

ספר לבן:

אופטימיזציה של ניהול מתקנים באמצעות ניטור רציף של מצב הציוד

סולומון טקסיאק



יעילות, זמינות ואמינות של הציוד העיקרי חיוניות לפעילות רווחית של כל ארגון התלוי במנועים, גנראטורים או מערכות ציוד סובב.

כשל הציוד עולה ביוקר הן במונחי זמן הפעלה אבוד והן הצורך בתיקון. בעוד אחזקה שוטפת נדרשת על מנת לשמור על הציוד במצב תקין, השבתה בלתי מחויבת מציאות של הציוד פוגעת ביעילות תפעולית. אחזקה המבוססת על ניטור מצב הציוד מציעה פיתרון לבעיה זו על ידי יזום פעולות אחזקה כאשר הדבר נדרש בלבד. עם זאת, ארגונים רבים נרתעים ממערכות אחזקה המבוססות על ניטור מצב הציוד בגלל מורכבותן ועלותן הגבוהה. מערכת קלה ליישום שאינה מחייבת מומחיות גבוהה של המפעיל עשויה להביא תהליך ניטור פרואקטיבי של מצב הציוד למתקנים רבים יותר במידה ניכרת. אתראה מוקדמת אודות ירידה בביצועים של הציוד מאפשרת לקבוע את ביצוע פעולות אחזקה בהזדמנות הקרובה.

ניטור פרואקטיבי של מצב הציוד משפר את היעילות באמצעות ביטול אחזקה מתוכננת שאינה נדרשת. מערכת קלה ליישום שאינה מחייבת מומחיות גבוהה של המפעיל עשויה להביא תהליך ניטור פרואקטיבי של מצב הציוד למתקנים רבים יותר במידה ניכרת. עבודה זו דנה בשיטות העיקריות המשמשות לניטור מצב הציוד, לרבות הפתרון של ניטור רציף של מצב הציוד שמתגבר על מחסומים היסטוריים רבים.

מודול אחזקה חזויה

(Predictive Maintenance Module - PPM)

המודול מותקן ישירות במנוע ללא צורך במתמרים נוספים. המודול מתכוון אוטומטית להתנהגות תפעולית רגילה של המנוע.

המודול מבצע ניטור רציף של התנהגות המנוע על מנת לזהות שינויים הקלים ביותר העשויים להצביע על אנומליות או הידרדרות במצב המנוע, המערכת או העומס.

המודול מספק משוב באמצעות פנל LED המאפשרת פענוח קל של המצב והפעולה הנדרשת המודול מתחשב בעומסים משתנים וברעש הסביבתי.



צילום 1. ניטור רציף של מצב הציוד מאפשר זיהוי מוקדם של פגמים המתפתחים, שיפור יעילות אחזקה ומניעת כשל הציוד אשר יגרום לשיבושים.



צילום 2. אחזקה חזויה מתאימה באופן מושלם ליישום במקרים של עומסים בלתי סדירים כגון במטחנות כדורים, במגרסות וכמו כן בסרטים נעים ומשאבות.

חומר רקע

באופן מסורתי קיימות שלוש גישות עיקריות לאחזקת הציוד: אחזקת שָׁבֵר (הציוד פועל עד שיתקלקל) היא עדיין הגישה הנפוצה ביותר, כלומר מחכים עד שהציוד יתקלקל בטרם תיקון התקלה. זוהי גישה הגורמת לשיבושים מאחר שהציוד עלול להיות מושבת לפרק זמן ממושך בתקופה בלתי נוחה. גישה זו אף עלולה להיות יקרה במונחי השבתת ציוד (הפסד זמן ייצור) ובמונחי החלפת ציוד (או החזקת מלאי חלפים על מנת להביא את זמן ההשבתה למינימום).

