

יישומי LabVIEW:

הדור הבא בתכנות בקרים מתוכנתים

ערן קסטיאל חברת נשיונל אינסטרומנטס, eran.castiel@ni.com

מבוא

אם תתחבר לפורום דיון כלשהו, שעוסק בנושאים של בקרה תעשייתית, תוכל ודאי למצוא דיון שעניינו היתרונות והחסרונות של בקרה מבוססת מחשב אישי ושל בקרה באמצעות בקרים מתוכנתים (PLC). בזמן האחרון סביר להניח, שתמצא גם כמה דיונים שעוסקים ב-PAC, ותשאל את עצמך: "מה זה בכלל PAC?". אם כן, כדי להבין מה זה PAC עליך להתחיל בסקירת ההיסטוריה של בקרה תעשייתית.

בשנות ה-60 מימשו המהנדסים את הבקרה התעשייתית באמצעות מאגרים גדולים של ממסרים מכניים. המערכות היו מורכבות, קשה היה לשנות אותן, והן היו מועדות לתקלות. בסוף שנות ה-60 הציעה חברת Bedford Associates מערכת חדשה בשם בקר ספרתי מודולרי (MODICON) ושהשתמשה ביחידת עיבוד מרכזית - יע"מ (CPU), כדי לממש לוגיקה ספרתית וממשק עם כניסות ויציאות ספרתיות. אפשר להתייחס למערכת זו כאל המכשור הווירטואלי הראשון ליישומים תעשייתיים. MODICON 084 היה הבקר המתוכנת הראשון.

הבקרים המתוכנתים החדשים ביצעו בצורה יעילה פעולות ספרתיות ובקרה ספרתית, ועד לאמצע שנות ה-70 הפכו להיות פופולריים ביותר. הבקרים המתוכנתים הראשונים השתמשו ביחידות עיבוד מרכזיות מרובות מעבדים כדוגמת 2901 של AMD, והיו מוגבלים לבקרה ספרתית. על מנת להפוך אותם לאמינים ולקלים לתכנות, השתמשו הבקרים המתוכנתים בארכיטקטורות בקרה קשיחות ובקבוצות של הוראות פשוטות.

מהנדסים תכנתו את רוב הבקרים המתוכנתים באמצעות לוגיקת הסולם - שפה שנוצרה כדי לחקות את דיאגרמות הממסרים המקוריות של שנות ה-60.

הכלל "80-20" כדי לעמוד בצורכי היישום

במהלך שלושת העשורים הבאים, התפתחו הבקרים המתוכנתים ושילבו כניסות ויציאות (I/O) אנלוגיות, תקשורת דרך רשתות, ותקני תכנות חדשים כמו למשל IEC61131-3 תקן בינלאומי העוסק בתכנות של מערכות הנדסיות מבוקרות. עם זאת, מהנדסים יצרו 80 אחוזים של היישומים התעשייתיים עם כניסות ויציאות ספרתיות, מעט נקודות כניסה ויציאה אנלוגיות וטכניקות תכנות פשוטות. על פי הערכות המומחים של חברות ניתוח התעשייה:

← 80 אחוזים מהבקרים המתוכנתים משמשים ביישומים קטנים (1 עד 128 כניסות/ יציאות)

← 78 אחוזים מהכניסות/ יציאות של הבקרים המתוכנתים הם ספרתיים

◀ 80 אחוזים מאתגרי היישום של בקרים מתוכנתים מקבלים מענה באמצעות קבוצה של 20 פקודות בלוגיקת הסולם

