

תחזוקה ובטיחות של מערכות אל פסק

אבי פינס

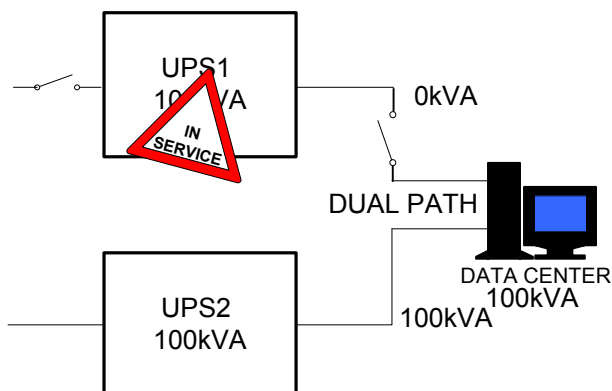
3. תחזוקת מערכות אל פסק

ישנם שני סוגי תחזוקה עיקריים:

- תחזוקה מונעת
 - יש לבצע תחזוקה מונעת כמה פעמים בשנה.
 - נדרש תיאום והשבתת המתקן.
 - מומלץ לבצע, במידת האפשר, תחזוקה מונעת ללא התערבות כדי להקטין את ההפרעה לעומסים קריטיים.
- תחזוקת שבר:
 - יש להבטיח זמני תגובה מהירים בהתאם לקריטיות של המתקן ולרמת הזמינות הנדרשת.
 - חוזה שירות מומלץ שכן אחרת הליך אישור התיקון מסורבל ואטי.

4. תחזוקת מערכות אל פסק עם יתירות

מתקנים רבים מיישמים מבני אל פסק עם יתירות: מקבילית, רב-מסלולית, מודולרית ועוד. מבנה עם יתירות מאפשר ביצוע שירות מבלי להפסיק את המתקן: שלילת מודול במערכת מודולרית, השבתת מסלול במערכת רב-מסלולית ועוד (איור 2). לפני ביצוע השבתה יש לוודא שהיא לא תגרום לנפילת עומסים קריטיים.



איור 2: דוגמה של השבתת מסלול הזנה במערכת דו-מסלולית

1. הקדמה

מערכות אל פסק הן מרכיב קריטי בתפקוד של מערכות מחשוב, בקרה ותקשורת מודרניות. המערכות הן ספקי כוח בהספקים גבוהים והן משלבות מתחים גבוהים ומצברים. מטרת המאמר הזה היא לסקור את הנושאים החשובים בתחזוקה (פרקים 3 עד 8) ובטיחות (פרקים 9 ואילך) של מערכות אלו. כ-25% מנפילות מערכות אל פסק קורות בגלל טעויות משתמש ועוד כ-25% בזמן תחזוקה מונעת, לכן תכנון מתאים של פעילות ונקיטת האמצעים המתוארים במאמר זה יביאו לשיפור הזמינות של מערכות קריטיות.

2. סקירה טכנולוגית

הטכנולוגיה הנפוצה כיום במערכות אל פסק היא מערכות "ללא שנאים" (Transformerless) אשר מגיעות היום עד להספק של 300 קו"א ובקרוב "ישברו" את מחסום ה-500 קו"א. גם מערכות מודולריות (המבוססות על טכנולוגיית T-Less) תופסות נתח גדל והולך בשל הגמישות ביישומן ונוחות השירות. הטכנולוגיה הנפוצה במצברי אל פסק כיום היא מצברי עופרת-חומצה אטומים ללא טיפול (VRLA-AGM). בשל הנוחות בהתקנה ותחזוקה ואורך חיים סביר למצברים מתוצרת איכותית.



איור 1: מערכת אל פסק מודולרית

7.2 עומס יתר סמוי

ההזנות לכל עומס מסוגלות לשאת זרם כפול מזה שזורם בהן במצב תקין. אם העומס באחת ההזנות עולה מעל 50%, המערכת נמצאת ב"עומס יתר סמוי". הכול תקין עד אשר נפסקת הזנה אחת עקב השבתה מתוכננת או תקלה. העומס בהזנה השנייה יעלה מעל 100% וההגנות יפלו וינתקו את הציוד הקריטי.

הפתרון למניעת תקלה זו זהה למוזכר בסעיף הקודם.

