשמלאי.

◆ להפעלת גנרטור קבוע המשמש לאספקת זרם למתקן קבוע צריך לקבל היתר (רישיון) מאת משרד האנרגיה והתשתית.



## גנרטורים למתח נמוך

- ◆ אין צורך בהיתר לשם הפעלת גנרטור נייד לאספקת זרם למתקן ארעי, כמו גנרטור לתאורת עבודות חוץ, או להפעלת כלי עבודה חשמליים באתר בניה.
- ◆ הפעלת הגנרטור חייבת אם זאת להיות בהתאם לחוק החשמל. יש להודיע לחברת החשמל על התקנת כל גנרטור קבוע או נייד המיועד לאספקת זרם חילופית במקום האספקה מחברת החשמל. ההודעה חייבת להימסר לפני ההפעלה הראשונה של הגנרטור.
- ◆ להתקנת גנרטור המיועד לעבודה במקביל לחברת החשמל יש לקבל את אישורה של חברת החשמל.
- ◆ כל גנרטור תלת מופעי בגודל של מעל ל- 5kW חייב ברישום במשרד האנרגיה והתשתית תוך שבועיים מיום קבלתו.

## גנרטורים למתח נמוך

### מפסק ראשי לגנרטור:

- ◆ כל גנרטור חייב להיות מצויד **במפסק ראשי**.
- ◆ כאשר מותקן מפסק ראשי הניתן לנעילה, הנעילה תהיה אפשרית במצב מופסק בלבד.

- ◆ אסור שתהיה אפשרות לנעול את המפסק במצב מחובר.

### הגנה על חלקים מסתובבים:

- ◆ חלקים מסתובבים חייבים להיות מוגנים מפגיעה מקרית.

## הגנה ממגע מקרי בחלקים מסתובבים



## גנרטורים למתח נמוך

### לוחית זיהוי:

- ◆ יש לשמור על לוחית הזיהוי של הגנרטור הכוללת את כל הפרטים הטכניים שלו ולדאוג לחזקה אם היא מתפוררת.
- ◆ הלוחית צריכה להימצא במקום נוח לקריאה.

### שילוט:

- ◆ בלוח הראשי של המתקן יש להתקין שלט בולט המציין כי קיים גנרטור במתקן.

### כוון זרימה של האוויר:

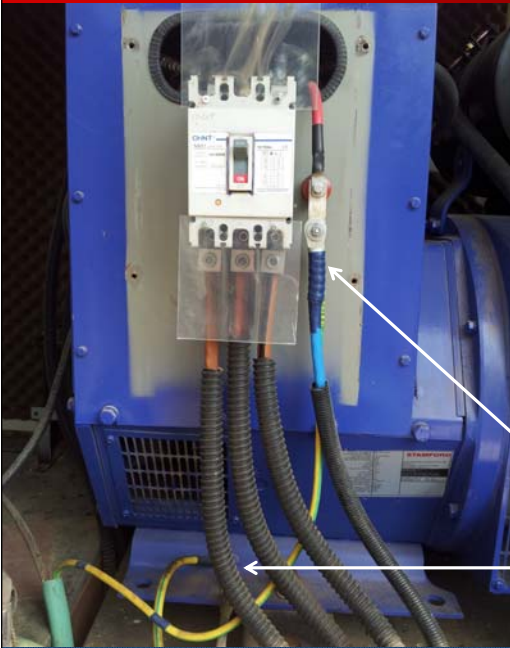
- ◆ כאשר מנוע הגנרטור והמקרן מורכבים על בסיס משותף, צריך המאוורר לדאוג לזרימת האוויר מכוון המנוע אל המקרן.

### מניעת מטרדים:

- ◆ הגנרטור והמנוע שלו לא צריכים לגרום רעש או רעידות אשר יהוו מטרד.



## הארקת שיטה והארקת הגנה



- בגנרטור הפועל בשיטה מוארקת יש לבצע הארקת שיטה והארקת הגנה.
- מותר לאחד את האלקטרודות להארקת שיטה ולהארקת הגנה של הגנרטור.
- אין לחבר מוליך בודד לפס ההארקה ולגשר בין המוליכים בגוף הגנרטור לצורך זיהויים.

הארקת שיטה

הארקת הגנה

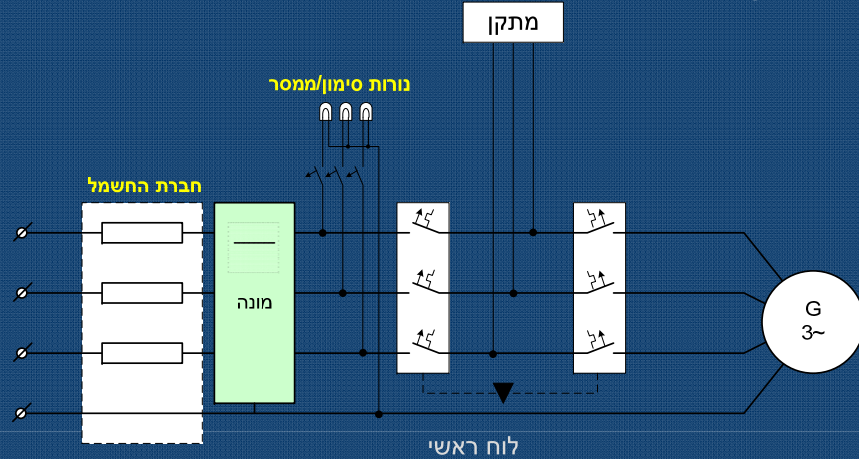
## גנרטורים למתח נמוך

### מפסק מחלף:

- מבנה מפסק מחלף חייב להבטיח כי מתקן החשמל המיועד לקבל אספקת זרם מהגנרטור ינותק מרשת חברת החשמל לפני שהוא יחובר לגנרטור וינותק מהגנרטור לפני שהוא מחובר לרשת חברת החשמל.
- כאשר הגנרטור משמש לזינת מתקן החשמל בשלמותו יש לחבר את המפסק המחלף בטור למפסק הזרם הראשי של המתקן.
- יש להשתמש במפסק מחלף, שקיים בו מצב אפס (מופסק) כמפסק ראשי של מתקן החשמל, בתנאי שהוא עונה לכל הדרישות הטכניות לגבי מפסק ראשי, כמו זרם נומינלי וכושר ניתוק.

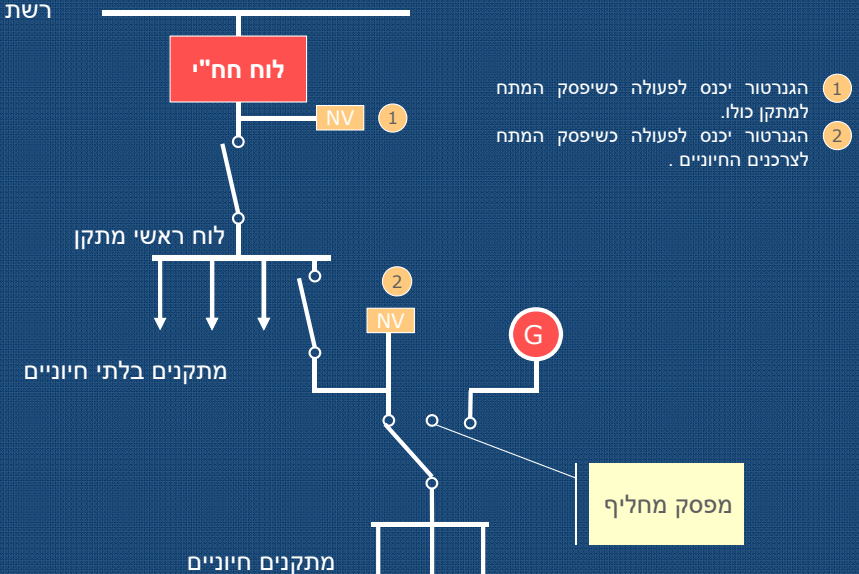
## גנרטורים למתח נמוך

- כאשר מפסק מחלף משמש כמפסק ראשי מותר לחבר לפניו מתקן בקרה, כמו נורות סימון או וולטמטרים, ממסר העדר מתח וכדומה, לקבלת התראה על חזרת המתח ברשת של חברת החשמל. במקרה של מתקן תלת מופעי רצוי שמתקן ההתראה יראה קיום המתח בכל שלושת המופעים.



## מיקום ממסר לחוסר מתח

רשת חח"י



- 1 הגנרטור יכנס לפעולה כשיפסק המתח למתקן כולו.
- 2 הגנרטור יכנס לפעולה כשיפסק המתח לצרכנים החיוניים.

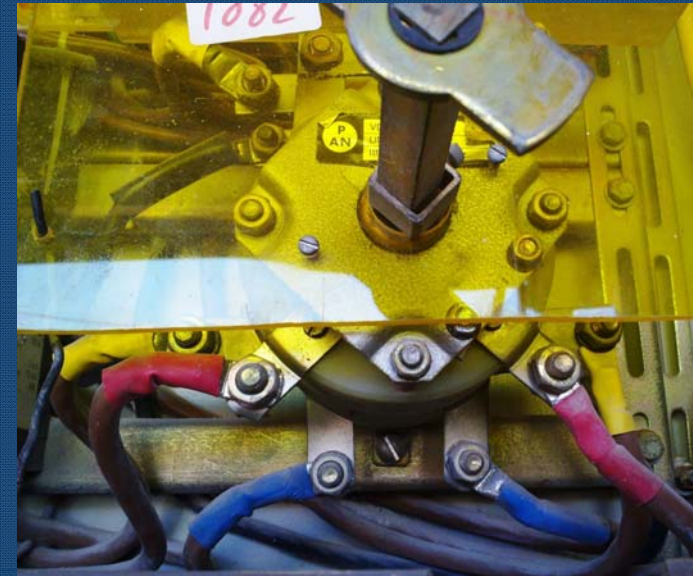


## גנרטורים למתח נמוך

### מפסק מחלף המורכב מ-2 מגענים:

במקרים רבים במתקנים בעלי עומס גדול, מורכב מפסק מחלף משני מגענים. אחד לניתוק הקו מחברת החשמל ואחד לחיבור הקו מהגנרטור. על מנת להבטיח כי המגען המנתק את הקו של חברת החשמל יפעל לפני המגען המחבר את קו הגנרטור, נדרש שבין המגענים יהיו 2 חיגורים (שולבים) לפחות (INTERLOCK) מכנים או חשמלים או צירוף של שניהם.

## מפסק מחלף 4 קטבים ידני



## מפסק מחלף ידני כולל מצב 0



## מפסק מחלף תלת קטבי עם חיגור





## מערכת החלפה 4 קטבים

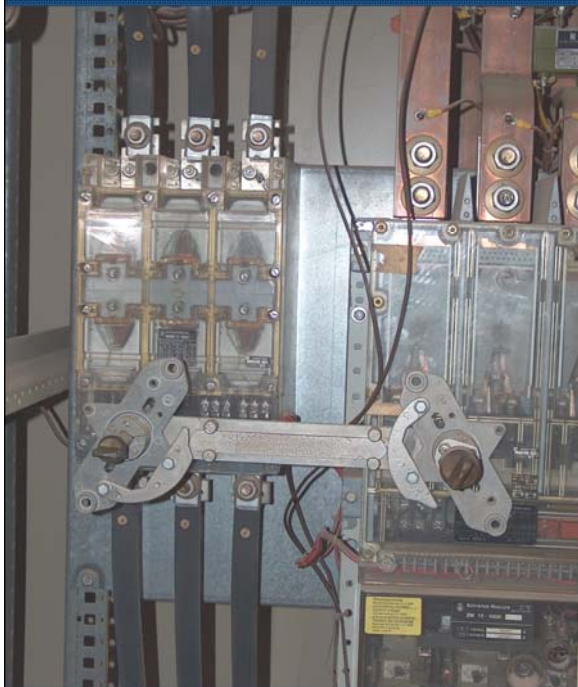


## מעבר בין הזנות בעזרת 2 מגענים 4 קטבים

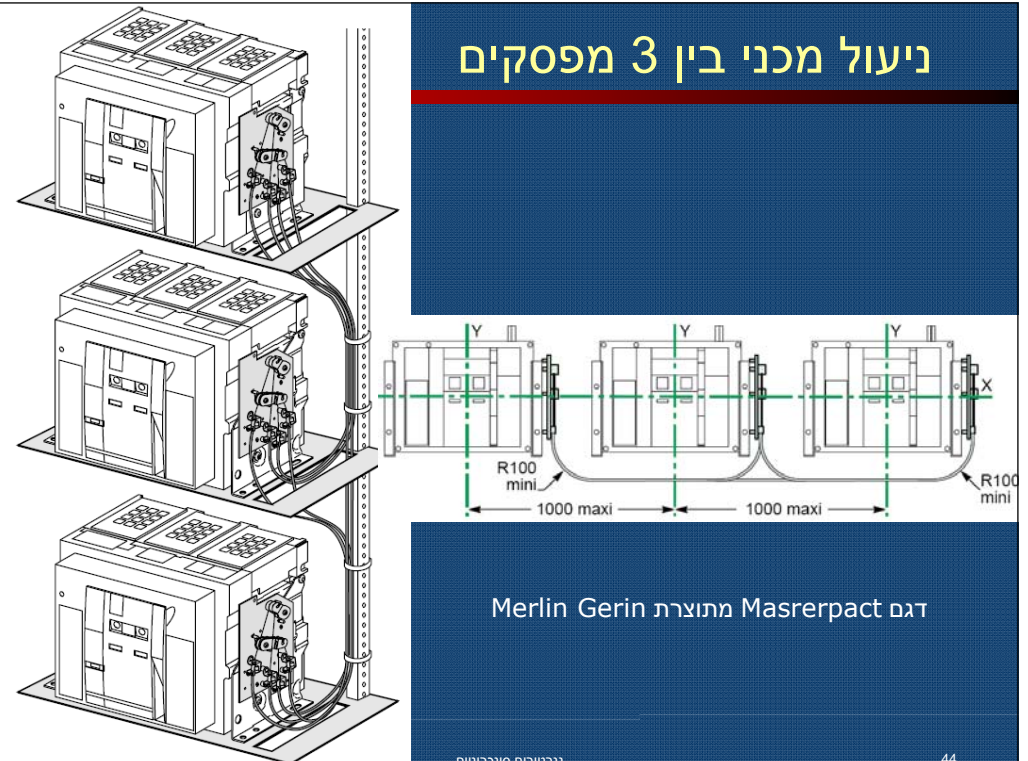


## גנרטורים למתח נמוך

כאשר במתקן מסויים קיימים מספר גנרטורים המיועדים לעבוד בסינכרון ולכל גנרטור יש שולב משלו מותר שלמפסק מחלף יהיה שולב יחיד.