גישה נוספת היא אחזקה שגרתית מתוכננת, כלומר אחזקה לפי לוח זמנים במרווחים קבועים (לפי זמן או לפי השימוש). גישה זו נפוצה ביותר במקרים של ציוד חיוני מבחינה בטיחותית, כגון ציוד הרמה או מערכות לחץ. האחזקה משולבת במסגרת לוח זמנים של הייצור על מנת למזער את השיבושים ולהבטיח השגת יעדי ביצועים או אספקה. עם זאת, קשה לקבוע את המרווח המדויק בין הטיפולים, כלומר גישה זו היא בדרך כלל בלתי יעילה – או שפעולות אחזקה מבוצעות לעיתים קרובות מהנדרש (תוך גרימת עלויות של חלפים, של עבודת אנשי אחזקה והפסד זמן ייצור) או שפעולות אחזקה מבוצעות מאוחר מדי ובמקרה זה הציוד יוצא מכלל פעולה.

ניטור פרואקטיבי רציף של מצב הציוד מעניק לצוות אחזקה אתראה לגבי תקלות המתפתחות במערכת, וכך ניתן לבצע פעולות אחזקה רק כאשר מופיע הצורך בכך. הדבר משפר את היעילות באמצעות מזעור זמן השבתה בלתי נחוץ ומרבית המערכות מספקות אתראה מספיק מוקדמת על מנת לקבוע את ביצוע פעולות אחזקה להזדמנות הקרובה הבאה.

עם זאת, ניטור מצב הציוד עלול לא להתאים לכל סוגי ציוד, וכמו כן הוא מחייב גישה גמישה יותר לקביעת לוח זמנים על מנת להגיב לאתראות בזמן כדי למנוע תקלות הרסניות. ניתן ליישם שיטות מדידה שונות במצבים שונים וניטור בדרך כלל מספק שפע מדהים של מידע אשר מחייב פענוח מומחה כדי להפכו לדו"ח שניתן לפעול לפיו.

גישות לניטור מצב הציוד

ניטור מצב הציוד היסטורית ניצל שיטות כגון אנליזת רעידות (ויברציות), זיהוי טמפרטורה או דגימת שמן. שיטות אלה מנטרות את התכונות התפעוליות (מכאניות, חשמליות, הידראוליות או תרמיות) של הציוד ומגלות שינויים זעירים אשר מצביעים על התקלות המתפתחות. הן בדרך כלל מתבססות על דגימות בלתי רציפות ומחייבות רמת מומחיות גבוהה על מנת לנתח את המידע. בעוד שהתוצאות יכולות לספק אינדיקציה טובה לכך שהבעיה מתפתחת, הן בלתי מדויקות ועשויות לא לסייע בזיהוי אופי הבעיה או זמן משוער לכשל הציוד. טכניקות אלה אף מתאימות ביותר לציוד סובב או ציוד בעל חלקים נעים הלוך ושוב לסירוגין ועלולה לא להתאים עבור מתקנים רבים.

אנליזת רעידות

ניטור רעידות זו גישה הנפוצה ביותר לניטור מצב הציוד. החיישנים מותקנים במנוע ואוספים מידע אודות תאוצה, מהירות

ונפח על מנת לנטר את תבניות הרעידות של הציוד. מידע זה מוקלט וניתן להורדה לצורך ניתוח. המשרעת (אמפליטודה) והתדירות של הרעידות עשויה לסייע בזיהוי שינויים בביצועים של החלקים המכאניים (כגון הילוכים ומסבים). כל תקלה מכאנית המתפתחת במערכת אמורה לגרום לשינוי באנרגיית הרעידות ומהנדס מנוסה מסוגל לנטר ולפענח את המידע אודות הרעידות על פני תקופה ממושכת (בדרך כלל שנה או יותר) ולגלות שינויים משמעותיים ולזהות תקלות אפשריות.

ציוד לניטור רעידות ניתן להתקין באופן קבוע (הדבר מאפשר ניטור רציף, אך עלול להיות יקר ביותר) או ניתן להשתמש בציוד נישא (בדרך כלל פחות יקר, אך עלול להיות קשה יותר לשימוש). ניטור רעידות נפוץ במיוחד בענפים כגון ייצור אנרגיה, תעשייה פטרוכימית, כתש ונייר וענפי כרייה.

תרמוגרפיה

תרמוגרפיה אינפרא-אדומה מהווה 20% משוק הציוד לניטור מצב. חיישנים מיוחדים סורקים את הקרינה האינפרא-אדומה הנפלטת על ידי הציוד בעת הפעלתו ואותות אלה מוקלטים ומעובדים על מנת לקבל פענוח הניתן לצפייה של המצב התפעולי. תרמוגרפיה שימושית במיוחד לזיהוי "כתמים חמים" במכונות או במעגליהן. "כתמים חמים" מופיעים כאשר הטמפרטורה שונה מהצפוי והם מצביעים על סיכון מוגבר לחימום יתר, הישרפות או תקלות אחרות ובסופו של דבר ליציאה של המכונה מכלל פעולה.

