

מצברי יחידות אל-פסק - היבטי תחזוקה

מערכות אל-פסק נועדו לאפשר אספקת חשמל רציפה לציוד ולמתקנים גם כאשר קיימת הפרעה באספקת החשמל. מערכות אל-פסק (איור 1) כוללות שתי תת-מערכות עיקריות: יחידת אל-פסק חשמלית ומערכת המצברים. המערכות החשמליות עברו בשנים האחרונות שינויים ושיפורים אשר הקטינו את הצורך בתחזוקתם. גם במצברים נעשו במהלך השנים שינויים ושיפורים רבים אולם הם לא גרמו לשינויים מהותיים באופן התחזוקה שלהם כפי שיובהר בהמשך. מאמר זה דן בהיבטי התחזוקה של מצברי מערכות אל-פסק סטטיות כדי לאפשר עמידה בייעוד זה ללא תקלות.

למהנדס המתכנן התקנת מערכת אל-פסק יש השפעה על נושא תחזוקת המצברים ואורך החיים שלהם, באמצעות הקפדה על אופן התכנון, תוך דגש על שני הנושאים הבאים:

- תכנון נכון של התקנת המצברים.
 - תכנון האפשרויות לבצע בדיקת כושר ההעמסה (קיבול) למצברים.
- החברות המספקות מצברים מצרפות הוראות והמלצות להתקנה. תכנון ההתקנה ואופן ההתקנה יכולים להיעשות גם בעזרת מספר תקנים העוסקים בנושא זה:



סוגי המצברים

מצברי חומצה-עופרת המשמשים ברוב מערכות האל-פסק הגדולות מחולקים לשני סוגים עיקריים:

מצברים פתוחים ומצברים אטומים. האחרונים מתחלקים אף הם לשני תת-סוגים: מצברי ג'ל ומצברי שסתום (VRLA).

המצברים הפתוחים דורשים תחזוקה רבה יותר ממצברים אטומים כגון מילוי מים, בדיקת ריכוז חומצה וניקיון וגם תנאי התקנה מיוחדים, אולם יתרונם

הוא באורך חיים גבוה ובאפשרות לדעת את המצב המכני והחשמלי של כל אחד מהתאים בנפרד.

המצברים האטומים הנקראים באנגלית Maintenance Free, התקנתם פשוטה ומותרת בכל מקום, אולם על מנת להבטיח את תקינותם ולמנוע תקלות יש לבצע גם בהם עבודות "תחזוקה".

בעיית המצברים

בעוד שמערכת תמסורת האנרגיה ביחידה החשמלית עובדת באופן רציף, למעט המעקף התפעולי (ראה איור 2), הרי שהמצברים נמצאים ב"עמדת המתנה" (stand by) עד לרגע כניסתם לעבודה. מטרתנו להבטיח שהם יהיו תקינים ברגע האמת בו יידרשו להיכנס לפעולה, ויהיו מוכנים לספק את האנרגיה הנדרשת מהם.

המצברים מכילים חומרים כימיים מסוכנים ומבנים מכניים, אשר כתוצאה ממצבים שונים עשויה פעולתם להשתבש. נושא הבטיחות בזמן הטיפול במצברים נדון בעבר בהרחבה במאמרי ב"פאזה אחרת" מספר 72, (ספטמבר 1999).

קיימות מספר תקלות במצברים, אשר ללא בדיקה עם ציוד מזדה מיוחד, אין אנו יכולים לדעת את מצבם התפעולי ואשר עלולות לגרום לקריסת המערכת ברגע בו אנו צריכים אותה.

התקנת המצברים

התחזוקה במצברי חומצה-עופרת מתחילה בהתקנתם הנכונה.

IEEE Std 484-1987, - IEEE Recommended Practice for Installation Design and Installation of Large Lead Storage Batteries for Generating Stations and Substations (ANSI).

IEEE Std 485-1983, - IEEE Recommended Practice for Sizing Large Lead Storage Batteries for Generating Stations and Substations (ANSI).

IEEE Std 1187-1996, - IEEE Recommended Practice for Installation Design and Installation of Valve-Regulated Lead-Acid Storage Batteries for Stationary Applications.