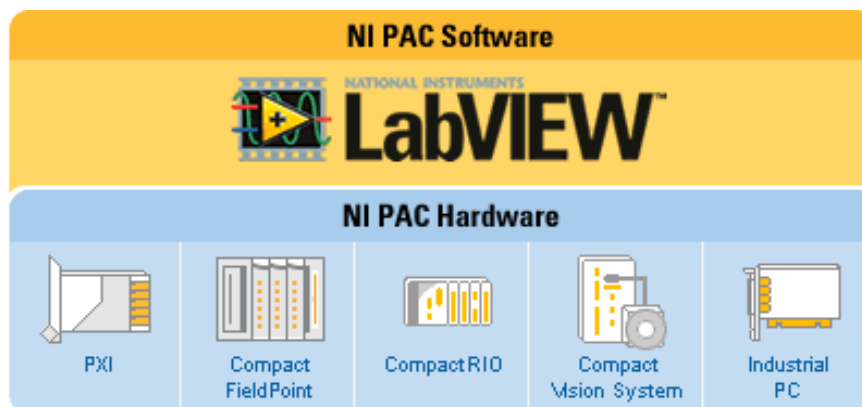
מסיבה זו, חלק מהבקרים המתוכנתים עדיין משתמשים ביע"מ המקורי 2901 של חברת AMD ושחברות כדוגמת Keyence מציעות רק תכנות בלוגיקת הסולם.

אם 80 אחוזים מהיישומים משלבים בקרה פשוטה ספרתית ואנלוגית, הרי שהמהנדסים היוצרים את 20 האחוזים הנותרים של יישומים חייבים לדחוף את גבולות השימוש בבקרים מתוכנתים. במהלך שנות ה-80 ושנות ה-90 היו אותם "20 אחוזים" אלו ששקלו שימוש במחשבים אישיים בבקרה תעשייתית כדי להשיג גמישות ללא תחרות, תוכנה יעילה ביותר וחומרה מתקדמת. עם זאת, לבקרה תעשייתית מבוססת מחשב אישי יש חולשות:

❖ **יציבות** – מערכות ההפעלה לשימושים כלליים היו לעתים לא יציבות מספיק וקווי הייצור נאלצו לטפל בקריסות מערכת ובאתחולים לא מתוכננים.

❖ **אמינות** – עם כוננים קשיחים בעלי מגנט מסתובב ורכיבים שלא היו מוקשחים לתקנים תעשייתיים, המחשבים האישיים היו מועדים יותר לתקלות.

סביבת תכנות לא מוכרת – מפעילים במפעלים נדרשו להתערב ידנית ולפעול במקום מערכות כשאלו קרסו. באמצעות לוגיקת הסולם, הם ידעו כיצד להפעיל תהליכים באופן ידני, ואיך להטילא קוד כדי להתערב במהירות באופן ידני, בפעולת המערכת. עם מערכות הפועלות על ידי מחשבים אישיים, המפעילים נדרשו ללמוד כלים חדשים.



איור 1: מאפייני החומרה של בקרי PAC

יצירת בקר טוב יותר

בהיעדר פתרון ברור עם מחשב אישי או עם בקר מתוכנת, מהנדסים עם יישומים מורכבים עבדו לעתים באופן צמוד עם ספקים בתחום הבקרה כדי לפתח מוצרים חדשים. משתמשים מובילים אלו ביקשו את השילוב של פונקציונליות מתקדמת עם אמינות וסייעו להוביל את פיתוח המוצרים של חברות לבקרה בבקרים מתוכנתים ובמחשבים אישיים, כמו למשל GE Fanuc, Siemens, Rockwell, Beckhoff ו-National Instruments. הבקרים החדשים שנוצרו, אשר תוכננו לתת מענה ליישומי "20 האחוזים", שילבו את תכונות הבקרים המתוכנתים הטובות ביותר. חברת ניתוח התעשייה ARC כינתה את ההתקנים האלו בקרי אוטומציה ניתנים לתכנות, או בקרי PAC.

במחקרה, אשר פורסם בכותרת "תחזית עולמית של בקרים מתוכנתים", זיהתה ARC חמישה מאפיינים ראשיים של בקרי PAC:

- ❖ פונקציונליות בריבוי תחומים, לפחות שני מרכיבים: לוגיקה, תנועה, בקרת התקנים פיסיים (PID), כווננים ועיבוד תהליך בפלטפורמה יחידה.