טכנולוגיית אינפרא-אדום במקור יושמה למטרות צבאיות ומטרות הגנה, אך דורות חדשים יותר של ציוד (קומפקטיים, רב-תכליתיים וזולים יותר) מנוצלים במידה גוברת בענפים כגון, תעשייה פטרוכימית, תעשייה כימית, שירותי עיבוד ואחזקה. דימות אינפרא-אדום מנוצל לבחינה של מרכיבי המכונה והחיווט החשמלי וכדי לחזות את אורך החיים וזמן החלפה של מסבי המכונה. תרמוגרפיה אף מתחילה לשמש לבקרת איכות בהפקת פלדה וברזל.

אנליזת שמנים

הגישה השלישית העיקרית היא אנליזת שמנים. תוך פעילות המכונה, החיכוך והבלאי גורמים לזיהום של שמן סיכה. באמצעות זיהוי של סוג ואופי הזיהום ניתן להסיק לגבי תקינותן של המכונות. אנליזת שמן מאפשרת לבחון הן את השמן והן את השרידים הזרים בתוכו, על מנת לסייע בתכנון החלפת השמן והחלפת המכונה.

אנליזת שמנים שימושית רק במקרים כאשר מתקיימת סיכה של חלקים נעים במכונה. היישומים הנפוצים הם מדחסי אוויר וגז, מערכות הידראוליות, מנועי דיזל, מסבים כדוריים ותיבות הילוכים גדולות. נוכח המקצועיות הגבוהה הנדרשת לצורך אנליזה זו, מרבית אנליזות שמנים במסגרת ניטור מצב הציוד ניתנות כשירות על ידי המעבדות הגדולות. עם זאת, ציוד קומפקטי יותר הולך והופך לזמין יותר וכך מתאפשרת האנליזה באתר הציוד.

החיסרון הבולט של אנליזת שמנים נעוץ בכך שכל דגימה מייצגת מצב של הציוד לרגע נתון בזמן, כך שיש לחזור לעיתים קרובות על הדיגום ועל האנליזה.

זו שהמערכת למעשה חסינה בפני רעש מאחר שתנאי הסביבה כבר כלולים במודל ההתייחסות.

מאחר שעיבוד ופענוח מידע מתבצע באופן מקוון, רמת המומחיות הנדרשת מהמפעיל נמוכה במידה ניכרת. דו"ח אודות המצב הינו פשוט ומופיע בפנל LED קדמי של יחידת ניטור, כאשר הנתונים המלאים ניתנים להורדה, צפייה ובדיקה נוספת במידת הצורך. לעומת זאת, הספקים המובילים של שירותי אנליזה רעידות ותרמוגרפיה מדגישים את הצורך בניסיון ומומחיות על מנת לנתח את המידע המתקבל. שתי פילוסופיות מנוגדות אלה משקפות מגמה חשובה באחזקת מתקנים – תקציבי אחזקה ולכן צוותי אחזקה הולכים ומתכווצים וכישורי המפעילים הולכים ופוחתים. לכן על מנת לתחזק את הציוד כהלכה הארגונים נאלצים לחפש דרך ניטור יעילה ואמינה בתקציב מוגבל וכישורים מוגבלים של המפעילים. כל תכנון המסתמך על ציוד יקר ואנליזה המחייבת דרגת התמחות גבוהה חייב לעבור למיקור חוץ, לכן קיים ביקוש גובר לפתרונות ידידותיים למשתמש.