IEEE Std 1189-1996 - Guide for Selection of Valve-Regulated Lead-Acid (VRLA) Batteries for Stationary applications.

מיזוג אוויר בחדרי המצברים (ראה תמונה)

גורם מרכזי בהתקנת סוללת המצברים הוא מיזוג האוויר בחדר המצברים. הסיבה לכך היא שעבודה בטמפרטורה הנמוכה מן הערך הנקוב בהוראות היצרן מקטינה את יעילות המצברים ואילו עבודה בטמפרטורה גבוהה מן הנקוב מקצרת את אורך החיים של המצבר.

ההשפעה על אורך החיים שונה בין הסוגים השונים של המצברים. לדוגמא: עבור סוג מסוים של מצבר, מספק היצרן את הנתונים הבאים:

טמפרטורה (F)	107	92	77	62	47
אורך חיים בשנים:	6	12	20	22	25
קיבול המצבר %:	109	105	100	92	83

חיבור סוללות במקביל

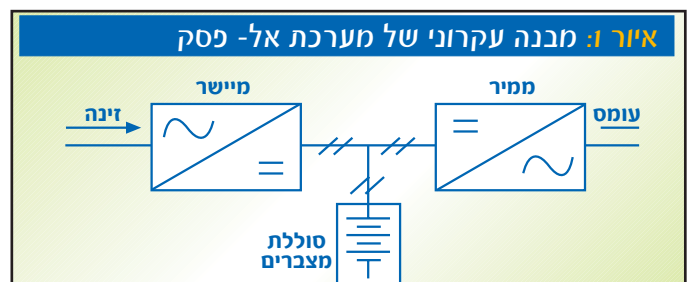
לעיתים נוהגים לחבר במקביל מספר סוללות מצברים. לחיבור זה יתרונות וחסרונות:

יתרונות: אפשרות של שימוש במספר תאים בעלי קיבול נמוך ליצירת מקור אנרגיה בקיבול גבוה.

בזמן הטיפול והבדיקה של המצברים ניתן לנתק סוללה אחת בעוד שהשנייה ממשיכה לגבות את יחידת האל-פסק.

חסרונות: כתוצאה מ"נתק" פנימי בתא אחד בטור הסוללות, יתכן כי טור זה לא יקבל את הטעינה הנדרשת מבלי שנדע על-כך.

בזמן פריקת המערכת, כתוצאה מחוסר טעינה, יהפוך הטור הפגום ל"עומס" עבור הטורים האחרים ויגרום לנפילת מתח המצברים.



הנתונים לכל הבדיקות שיערכו למצברים, בהמשך, לכל אורך תקופת חייהם אשר בהן ישו את הערכים המתקבלים בזמן הבדיקה ביחס לערכים שנמדדו בבדיקת הקבלה ובוצעו בעת שהמערכת הייתה חדשה. לכן נדרש לבצע בדיקות אלו בקפדנות על פי ההוראות ובעיקר **לרשום ולשמור את תוצאות הבדיקות**.

הבדיקות החשובות שאותן יש לבצע בכל תא הן:

בדיקת ריכוז החומצה

הבדיקה נעשית בכל התאים על ידי הידרומטר. הבדיקה מאמתת את כושר ההעמסה (קיבול המצבר). כאשר המצבר תקין באותם תנאי טמפרטורה ומתח התא - הריכוז צריך להיות זהה לנתון שהתקבל בבדיקות הקבלה. כאשר חלה ירידה בערכי הריכוז סימן שארעה תקלה במערכת הכימית.

בדיקת מתח ציפה

בדיקת מתח ציפה נעשית בכל תא כאשר המערכת נמצאת בטעינת ציפה (Floating Charge). בהתאם לתוצאות המתקבלות יש לנהוג כלהלן:

- כשהפרש בין ערך המתח הנמוך ביותר וערך המתח הממוצע עולה על 0.05 volts, נדרשת טעינת השוואה לכל המערכת.
- כשהמתח של תא אחד או של תאים בודדים ירד מתחת לערך של 2.13volts, נדרשת טעינת השוואה לאותם תאים בלבד.
- כאשר מתח של תא נמצא בערך של 2.07V ומטה, יש להחליף את התא.