## ניעול מכני בין 3 מפסקים



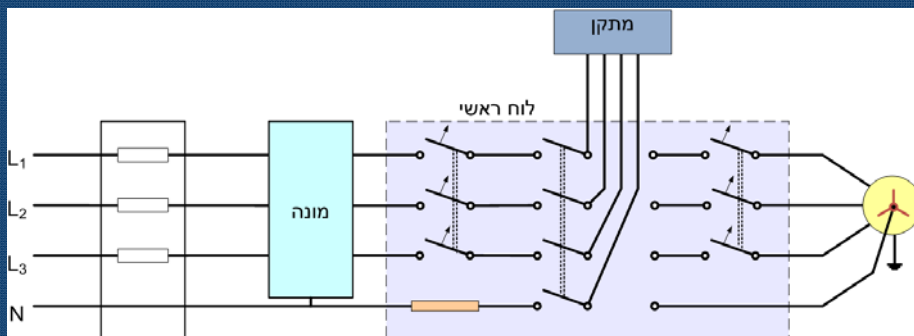
דגם Masrerpack מתוצרת Merlin Gerin



## גנרטורים למתח נמוך

### מספר הקטבים במפסק מחלף:

במתקן חד מופעי מפסק מחלף יהיה **תמיד** דו-קטבי. במתקן תלת מופעי **יותר תמיד** להתקין מפסק מחלף ארבע קטבי, בכל סוג מתקן.



מפסק מחלף 4 קטבי בלוח הראשי של המתקן

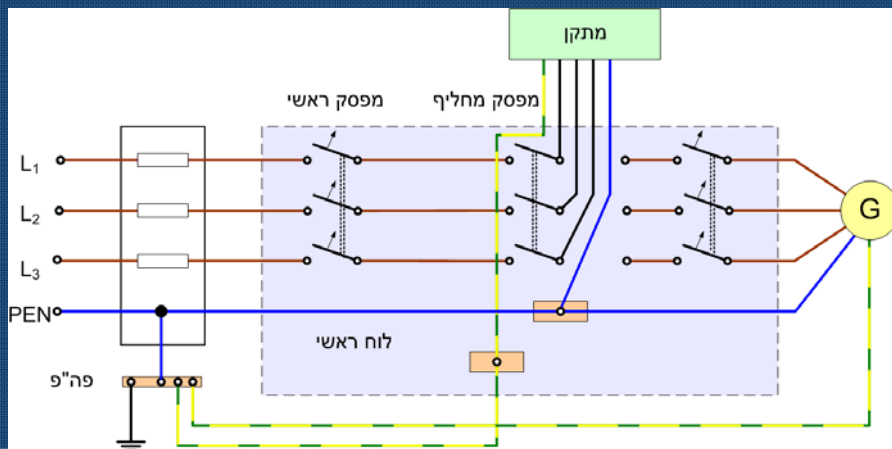
## מפסק 3 או 4 מופעי

מקרים בהם ניתן להתקין מפסק מחלף תלת מופעי:

- א. **מתקן המוגן ע"י איפוס** שבו מפסק מחלף נמצא בלוח הראשי וקיימים בו התנאים הבאים:
  - החיבור בין מוליך האפס של קו הזינה מהרשת למבנה לבין פס השוואת הפוטנציאלים, נעשה בלוח הראשי או צמוד אליו.
  - נקודת האפס של הגנרטור מחוברת באופן קבוע לפס האפס בלוח הראשי.

## גנרטורים למתח נמוך

מתקן המוגן ע"י איפוס, מפסק מחלף בלוח הראשי, נק' האפס של הגנרטור מחוברת בקביעות לפס אפס בלוח הראשי, לוח ראשי צמוד ללוח כניסת קו הזינה מח"ח



## גנרטורים למתח נמוך

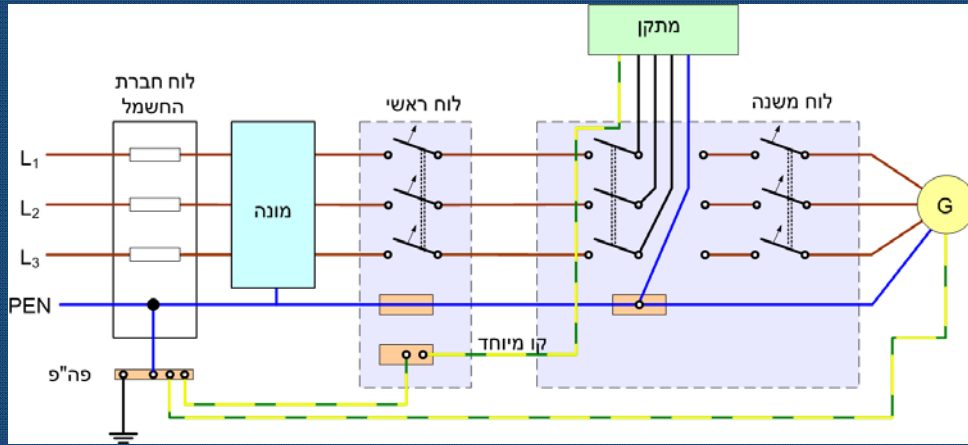
ב. **מתקן המוגן ע"י איפוס**, שבו מפסק מחלף נמצא בלוח משנה וקיימים בו התנאים הבאים:

- הלוח הראשי ולוח המשנה נמצאים באותו מבנה.
- הזנת לוח המשנה מתבצעת ישירות מהלוח הראשי וקיים קו הארקה מיוחד מהלוח הראשי ללוח המשנה ובקו זה אין חיבור בלוח אחר או הסתעפות.



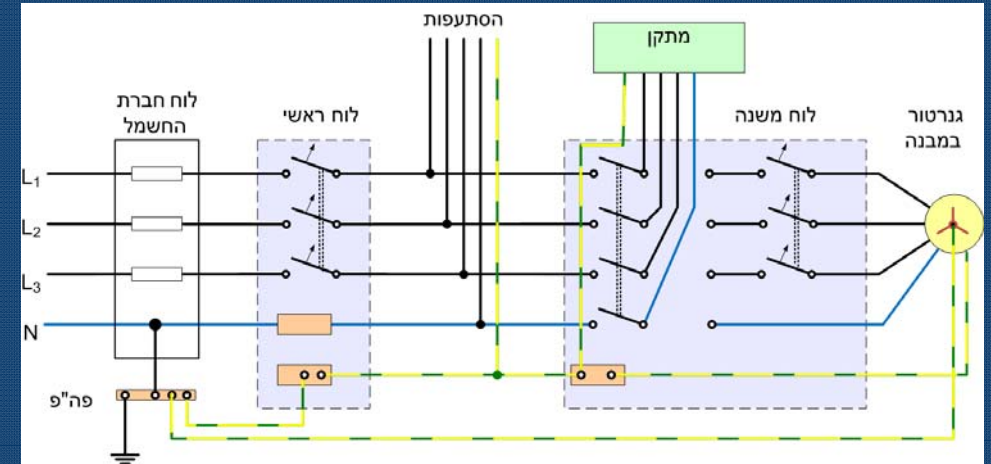
# גנרטורים למתח נמוך

מתקן המוגן באיפוס TN-C-S, מפסק מחלף בלוח משנה, הלוח הראשי והמשני באותו מבנה, קיים קו הארקה מיוחד מהלוח הראשי למשני ללא הסתעפות

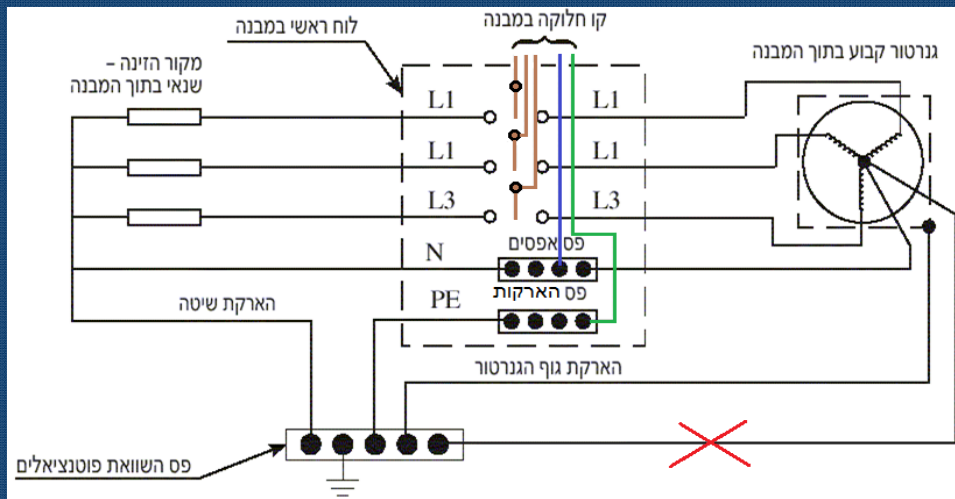


# גנרטורים למתח נמוך

אם מפסק מחלף מותקן בלוח משנה ואחד מהתנאים שפורטו אינו מתקיים, יש להתקין לחיבור הגנרטור מפסק מחלף ארבע קוטבי.



## פסיקת ועדת הפירושים – (28-3) הגנה בפני חשמול באיפוס (TN-S) במתקן הכולל גנרטור



איסור איפוס כפול במבנה: בתקנה 40 ג' בתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חשמול במתח עד 1000 וולט) נאסר חיבור אחר בתוך המבנה בין מוליך האפס (N) לבין מוליך ההארקה". לכן חיבור זה אסור.

# גנרטורים למתח נמוך

ג. במתקן המוגן ע"י הארקה הגנה (TT), שניזון ע"י שנאי בלעדי למתקן, מותר להתקין מפסק מחלף תלת קוטבי אם קיימים התנאים הבאים:

- אורך מוליך הארקה השיטה של הגנרטור (להארקה נקודת האפס שלו) או של מוליך הארקה השיטה של השנאי לא יעלה על 50 מטר.
- חתך מוליכי הארקה השיטה של הגנרטור לא יהיה קטן מחתך מוליך הארקה השיטה של השנאי.
- חתך מוליך האפס של הגנרטור עד ללוח הראשי של המתקן לא יהיה קטן מחתך מוליך האפס של השנאי עד ללוח זה.



## גנרטורים למתח נמוך

– מוליכי הארקה, להארקות השיטה של הגנרטור והשנאי, יהיו נפרדים ויחברו אל אלקטרודת הארקה או אל פס השוואת הפוטנציאלים בהדקים נפרדים. מותר גם לחבר מוליכים אלה לפס מתכתי, המחובר משני מקומות לפחות לאלקטרודת הארקה או לפס השוואת פוטנציאלים.

– על מנת לאפשר הפרדה גמורה בין הגנרטור לשנאי במקרה של צורך לטפל בהם תותקן חולית הפרדה במוליך האפס של הגנרטור ובמוליך האפס של השנאי. חוליות אלה יותקנו לפני כל הסתעפות במוליכים אלה וניתן יהיה לפרקם רק בעזרת כלים. למטרה זו ניתן להתקין קטעים של פסי נחושת, מחוברים בברגים לפסי המתקן בלוח הראשי.

## גנרטורים למתח נמוך

♦ הערה: אם המפסק המחלף הוא תלת קטבי ויש צורך לנתק במקום כלשהו את החיבור בין נקודת הכוכב של הגנרטור לבין האפס (PEN) של קו הזינה, יש לדאוג לגישור המקום, כך שתשמר רציפות הארקת השיטה של הגנרטור.

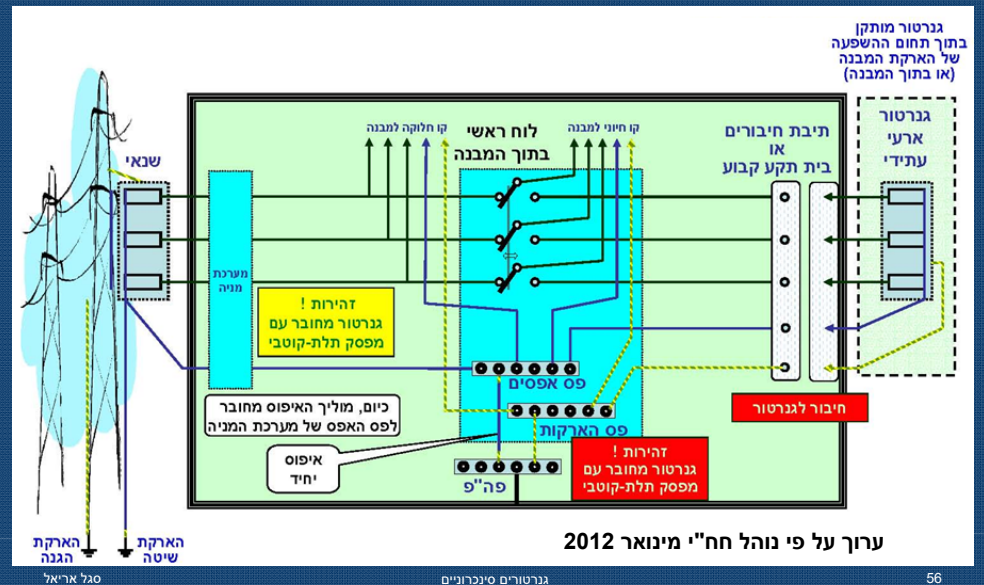
♦ קיום הדרישות הרבות למקרה זה מורכב ולא תמיד אפשרי.