תפעול

כאשר מערכת התאמה של מתח/זרם מותקנת לראשונה, עובר זמן מסוים עד שהיא "לומדת" את הפרופיל הטיפוסי של היישום. תקופת לימוד מאפשרת למערכת לבנות מודל התנהגות הייחודית

אנליזה החתימה השוטפת של מנוע

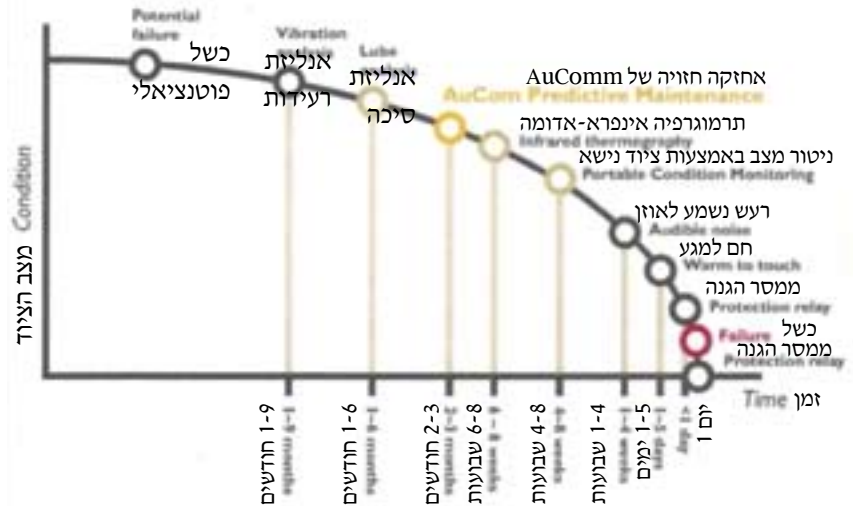
גישה חדשה יותר היא אנליזה החתימה השוטפת של מנוע (-) (Motor Current Signature Analysis MCSA), כאשר מודדים את האותות החשמליים הקשורים למנוע, אך ניתן לגלות כך הן תקלות מכאניות והן חשמליות. במסגרת אנליזה החתימה השוטפת של מנוע מנצלים שנאי זרם ונגדים מסוג מיצד (shunt) המותקנים מסביב לכבל כוח או בצד המשני של שנאי זרם על מנת לזהות תנודות בלתי תקינות בזרם. העיקרון העומד מאחורי אנליזה זו הוא שהידרדרות במצב המנוע תגרום לשינוי ברווח אווירי בין סטטור לרוטור והדבר ישתקף בחזרה בשטף האלקטרומגנטי. שיטת MCSA יחסית קלה ליישום, אך פענוח הנתונים עדיין תהליך ארוך ומחייב מומחיות רבה.

ניטור ישיר מבוסס מתח וזרם

הגישה החדשה ביותר היא ניטור ישיר של גלי מתח וזרם של הציוד המותקן. כלומר, בדיקת התאמה של מתח/זרם והשוואה בין נתוני זמן אמת לפרופיל תפעולי הרגיל של היישום הספציפי על מנת לזהות את התקלות המתפתחות בשלב מוקדם ככל האפשר. מערכות האלה מנצלות את המנוע עצמו כמתמר כך שאין צורך בציוד נוסף והתקנה הופכת לפשוטה יותר. היתרון העיקרי בגישה

צילום 4 - השוואה בין אופציות לניטור מצב הציוד

Comparison of condition monitoring options



למתקן. מודל התייחסות זה מאוחסן בבסיס נתונים פנימי וכולל ערכים ממוצעים וסטיות תקן של הפרמטרים השונים.

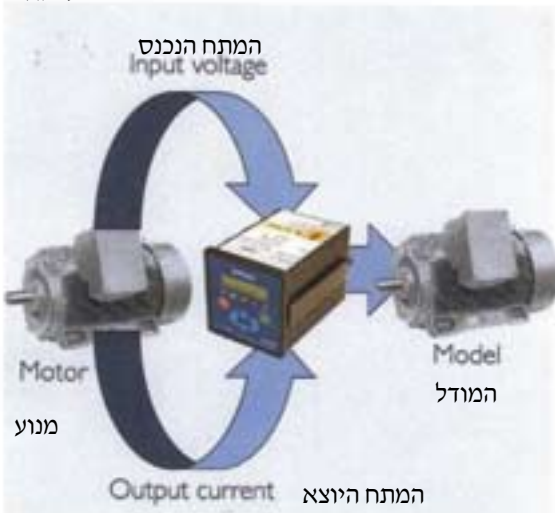
לאחר קביעת מודל התייחסות, המערכת מתחילה ניטור בזמן אמת באמצעות השוואה רציפה בין התנהגות תפעולית לבין הערכים הממוצעים המאוחסנים במודל על מנת לאפשר זיהוי של התנהגות בלתי צפויה. כל סטייה מהותית ממודל התייחסות תחשב כמצביעה על תקלה המתפתחת והנתונים עוברים עיבוד נוסף על מנת לקבוע את הסיבה הסבירה ולחזות את הזמן שיעבור עד לכשל.