דוגמא: בבדיקת מערכת מצברים נמצאו הנתונים הבאים:

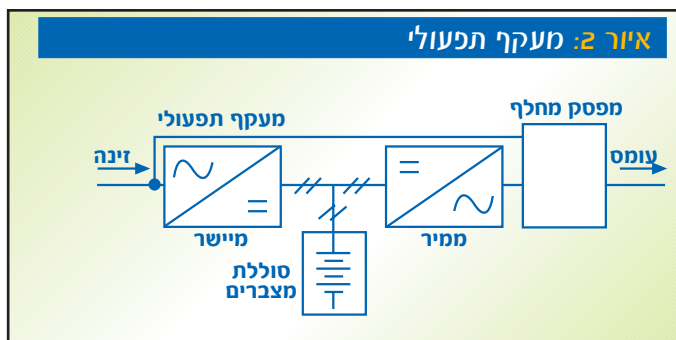
- נבדקו 206 תאים, המתח המסומך הכולל של כל התאים: 462.22V.
- המתח הממוצע: 2.244V.
- מתח התא הנמוך: 2.229V.
- מתח התא הגבוה: 2.261V.
- ההפרש: 0.015V קטן מהדרישה של 0.05V שנזכרה לעיל, ולכן המערכת תקינה.

בדיקת טמפרטורת התא.

- (נדרש רק בחלק מן התאים). לבדיקה טמפרטורת התאים חשיבות מרובה. הבדיקה נעשית על ידי טבילת מד-חום בתמיסת המצבר.
- עבודה בטמפרטורה הנכונה מאריכה את אורך חיי המצבר.
 - עליית טמפרטורה בחלק מן התאים עקב סיבה חיצונית גורמת לעליית ההתנגדות הפנימית של המצברים הללו. מכיוון שמתח הטעינה קבוע, זרם הטעינה הכולל עולה אולם דווקא בתאים אלו המתח יורד.
 - עליית טמפרטורה לא מוסברת היא סימן לזרם פנימי בתוך המצבר עקב קצר פנימי.
 - בכל הבדיקות הנוספות שיתוארו בהמשך יש להכניס גורמי תיקון כתלות בטמפרטורה.



חדר מצברים



הטיפולים והבדיקות של המצברים

בנושא זה החברות המייצרות מצברים מספקות עם המצברים הוראות לטיפול ותחזוקה של המצברים. רוב ההוראות מבוססות על תקנים שונים ומפורטות בהן הוראות והתאמות שונות. התקנים הרלוונטיים העיקריים הם:

ת"י 60896 חלק 1 - מצברים ניחים מטיפוס עופרת-חומצה - דרישות כלליות ושיטות בדיקה: מצברים מאווררים.

ת"י 60896 חלק 2 - מצברים ניחים מטיפוס עופרת-חומצה - דרישות כלליות ושיטות בדיקה: מצברים מווסתי שסתום.

IEEE Std. 450-1987, - IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing and Replacement of Large Lead Storage Batteries for Generating Stations and Substations (ANSI).

IEEE Std. 450-1995, - IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications

IEEE Std 1188 1996, - Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Valve-Regulated Lead-Acid Storage (VRLA) Batteries for Stationary Applications

טיפולים תקופתיים

הטיפולים והבדיקות נערכים בהליכים תקופתיים ומתחלקים לטיפולים חודשיים, תלת- חודשיים ושנתיים. הטיפולים במצברים משני הסוגים, האטומים והפתוחים הם פשוטים וניתנים לבצוע על ידי כל עובד, לאחר שעבר השתלמות והדרכה מתאימה.

בדיקות תקופתיות

בניגוד לטיפולים התקופתיים, ביצוע בדיקות ובעיקר בצוע הבדיקות החשמליות חייבות להתבצע על ידי עובד מוסמך אשר גם ינתח את הממצאים ויקבל החלטה באשר למצב המצברים. הבדיקות התקופתיות נועדו לשמור על תקינות מערכת המצברים. את הבדיקות החשמליות המפורטות להלן, הנעשות אף הן בהליכים תקופתיים, יש לבצע בשני סוגי המצברים: הן האטומים והן הפתוחים.

