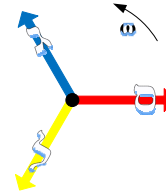


סגל אריאל - הנדסת השמל

הדרכה, בדיקות, יעוץ ותכנון מתקני חשמל מתח גבוה ונמוך



בקרים מתוכנתים

בקר מתוכנת או בשמו באנגלית Programmable logic controller – PLC הינו מחשב המשמש לבקרת תהליכים תעשייתיים. הבקרים המתוכנתים הראשונים אומצו לשימוש בתעשיית הרכב לפני למעלה מ-35 שנה וכיום אין תחום תעשייתי נעדר בקרים מתוכנתים. בקר מתוכנת יחיד יכול להחליף מאות או אפילו אלפי ממסרים וקוצבי זמן. הממסרים, קוצבי הזמן ורכיבים נוספים מהווים חלק מובנה בבקר, כשהחיבורים בין הרכיבים אינם מבוצעים בחיווט אלא מבוצעים בתוכנה.

תכונה חשובה של הבקרים המתוכנתים הינה הגמישות לביצוע שינויים. דרישות חדשות או תוספות בתוכנה, ניתנות לביצוע בצורה פשוטה יחסית, מבלי לשנות את חומרת המערכת. הבקרים המתוכנתים המודרניים עולים בתכונותיהם בהרבה על מערכות הפיקוד באמצעות ממסרים. בבקרים אלה שולבו פונקציות מתמטיות מתקדמות (כמו כפל, חילוק, הוצאת שורש, העלאה בחזקה פעולות טריגונומטריות ועוד), יכולות טיפול בערכי מדידות וביסוסת של מתקנים תעשייתיים, בקרה רציפה (PID) של תהליכים וחוגי בקרה.

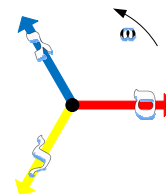
תכונות בקרים מתוכנתים מודרניים:

- אפשרויות תכנון וביצוע שינויים בנוחות ובגמישות.
- שפות תכנות גרפיות פשוטות המאפשרות תכנות גם על ידי אנשים חסרי ידע בשפות תכנות.
- מחיר יחסית זול וגודל פיזי קטן ביחס ללוחות פיקוד.
- אפשרויות בקרה ופיקוד על משתנים ספרתיים ואנלוגיים.
- איתור ותיקון תקלות מהיר ופשוט.
- פעולה מהירה – זמן תגובה של מספר מילישניות למתקן גדול יחסית.
- אמינות גבוהה – פחות חוטים במתקן ואמינות גבוהה של הרכיבים.
- שילוב אמצעי גיבוי מתקדמים למניעת הפסקת המתקן בעת תקלות.
- יכולת תקשורת ועבודה ברשת של בקרים מתוכנתים נוספים ומחשבים.
- ביצוע הדמיה (סימולציה) על אופן פעולת המערכת עוד בטרם שילובה בתהליך/מתקן מבוקר (בתכנות בהם תכונה זו קיימת).
- אפשרויות תיעוד התוכנה לפרטי פרטים.
- אפשרויות אחסון ושמירת הנתונים והתוכנית בדרכים מגוונות.
- אפשרויות שילוב עם תוכנות HMI – ממשק אדם ומכונה להצגה גרפית של תהליכים, התראות ומצבים משתנים, בחדרי פיקוד ובאתרים מרוחקים.
- שפות תכנות מגוונות.
- יכולת בקרה מרכזית או בקרה מבוזרת – בקרת התהליך באמצעות בקר מתוכנת יחיד או באמצעות בקרים מתוכנתים רבים הפזורים במתקן.
- שילוב מצבם ושליטה על רכיבים ואביזרי שטח שלא באמצעות חוטי חיבור אלא בתקשורת.
- יכולת טיפול במספר רב של משתנים מבוקרים בו זמנית.
- יכולת אגירת נתונים לצרכי ניתוח תהליכים, חקירת מצבים חריגים, חישובים.
- בדיקה עצמית (דיאגנוסטיקה) לצורך איתור מהיר של תקלות ואפשרות תחזוקה מהירה.

בקרים מתוכנתים חדשים מכילים אפשרויות תקשורת שונות וכיום נדיר לדון על בקר מתוכנת יחיד אלא על תהליך שלם המבוקר באמצעות בקרים מתוכנתים רבים המשתפים מידע באמצעות רשת תקשורת. התקשורת מאפשרת העברת מידע בין בקרים מתוכנתים ולמערכות בקרה (SCADA/HMI) וכן תכנות מרחוק ואפילו באמצעות האינטרנט. כיום מסוגלים בקרים מתוכנתים לקבל נתונים מה"שטח" באמצעות תקשורת קווית או אלחוטית, לעבד ולהעביר את המידע בשיטות תקשורת שונות למערכות ומחשבים אחרים.