7.3 הזנה שניה מרשת החשמל

כדי לחסוך בעלויות הגבוהות (פי 2) של הזנה דו-מסלולית, מוזנים לעתים את ההזנה השנייה ישירות לרשת החשמל במקום דרך מערכות אל פסק. "פתרון" זה אולי מרגיע את המצפון של המתכנן אך יעילותו מוגבלת עד אפסית.

אנו ממליצים לבצע במקרים אלה הזנה רב-מסלולית שעלותה דומה ל"פתרון" ההזנה השנייה מרשת חח"י שתואר לעיל ושהאמינות שלה גבוהה בהרבה. העלות הנוספת של מערכות אל פסק בפתרון רב-מסלולי מתקזזת למול חיסכון בלוחות וחיווט חשמל.

8. מפסק עוקף שרות

(Maintenance Bypass – Service Bypass)

מפסקים עוקפי שירות מאפשרים עקיפה של מערכת אל פסק לצורך שירות, תיקון או טיפול מונע ללא הפרעה לפעולת העומס. אנו ממליצים באופן חד-משמעי על התקנת מפסק עוקף שירות. מניסיונו החיסכון באי-התקנתו מתגמד לעומת הנזקים ובזבוז הזמן שנגרמים כאשר אינו קיים. מפסק עוקף שירות בתוך המערכת אינו מספיק משום שלא ניתן אז לטפל בהזנות וחילווי החשמל אל ומהמערכת.

9. בטיחות בעבודה עם מערכות אל פסק – רישוי

מערכת אל פסק היא לוח חשמל ולכן העובדים חייבים להיות בעלי רישוי חשמלאי בדרגה מתאימה או רישוי של חשמלאי מסויג לטיפול במערכות אל פסק.

בנוסף אופי העבודה במערכות אל פסק מחייב רישוי מתאים לעבודה בגובה.

10. בטיחות בעבודה עם מצברים

העבודה עם מצברים מערבת מתחים גבוהים (סכנת התחשמלות) וזרמים גבוהים (סכנת כוויות). רק חשמלאים מורשים שעברו הדרכה מתאימה רשאים לעבוד עם מצברים.

חובה להתקין מנתקי מצברים בסוף כל טור וכל 60-48 וולט בטור כדי לאפשר ניתוק מצברים בטיחותי בזמן עבודה עליהם.

פליטת מימן ממצברים (גם אטומים) מחייבת נקיטת צעדי זהירות מתאימים (נושא זה ייסקר בנפרד מפאת חשיבותו). פליטת

5. תחזוקת מערכות אל פסק ללא התערבות

כדי לשפר ככל האפשר את הזמינות והאמינות של מערכות אין פתרון מלא אך יש אמצעים אשר מאפשרים ביצוע תחזוקה משמעותית והקטנת ההפרעה למשתמשים:

בדיקות מצברים על ידי מערכת ניטור מצברים (ניידת או נייחת)

צילומי אינפרא אדום לאיתור ומניעת תקלות.

שימוש במכשירי מדידה לבדיקות מתחים, צורות גל, הרמוניות, גליות ועוד, לצורך איתור תקלות וכשלים.

תחזוקה מונעת אשר מחליפה רכיבים במועדים קבועים ולא ממתינה לתקלה.

יש לוודא קיום תנאי סביבה נאותים (טמפרטורה, לחות, ניקיון, אבק) אשר תורמים לאמינות הפעולה של המערכת.

6. תחזוקת מצברי אל פסק

מצברים הם הרכיב הקריטי והרגיש ביותר במערכת אל פסק, המצברים נכנסים לעבודה רק בזמן הפסקת חשמל, ולכן בפעולה רגילה קשה לזהות תקלות. כל מערכות האל

פסק מבצעות בדיקות מצברים אוטומטיות. אולם אלו בדיקות קצרות שמוודאות הימצאות המצברים וקיום קיבול, הן אינן מגלות ירידת קיבול.

בדיקת קיבול המצברים היא קריטית משום שרק קיבול מצברים תקין יבטיח קבלת זמן הגיבוי הנדרש.