טבלה 1: טווח של יעדי חומרת בקרי PAC כדי לספק את השילוב האופטימלי של פונקציונליות ואמינות למערכות מדידה ובקרה תעשייתיות

CompactRIO	מערכת ראיה קומפקטית \ מצלמה חכמה – Smart Camera	Compact PXI FieldPoint			
●	●	●	●	יכולת איסוף נתונים	פונקציונליות
●	●	●	●	מהירות עיבוד בנקודה צפה	
●	●	○	●	מדידות בתדירות גבוהה	
●	●	●	●	מערכת הפעלה בזמן אמת	אמינות
●	●	●	●	הסמכה תעשייתית	
כן	כן	לא	כן	בקרת FPGA	
מקרא: ○ טוב ● יותר טוב ● הטוב ביותר					

- ❖ פלטפורמת פיתוח יחידה בריבוי דיסציפלינות המשלבת סימון בתגיות משותפות ומסד נתונים יחיד לצורך גישה אל כל הפרמטרים והפונקציות.
- ❖ כלי תוכנה שמאפשרים תכנון לפי זרימת רצף התהליך על פני כמה מכשירים ויחידות תהליכים, עם IEC 61131-3, הדרכת המשתמש וניהול נתונים.
- ❖ ארכיטקטורות מודולריות ופתוחות המשקפות יישומים תעשייתיים ממערכי מכשירים בבתי חרושת ועד פעולות של יחידות במפעלי תהליכים.
- ❖ שימוש בתקנים המשמשים בפועל לממשקי רשתות, לשפות של רשתות ועוד, כמו למשל OPC, TCP/IP, XML ו- SQL.

בקרי PAC

החומרה של בקרי PAC של National Instruments מבוססת על טכנולוגיית LabVIEW, אף היא של חברת National Instrument, כולל LabVIEW Real-Time ו-LabVIEW FPGA. באמצעות LabVIEW Real-Time ו-LabVIEW FPGA המהנדסים יכולים לתכנת מערכות של מדידות ושל בקרה בהתאמה אישית במקביל לשימוש ב-LabVIEW, ולפרוש (Deploy) אותן ביעדים אשר פועלים עם מערכות הפעלה לזמן אמת או המשובצות בסיליקון.

יעדי חומרת בקרי PAC מתוכננים עבור יישומים שדורשים:

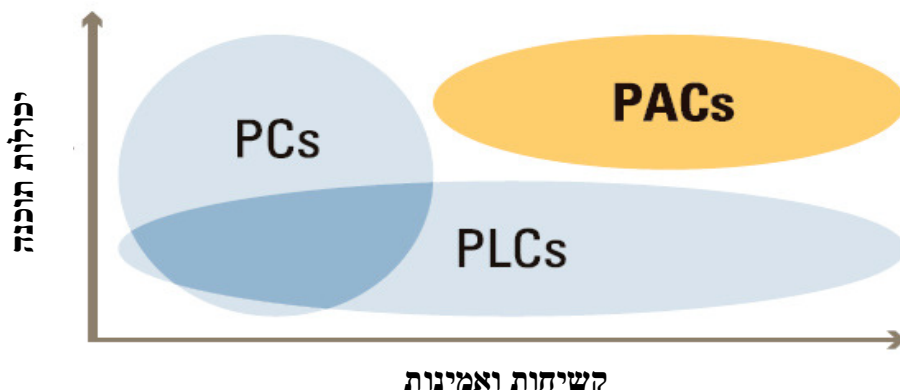
- ❖ גרפיקה – מאחר שכלי התכנות של LabVIEW יוצר באופן פנימי ממשק משתמש, ניתן לשלב בקלות גרפיקה וממשק אדם מכונה (HMI) למערכות בקרה.
- ❖ מדידות (רכישת נתונים מהירה, ראייה ותנועה) – קלט/ פלט מהירים, כולל ראייה, כך שאתה יכול לשלב מדידות כמו למשל של רעידות או של ראיית מכונה אל מערכות הבקרה הסטנדרטיות שלך.
- ❖ יכולות עיבוד – ביישומים מסוימים נדרשים למהנדס אלגוריתמי ייעודיים לבקרה, עיבוד אותות מתקדם, או איסוף נתונים. באמצעות LabVIEW אתה יכול לשלב קוד בקרה מותאם אישית שנוצר באמצעות כלים של NI או באמצעות כלים של צד שלישי, לממש עיבוד אותות כדוגמת ניתוח משולב של זמן ותדירות, או לאסוף נתונים באופן מקומי או מרחוק.
- ❖ פלטפורמות – בעזרת LabVIEW, אתה יכול ליצור קוד שפועל במגוון של פלטפורמות כולל מחשבים אישיים, בקרים משובצים שבבי FPGA או סייעני PDA נישאים.
- ❖ תקשורת – LabVIEW מקלה עליך את העברת הנתונים לארגון בעזרת כלים כגון OPC ו-SQL.