## הארקת הגנרטור



## מקרים שונים – שנאי מרוחק מהמבנה

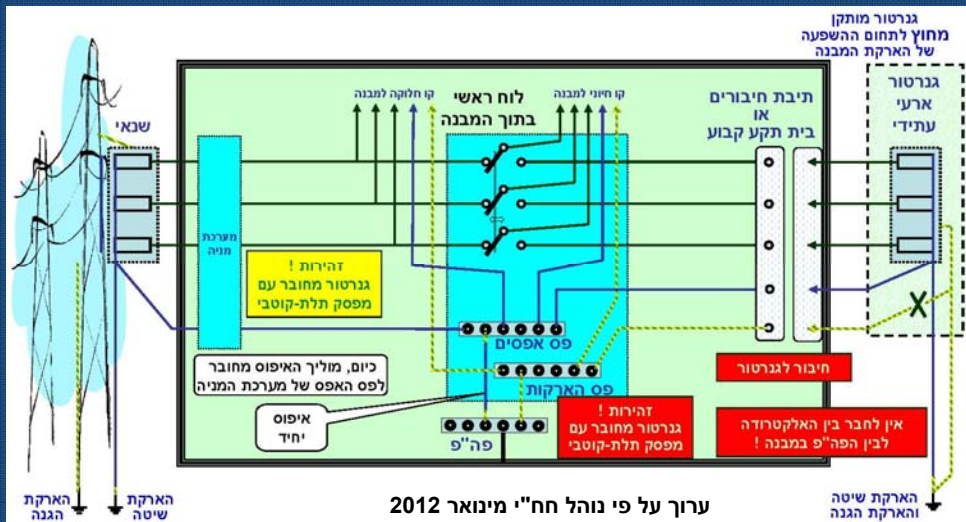
מצב מס' 1: מתקן מוגן בשיטת TN-C-S. שנאי מרוחק מהמבנה. גנרטור במבנה או בתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף תלת קטבי.





## מקרים שונים – שנאי מרוחק מהמבנה

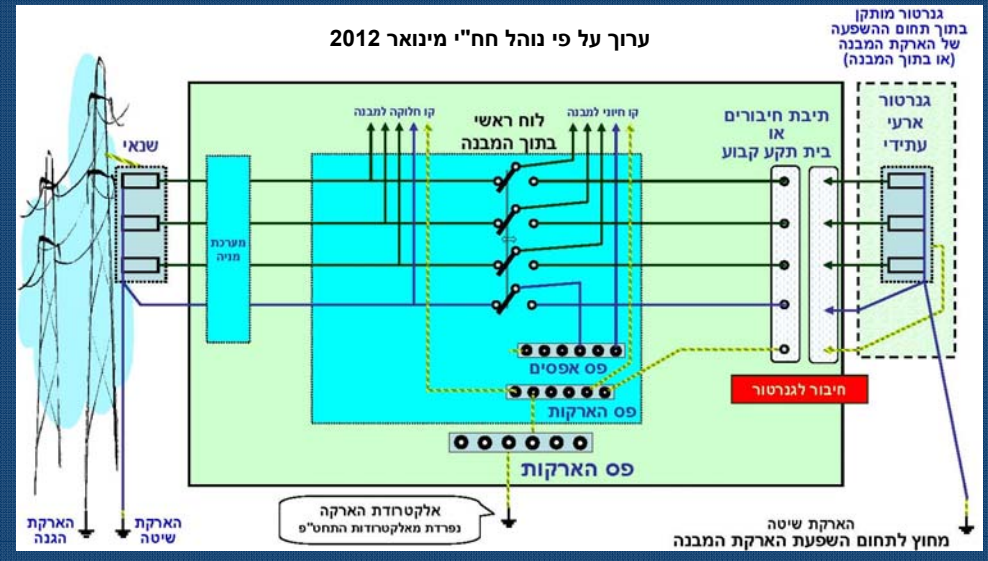
מצב מס' 2: מתקן מוגן בשיטת TN-C-S. שנאי מרוחק מהמבנה. גרנטור מרוחק מהמבנה ואינו בתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף תלת קטבי.



ערוך על פי נוהל חח"י מינואר 2012

## מקרים שונים – שנאי מרוחק מהמבנה

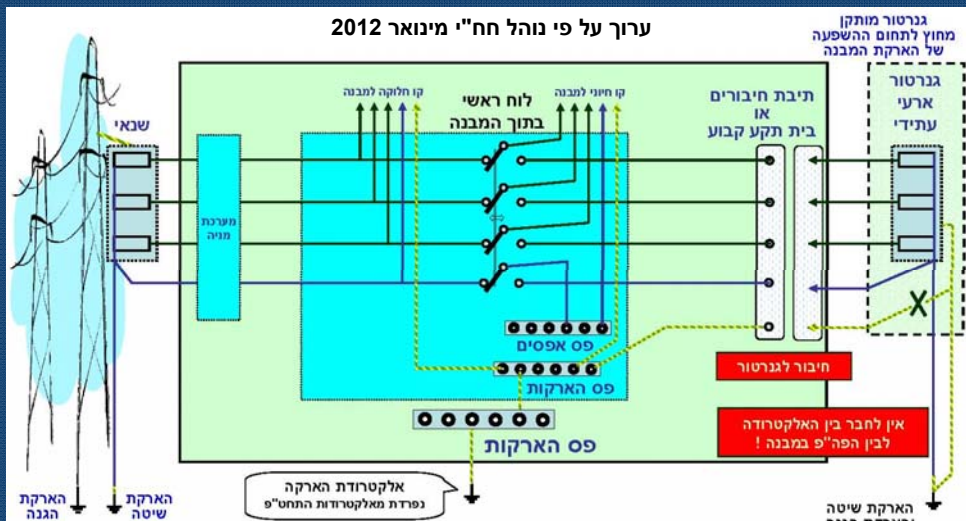
מצב מס' 3: מתקן מוגן בשיטת TT. שנאי מרוחק מהמבנה. גרנטור במבנה או בתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף ארבעה קטבי.



ערוך על פי נוהל חח"י מינואר 2012

## מקרים שונים – שנאי מרוחק מהמבנה

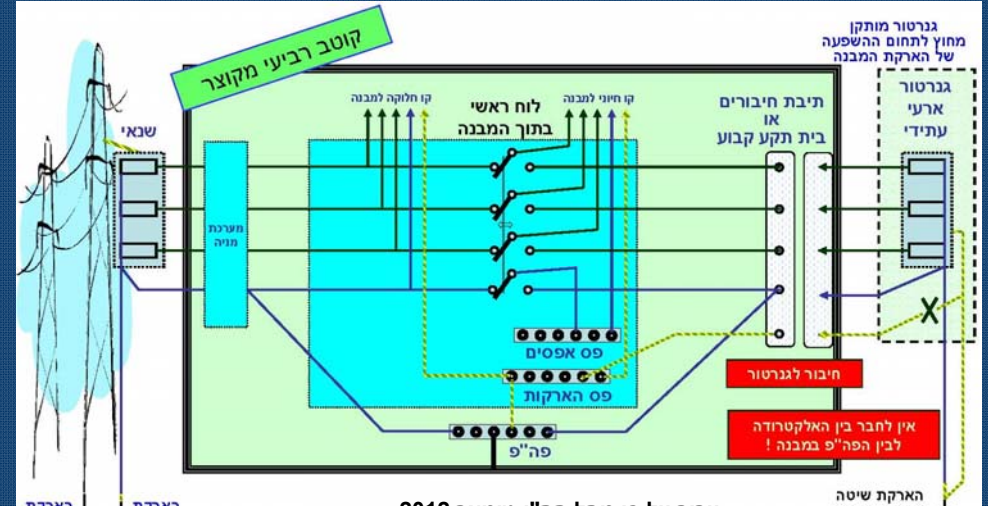
מצב מס' 4: מתקן מוגן בשיטת TT. שנאי מרוחק מהמבנה. גרנטור מותקן מחוץ למבנה או מתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף ארבעה קטבי.



ערוך על פי נוהל חח"י מינואר 2012

## מקרים שונים – שנאי מרוחק מהמבנה

מצב מס' 5: מתקן מוגן בשיטת TN-C-S. שנאי מרוחק מהמבנה. גרנטור מותקן מחוץ למבנה או מתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף ארבעה קטבי – קוטב רביעי מקוצר.

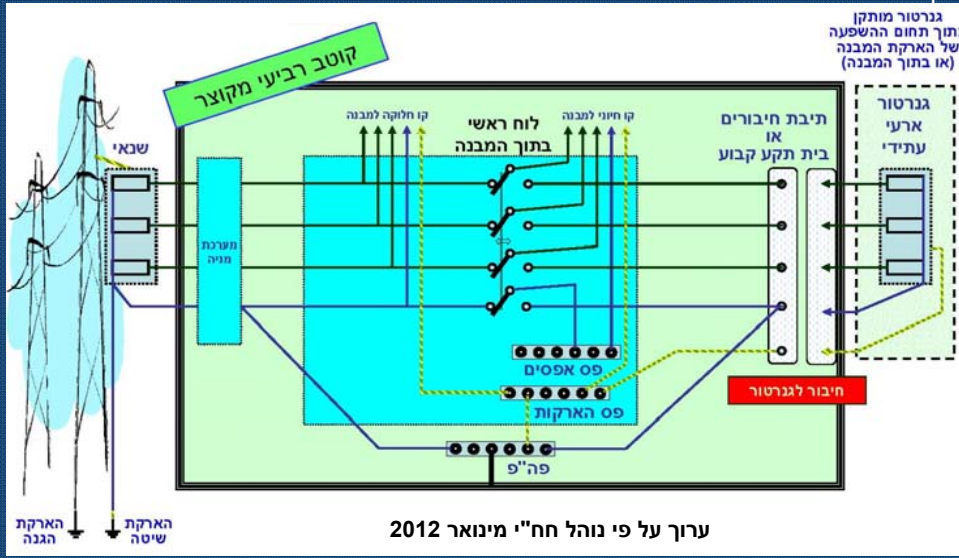


ערוך על פי נוהל חח"י מינואר 2012



## מקרים שונים – שנאי מרוחק מהמבנה

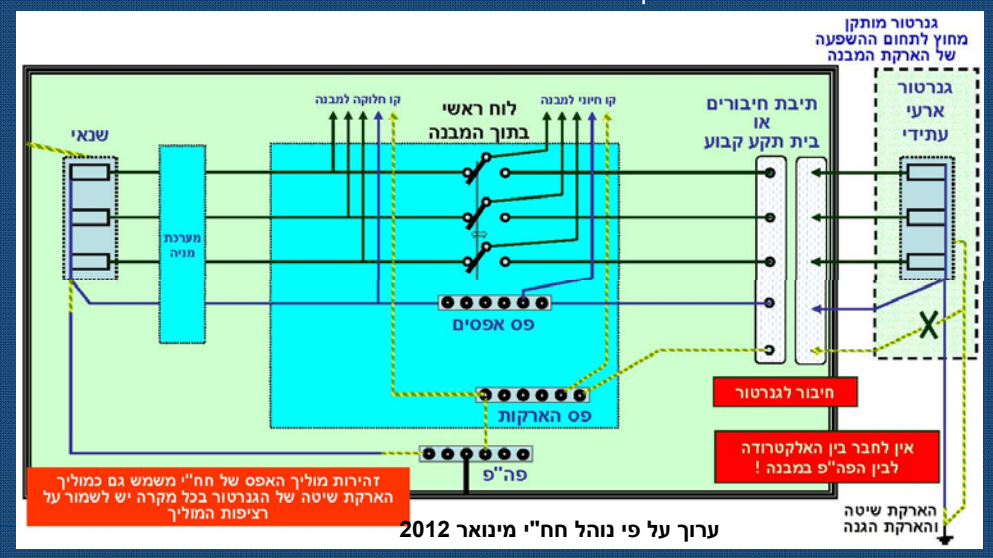
מצב מס' 6: מתקן מוגן בשיטת TN-C-S. שנאי מרוחק מהמבנה. גרנטור מותקן בתוך המבנה או בתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף ארבעה קטבי – קוטב רביעי מקוצר.



