

ZBIÓR
RAPORTÓW NAUKOWYCH

KNOWLEDGE SOCIETY

Łódź

30.10.2014 - 31.10.2014

Część 7

СБОРНИК
НАУЧНЫХ ДОКЛАДОВ

ОБЩЕСТВА ЗНАНИЙ

Лодзь

30.10.2014 - 31.10.2014

Часть 7

УДК 004+62+54+66+082
ББК 94
Z 40

Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»

Druk i oprawa: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»

Adres wydawcy i redakcji: 00-728 Warszawa, ul. S. Kierbedzia, 4 lok.103
e-mail: info@conferenc.pl

Cena (zl.): bezpłatnie

Zbiór raportów naukowych.

Z 40 Zbiór raportów naukowych. „KNOWLEDGE SOCIETY „, (30.10.2014 - 31.10.2014) - Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2014. - 68 str. ISBN: 978-83-64652-70-7 (t.7)

Zbiór raportów naukowych. Wykonane na materiałach Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej Konferencji 30.10.2014 - 31.10.2014 roku. Łódź.
Część 7.

**УДК 004+62+54+66+082
ББК 94**

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Powielanie i kopiowanie materiałów bez zgody autora jest zakazane.

Wszelkie prawa do materiałów konferencji należą do ich autorów.

Pisownia oryginalna jest zachowana.

Wszelkie prawa do materiałów w formie elektronicznej opublikowanych w zbiorach należą Sp. z o.o. «Diamond trading tour».

Obowiązkowym jest odniesienie do zbioru.

Warszawa 2014

ISBN: 978-83-64652-70-7 (t.7)

"Diamond trading tour" ©

Левицький С.М.

доцент, кандидат технічних наук

Розводюк М.П.

доцент, кандидат технічних наук

Вінницький національний технічний університет

ВІРТУАЛЬНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ В СЕРЕДОВИЩІ VISUAL STUDIO

Ключові слова: віртуальний тренажерний комплекс, людино-машинний інтерфейс, обмін даними, реальний час, середовище MS Visual Basic.

Keywords: virtual training complex, human-machine interface, data exchange, real time clock, development environment MS Visual Basic.

Вступ. Сьогодні віртуальні тренажерні комплекси (ВТК), які є аналогами промислових об'єктів, вже стали незамінним інструментом для проведення досліджень в реальному масштабі часу, імітації досліджуваних модельованих об'єктів з високим ступенем реалізму, можливістю інтерактивної дії на досліджувані модельовані процеси.

Приклади реалізації таких ВТК можна переглянути в роботах [1, 2].

Мета дослідження. Метою роботи є розробка принципу побудови ВТК для дослідження частотно-регульованого електроприводу в середовищі розробки програмного забезпечення для *Windows Microsoft Visual Studio* в якості аналогу до існуючих SCADA та інформаційно-вимірвальних систем.

Матеріал і результати дослідження. Принцип побудови ВТК будемо реалізовувати на базі перетворювача частоти (ПЧ) *Altivar 71* фірми *Schneider Electric* з комунікаційною картою *Ethernet*, що робить можливим застосування ВТК на будь-якому персональному комп'ютері (ПК), який підключений до домена мережі.

Для управління ПЧ *Altivar 71* в мережі *Ethernet* використовується комунікаційна карта *Modbus TCP VW3A3310* [3]. Підключення ПК до ПЧ здійснюється через існуючу мережу *Ethernet* (рис. 1).

Для моніторингу та управління ПЧ необхідно в мережі *Modbus TCP* здійснювати читання / запис наступних регістрів пристрою (табл. 1) [4].