ארבעה יעדי חומרת PAC:

1. שיפורים של PXI במחשב אישי תעשייתי, עם מערכת הפעלה (OS) לזמן אמת, עם תקנים לקירור, עם אפשרות לכוננים קשיחים ללא חלקים מכניים מסתובבים, באמצעות מוליכים למחצה, ועם סנכרון בין מודולים. תקן PXI דורש שכל מארז יספק זרימת אוויר לצינון של 25 וואט לכל חריץ התקנה של מודול, ובכך להבטיח פעולה ללא חימום יתר וללא קיצור חיי המודול אף אם הוא פועל עם כרטיסי ממסרים בהספק גבוה, או עם כרטיסי PXI מהירים או עם כרטיסי CompactPXI. תקן PXI מספק גם סנכרון הדוק בין מודולים שונים, כך שאנשי ההנדסה יכולים לתכנן מערכות תנועה, ראייה וקלט/ פלט עבור יישומי בקרה מהירים כדוגמת אלו הנמצאים בתחום האריזה והטיפול במוליכים למחצה.
2. Compact FieldPoint משתמש ברכיבים ברמה תעשייתית כדי להשיג עמידות להלמים ולרעידות גבוהים, לטפל בטווח טמפרטורות גבוה מ-40 עד 70 מעלות צלזיוס. הוא משתמש גם בקירור בהולכה במקום במאווררים מסתובבים כדי להגדיל את האמינות, על ידי ביטול השימוש בחלקים נעים.

מערכות Compact FieldPoint משלבות את הפונקציונליות של מחשבים אישיים באמצעות מעבד נקודה צפה הפועל עם מערכת הפעלה לזמן אמת, כונני CompactFlash לאיסוף נתונים וחיבור Port מסוג Ethernet לתקשורת.

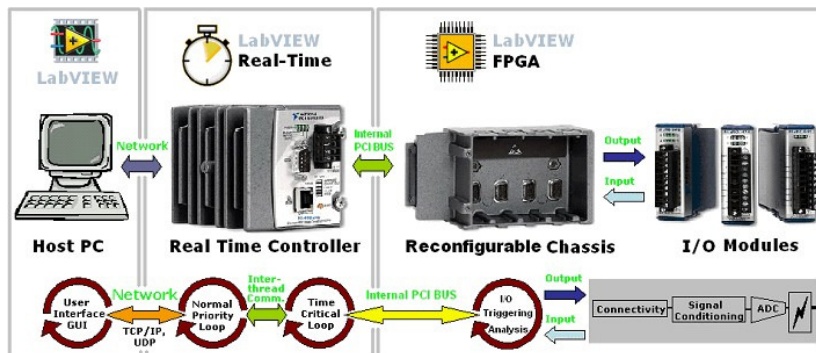
3. Compact Vision System הוא בקר קשיח המתוכנן במיוחד ליישומי ראיית מכונה. הוא משתמש בממשקי IEEE 1394 כדי ליצור תקשורת עם 16 מצלמות (לכל היותר) ביישום ראייה ולהפעיל מעבד מהיר של Intel לצורך ניתוח תמונה מהיר. מערכת Compact Vision לא משתמשת כלל בחלקים נעים, אלא בקירור בהולכה, לכן אפשר להתקין את המערכת בקרבת המכונה. היא מציעה 29 קווי כניסות/ יציאות ספרתיות מובנות, שבהן אפשר לשלוט מתוך LabVIEW Real-Time או ישירות מתוך התקן FPGA משובץ, באמצעות LabVIEW FPGA.