ערוך על פי נוהל חח"י מינואר 2012

## מקרים שונים – שנאי במבנה

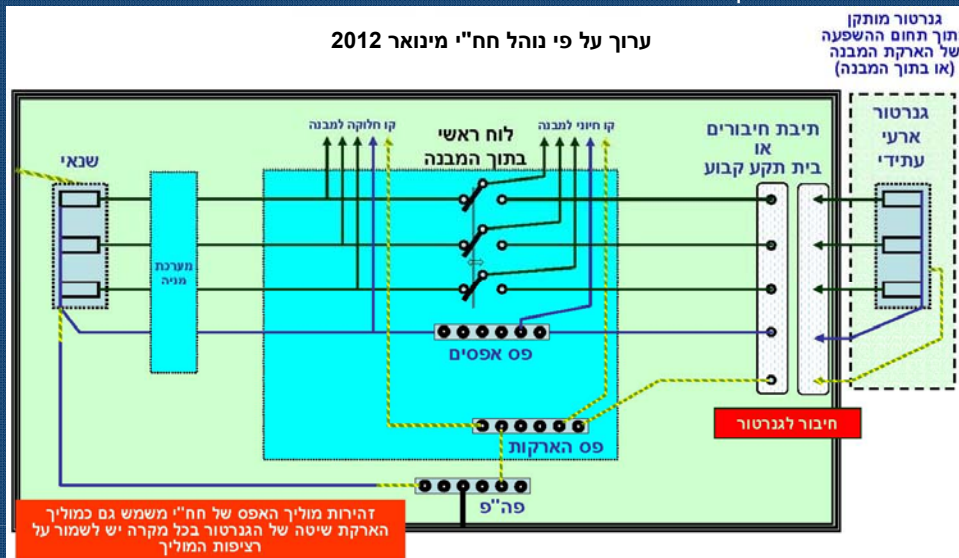
מצב מס' 7: מתקן מוגן בשיטת TN-S/TN-C-S. שנאי במבנה. גרנטור מותקן מחוץ למבנה או מתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף תלת קטבי. איפוס ההזנה מהגרנטור מתבצע באמצעות מוליך האפס ושנאי הזינה



ערוך על פי נוהל חח"י מינואר 2012

## מקרים שונים – שנאי במבנה

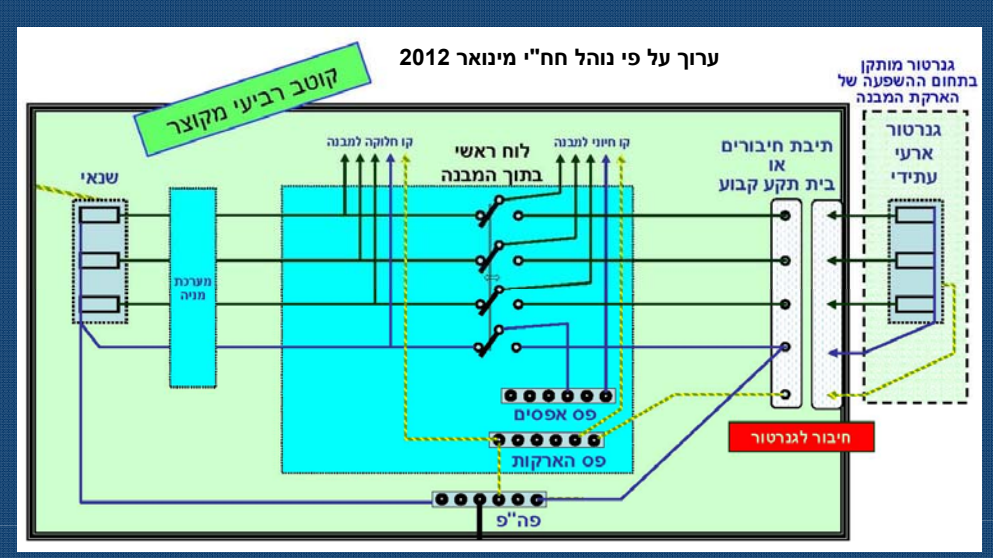
מצב מס' 8: מתקן מוגן בשיטת TN-S/TN-C-S. שנאי במבנה. גרנטור במבנה או בתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף תלת קטבי. איפוס ההזנה מהגרנטור מתבצע באמצעות מוליך האפס ושנאי הזינה



ערוך על פי נוהל חח"י מינואר 2012

## מקרים שונים – שנאי במבנה

מצב מס' 9: מתקן מוגן בשיטת TN-S/TN-C-S. שנאי במבנה. גרנטור במבנה או בתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף ארבעה קטבי. הקוטב הרביעי מקוצר.

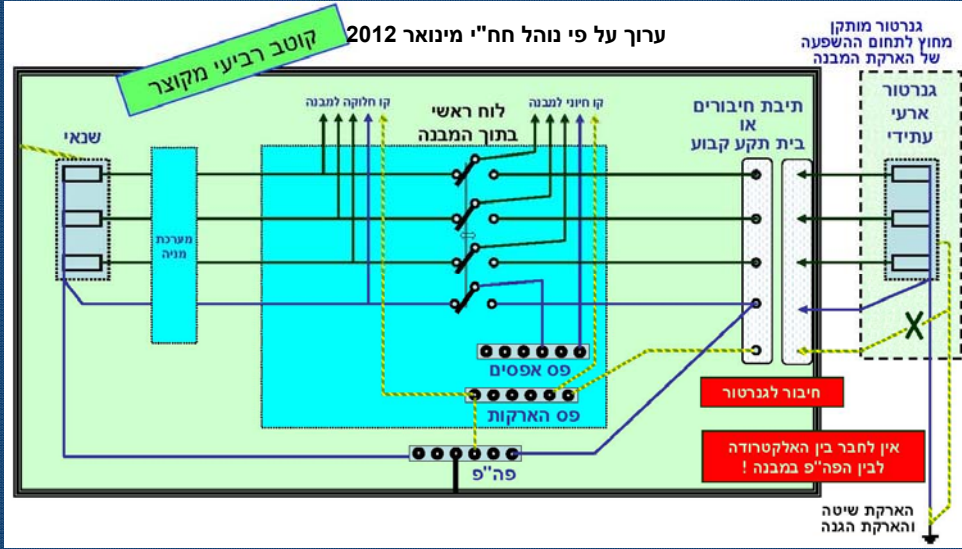


ערוך על פי נוהל חח"י מינואר 2012



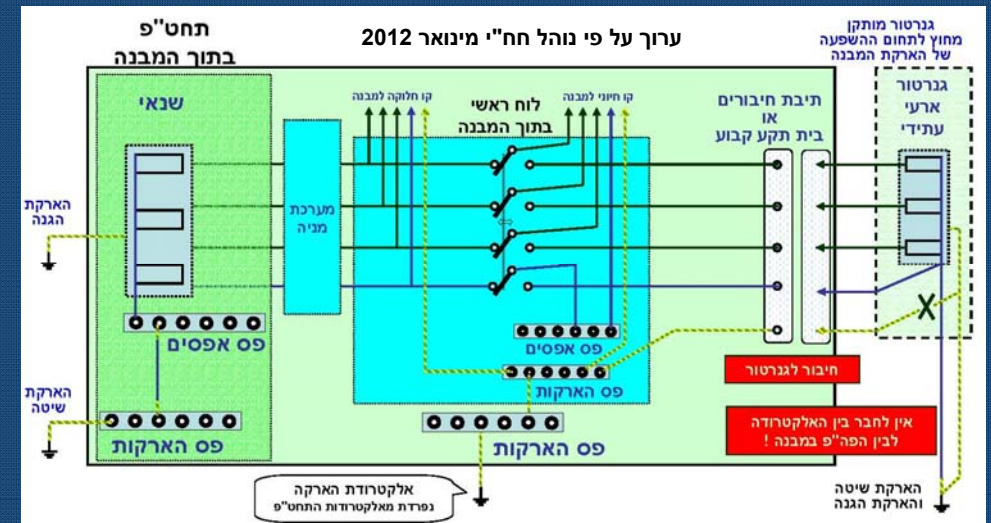
## מקרים שונים – שנאי במבנה

מצב מס' 10: מתקן מוגן בשיטת TN-S/TN-C-S. שנאי במבנה. גרנטור מחוץ למבנה או מתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף ארבעה קטבי. הקוטב הרביעי מקוצר.



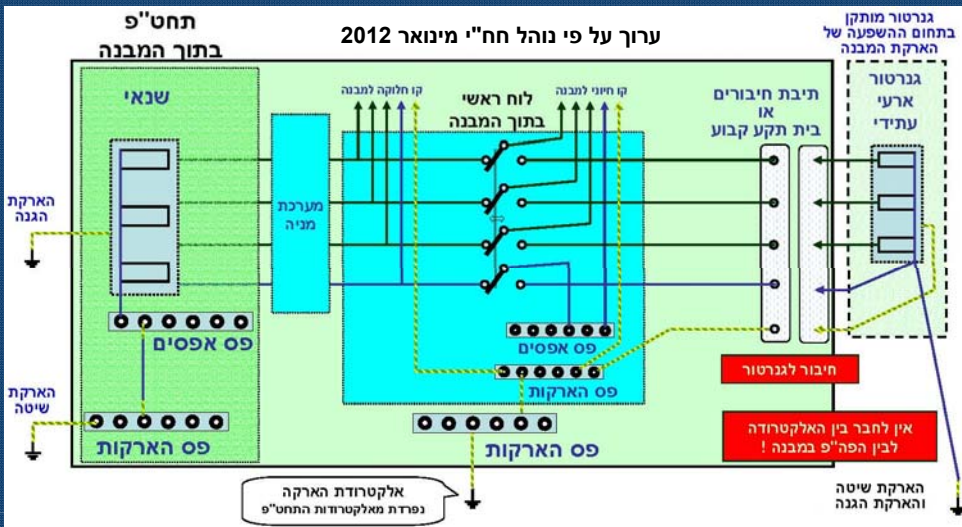
## מקרים שונים – שנאי במבנה

מצב מס' 11: מתקן מוגן בשיטת TT/TT. שנאי במבנה בו אין תנאים לביצוע איפוס. גרנטור מחוץ למבנה או מתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף ארבעה קטבי.



## מקרים שונים – שנאי במבנה

מצב מס' 12: מתקן מוגן בשיטת TT/TT. שנאי במבנה בו אין תנאים לביצוע איפוס. גרנטור בתוך המבנה או בתחום השפעתו. אספקה חלופית חלקית או מלאה. מפסק מחלף ארבעה קטבי.



## מפסק 3 לעומת 4 קטבים

יתרונות המפסק בעל 4 קטבים ברורים. במקרה של הזנה מגרנטור מנותק האפס למעשה מהאפס של חברת החשמל. בכך מובטחת למעשה בטיחותם של עובדי חברת החשמל כשהם מפסיקים את הרשת לצורך טיפול.

יש לזכור כי גם מוליך האפס נחשב מוליך חי ועל אף שהפוטנציאל בו נמוך מאוד הוא יכול להגיע לכ-10V, במתקנים בעלי הארקה הגנה מתח זה יכול להיות משמעותי.

שיטת האיפוס מאפשרת שימוש במפסק תלת קוטבי מכיוון שה"אפס" מחברת החשמל מחובר לפס השוואת הפוטנציאלים בכניסה למבנה כשאותה נקודה מחוברת להארקה השיטה של הגרנטור.



## מפסק 3 לעומת 4 קטבים

◆ מובן ששימוש במפסק מחלף בעל 3 קטבים בלבד מחייב רציפות גלוונית מלאה ואמינה בין מוליך ה-PEN שנכנס למבנה ומתחבר אל פס השוואת הפוטנציאלים לבין האפס של הגנרטור.

◆ נתק ברציפות הגלוונית של המוליך שבין ה-PEN בכניסה למבנה ובין נק' הכוכב של הגנרטור, יגרום לפגיעה בהארקת השיטה של הגנרטור. במצב כזה יפעל הגנרטור ללא הארקת שיטה – כזינה צפה. מכאן נובעת הדרישה בתקנות של חובת התקנת גישורים גלווניים מתאימים בכל מקום בו תיתכן פגיעה ברציפות החיבור.

## גנרטורים למתח נמוך

### הדממת הגנרטור:

◆ בכל מבנה שמותקן בו גנרטור, קיימת סכנה של קיום מתח מהגנרטור במתקן החשמל, גם כאשר רשת החשמל מנותקת בשעת חירום כמו למשל בעת שריפה. על מנת למנוע סיכון למכבי האש או דומים נדרש שתהיה אפשרות להפסיק מרחוק את פעולת הגנרטור ע"י הדממת המנוע המפעיל אותו. הדממת המנוע תעשה באמצעות התקן שימצא במקום נוח לגישה, שיקבע בתיאום עם מכבי האש, על פי רוב מחוץ למבנה, ליד הכניסה הראשית אליו. ליד התקן זה חייב להיות שלט בולט לעין עם כתובת:

**גנרטור**

באותיות לבנות על רקע אדום.

◆ התקן זה יכול להיות מפסק המחובר בטור עם סליל ההפעלה של ממסר ההפעלה של הגנרטור **RUN RELAY**.

◆ בגנרטור עם הפעלה ידנית, ניתן לדמם מרחוק את הגנרטור באמצעות מפסק לברז אלקטרומגנטי בצינור אספקת הדלק, שיפסיק את זרימת הדלק למנוע.

## גנרטורים למתח נמוך

### גנרטור המופעל באופן אוטומטי:

◆ בגנרטור המופעל אוטומטית בעת הפסקת ההזנה מחברת החשמל, יכולה הפעלתו להוות סכנה למטפל בגנרטור. כדי למנוע זאת, דרוש לקבוע שלט בולט לעין "גנרטור מופעל אוטומטית" בלוח הראשי של מתקן החשמל ובלוח של הגנרטור.

◆ למניעת תקלות אפשריות במתקן החשמל וברשת צריך מפסק המחלף לחבר את האספקה מהגנרטור למתקן החשמל, שניות אחדות לאחר הפסקת המתח ברשת ולנתקה שניות אחדות לאחר שהמתח חזר. למטרה זו משתמשים בקוצבי זמן. זמן ההשהייה שלהם יהיה מותאם לצרכי מתקן החשמל, על מנת למנוע נזקים אפשריים.

## גנרטורים למתח נמוך

### הכנה לחיבור אספקה חילופית באמצעות גנרטור נייד

◆ קיימים מתקנים חיוניים שאין להם גנרטור קבוע אלא בשעת חירום מובא אליהם גנרטור נייד. גנרטור כזה יחובר אל המתקן באמצעות מפסק מחלף קבוע במתקן.

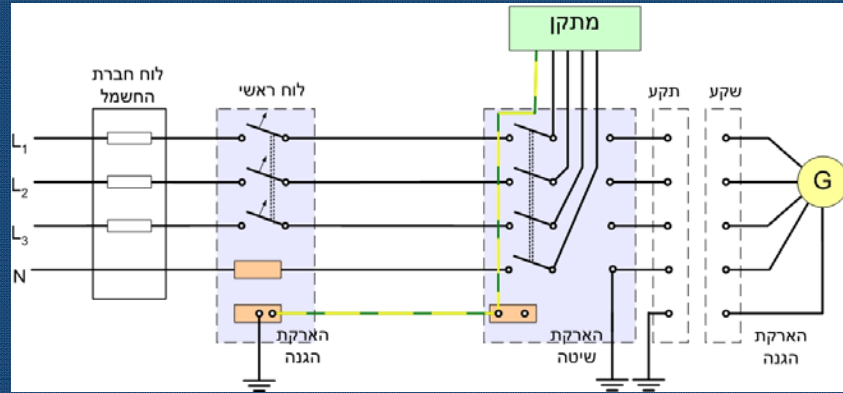
◆ לחיבור נוח ומהיר של הגנרטור הנייד, רצוי להתקין בתוך המבנה, או על הקיר החיצוני שלו, תקע מדגם תעשייתי בעל חמישה פינים.