סף הופעת ההתראות ניתן לתכנות על ידי המשתמש. הסטיות הנצפות מנורמלות ביחס לסטיות תקן של נתוני המודל, כך ש"נקודות הדק" (trigger point) מוצגות במונחי סטיית תקן מהממוצע. רמות אתראה שונות תואמות

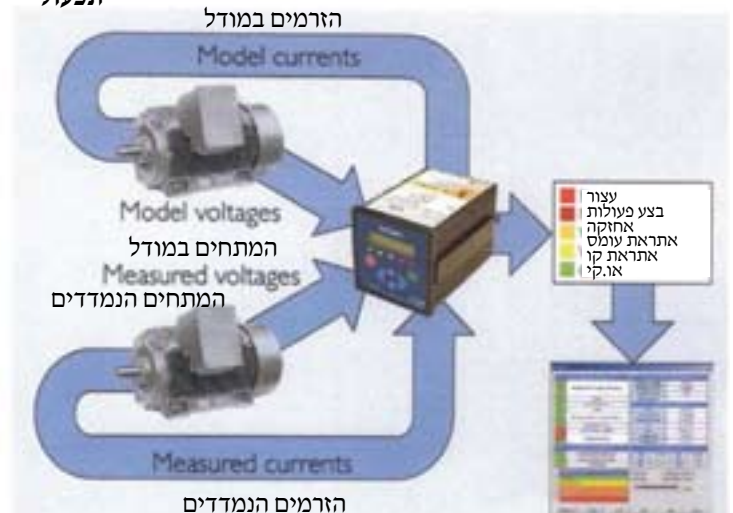
השוואה בין שיטות לניטור מצב הציוד

תכונות	אנליזת החתימה השוטפת	אנליזת רעידות באמצעות ציוד נישא	אנליזת רעידות רציפה	מודול אחזקה חזויה
לא יקר?	לא	כן	לא	כן
קל להתקנה?	כן	לא	לא	כן
פשוט לשימוש?	לא	לא	כן	כן
צוות עובדים ללא כישורים מקצועיים מיוחדים?	לא	לא	כן	כן
מכסה מגוון רחב של תקלות חשמליות ומכאניות?	כן	לא	לא	כן
סף נמוך יותר להתראה מוקדמת?	כן	כן	לא	כן
ניטור רציף?	לא	לא	כן	כן
משתלבת עם מערכות אחרות?	לא	לא	כן	כן

Learn לימוד



Operate תפעול



צילום מס' 3 באמצעות לימוד של מאפייני המנוע בזמן הפעלה רגילה, מודול אחזקה חזויה מסוגל לפתח מודל מדויק המסמן באופן בולט את הבעיות המתפתחות בטרם הן יגרמו לכשל חמור.

אך היחס אמור להיות יציב. שינוי היחס בין המתח והזרם מצביע על שינוי בביצועי המערכת. לעומת זאת, המערכות המסורתיות כגון נייטור רעידות מודדות תפוקה (למשל רעידות) המשתנה בעקבות שינויים בעומס. מערכות אלה מתקשות יותר לזהות אם קיימת בעיה או מדובר רק בשינוי בעומס.

מודול אחזקה חזויה של AuComm מיישם גישת התאמה מתח/זרם. המודל של מודול אחזקה חזויה כולל 22 פרמטרים שונים שניתן לחלק לשלוש קבוצות. האלגוריתמים המשמשים לעיבוד נתונים הינם קניין החברה.

מאפיינים חשמליים

המאפיינים החשמליים האלה מתייחסים לתכונות המנוע כגון השראה (אינדוקציה) והתנגדות, אשר משמשים בעיקר כדי להצביע על פגמים חשמליים שעלולים להתפתח במנוע, כמו כן ניתן לזהות בעיות מכאניות מסוימות.