סגל אריאל - הנדסת השמל

הדרכה, בדיקות, יעוץ ותכנון מתקני חשמל מתח גבוה ונמוך



מזהים מספר אפשרויות תקשורת:

- תקשורת בין בקרים מתוכנתים.
- תקשורת בין בקרים מתוכנתים ומחשבים.
- תקשורת בין מחשבים.
- תקשורת בין בקרים מתוכנתים ואביזרי שטח (כולל כרטיסי I/O מרוחקים).

א. תקשורת בין בקרים מתוכנתים.

תקשורת בין בקרים התבססה שנים רבות על פרוטוקולי תקשורת ייחודיים של יצרני הבקרים המתוכנתים. היצרנים השונים פיתחו רשתות עצמאיות ברובן בשיטת טבעת אסימון (Token ring) להעברת מידע בין הבקרים בצורה מסודרת ומתוזמנת. רשתות אלה פשוטות לתחזוקה ואין צורך בידע רב בניהול רשת תקשורת להפעלתן. חסרון המרכזי של מערכות אלה נעוץ בעובדה שבקרים מתוכנתים מתוצרת יצרנים שונים אינם מסוגלים להעביר מידע זה לזה, עובדה הכובלת את המשתמש ליצרן מסוים. יתרה מזאת מחירי בקרים מתוכנתים וכרטיסי תקשורת ייחודיים ליצרן מסוים הרקיעו שחקים ולא אחת גרמו להרהור שני בדבר כדאיות התקשורת. הבולטות ברשתות האלה הן רשת Modbus Plus של מודיקון ו- Profibus מתוצרת סימנס.

ב. תקשורת בין בקרים מתוכנתים ומחשבים

התקשורת בין הבקרים המתוכנתים למחשבים התבססה גם היא על פי רוב על הפרוטוקולים הייחודיים ואפשרויות התקשורת עם דגם הבקר המתוכנת שנבחר. בחלק מהמקרים נעשתה התקשורת עם בקר מתוכנת באמצעות כבל חיבור ובמקרים אחרים שולבו במחשבים כרטיסי רשת ייחודיים שאפשרו למחשבים להיות חלק מרשת תקשורת הבקרים. במקרה זה התקבלה גישה לתכנות, מעקב וצפייה בהתנהלות של כל בקרי הרשת מכל אחד מהמחשבים. גם מחירים של כרטיסים אלה והשינויים התכופים בתצורת המחשבים מנעו ממתקנים רבים ליהנות מתקשורת איכותית וזולה.

ג. תקשורת בין מחשבים

תקשורת בין מחשבים מבוססת מזה מספר שנים על Ethernet TCP/IP. פרוטוקול זה הפך להיות כמעט יחיד ובשל ריבוי המשתמשים הוזלו מחירי כרטיסי רשת התומכים בפרוטוקול זה לכ- 10\$ לכרטיס. פרוטוקול זה מאפשר מהירויות פעולה גבוהות בהרבה מהרשתות הייחודיות של יצרני הבקרים המתוכנתים אם כי הוא סובל מחסרון של אי ודאות של משך זמן הגעת שדר מסוים מהמוסר לנמען. זמן זה הינו אקראי ואינו מוחלט כפי שאכן מתרחש ברשתות שצוינו בסעיפים א' וב'. כדי למנוע חזירת גורמים לא רצויים לרשת רצוי להפריד את המחשבים המשולבים ברשת התפעולית מיתר מחשבי המערכת.

ד. תקשורת בין בקרים מתוכנתים ואביזרי שטח (כולל כרטיסי כניסות ויציאות מרוחקים - Remote I/O)

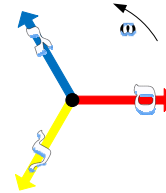
על פי רוב גם התקשורת בין הבקרים המתוכנתים לרכיבי ה"שטח" ולכרטיסים I/O מרוחקים, התבססה על פרוטוקולים ייחודיים של מספר יצרני בקרים מתוכנתים ויצרני ציוד מבוקר. מטבע הדברים המחירים של ציוד זה מרקיע שחקים ולא אחת נדרש פרק הכשרה ארוך להגדיר את הרשת, את הרכיבים, לתחזקה ולבצע בה שינויים.