◆ בית התקע יהיה מורכב על כבל החיבור של הגנרטור. במקום תקע ניתן להתקין תיבה עם הדקים. ליד התקע או התיבה יש להתקין שלט בולט לעין עם הכתובת: "חיבור לגנרטור".



## גנרטורים למתח נמוך

- ◆ מפסק מחלף לחיבור גנרטור נייד חד מופעי חייב להיות דו קוטבי.
- ◆ מפסק מחלף במתקן המוגן ע"י הארקה יהיה ארבע קטבי ומותר שיימצא בנקודה כלשהי של המתקן.



## גנרטורים למתח נמוך

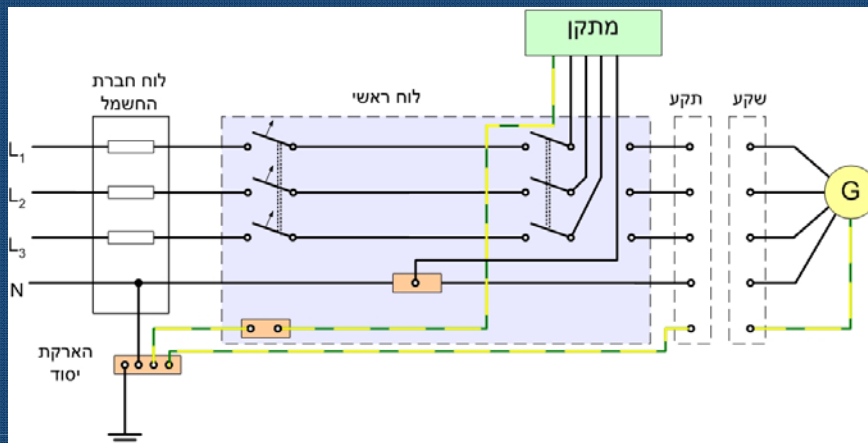
### הכנה לחיבור אספקה חילופית באמצעות גנרטור נייד המשך:

- ◆ מותר להתקין מפסק מחלף תלת קוטבי במתקן המוגן ע"י איפוס, שקיימים בו התנאים הבאים:

- מפסק מחלף נמצא בלוח הראשי.
- הדק האפס בהתקן לחיבור הגנרטור הנייד למתקן (התקע או תיבת החיבורים) מחובר באופן קבוע למוליך האפס (PEN) של קו הזינה למבנה.

## גנרטורים למתח נמוך

- מפסק מחלף תלת קוטבי בגנרטור נייד אפשרי כאשר:  
קיים מפסק מחלף בלוח הראשי.  
הדק האפס מחובר קבוע למוליך ה-PEN של קו הזינה למבנה



## גנרטורים למתח נמוך

### גנרטור נייד לזינת מתקן ארעי בשיטה בלתי מוארקת:

- ◆ מתקן חשמל ארעי הניזון מגנרטור נייד בשיטה בלתי מוארקת (ללא מוליך האפס) צריך לענות לכללי ההגנות כנגד חשמול או לתנאים הבאים:

1. כל גופי המתכת אשר חייבים בהארקת הגנה כולל גוף הגנרטור, יחוברו למוליך מיוחד, שיקרא מוליך מגן. מוליך מגן זה יהיה כלול בכבל הזינה של המכשירים הניזונים ע"י הגנרטור וחתכו יהיה לפחות כחתך מוליך ההארקה הנדרש לו הייתה מותקנת הארקה לגופים אלה. מותר לחבר מוליך מגן לאלקטרודת ההארקה.



## גנרטורים למתח נמוך

2. במתקן יהיה מכשיר התראה (משגוח) אשר ישמיע צליל אזהרה ויתריע ע"י הדלקת נורה, כשהתנגדות הבידוד בין המתקן למוליך המגן קטנה מ-  $22k\Omega$ .
- לא נדרש להתקין מכשיר אזהרה כאשר המתח בין חלקי המתכת של המתקן אינו יכול לעלות על 50 וולט למשך יותר מ-5 שניות והאורך הכולל של הכבלים במתקן הארעי אינו עולה על 250 מטרים.

## חדר הגנרטור

### מיקומו של הגנרטור:

- הגנרטור יותקן בחדר גנרטור הבנוי במיוחד למטרה זו, או בחדר המיועד למטרות טכניות נוספות כגון אולם מכונות או חדר חשמל.

### מעברים מסביב לגנרטור:

- המעברים מסביב לגנרטור והמונע המפעיל אותו כולל היסודות, ובין כל מכשול אחר כמו עמוד, קיר, חלקי מבנה או לוח חשמל, צריכים להיות ברוחב של מטר אחד לפחות. בגנרטור שהספקו אינו עולה על 50 קו"א מותר להקטין את המעבר ל-60 ס"מ.

## חדר הגנרטור

- מידות אלו הן מידות מינימום. אולם, אם מעברים אלה אינם מספיקים כדי לאפשר טיפול נוח, בתנאי בטיחות, בערכת הגנרטור, יש להשאיר מעברים רחבים יותר בהתאם לצורך.

### דלת חדר הגנרטור:

- מנעול חדר הגנרטור צריך להיות מהסוג המאפשר פתיחת הדלת מבפנים ללא מפתח. הדלת תהיה מתכתית ותפתח כלפי חוץ.

### מניעת זרימת נוזלים:

- ריצפת חדר הגנרטור צריכה להיות בנויה באופן שנוזלים כמו שמן או דלק, לא יזלו אל מחוץ לדלת.

## חדר הגנרטור

### מתקן החשמל בחדר הגנרטור:

- מתקן החשמל בחדר הגנרטור חייב לכלול לפחות מנורה קבועה אחת ושני בתי תקע. נוסף על כך צריכה להיות בו מנורה אחת לפחות לתאורת חירום למקרה של הפסקת חשמל ברשת.
- אין להשתמש לזינת המנורה לשעת חירום, במצבר המיועד להתנעת המנוע של הגנרטור.

### אוורור חדר הגנרטור:

- יש להבטיח אוורור טוב של חדר הגנרטור, אשר ימנע הצטברות גזים מזיקים ויאפשר את הקירור הדרוש לערכת הגנרטור.



## חדר הגנרטור

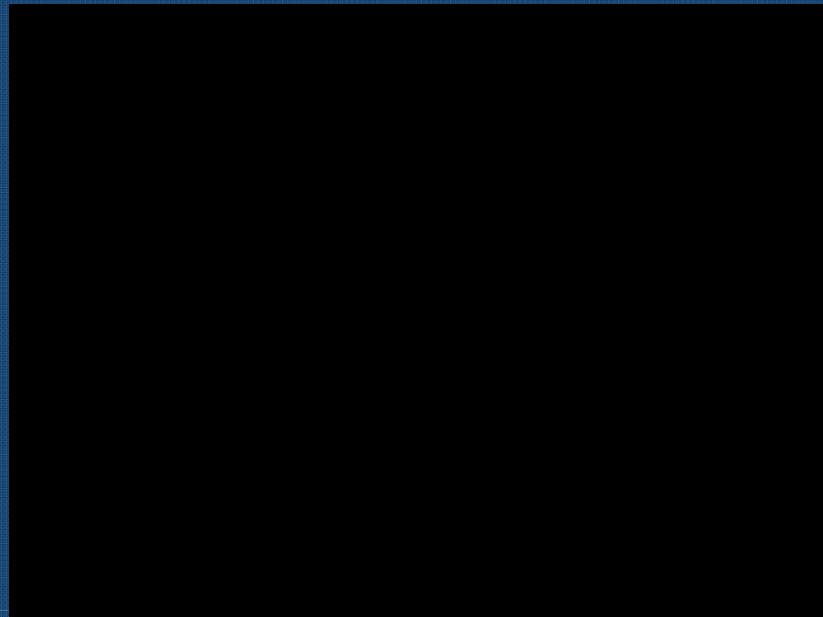
### צינורות הפליטה של הגנרטור:

- ❖ צינור הפליטה יוגן בבידוד תרמי עד לגובה של שני מטר לפחות מהרצפה. כאשר צינור זה מחוזק למבנה, החיזוק צריך להיות באמצעות חוליה גמישה. כל הצנרת לגזים, לדלקים או נוזלים אחרים, העוברת בחדר הגנרטור צריכה להיות אטומה כראוי בפני גזים.
- ❖ צנרת שאינה קשורה בהפעלת הגנרטור, שהטמפרטורה שלה עולה על 60 מעלות, או של מתקן קירור שהטמפרטורה שלו נמוכה מ-10 מעלות, צריך לבדד לכל אורכה. יש לצבוע צנרת זו בצבעים אשר נקבעו בתקן 659.



## הגנה על צינור הפליטה

## גנרטור בחופה מושתקת



## בדיקות

- ❖ כל מתקן גנרטור, קבוע, נייד או ארעי חייב לעבור בדיקה לפני הפעלתו הראשונה ופעם ב-5 שנים לאחר זאת. גם כל שינוי במתקן הגנרטור חייב בבדיקה זו.
- ❖ בדיקת גנרטור קבוע לאספקת זרם חילופית למתקן קבוע תבוצע כרגיל ע"י משרד האנרגיה והתשתית. מותר שבדיקה זו תבוצע ע"י בעל רשיון חשמלאי בודק. נוסף על כך,
- ❖ כל גנרטור לאספקת זרם חילופית צריך להבדק ע"י בודק מטעם חברת החשמל בעלת הרשת.
- ❖ לגנרטור קבוע אשר אינו מיועד לאספקת חילופית לא נדרשת בדיקת חברת החשמל והוא ייבדק ע"י משרד האנרגיה והתשתית או ע"י בעל רשיון חשמלאי בודק.



# בדיקת גנרטור

## נתוני הגנרטור:

הספק הגנרטור	
יצרן	
דגם	
מספר סידורי	צ'
מתח הגנרטור	
סוג המבנה (מיקום הגנרטור)	
סוג דלק	סולר/בנזין/גז
אופן הארקה השיטה בגנרטור	הארקת יסוד/אלקטרודה/זינה צפה/באמצעות האפס
אופן הארקה הגנה בגנרטור	
שטח חתך מוליכי היציאה	
שטח חתך מוליכי הארקה	
שיטת הגנה כנגד חשמול במתקן	TN-C-S/TN-S/TT/IT
גנרטור פועל אוטומטית	כן/לא
גנרטור קבוע/מובא בהתאם לצורך	קבוע/נייד
יצרן מפסק ראשי בלוח גנרטור	יצרן
נתוני כונון הגנות במפסק ראשי	דגם
יצרן מפסק ראשי בלוח מוזן	יצרן
נתוני כונון הגנות במפסק ראשי	דגם
מתקן מוזן בשלמותו מהגנרטור	בשלמותו/בחלקו
היתר ממשדד האנרגיה והתשתית	

# בדיקת גנרטור

פירוט הבדיקה		פירוט הבדיקה	
הגנה על חלקים מסתובבים	<input type="checkbox"/>	טעינת המצבר כשהגנרטור אינו בפעולה	<input type="checkbox"/>
לוחית זיהוי קריאה	<input type="checkbox"/>	טעינת המצבר כשהגנרטור בפעולה	<input type="checkbox"/>
התקן הדממה עבור כבוי אש ושילוטו	<input type="checkbox"/>	מתח מצברים תקין	<input type="checkbox"/>
בידוד תרמי של צנרת פליטת גזים	<input type="checkbox"/>	שילוט בלוח ראשי "גנרטור מופעל אוטומטית"	<input type="checkbox"/>
תוכנית חשמל עדכנית.	<input type="checkbox"/>	שילוט בלוח גנרטור "גנרטור מופעל אוטומטית"	<input type="checkbox"/>
הארקת שיטה.	<input type="checkbox"/>	שילוט מפסק גנרטור.	<input type="checkbox"/>
הארקת הגנה	<input type="checkbox"/>	תקינות פעולת משגור (כשקיים)	<input type="checkbox"/>
הגנה מאבק על מפסק ראשי	<input type="checkbox"/>	התאמת מוליכי הגנרטור לזרם ולתנאי ההתקנה.	<input type="checkbox"/>

## עבודה כמקור חלופי:

מניעת פעולה הדדית: מפסקים/מגנמים.  
 מספר קטבים במחליף: 3 קטבים/4 קטבים  
 שיטת החיגור: מכני וחשמלי/2 חשמליים/2 מכניים.