לרמות חומרה שונות של התקלות המתפתחות. אתראה ברמה 1 מצביעה על כך שהתקלה צפויה להופיע בתוך 3 חודשים ויש לבחון את העניין ולתקן כל בעיה בתאריך אחזקה הנוח הקרוב. אתראה ברמה 2 מצביעה על כך שהתקלה צפויה לקרות בקרוב מאוד ויש לבחון את המערכת מיידית על מנת למנוע כשל חמור אפשרי. כמו כן המערכת מספקת מידע מלא אודות מצב כל המרכיבים העיקריים.

תכנון אחזקה

כל אחת מהגישות השונות האלה מספקת רמות שונות של גילוי התקלות המתפתחות. מערכת אנליזת רעידות יכולה לזהות את הסימנים הראשונים של התקלה המתפתחת עד 9 חודשים לפני כשל הציד. אנליזת שמנים יכולה לזהות את התקלה הפוטנציאלית כחודש עד 6 חודשים מראש ותרמוגרפיה אינפרא-אדומה בין 6-8 שבועות. הידרדרות הנצפית תהיה ברורה עד 4 שבועות לפני נקודת יציאה

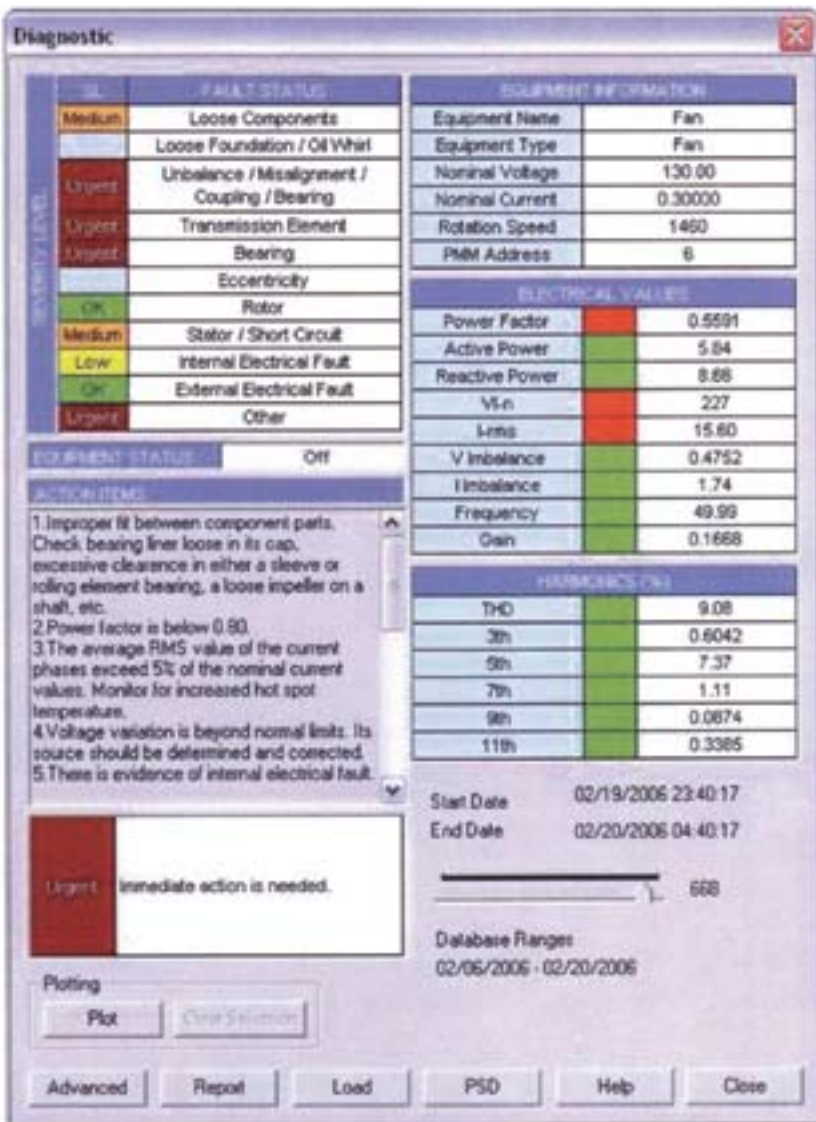
מכלל פעולה (עם תסמינים כגון רעש או התחממות חריגה ובלוטת. מערכת התאמה מתח/זרם תזהה תקלות מתפתחות 2-3 חודשים לפני הכשל, בדרך כלל זמן מספיק על מנת לקבוע פעולות אחזקה. רמות אתראה שונות מדגישות בפני המפעיל את הסיכון הכרוך בחוסר מעש.