סריקת אינפרא אדום

בדיקה נוספת המומלצת ביותר ואשר אינה מופיעה בספרות, מהייתה בדיקה חדשנית, היא סריקת אינפרא-אדום של קטבי המצברים בזמן בצוע הבדיקה בעומס. בדיקה זאת יכולה להחליף את בדיקת התנגדות המגעים המופיעה במפרטים השונים.

דוגמה לאיתור תקלה: בזרם של 200 אמפר נמדדה טמפרטורה של 120 מעלות צלסיוס (טמפרטורת הסביבה הייתה 24 מעלות צלסיוס). הסיבה: בורג משוחרר.

לאחר התיקון הטמפרטורה ירדה ל- 33 מעלות צלסיוס.

בדיקות קבלה

בדיקות הקבלה נעשות לאחר התקנת המערכת והן כוללות את כל סוגי הבדיקות שיפורטו בהמשך. לבדיקות הקבלה ישנה חשיבות מיוחדת וזאת בנוסף לעובדה שהן מאשרות כי הצרכן קיבל את המערכת אותה הזמין. חשוב לזכור כי הנתונים המתקבלים בבדיקות הקבלה מהווים את בסיס

בדיקת כושר ההעמסה (קיבול)

בדיקה זאת היא המשמעותית מכל הבדיקות מאחר והיא נותנת לנו את המידע על מצב המצבר בזמן פעולתו.

קיימות מספר דעות באשר למועדי הבצוע. בתקן IEEE 450-1987 ניתנים מועדים מסוימים לבדיקה ואילו לפי הנחיית אחד היצרנים יש לבצע אחת לשנתיים ולפי יצרן אחר אחת לשנה ובאם מתגלות בעיות של ירידה בקיבול יש לבצע אותן אחת לחצי שנה.

בבדיקת העומס מעמיסים את המצברים בעומס מסוים, חלקי או מלא ובודקים את הזמן שבו מתח המצברים אינו יורד מתחת למתח הסף. מתח הסף הוא המתח שבו יחידת הממיר שבתוך מערכת האל-פסק מפסיקה לעבוד והיחידה מעבירה את הצרכנים להזנה מהמעקף התפעולי.

דרכים לביצוע בדיקת כושר ההעמסה

קיימים שלוש אפשרויות לבדיקת כושר ההעמסה:

- צרכני יחידת האל-פסק משמשים כעומס, על ידי הפסקת אספקת המתח לכניסה הראשית.
- חיבור עומס דמה במקום צרכני היחידה.
- חיבור עומס הדמה ישירות למצברים.

חיבור עומס דמה במקום צרכני היחידה (ראה איור 4)
יתרונות: ניתן לבדוק בעומס מלא ובכל טווח הזמן עד נפילה למעקף התפעולי. ניתן לבצע כך את בדיקות תפקודי יחידת האל-פסק.
חסרונות: נדרשות הכנות במערכת לבצוע בדיקה זאת כגון: מעקף חיצוני לתחזוקה ומהדקים או מפסק יציאה לחבור העומס.

נדרשת יחידת עומס בהספק הנדרש, אפשרות מיקומה והגעה אל מקום חיבור העומס.

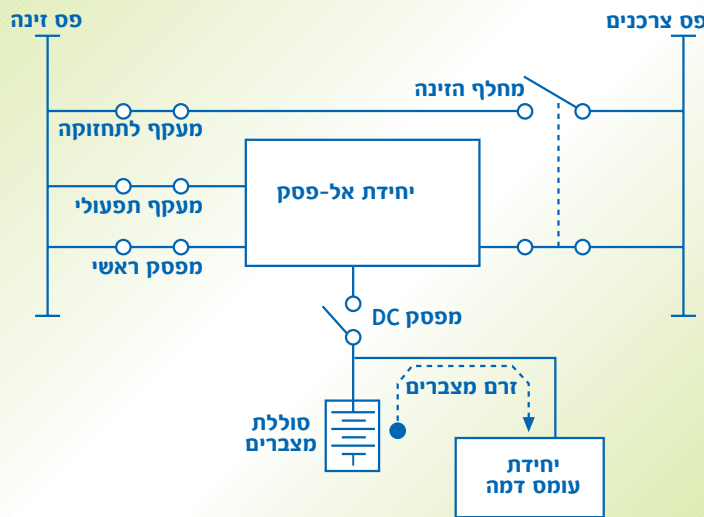
נדרש כי המפסק המזין את פס ההזנה, כאשר העוקפים והראשי מחוברים אליו, יוכל לספק עומס כפול.