# בדיקת חדר הגנרטור

<input type="checkbox"/>	מרחקי מעברים סביב הגנרטור
<input type="checkbox"/>	דלת נפתחת החוצה פתיחה מבפנים ללא מפתח
<input type="checkbox"/>	הארקת דלת כניסה
<input type="checkbox"/>	תאורת חירום בחדר
<input type="checkbox"/>	2 שקעי כוח לפחות
<input type="checkbox"/>	אוורור החדר
<input type="checkbox"/>	גדלי פתחי כניסת אויר
<input type="checkbox"/>	מעבר צנרת פליטה ליד כבלים
<input type="checkbox"/>	בידוד צנרת שירותים אחרים.
<input type="checkbox"/>	מניעת יציאת נוזלים מחדר גנרטור (מאצרה)
<input type="checkbox"/>	שילוט חדר גנרטור.
<input type="checkbox"/>	בדיקת פס השוואת פוטנציאליים.
<input type="checkbox"/>	שטחי חתך מוליכי הארקה, ושילוטם.
<input type="checkbox"/>	ציוד חירום.
<input type="checkbox"/>	שילוט יציאה.
<input type="checkbox"/>	מיקום הזנת ממסר העדר מתח והגנותיו.
<input type="checkbox"/>	רציפות ההארקות בין לוחות.
<input type="checkbox"/>	ניקיון החדר (קיום חומרים דליקים, משמש כמחסן....)
<input type="checkbox"/>	כיבוי אש בחדר גלאי/ספרינקלרים/מטפים

# בדיקות חשמליות

## ערכי עכבת לולאת התקלה וזרם הקצר הצפוי

גודל נמדד	זרם קצר צפוי	גודל נמדד	זרם קצר צפוי
$Z_{ph1-e} = \text{_____ m}\Omega$	$I_{sc} = \text{_____ kA}$	$Z_{ph1-n} = \text{_____ m}\Omega$	$I_{sc} = \text{_____ kA}$
$Z_{ph2-e} = \text{_____ m}\Omega$	$I_{sc} = \text{_____ kA}$	$Z_{ph2-n} = \text{_____ m}\Omega$	$I_{sc} = \text{_____ kA}$
$Z_{ph3-e} = \text{_____ m}\Omega$	$I_{sc} = \text{_____ kA}$	$Z_{ph3-n} = \text{_____ m}\Omega$	$I_{sc} = \text{_____ kA}$
$Z_{ph1-ph2} = \text{_____ m}\Omega$	$I_{sc} = \text{_____ kA}$		

## בדיקת התנגדות הבידוד

גנרטור	קבלי יציאה
$R_{ph1-e} = \text{_____ M}\Omega$	$R_{ph-e} = \text{_____ M}\Omega$
$R_{ph2-e} = \text{_____ M}\Omega$	
$R_{ph3-e} = \text{_____ M}\Omega$	
$R_{n-e} = \text{_____ M}\Omega$	





## בדיקות נוספות

<input type="checkbox"/>	בדיקת רציפות הארקה בזרם של 25A לגוף הגנרטור.
<input type="checkbox"/>	בדיקת התנעת הגנרטור.
<input type="checkbox"/>	בדיקת פעולת לחצן הפסקת חירום.
<input type="checkbox"/>	כבלים חסיני אש ללחצן חירום וללוחות חירום.
<input type="checkbox"/>	בדיקת החלפת ההזנות.
<input type="checkbox"/>	בדיקת הפסקת גנרטור לאחר חזרת המתח.
<input type="checkbox"/>	מתח הגנרטור בפעולה: _____
<input type="checkbox"/>	תדר הגנרטור בפעולה: _____
<input type="checkbox"/>	בדיקת כוון סיבוב (סדר פזות)
<input type="checkbox"/>	נוריות סימון וחיוויים על הגנרטור
<input type="checkbox"/>	נוריות סימון וחיוויים בפנל כבאים (בגנרטור חירום)
<input type="checkbox"/>	ירוק פועל, אדום מופסק, אדום גנרטור לא במצב אוטומטי, צהוב – תקלה כללית
<input type="checkbox"/>	חיוויים נוספים בפנל כבאים: _____
<input type="checkbox"/>	כמות סולר, כמות שמן, מצב טעינת מצבר, מערכת תצוגה בעברית

## שיקולים בבחירת גנרטור לזינה חלופית

שיקולי בחירת גנרטור המשמש לזינה חלופית:

- האם התקנת הגנרטור הינה חובה?
- גודל ההספק שאמור להיות מוזן מהגנרטור.
- הסביבה בה הוא עתיד להיות מופעל.
- סוגי דלק וזמינותם.
- בנוסף נדרשים לבדוק פרמטרים חשמליים כמו: מתח, תדר, מספר פזות, וכד'

## שיקולים בבחירת גנרטור לזינה חלופית

- ◆ בתקנות החשמל נדרש גנרטור חירום באתרים רפואיים וברבי קומות. ביתר המקומות ישולב גנרטור על פי שיקולי בטיחות, נחיצות ונוחיות.
- ◆ הספק גנרטור המיועד לזינה חלופית נקבע על פי השיקול להזין את המתקן בשלמותו, או בחלקו, בעת הפסקת מקור הזינה העיקרי. כשהמתקן מוזן בשלמותו מגנרטור רצוי לבחור גנרטור בהספק שווה להספק השנאי המזין או לגודל ההזנה למתקן. במקרה של הזנה חלקית רצוי לחשב את סך כל הספקי הצרכנים המוזנים ולקבוע את הספק הגנרטור כהספק הצרכנים מוכפל ב- 1.2 לפחות.

## שיקולים בבחירת גנרטור לזינה חלופית

◆ בשיקולי סביבה יש להתחשב במספר גורמים:

- מיקום הגנרטור בתוך או מחוץ למבנה.
- נגישות למילוי דלק.
- רעש בעת פעולת הגנרטור.
- פליטת העשן.
- ◆ סוגי דלק:
- מנוע שריפה פנימית מונע בדלק. הדלקים הנפוצים הם סולר וגז טבעי כיום אספקת הגז הטבעי אינה סדירה ובטוחה לפיכך רצוי להעדיף סולר.



## שיקולים בבחירת גנרטור לזינה חלופית

### תכונות הגנרטור הנבחר:

- הספק נקוב.
- מספר פזות (1 או 3)
- תלות ההספק בטמפרטורת הסביבה והגובה בהם מותקן הגנרטור. (לדוגמה גנרטורים מתוצרת Cummins ההספק הנקוב מוגדר לטמפ' של 40°C וגובה שאינו עולה על 1030 מטר. יש להפחית 11.6% בכל עלית טמפרטורה של 10°C ו- 4.2% בכל עליה בגובה של 305 מטר).
- צריכת דלק וכמות דלק במיכל.
- תדר 50HZ.
- מהירות סיבוב: קיימים גנרטורים למהירויות סיבוב 3000 ו- 1500 RPM או פחות. גנרטורים בעלי מהירות סיבוב נמוכה יותר יקרים מעט יותר אך אורך חייהם משמעותית גדול יותר.

## Base Load, Prime or Standby?

התקנים הבין לאומיים מגדירים 3 סוגי משטרי פעולה של גנרטורים

◆ **Continuous או Base load** – גנרטורים הפועלים ברציפות עם עומס כמעט קבוע, ללא הפסקה למעט תחזוקה. גנרטורים אלה מסוגלים לספק הספק של 10% מעל הספקם הנקוב למשך שעה בכל 12 שעות פעולה.

◆ **Prime power** – מיועדים לפעול ברציפות עם עומסים משתנים, במשטר זה, ניתן להפיק הספק גדול ב- 10% ויותר מהספקם של גנרטורים המיועדים ל- Base load. גנרטורים אלה מסוגלים לספק הספק של 10% מעל הספקם הנקוב למשך שעה בכל 12 שעות פעולה.

◆ **Standby power** – מיועדים לפעול לזמנים קצרים רק כעתודה, משכי הזמן והעומסים עשויים להשתנות. במשטר זה, ניתן להפיק הספק גדול ב- 10% ויותר מהספקם של גנרטורים המיועדים ל- Prim power. אין להרשות עומס יתר.

## הספקי גנרטורים על פי משטר עבודתם

מתוצרת חברת Cummins

Fuel consumption	Standby				Prime				Continuous
	kW (kVA)				kW (kVA)				kW (kVA)
Remote cooling system ratings	2660 (3300)				2400 (3000)				2000 (2500)
40 °C locally mounted radiator cooling system ratings	2600 (3250)				2340 (2925)				1940 (2425)
50 °C locally mounted radiator cooling system ratings	2595 (3245)				2335 (2920)				1935 (2420)
Load	1/4	1/2	3/4	Full	1/4	1/2	3/4	Full	Full
US gph	51	92	132	174	48	84	120	156	132
L/hr	195	350	500	662	181	320	457	592	500

## דרישות מגנרטורים באתרים רפואיים

### גנרטורים המונעים על ידי מנוע שריפה פנימית.

א- על גנרטורים חלופיים יחולו תקנות החשמל של התקנת גנרטורים במתח נמוך ובנוסף תקויימנה דרישות אלה:

- (1) במנוע של גנרטור החייב בקירור על ידי נוזל תהיה מערכת הקירור במעגל סגור.
- (2) תינתן התראה כאשר כמות הדלק במכל היומי תרד מתחת ל-15% מהקיבולת.
- (3) כמות הדלק הכוללת במכלים תאפשר את הפעלת כל הגנרטורים במשך 24 שעות לפחות.



## דרישות ממקורות להזנה חלופית באתרים רפואיים

הזינה החלופית תפעל אוטומטית במקרה של כשל בזינת חברת החשמל.

א- כאשר ניזון אתר רפואי מיותר מגנרטור אחד לשם זינה חלופית, יותנעו מנועי כל הגנרטורים בו זמנית במקרה של כשל בזינת חברת החשמל. אם אין צורך בהספק של כל הגנרטורים ניתן לדומם חלק מהם לאחר הפעלתם. חזרה לזינת חברת החשמל תהיה אוטומטית לאחר שהיה של 2 דקות לפחות לאחר הופעת המתח התקין בה.

ב- גבולות השינויים המותרים בזינה החלופית לציוד החיוני לא יחרגו מהערכים הנומינליים ביותר מאשר:

- א-  $\pm 10\%$  למתח
- ב-  $\pm 4\%$  לתדר
- ג- 5% לתכולת גלים עליונים במתח.

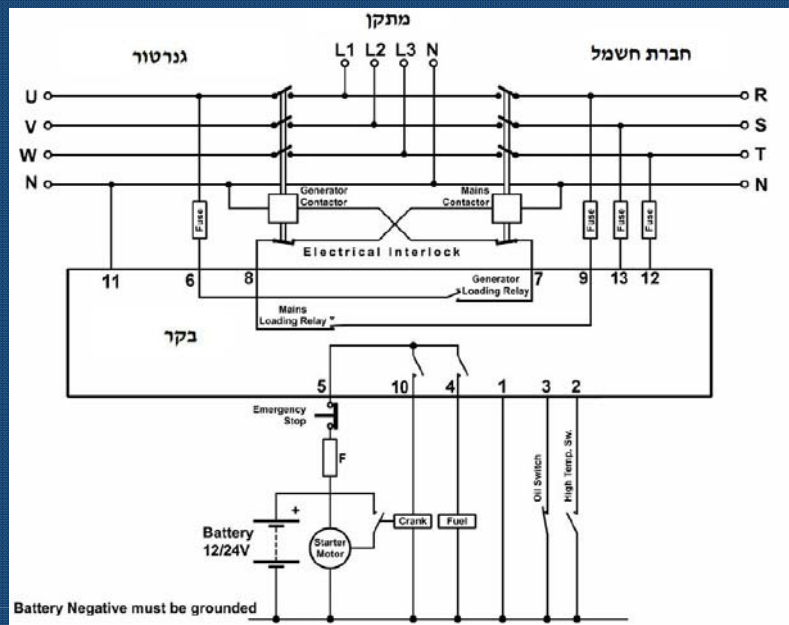
## דרישות ממקורות להזנה חלופית באתרים רפואיים

ד- אמצעי ההתנעה יאפשרו 3 התנעות רצופות לפחות ויחזרו למצב פעולה מלא תוך 6 שעות לכל היותר.

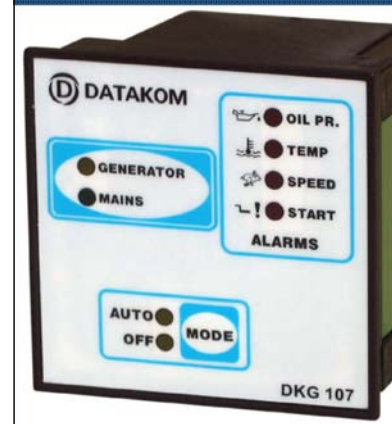
ה- מידע חזותי על מקור הזינה יוצג בקביעות במקום מאויש.

ו- הסלקטיביות של ההגנות בפני זרמי קצר תיקבע לגבי זינה ממקור האספקה הראשי תוך התחשבות מרבית במצב של זינה חלופית.

## דוגמא לבקר העברה גנרטור/חברת חשמל



## תכונות בקר ההעברה



- Automatic engine starting and stopping
- Automatic mains failure monitoring
- Automatic load transfer
- Automatic shutdown on fault condition
- 3 phase mains voltage inputs
- 1 phase genset voltage input
- Survives cranking dropouts
- Mains phases voltage limit checking
- Generator phase voltage limit checking
- Delayed overspeed and underspeed alarm
- Lamp test
- 50/60Hz operation
- Selectable Oil pressure/Oil level switch
- Sealed front panel
- Plug-in connection system for easy replacement
- Standard panel dimensions, (72x72mm)
- Low cost



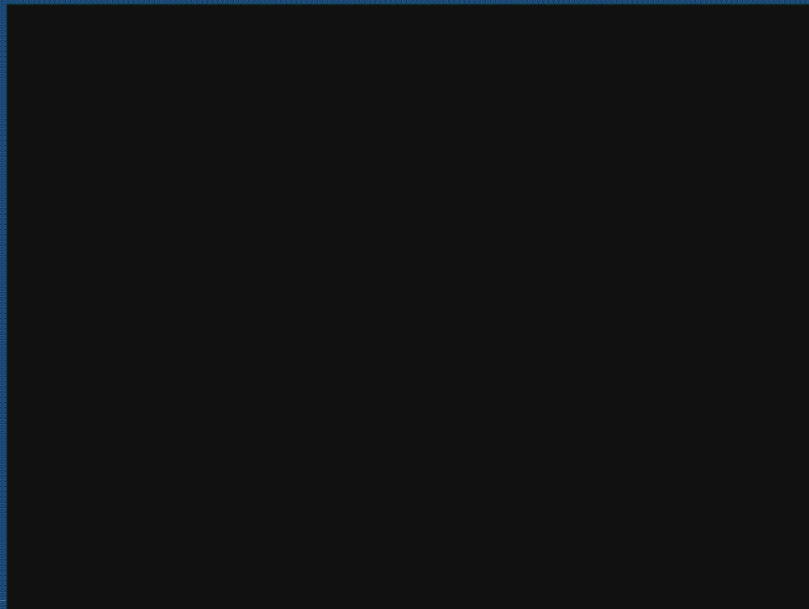
## השהיות

- ◆ הפעלת מנוע הגנרטור – למניעת הפעלה סתמית במקרה של ירידת מתח רגעית ברשת או הפרעה חולפת.
- ◆ העברה מהזנת חברת חשמל לגנרטור – מאפשר למתח הגנרטור ולסיבובים להתייבב לפני חיבור העומס, מונע חיבור גנרטור במקרה של נפילות מתח קצרות, מאפשר כניסה הדרגתית של גנרטורים במתקן המכיל יותר מגנרטור יחיד.
- ◆ העברה מגנרטור לחברת חשמל – מונע חיבור לחברת החשמל במקרה של חזרת מתח קצרה, מאפשר חזרה הדרגתית של עומסים לרשת במתקן המכיל יותר מגנרטור יחיד.
- ◆ השהיה בהפסקת מנוע גנרטור – שומר על יכולת להזנה חזרה מגנרטור במקרה של חזרת חשמל קצרה, מאפשר התקררות הגנרטור על ידי הפעלתו ללא עומס.
- ◆ השהית מעבר על מנת להבטיח הפסקת מנועים מסתובבים.