מודול אחזקה חזויה של AuComm מגלה תקלות 2-3 חודשים לפני התרחשותן וכך מתאפשרת פעולה מוקדמת.

מערכת התאמה מתח/זרם - פרטים טכניים

מודל ההתייחסות משמש כבסיס לחזות את הזרם האמור להופיע בהינתן המתח הנמדד. המודל הוא ליניארי ומניח כי המנוע מסתובב בצורה חלקה ויציבה לחלוטין. אם המערכת עדיין פועלת בדיוק כפי שפעלה כאשר המודל נוצר אזי הזרם הנמדד יהיה זהה לזרם החזוי. במציאות, המנוע לא יסתובב בצורה חלקה ויציבה לחלוטין, אלא כל פגם או חוסר איזון יגרמו לאי יציבות מסוימת של הסיבוב. משמעות הדבר כי כאשר הזרם הנמדד מושווה לזרם החזוי, הם לא יהיו זהים לחלוטין. ההבדל בין הזרם הנמדד לבין הזרם החזוי משאיר אות שיווי התואם את כל התכונות הבלתי ליניאריות. ניתוח תדירות של אות שגיא זה מספק דפוס תדר שמסייע לזהות את טבעה של הבעיה. בפועל, לכל תקלה במציעות יש טביעת אצבע אופיינית המאפשרת לנו לזהות את התקלות האלה.

מאחר שבגישה זו מנטרים את היחס בין המתח והזרם, היא טובה ביותר לזיהוי תקלות ביישומים בעלי עומסים בלתי יציבים (כגון מטחנות כדורים ומגרסות). ביישומים אלה, כאשר העומס משתנה, אזי גם המתח והזרם משתנים,



צילום 5 מסך מידע דיאגנוסטי מספק משיב מיידי בנוגע למצב השוטף של הציד ומעניק פרטים רבים אודות התקלות המתפתחות



צילום 6. משמאל לימין: כור היתוך אלומיניום בטיוואי פוינט (Tiwai Point); מראה של תיבת הילוכים של מטחנת כדורים; חדר מיתוג עם מתנע 3.3 kV MVS

מאפיינים מכאניים

מתוך השוואת ספקטרום התדירות של האותות החשמליים כאשר המנוע פועל, ניתן לזהות תקלות מכאניות כגון חוסר איזון בעומסים, ישור פגום, בעיות צימוד ובעיות מסבים. מאחר שמודל ההתייחסות מבוסס על מאפיינים בפועל של המתקן, כל שינוי באותות המתקבלים בפועל בזמן אמת מצביעים על שינוי בהתנהגות המתקן והם חסינים בפני הרעש או ההרמוניות במתח חשמלי.

פרמטרים של מערכת

שני פרמטרים נוספים משמשים כדי לפקח על השינויים בהתנהגות המערכת כולה. אלו הן הסטיות בין הזרמים המופיעים במודל לבין הזרמים בפועל. (פאזה d ופאזה q).

פרמטרים אלה יכולים לזהות שינויים בהתנהגות הקשורים למנוע (רוטור, סטטור, ליפופים) או לאספקת חשמל (חוסר איזון מתח, בידוד הכבל, קבל, מחבר מנוע, רפיון בנקודת חיבור, מגעונים (קונטקטורים) פגומים וכו').

לדוגמה:

- בעיית בידוד בליפופים תצביע על הפרמטרים הקשורים התנגדויות
- חוסר איזון או בעיה בהילוכים גורמים לאקסצנטריות דינאמית ברווח אווירי והדבר גורם בתורו לשינוי בפרמטרים של השראה (אינדוקציה). האקסצנטריות הזאת בסופו של דבר תגרום נזק למסב.