הצרכנים נחשפים לסיכון עקב הפרעות בזמן הבדיקה כאשר היחידה מחוברת לרשת הכללית דרך מעקף חיצוני לתחזוקה.

הערה: ניתן להקטין סיכון זה על ידי העברת היחידה להזנה מגנרטור כאשר אופן ההתקנה מאפשר זאת!

חיבור עומס הדמה ישירות למצברים (ראה איורים 5, 6)
קיימות שתי אפשרויות לבדיקה וזאת לפי מבנה מערכת המצברים: מערכת חד-טורית או מערכת רב-טורית.

איור 5: בדיקת כושר ההעמסה למצברים: העומס מחובר למצברים



מערכת חד-טורית: (ראה איור 5)

יתרונות: קל יחסית לבצוע.

המצברים ניתנים לבדיקה בעומס מלא.

אין אפשרות לנפילת המערכת עקב תקלה במצברים.

חסרונות: נדרשת יחידת עומס חיצונית, ואפשרות חיבורה למצברים. אין גיבוי מצברים ליחידה בזמן בצוע הבדיקה וחיבור עומס הדמה ולכן הצרכנים חשופים לסיכון עקב הפרעות חיצוניות, אם כי קיימת חסינות כלשהי להפרעות קטנות.

הערה: ניתן להקטין סיכון זה על ידי העברת היחידה להזנה מגנרטור כאשר אופן ההתקנה מאפשר זאת!

מערכת רב-טורית: (ראה איור 6)

(אופן הבדיקה זהה לקודם אולם כל פעם מבצעים בדיקה על טור אחד בנפרד).

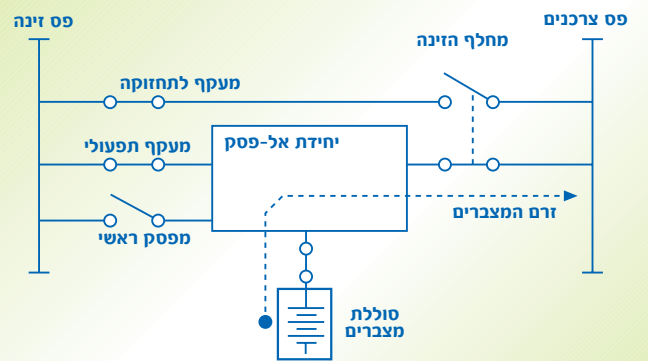
יתרונות: כל היתרונות שהוזכרו לגבי טור יחיד. מערכת האל-פסק נשארת מגובה מהמצברים, אם כי לזמן קצר יותר מן המתוכנן.

חסרונות: לא נבדקת פעולת טורי המצברים במקביל.

סיכום ומסקנה למהנדסים ומתכננים

ראינו במאמר כי לשם בצוע בדיקת כושר ההעמסה נדרשים תנאים אשר נקבעים בזמן תכנון היחידה. לדוגמא, כאשר המערכת מותקנת בתוך בניין סגור או בקומה גבוהה, לא תמיד ניתן להגיע עם יחידת העומס לשם בצוע הבדיקה, ולכן בזמן התכנון כאשר מיועדים לאופי הצרכן אותו משרתת היחידה, יש צורך לתכנן את התקנת היחידה באופן שתאפשר בעתיד ביצוע בדיקת כושר ההעמסה למצברים וגם ליחידת האל-פסק.