## סינכרון גנרטורים

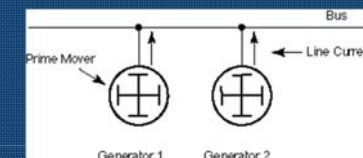
- ◆ במערכת חשמל כמו במפעלים, ספינות ובודאי ברמה הארצית, פועלים מספר גנרטורים.
- ◆ אמינות הספקת המתח וקבלת מערכת אחידה מתאפשרת רק לאחר חיבורם במקביל.
- ◆ חיבור גנרטורים במקביל מחייב קיומם של מספר תנאים. חיבור זה נקרא בשפה מקצועית בשם סינכרון.
- ◆ סינכרון ניתן לדמות לתדלוק אוירי של מטוס קרב ממוסו אם.
- ◆ ביצוע התדלוק דורש 4 תנאים:
  - כוון נסיעה זהה של 2 המטוסים.
  - מהירות שווה.
  - גובה זהה.
  - מיקום זהה.

## תדלוק אוירי



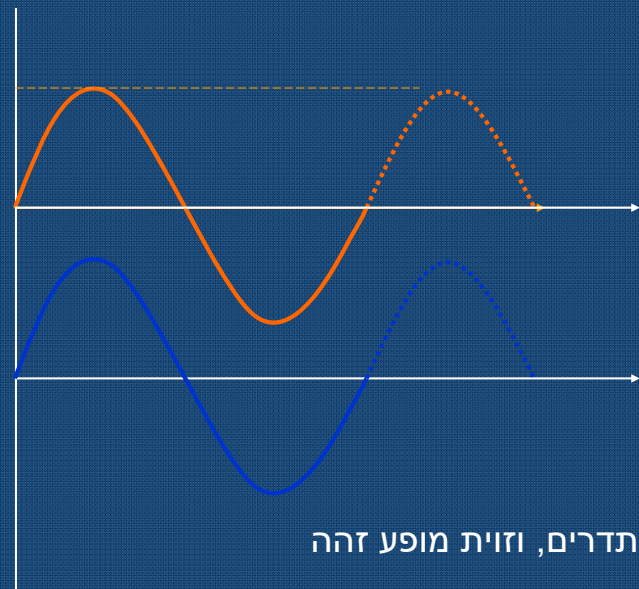
## סינכרון גנרטורים

- ◆ בעת סינכרון גנרטורים נדרשים אותם 4 תנאים:
  - שוויון סדר פזות (שקול לכוון תנועה זהה).
  - שוויון מהירות הסיבוב – תדירות המתח (שקול למהירות תנועה שווה).
  - שוויון מתחים (שקול לשוויון גבהים).
  - זוויות מופע זהה (שקול למיקום זהה).
- ◆ אי שמירה על תנאי סינכרון עלולה לגרום לשבירת ציר הגנרטור, עוותו, זרמי חיבור גדולים שעשויים לגרום לפעולת ההגנות ולהפסקתו, ונזקים בליפופי סטטור הגנרטורים.





# סינכרון גנרטורים



מקור 1

מקור 2

שוויון מתחים, תדרים, זווית מופע זהה

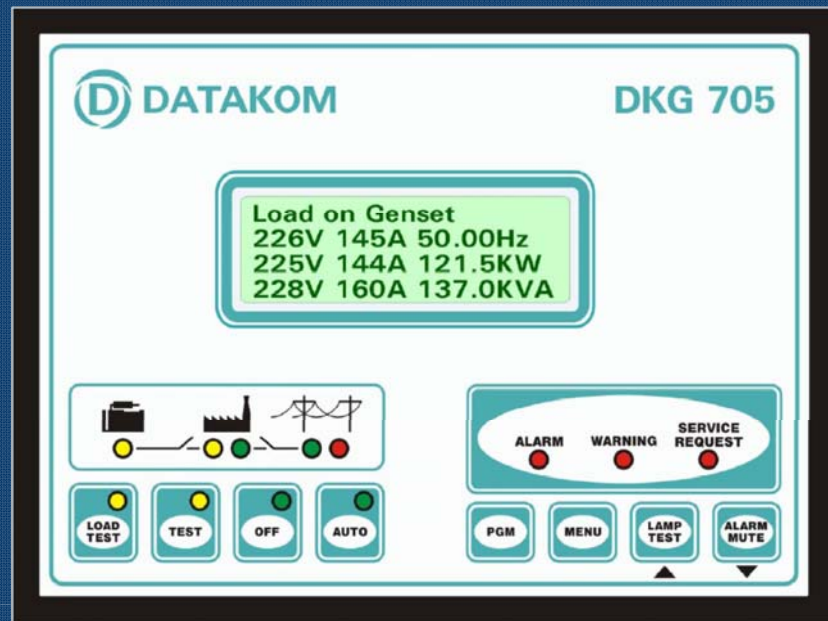
# עבודה בסינכרון – למה סינכרון?

- ◆ ניצול הגנרטור.
- ◆ יציבות מתח ותדר.
- ◆ אמינות אספקה.
- ◆ מכירה לרשת ולאחרים.

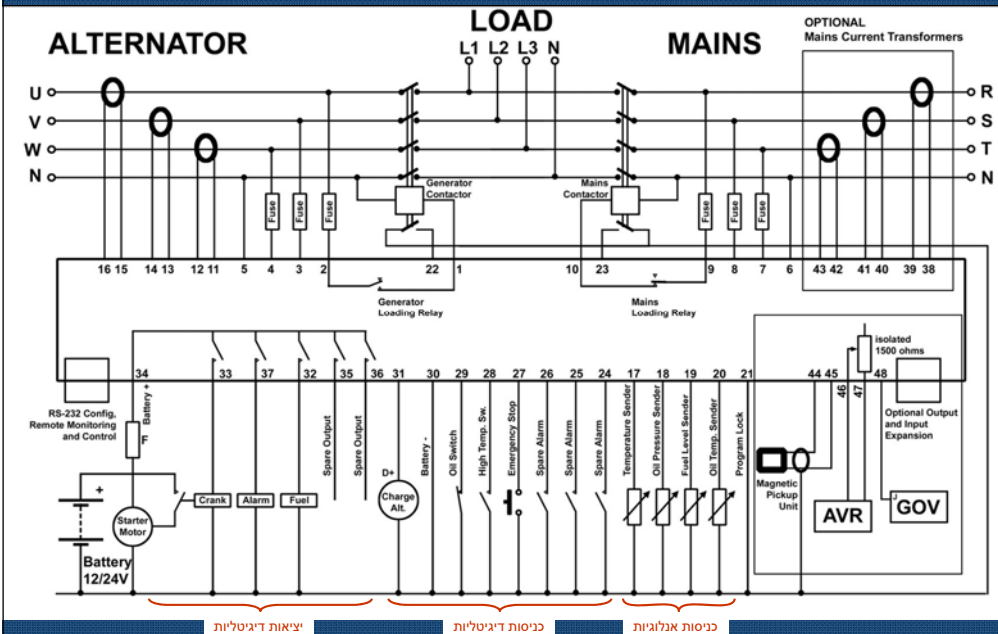
## חסרונות עבודה בסינכרון

- ◆ הגנות מורכבות לגנרטור.
- ◆ חיבור חוזר אוטומטי מידי ברשת.
- ◆ רגישות לאיכות החשמל.

# בקר סינכרון גנרטור לרשת



# אופן חיבור בקר סינכרון גנרטור/חברת חשמל



יציאות דיגיטליות

כניסות דיגיטליות

כניסות אנלוגיות

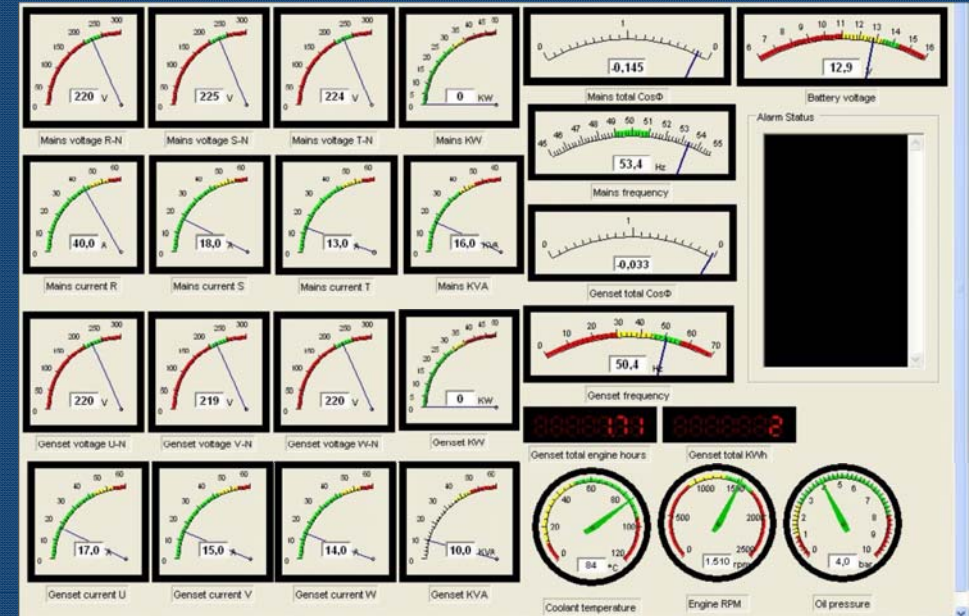


## אפשרויות הבקר

The DKG-705 unit is able to transfer the load between mains and genset in 4 different ways:

- transfer with interruption:** there will be a power interruption period during the transfer
- no break transfer without synchronization:** transfer will be made without power interruption. The unit waits until mains and generator phases match and makes a quick transfer.
- no break transfer with synchronization:** transfer will be made without power interruption. The unit operates the governor and AVR control outputs to synchronize the generator voltages with the mains and makes a quick transfer.
- soft transfer** transfer will be made without power interruption. The unit operates the governor and AVR control outputs to synchronize the generator voltages with the mains and makes a smooth ramped transfer.

## מסכי HMI



## הגנות נדרשות לגנרטור הפועל בסינכרון

- ◆ מערכת סינכרון.
- ◆ הגנות גנרטור: זרם, מתח, תדר.
- ◆ הגנת הספק חוזר.
- ◆ הגנת חוסר הזנה – Loss of Main.
- ◆ ניהול עומס בין גנרטורים.

## בדיקות הכנסה לניצול

- ◆ בדיקת התאמה לתוכניות.
- ◆ בדיקת ציוד מ"ג (בגנרטור המתחבר לרשת מ"ג).
- ◆ בדיקת הגנות וכיוולן
- ◆ הגנות זרם ופחת – בדיקות שגרתיות
- ◆ הגנות מתח ותדר – כיוול של רמות הפעלה (תת ויתר) וזמן תגובה לכל רמת הפעלה.
- ◆ הגנת חוסר הזנה – כיוול וזמן.
- ◆ הגנת הספק חוזר לרשת (אם נדרשת).
- ◆ הפעלה, פיקוד ותפעול הגנרטור



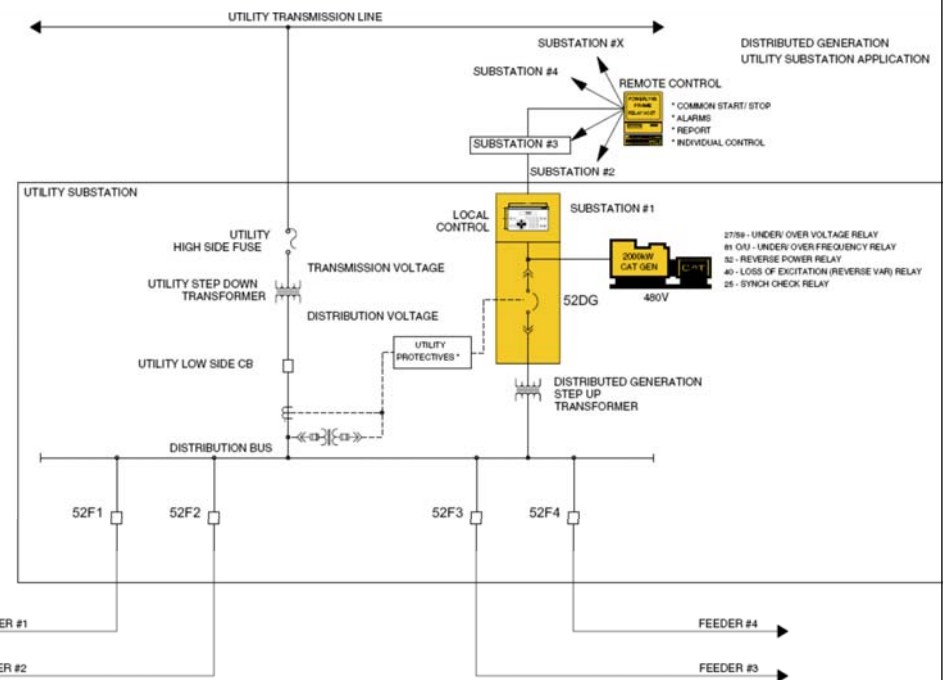
## בדיקות בפעולה במשטר של אי חשמלי

- ◆ בדיקת יציבות מתח ותדר בשינוי עומסים
- ◆ ביצוע השלות עומס
- ◆ סינכרון לרשת ממשטר אי חשמלי

## בדיקות הכנסה לניצול

- ◆ תקינות הסינכרון:
    - ◆ שקיעת מתח ברגע הסינכרון.
    - ◆ רמת מתח לאחר הסינכרון.
    - ◆ רמת זיהום הרמוני.
  - ◆ ניתוק פתאומי
    - ◆ שינוי מתח עקב הניתוק
  - ◆ בדיקות עבודה באי חשמלי.
  - ◆ בדיקת יציבות מתח בתדר בשינוי עומסים.
  - ◆ ביצוע השלות עומס.
  - ◆ סינכרון לרשת ממשטר של אי חשמלי.
  - ◆ הגנת חוסר הזנה וזמן התגובה.
    - ◆ לצורך כך רצוי לבצע סימולציה.
- כמו כן יש לבחון את תפקוד ההגנות בסיוע של רשם הפרעות לפחות בחודשיים הראשונים להפעלה.