דומה שכיום הסכימו יצרני הבקרים המתוכנתים (לא במעט בגלל לחץ מהלקוחות) על שימוש הולך וגובר ברשתות Ethernet TCP/IP לכל סוגי היישומים. לפיכך ניתן למצוא כיום בקרים מתוכנתים רבים בעלי אפשרות תקשורת ביניהם בפרוטוקול זה. גישה זו מתחילה להופיע גם בתקשורת עם התקני קצה, עם קבוצות כרטיסי כניסות ויציאות מרוחקות וכמובן לתקשורת עם המחשבים. השימוש ההולך ומתרחב בסוג זה של תקשורת הוליד סדרה של מוצרים לסביבה תעשייתית בשל דרישה ליציבות המערכת והתמודדות עם הפרעות אלקטרומגנטיות, טמפרטורות והשפעות נוספות.

קיימת שיטה נוספת של תיקשורת עם אביזרי שטח על יד שימוש ברשתות מיוחדות ואביזרי שטח חכמים. רשתות אלה הנקראות בשם כללי fieldbus נפוצות בעיקר בתעשיות הרכב ובמתקנים כימיים.

סגל אריאל - הנדסת השמל

הדרכה, בדיקות, יעוץ ותכנון מתקני חשמל מתח גבוה ונמוך



4.1 תקן IEC 61131-3 Programming Industrial Automation Systems

במהלך השנים פותחו בקרים מתוכנתים רבים ע"י יצרנים שונים. כל אחד מהיצרנים פיתח מוצר ייחודי בעל ממשק משתמש ופונקציות ייחודיות.

איש בקרה הבקיא בבקרים מתוכנתים מתוצרת יצרן מסוים התקשה מאוד לתחזק ולתכנת בקר מתוכנת מתוצרת יצרן אחר, הקושי גובר כאשר נוצר צורך לתקשורת בין בקרים מתוכנתים מתוצרת יצרנים שונים. עם השנים הלך וגבר הפער בין תכונות הבקרים המתוכנתים של היצרנים השונים ונוצר צורך גובר והולך בתקינה שתכתיב דרישות אחידות מבקרים מתוכנתים ותוכנותיהם.

תחילתו של התקן היה כבר בשנת 1977 (תקן IEC 848). תקן בסיסי זה הלך והתרחב ומקבל תוספות ושינויים עד ימינו אלו. התקן הבינלאומי המכתיב כיום את הדרישות מתוכנות הבקרים המתוכנתים השונים והחומרה שלהם הינו תקן IEC 61131-3.

הקורס המוצע ידון בתוכנות הבקרים על פי תקן זה. בקורס ילמדו תוכנות Siemens S7 ו- Concept מתוצרת שניידר ששתיהן עונות לדרישות תקן IEC 61131.

במקביל ילמדו רשתות תקשורת בקר מחשב שונות, שיטות העברת נתונים וקישוריות עם תוכנות HMI כדוגמת P-CIM מתוצרת אפקון או Wizcon.

מסיים הקורס יכיר את התוכנות הללו ויוכל להשתתף ולתכנת פרויקטים ברמה גבוהה באמצעות הטכנולוגיות האחרונות הקיימות בשוק זה.

תוכנית לימודים:

1. מבוא לבקרים מתוכנתים.
 2. מבוא לשפות IEC ותוכנות Unity/Concept.
 3. מימוש פונקציות לוגיות בעזרת בקר מתוכנת בדיאגרמת סולם.
 4. פונקציות Positive, Negative, Set, Reset.
 5. שימוש בסימולטור.
 6. שימוש בקוצבי זמן.
 7. שימוש במונים.
 8. יסודות תוכנית בשפות FBD ו-ST.
 9. כניסות אנלוגיות ומדידת ערכים.
 10. פעולות מתמטיות בסיסיות בעזרת בקר מתוכנת.
 11. פונקציות המרה והשוואה.
 12. פעולות על מערכי אוגרים.
 13. פונקציות מתקדמות בבקר.
 14. שימוש בשעון זמן אמת.
 15. פונקציות מתמטיות.
 16. בניית פונקציות מוכללות DFB.
 17. מבוא לתקשורת בקרים.
 18. שילוב HMI בפרויקט.
 19. תרגיל מסכם ופרויקט.
- סה"כ 80 שעות לימוד

הערה: יתכנו שינויים בתוכנית הלימודים לפי דרישות הלקוח וסוג הבקר המתוכנת