איור 1: בקרי אוטומציה מתוכנתים - אמינות של בקרים ופונקציונליות של מחשבים

איור 1 ממחיש שבקרי ה PAC הינם גמישים בביצועיהם ויחד עם זאת אמינים מאוד.

4. CompactRIO היא מערכת משובצת שניתנת להגדרה מחדש המבוססת על טכנולוגיית LabVIEW FPGA ו-LabVIEW Real-Time. מערכת CompactRIO משתמשת בשבב FPGA שיכול להגיע עד 3 מליון שערים, כדי לבקר את הכניסות והיציאות הספרתיות והאנלוגיות. שבב FPGA יכול להפעיל קוד משובץ בסיליקון לקבלת לולאות בקרה ספרתיות עד 1 מגה-הרץ ולולאות אנלוגיות עד 150 קילו-הרץ. התקן FPGA יכול להעביר מידע בחזרה למעבד נקודה-צפה שפועל בזמן אמת עם LabVIEW עבור חישובים, איסוף נתונים ותקשורת מתקדמים. בקר זה, שהוא בעל מארז מתכתי וקירור בהולכה, הוא אידיאלי לתנאי סביבה קשים.



איור 2: תכנות של מערכות זמן אמת באמצעות בקר בעל מספר מודולות דיגיטליות ואנלוגיות

מהנדסי תעשייה שנדרשים ליצור את יישומי "20 האחוזים" מרחיבים את גבולות טכנולוגיית הבקרים ויצרנים של בקרי PAC מגיבים באספקה של יעדי חומרה אשר משלבים את הפונקציונליות הטובה ביותר של מחשבים אישיים עם האמינות של בקרים מתוכנתים.

כלים, כגון LabVIEW Real-Time, אשר מפשטים את עבודת התכנות של מערכות הפעלה לזמן אמת, התקני FPGA ומעבדי DSP, מבטיחים את המגוון הרחב של אפשרויות חדשות העומדות בפני מהנדסי תעשייה.

מהי LabVIEW?

LabVIEW היא סביבת פיתוח גרפית מובנית עם פונקציונליות עבור סימולציה, רכישת נתונים, כלי שליטה, בקרה, מדידה, ניתוח נתונים והצגתם. סביבה זו מספקת לך את הגמישות של עוצמת שפת תכנות ללא המורכבות של סביבות פיתוח מסורתיות. בנוסף, LabVIEW מספקת יכולת רכישת נתונים מורחבת, ניתוח וכן הצגת היכולות בסביבה אחת, כך שאתה יכול לפתח פתרון מושלם על סביבת הפיתוח על פי בחירתך.

סביבת פיתוח גרפית אינטואיטיבית לפרודוקטיביות

סביבת הפיתוח הגרפי LabVIEW נותנת לך כלים רבי עוצמה ליצירת יישומים ללא כתיבת כל שורות טקסט מבוססי קוד. עם LabVIEW, אתה גורר ומשחרר אובייקטים שנבנו מראש כדי ליצור, במהירות ובפשטות, ממשקי משתמש עבור היישום שלך. לאחר מכן, אתה קובע את המבנה של המערכת ושל תרשימי הזרימה.

אינטגרציה הדוקה עם אלפי מכשירי מדידה והתקנים LabVIEW מספקת קישוריות עם מדידי חומרה. כך, אתה יכול להגדיר במהירות ולהשתמש כמעט בכל מכשיר מדידה וירטואלי, החל ממכשירים עצמאיים וכלה ברכישת נתונים מצידוד דגימה, מכשירי תנועה, בקרים, רכישת תמונה ומערכות עיבוד תמונה, מערכות זמן אמת, מערכות משובצות, ובקרים מתוכנתים - PLCs. בנוסף, LabVIEW עובדת עם יותר מ-2000 ספריות של מכשירים מתוך מאות יצרנים. אין עוד חברה אשר מספקת מגוון רחב של מערכות מדידה עם שילוב הדוק של חומרה ותוכנה.