## חיבור גנרטור לרשת מ"ג



## דרישות טכניות של חברת החשמל

- ◆ מאפייני רשת (מתח ותדר).
- ◆ גנרטור בגודל 0.63-8 מו"ט יחובר במ"ג.
- ◆ הגבלת שינוי מתח 3% בחיבור וניתוק.
- ◆ הגבלת השפעה על משטר המתחים 6%.
- ◆ הגבלת זיהום הרמוני בזרם.
- ◆ הגבלת תרומה לזרם קצר.
- ◆ מפקק עומס בפיקוד מרחוק.
- ◆ הגנות סטנדרטיות ללקוח (כולל וואטמטרי)
- ◆ מערכת סינכרון ובקרה.
- ◆ הגנת חוסר מתח ברשת והספק חוזר.
- ◆ רשם הפרעות.
- ◆ חיבור להעברת מידע לפיקוח.



## מתוך תקנות התכנון והבניה

◆ (א) גנרטור המותקן בבנין בהתאם לכל חוק המחייב התקנת גנרטור בבנין בשל גובהו, יהיה בכוחו לספק גם זרם חשמלי בשעת חירום להארה, באמצעות תאורת חירום, של כל מוצא בתוך בניין, מרחבים מוגנים, והפרוזדורים שבשימוש כלל דיירי הבניין ומבקרו, להפעלת משאבות מים לכיבוי אש, למפוחי יניקת עשן, למפוחים במערכת על-לחץ, להפעלת המעליות כמפורט בפרט 3.7.3.11, ולמערכת האיורור המכני של המקלטים והמעליות, וכן למיתקן תאורה לאזהרה מפני מכשולי טיסה, אם מותקן (להלן - מערכות החירום).

## מתוך תקנות התכנון והבניה

◆ (ב) בכל בנין רב-קומות יותקן גנרטור להספקת זרם חשמל בשעת הפסקת זרם החשמל ממקור האספקה הראשי, לחלקי הבנין ולמיתקניו שקבע שר הפנים בתקנות בהתייעצות עם המועצה הארצית; לא יינתן היתר לבניית בנין רב-קומות שאין בו תנאי המחייב התקנת גנרטור כאמור.

◆ (ג) שר הפנים יקבע בתקנות, בהתייעצות עם המועצה הארצית ובאישור ועדת הפנים ואיכות הסביבה של הכנסת, מהו בנין גבוה ובנין רב-קומות לענין סעיף זה.

◆ (ד) אין בסעיף זה כדי לגרוע מסמכותו של מוסד תכנון להתנות מתן היתר בניה בהתקנת מעלית או גנרטור בבנין שאינו בנין גבוה או רב-קומות אם לדעתו ייעוד הבנין והשימוש בו מחייבים זאת.

◆ (ה) לענין סעיף זה רשאי שר הפנים לקבוע בתקנות מיתקן אחר להספקת זרם חשמל שניתן להתקינו במקום גנרטור.

## מתוך תקנות התכנון והבניה

– (4) יותקן מקום לאחסון הדלק הנוזלי בהתאם לתקנות (רישוי עסקים (אחסנת נפט), התשל"ז 311976-, לעניין זה רואים את התקנות האמורות חלות לגבי בנינים המשמשים למגורים, למשרדים ולכל מטרה אחרת, אפילו אם אינם עסק טעון רישוי לפי חוק רישוי עסקים, התשכ"ח 1968.

◆ (ו) אם הגנרטור מותקן בחצר או בגג הבניין, לא יחולו לגביו פרט משנה (ה) (1) ו-(3) ובתנאי שלא ייחשף לסיכוני אש.

◆ (ז) אספקת זרם החשמל מהגנרטור למערכות החירום תהיה באמצעות כבל מוגן אש לטמפרטורה של 800 מעלות צלזיוס למשך 90 דקות לפחות; חיבור החשמל ייעשה ישירות מלוח החלוקה של הגנרטור אשר ימוקם בחדר הגנרטור או באזור מוגן אש אחר.

◆ (ח) חיבור החשמל ייעשה בפיר נפרד מזה של מקורות המתח האחרים בבנין.

## מתוך תקנות התכנון והבניה

◆ (ב) הגנרטור יותקן כך שעם הפסקת זרם החשמל ממקור מתח ראשי מרשת חשמל ציבורית, יתחיל הגנרטור לפעול באופן אוטומטי.

◆ (ג) הגנרטור יותקן על פי הוראות שיינתן עורך הבקשה לגבי התקנת מתקני החשמל בבנין, לפי כללי המקצוע המקובלים.

◆ (ד) יותקן מתג להפסקת פעולת הגנרטור בשעת חירום; המתג

◆ יותקן במקום נוח לגישה.

◆ (ה) גנרטור המופעל על ידי מכונת דיזל יותקן במרתף או במקום אחר בבנין, ויתקיימו בו הוראות אלה:

– (1) הוא יוקף קירות בנויים, מהרצפה עד לתקרה, מאלמנטים עמידים אש למשך שעתיים לפחות;

– (2) חדר החסנת הגנרטור יאוורר באוויר צח הבא מן החוץ, והגזים הנפלטים מבעירת הדלק במנוע ייפלטו ישירות אל אוויר החוץ;

– (3) דלתות חדר החסנת הגנרטור יהיו דלתות אש;



## רישום גנרטורים, בדיקתם והיתר להקמת ערכת גנרטור או לשינויה

### בקשה למתן היתר

(א) לא יפעיל אדם גנרטור קבוע המיועד לאספקת חשמל למיתקן קבוע אלא אם כן נתן המנהל היתר להפעלתו.

(ב) הבקשה למתן היתר (להלן - הבקשה) תוגש למנהל בטופס שהוא יקבע ויכללו בו, בין היתר, פרטים אלה:

(1) **המקום בו יותקן המיתקן;**

(2) **יעוד המיתקן;**

(3) **פרטי המיתקן;**

(4) **שם האחראי לתפעולה ותחזוקתה של ערכת הגנרטור.**

(ג) שינוי בפרטים (1), (2) ו-(3) טעון היתר מאת המנהל, והוראות תקנות אלה יחולו בשינויים המחוייבים לפי הענין.

## רישום גנרטורים, בדיקתם והיתר להקמת ערכת גנרטור או לשינויה

### רישום הגנרטור

(א) כל גנרטור תלת-מופעי בגודל מעל 5 קו"א חייב ברישום על ידי המנהל. בעל גנרטור או מחזיק ימסור למנהל, תוך שבועיים מיום קבלתו את הנתונים הבאים:

1. שם ומען הבעלים או המחזיק, לפי הענין;

2. מען מקום הימצאו של הגנרטור;

3. שם ומען האחראי על הגנרטור;

4. הפרטים המופיעים על לוחיות הזיהוי של הערכה;

5. אופן התקנת הגנרטור (קבוע, ארעי);

6. אופן התקנת המיתקן (קבוע, ארעי).

(ב) בעל הגנרטור או מחזיקו יודיע למנהל על כל שינוי בנתונים המפורטים בתקנת משנה (א) שבועיים מהתהוותו.

## תנאי ההיתר

בלי לגרוע מסמכות המנהל להתנות היתר בתנאים נוספים, יכלול ההיתר תנאים אלה:

(1) בעל ההיתר לא יספק אנרגיה חשמלית למיתקן החורג מהמיתקן המוגדר בתכנית שהוגשה;

(2) בעל ההיתר יציית לכל ההוראות בכתב שימסור לו המנהל בקשר להקמת המיתקן, הפעלתו, שינויו או הטיפול בו, וימסור פרטים על פעולת המיתקן במקום ובמועד שיקבע המנהל;

(3) בעל ההיתר יאפשר למנהל להיכנס בכל עת סבירה למקום שבו נמצא המיתקן, כדי לבדקו.

## רישום גנרטורים, בדיקתם והיתר להקמת ערכת גנרטור או לשינויה

### בקשה למתן היתר - המשך

(ד) הבקשה למתן ההיתר תוגש למנהל בצירוף המסמכים הבאים:

(1) **תכנית המבנה של החדר בו מותקן הגנרטור בקנה מידה של 1:50;**

(2) **תכנית החיבורים החשמליים של ערכת גנרטור כולל פרטי הארקות שלו;**

(3) **תרשים חד-קווי חשמלי של חיבור הגנרטור אל הלוח המוזן ושל הלוח עצמו;**

(4) **טופס בדיקת המיתקן שיקבע המנהל.**

(ה) הבקשה תיחתם ביד מגיש הבקשה. תכניות המיתקן ייחתמו ביד מתכנן המיתקן או מתכנן השינוי בו, הכל לפי הענין.

טופס בדיקת המיתקן יחתם ביד חשמלאי בודק שביצע את הבדיקה.



# בקשה למתן היתר להפעלת גנרטור

ה. אופן התחמת הגנרטור: \_\_\_\_\_ קבוע / ארעי

ו. אופן התחמת המיתקן: \_\_\_\_\_ קבוע / ארעי

ז. פרט המיתקן המערך לייצור חשמל:

סוג \_\_\_\_\_ מספר \_\_\_\_\_ הספק \_\_\_\_\_

שם היצרן \_\_\_\_\_

גנרטור \_\_\_\_\_ דגם \_\_\_\_\_ מספר \_\_\_\_\_ הספק \_\_\_\_\_

מחנה \_\_\_\_\_ זרם \_\_\_\_\_ תדירות \_\_\_\_\_

שם היצרן \_\_\_\_\_

כ-ג. המסמכים הנדרשים להגבלת היתר להפעלת המיתקן החשמלי:

1. תכנית הטכנה של החדר בו מותקן הגנרטור בינה סידה של 50.
2. תכנית החיבורים החשמליים של מיתקן הנגזרה כולל פרטי הארקות שלו.
3. תרשים חד קו של חיבור הגנרטור אל הלוח המזון ושל הלוח עצמו.
4. כרטיס הגנרטור / טופס בדיקת המיתקן.
5. צילום המחאת תחילת בסיסם של \_\_\_\_\_ שם בעד היצרן.

האדם שיהיה אחראי להפעלת המיתקן החשמלי:

שם פרטי \_\_\_\_\_ שם משפחה \_\_\_\_\_

כתובת: \_\_\_\_\_

תחילת הבקשה \_\_\_\_\_ נחם ביום \_\_\_\_\_ 2010-11

חוק החשמל תשי"ד - 1954  
תקנות החשמל (תקנות גנרטורים למתח נמוך), התשנ"ז - 1987  
בקשה למתן היתר להפעלת מיתקן חשמלי

שם המבקש: \_\_\_\_\_

כתובת: \_\_\_\_\_

לשירות המשרד לבדוק: \_\_\_\_\_

סוג תיק: \_\_\_\_\_

סוג כרטיס: \_\_\_\_\_

לכבוד: \_\_\_\_\_

משרד התשתיות הלאומיות  
מינהל החשמל  
רח' יפו 216, ת.ד. 36148  
ירושלים 91360

אדונים נכבדים,

אני הח"מ מבקש בזה היצרן להפעלת המיתקן החשמלי שפרטי נתונים להק בתאם לתכנית, שפרטים המפורטים בבקשה.

**פרטי המיתקן החשמלי:**

א. שם בעל המיתקן: \_\_\_\_\_

פועל בעל הגנרטור: \_\_\_\_\_ טלפון: \_\_\_\_\_


ב. מקום המיתקן החשמלי: \_\_\_\_\_ רחוב \_\_\_\_\_ מספר \_\_\_\_\_ עיר/כפר \_\_\_\_\_


ג. לאיזו מטרה מטפס המיתקן החשמלי? \_\_\_\_\_


ד. יצרן המיתקן: \_\_\_\_\_ (בגוף: אספקה פלאה, אספקה חילופית, אספקה מקבילה)


# החלטות ועדת הפירושים

 [áäé÷ú âðèèð ðééä ìðé äððúúä äðàùäðä.pdf](#)


 [äü çäð äððèð äìðç÷é ìðáð ìñéáä.pdf](#)

 [äðéùäü ìääé äü çäð äððèèð.pdf](#)

 [ääð÷ú ùéèä äíñðð ä÷èáéí áíðñ÷ ìçíó.pdf](#)

 [äâðä ìðé çùíä ù ìú÷ì àððé äíäæí ìäððèð àððé.pdf](#)

 [äú÷ðù ìðñ÷ ùú ÷èáé áú÷ì ìàððñ áTN-S.pdf](#)

 [ìäç çjä÷ä ìäððèèð ááðéí ðá ÷äíäü.pdf](#)