איור 3: בדיקת עומס למצברים: הצרכנים כעומס



צרכני יחידת האל-פסק משמשים כעומס, על ידי הפסקת אספקת המתח לכניסה הראשית

(ראה איור 3)

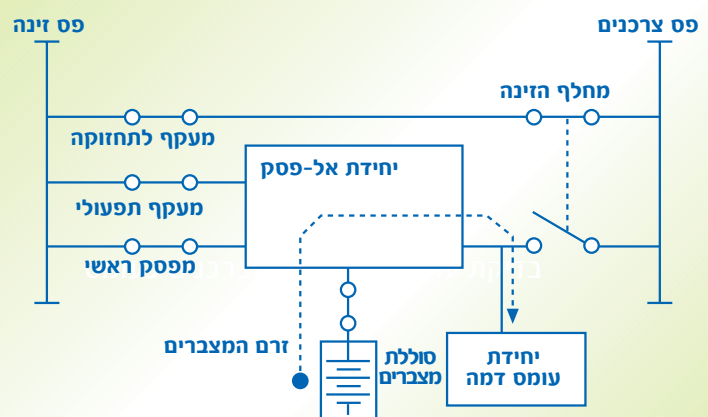
יתרונות: פשוט לבצוע. לא נדרשות שום הכנות.

בבדיקה זו נבדקת פעולת מערכת האל-פסק במעבר מהרשת למצברים.

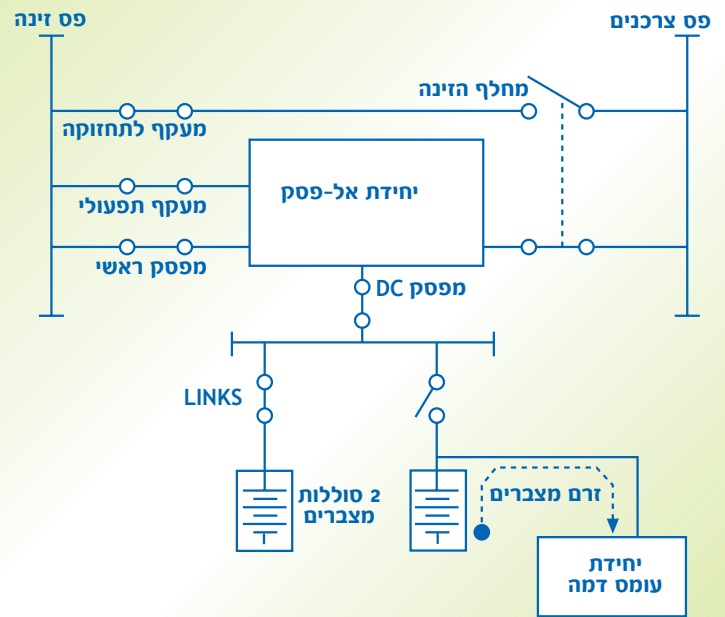
חסרונות: קיים סיכון שבמקרה של תקלה, תהיה הפרעה באספקה לצרכני היחידה. כושר ההעמסה תלוי בעומס הצרכנים ויתכן כי אינו מספיק לבדיקת היחידה.

לשם תוספת עומס חיצוני צריך להתחבר ללוח הצרכנים. בדרך כלל לא נבדקת פעולת מעבר היחידה למעקף התפעולי, כאשר מגיעים למתח הסף, וזאת בכדי למנוע את מעבר הצרכנים לרשת ההזנה.

איור 4: בדיקת כושר ההעמסה למצברים: עומס הדמה מחובר דרך יחידת האל-פסק



איור 5: בדיקת עומס למצברים: העומס מחובר למצברים
- מערכת רב טורית



סיכום

יישום מערכות גיבוי לאספקת חשמל סדירה, בכלל, ומערכות אל-פסק המבוססות על מצברים סטציונאריים, בפרט, מחייב הקפדה יתרה מהיבטי התכנון, התפעול התחזוקה והבטיחות. ניצולן המיטבי לטווח ארוך של מערכות אלו לאבטחת פעולת המערכות החיוניות במפעל מחייב הכשרה מקצועית ראויה של האחראים לכך בארגון. ■