מהדר מושלם לביצועי המערכת

ביישומים רבים, מהירות הביצוע היא קריטית. עם מהדר מובנה שיוצר אופטימיזציה, קוד תוכנת LabVIEW מספק יישומים בביצועים ובמהירויות אשר מתחרות בקוד תוכנת C, תוכל לפתח מערכות שעומדות אפילו בדרישות גבוהות יותר. דרישות הביצועים לרוחב מגוון פלטפורמות כולל Windows, לינוקס, מקינטוש, UNIX, או מערכות זמן אמת.

פיתוח סביבה המתאימה לכל אורך תהליך הפיתוח שלא כמו שפות תכנות אחרות, LabVIEW מציעה יישומים ייעודיים המותאמים לצרכים של הדמיה, מדידה, שליטה, יישומים ואוטומציה, להאצת תהליך הפיתוח. יכולת ניתוח ויכולות קישוריות עם מגוון רחב של כניסות ויציאות I/O, LabVIEW מספקת את דרישות המהנדסים והמדענים בעת בניה במהירות בדיקה ומדידה, רכישת נתונים, מערכות משובצות, במחקר המדעי, וכן מערכות מעקב אחר התהליך.

קישוריות עם יישומים אחרים

עם LabVIEW, אתה יכול להתחבר ליישומים אחרים ולשתף מידע דרך האינטרנט, ActiveX, DLLs, ספריות משותפות, SQL, TCP / IP, XML, OPC, תקשורת אלחוטית ועוד שיטות. הקישוריות הפשוטה ב LabVIEW מאפשרת לך ליצור פיתוח גמיש ויישומים שיכולים לתקשר עם יישומים אחרים ברחבי הארגון. LabVIEW גם תומך Mscript matlab בקישוריות ישירה וכן ביישומים פופולריים אחרים כגון Mathematica, EWB - MultiSim, MathCad, ובמעבדים במערכות משובצות כגון: Analog Dev, TI.

מדוע כדאי להשתמש ב LabVIEW בחינוך?

נשיונל אינסטרומנטס (NI) מבינה את הדרישות הייחודיות והאתגרים בחינוך ברחבי העולם. חברת NI בחרה להיות שותף אקדמאי ולסייע למחנכים עם המשאבים הנדרשים, אשר בסופו של דבר מקדמים את המחקר ואת טובת התלמיד. נשיונל אינסטרומנטס משתפת פעולה עם אוניברסיטאות, מכללות, בתי ספר, מרצים, וסטודנטים כדי להטמיע את השימוש בטכנולוגיה חדשנית זו. כמו כן, החברה עוזרת לשלב את השימוש ב-LabVIEW בכיתות, מעבדות, ובמחקר.

יתרונות לסטודנטים

LabVIEW קלה ללמידה.

סטודנטים אשר לומדים LabVIEW מפיקים תועלת מקצועית בצד התועלת האקדמאית.

תועלת אקדמאית:

אופי גרפי אינטואיטיבי של LabVIEW מאפשר לסטודנטים להתמקד בתיאוריה הנלמדת ולא בתכנות. דבר המתרחש לעתים קרובות על בסיס טקסט הנדסי ויישומי תוכנה. כך, התלמידים יכולים להתמקד בהוראה ובמבנה הקשור למשל: ללולאות, ברירת מחדל ועד מבני נתונים. ערך מוסף הוא הזמן הדרוש כדי ללמוד כיצד לפתח תוכניות מורכבות. זמן התכנות קצר יותר מאשר עם סביבות התכנות המבוססות על קוד טקסטואלי.