למיקומים מגוונים יותר של מתקנים וליישומים מגוונים יותר, אך כל עוד קיימים פרוטוקולים מתחרים רבים, התעניינות בהיבט זה תידחה עד להופעת תקן אחיד (באופן פורמאלי או בפועל).

סיכום

האקלים הכלכלי העולמי, שהופך להיות תחרותי יותר ויותר, גרם לארגונים לחפש אחר כל אמצעי אפשרי על מנת להפחית עלויות ולשפר את יעילות התפעול שלהם. בשנים האחרונות גדלה המודעות לחשיבות של ניהול מתקנים, כאמצעי להגדיל את התפוקה ולצמצם את עלות הבעלות. אחזקה חכמה שומרת על המתקן בכושר שיא, תוך מתן יתרון עסקי נראה לעין. שינוי זה בגישה לניהול מתקנים הוביל לעניין מוגבר בתוכניות ומערכות לניטור מצב הציוד אשר מספקות אמצעי מוכח לחיזוי כשל פוטנציאלי של המתקנים החיוניים. ניטור פרואקטיבי מאפשר לבצע אחזקה "בדיוק בזמן" תוך חיסכון משמעותי בעלויות כתוצאה מירידה בצורך באחזקה ובזמן השבתה. יתרונות נוספים כוללים ירידה בהחזקת מלאי, תיקון ליקויים בעיצוב המתקנים, אחסון של אירועים לשם השוואה בעתיד, ירידה בפעולות אחזקה, וחיסכון משמעותי בשעות וכמות עבודה של צוות אחזקה. היתרונות של ניטור מצב הציוד מתחזקים באמצעות המגמה המתפתחת של ירידה במשאבים העומדים לרשות מחלקות אחזקה וירידה במרחב תמרון בביצוע האחזקה השגרתי.

המערכות המסורתיות היו יקרות, מסובכות להתקנה והמידע שנאסף היה לעיתים קרובות קשה לפיענוח על מנת לקבל מידע ברור שניתן לפעול לפיו. הדור האחרון של מערכות ניטור רציף של מצב הציוד, מתגברות על מכשולים אלה ומספקות פתרונות נגישים יותר עבור ארגונים רבים יותר.

מודול אחזקה חזויה אף מנטר את מתח אספקת חשמל ומתריע (Watch Line) אם מתח אספקת חשמל משתנה באופן חריג, אינו מאוזן או בעל הרמוניות רבות מאוד.

כמו כן, מנטרים את העומס ואתראה "Watch Load" מופעלת אם נצפית חריגה משמעותית. אם השינוי תקין ופרופיל היישום השתנה מאז שלב הלמידה המקורי, ניתן לעדכן את מודל ההתייחסות של מודול אחזקה חזוי.

מודול אחזקה חזויה אף יכול לסייע בניטור יעילות האנרגטית של המערכת. תוך שימוש באותות נמדדים של מתח וזרם תלת-פאזיים, המערכת מחשבת ערכים כגון ערכי RMS של מתח וזרם תלת פאזי, מקדם הספק, עיוותים הרמוניים, תכולת הרמוניות באות הנכנס וחוסר איזון במתח. מידע זה מספק תמונה של איכות הכוח החשמלי ופרמטרים של כוח אקטיבי ופסיבי ניתנים לשימוש על מנת להעריך את צריכת האנרגיה.

ניהול מתקנים וניטור מצב הציוד - נכסים הצמח תחזוקה ניטור מצב - המבט לעתיד

המניעים ההיסטוריים למיקור חוץ של שירותי אחזקה (העלות הגבוהה של מערכות ושל הכישורים המיוחדים הנדרשים לפענוח הנתונים) מתחזקים בשל היכולת היורדת של צוותי אחזקה באתרי הארגונים. עם זאת, הופעתן של מערכות זולות יותר וקלות יותר לשימוש עשויה לספק חלופה ריאלית וברת השגה עבור ארגונים רבים.

קיימת מגמה גוברת של אוטומציה בתחום ניהול מתקנים על ידי שילוב המידע המתקבל מניטור מצב הציוד עם ניהול מתקנים ועם מערכות ניהול אחזקה ממוחשבות (CMMS). מערכות אשר אף מציעות אינטגרציה אלחוטית מעלות אפשרות