קיבול מצברים ניתן לבדוק על ידי פריקה מלאה לעומס או לעומס דמה או על ידי מערכת ניטור מצברים ניידת או נייחת. בדיקת פריקה מלאה היא יקרה ומשביתה את המערכת. לכן בדיקות על ידי מערכת ניטור ניידת או נייחת הן הכרחיות לתחזוקה נאותה של מערכות אל פסק.



איור 3: בודק מצברים נייד

7. בעיות תחזוקה ותפעול בהזנה דו רב מסלולית

הזנה דו רב מסלולית נפוצה כיום כשיטה לשיפור האמינות והזמינות של מערכות קריטיות. יש שלוש סכנות שנתקלים בהן במערכות אלו:

7.1 הזנה כפולה מאותו מקור

עקב טעויות חיווט, חוסר מעקב, וחילווי שרתים על ידי אנשי מחשב שאינם מודעים למבנה ההזנה, מגיעים למצב שציוד קריטי מוזן משני צדדי מאותו אל פסק. השבתת האל פסק עקב תקלה או לצורך שירות תגרום לנפילת העומסים הקריטיים.

הפתרון לבעיה זו: משמעת ופיקוח על חילווי עומסים, מעקב שוטף כולל רישום אחרי שינויי חיווט ושינויי עומס.

גזים ממצברים רטובים היא בעלת סיכון התפוצצות משמעותי ואינה נסקרת במסגרת מאמר זה.

11. פליטת גזים ממצברים אטומים

מצברים אטומים (AGM – VRLA) פולטים כמות מזערית של מימן, לכן יש חובה להתקין את המצברים בחדר שבו יש החלפת אוויר. כמות האוויר הדרושה למצברים אטומים הינה קטנה מאד ומוגדרת בתקן 50272-2:2001EN.

לפי תקן זה האוויר המינימלי הנדרש הוא:

$Q = 0.05 \times n \times I_{gas} \times C_{10} \times 10$ (מ"ק בשעה) ניתן לבצע על ידי מאוורר בספיקה זו (רצוי לתכנן ספיקה גבוהה יותר ויתירות אוורור).

12. רציפות האפס במעגלי אל פסק

על פי חוק החשמל יש לשמור על רציפות האפס במעגל שיש בו מערכת אל פסק. לכן יש לוודא שיש רציפות בכל המעגל (מחיבור חח"י ועד לעומס). אם אין רציפות (למשל יש מפסק החלפה 4 קוטבי) יש לשנות את המעגל כדי שתתקיים רציפות.

באם קיים במעגל מפסק החלפה 4 קוטבי ניתן לעתים להחליפו במפסק תלת קוטבי או לחלופין להתקין שנאי במעגל, אחרי המפסק, ולאפס אותו.

13. הגנות זליגה במעגלי אל פסק

13.1 הגנות זליגה בזינה של מערכת אל פסק

זרם הזליגה של מערכות אל פסק רבות הוא גבוה בגלל מסננות RFI בכניסתן. אין משמעות בטיחותית לניתוק ההזנה בכניסת מערכת אל פסק משום שהמערכת תמשיך לפעול. לכן לא מומלץ בדרך כלל להתקין הגנת זליגה בהזנה למערכות אל פסק המחוברות בחיבור קבוע.

13.2 הגנות זליגה בתפוקה של מערכת אל פסק

יש צורך להגן על המשתמשים בצד העומס על ידי הגנת זליגה. מאידך פעולת ההגנה עלולה לפגום במטרה העיקרית של האל פסק – שמירת רציפות הפעולה של העומסים הקריטיים. לכן יש לשקול כל מקרה לגופו ולהחליט (לעתים יש לפנות לקבלת הנחיות מתאימות מועדות תקינה).

בכל מקרה מומלץ לפצל את ממסרי הפחת למספר רב ככל האפשר של מעגלים נפרדים. כך מוקטנת הרגישות לזרמי זליגה פרוזיטיים וכן נפילה של ממסר פחת אחד לא תפיל את כל העומס.

חשוב להעיר כי בשל רכיב התדר הגבוה בתפוקת האל פסק, זרם הזליגה בעבודה מהזנת אל פסק בדרך כלל מעט יותר גבוה מאשר בהזנה מרשת חח"י. ממסר פחת שעבד גבולית בהזנה מרשת החשמל או מהעוקף עלול לקפוץ כאשר מעבירים את ההזנה למוצא האל פסק.