להלן ציטוט של סטודנט הלומד באוניברסיטת Virginia Tech:

"קלות השימוש ויכולת הגיוון של LabVIEW אפשרו לנו לפתח יישומים מורכבים וקשיחים, כמעט בין לילה עם מעט מאוד ניסיון לפני כן עם חומרה או תוכנה."

תועלת מקצועית

המטרה של כל מוסד חינוכי היא לחנך את התלמידים ולהכינם עבור קריירה במקצועות העתיד שלהם. LabVIEW משמשת ככלי על פני מגוון רחב של תעשיות כגון חלל, ביורפואה, מוליכים למחצה, וטלקומוניקציה. סטודנטים בעלי ידע וניסיון נרחב כזה מקבלים כלי יעיל במקום העבודה. "LabVIEW היא שפת תכנות שוות ערך ל Visual Basic, C++, או כל שפה אחרת. זוהי שפה מקובלת ברחבי העולם. הסביבה הגראפית היא שפת התכנות של העתיד.

ציטוט מתוך דבריו של פרופסור מ- California State University:

"למעלה מ-75% מהתלמידים שלי, משתמשים ב- LabVIEW כחלק ממיומנויות העבודה הראשונות שלהם."

יתרונות

LabVIEW מציעה יתרונות רבים למדריכים: החל משיפור הרצאות וכן מעבודות עם העוצמה של לימוד מרחוק, כדי לשפר את הפרודוקטיביות המחקר. בנוסף, NI מספקת מספר משאבים כדי לסייע למדריכים לחסוך זמן בעת שילוב LabVIEW כחלק מתוכנית הלימודים שלהם.

ניסויים ולמידה

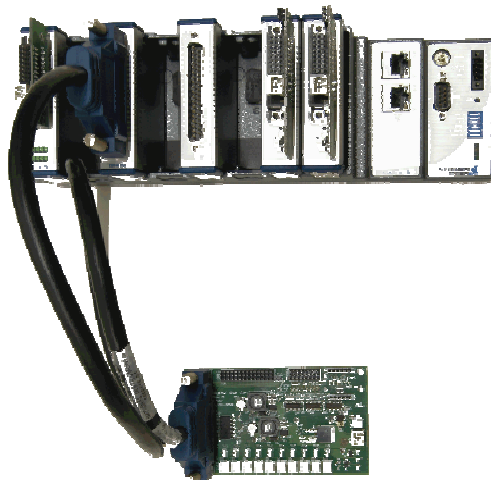
בניסויי אלקטרוניקה, מדידה, בקרה ואוטומציה הספרייה מכילה ניסויים שנכתבו על ידי מחנכים. קיימים מערכים ואוסף של ניסויים הקשורים זה לזה בצורה מקיפה על כל קורס או נושא. כל ניסוי ניתן להוריד חינם, הוא מוכן לשימוש ולשינוי באופן פשוט, והוא מכיל:

- רשימת ציוד מלאה ואת ההוראות של תוכנית ההתקנה.
- קוד LabVIEW וכן רשימה של הפניות המשמשים את מחבר הקוד.
- הסבר לסטודנט כולל: יעדים, תיאוריה, הליך מעבדה ועוד.

הניסויים, הקיימים כחלק מספרייה, והמערכים חוסכים למורים את הצורך לפתח את מערכי השיעורים. תיאוריה ומעבדת התרגילים כבר נבדקו ושימשים לשימוש על ידי אנשי חינוך ברחבי העולם.

למידה מרחוק

רשת האינטרנט פתחה אפשרויות רבות של מחנכים לשתף מרחוק ציוד ולאפשר לתלמידים להפעיל את הניסויים מחוץ למעבדה. LabVIEW תומך בקישוריות לאינטרנט מרחוק ובמערכות ושיתוף מידע ומשאבים. אתה יכול להמיר כל תוכנית LabVIEW לתוך היישום נשלט מרחוק ללא פרטי התכנות.



איור 3: בקר CERIO שעובד עם LabVIEW בתעשייה ובתוכנית הרובוטיקה FIRST