Встановлення каналу управління можна здійснити через передню панель,

Таблиця 1

Список регістрів ПЧ для моніторингу та управління

Регістр (код)	Адреса (dec)	Адреса (hex)	Функція
Команда (CMDD)	8601	0x2199	запис / читання
Завдання (LFRD)	8602	0x219A	запис / читання
Статус (ETAD)	8603	0x219B	читання
Швидкість (RFRD)	8604	0x219C	читання (об/хв)
Струм (LCR)	3204	0x0C84	читання (0,1 А)

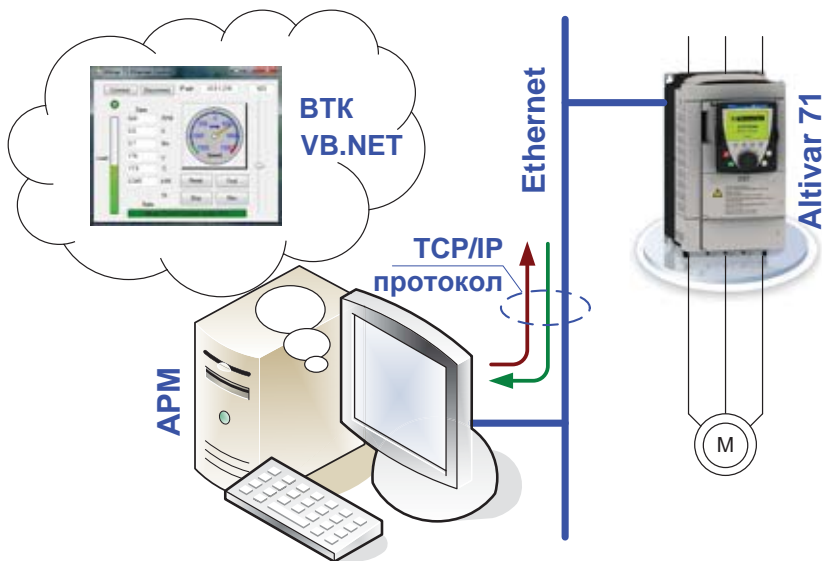


Рис. 1. Структурна схема віртуального тренажерного комплексу

або за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (*Power Suite, SoMove*). З передньої панелі вибір каналів управління здійснюється через пункт меню -*Ctl (Control)*, а мережеві налаштування ПЧ – через пункт меню -*Con (Connections)*. Детально про налаштування ПЧ можна ознайомитися в роботі [4].

Розробка програмної частини проекту розпочинається з побудови зовнішнього вигляду форми (основного вікна), для цього використовуються готові інструменти *MS Visual Basic (VB)* [5]. Приклад форми наведено на рис. 2, в формі використано наступні компоненти [3]: підписи *Label*; текстові блоки *TextBox*; прямокутник з динамічною вертикальною заливкою *RectangleShape*; повзунок (для завдання швидкості обертання) *TrackBar*; кнопки управління *Button*.

Крім візуальних компонентів форм для функціонування проекту необхідно додати компоненти таймерів *Timer* (формування періодичних запитів до ПЧ – мінімум 2) та основного компоненту зв'язку для формування потоку даних *System.Net.Sockets*.

Після набору форми в конструкторі *VB* переходять до наступного етапу проекту – розробки коду. Тут також потрібно виділити окремі задачі, які вирішуються в коді проекту: код процедури запису значень регістрів в ПЧ (для пуску, реверсу, зупинки, зміни завдання, рестарту тощо); код процедури зчитування значень регістрів ПЧ (періодично: статус ПЧ, його струм та фактичну швидкість); код процедури обчислення стану ПЧ за значеннями регістру статусу; допоміжні коди при дії на елементи форми (кнопки, повзунок, перехоплення вводу завдання з клавіатури, таймери тощо).

Типові запити *Modbus TCP* (запис *N* регістрів – функція *Modbus 16*, зчитування *M* регістрів – функція *Modbus 03*) надсилаються до ПЧ по порту *Ethernet 502* за замовчуванням. В загальному випадку структура запитів має вигляд датаграми, в якій

спочатку передається код запиту пристрою, об'єм даних з вказівкою адрес регістрів з даними, а потім – безпосередньо дані (для зчитування або запису).

Код процедур запису та зчитування можна також розділити на кілька задач: налаштування IP-адреси пристрою та порту обміну даними; формування датаграми Modbus у вигляді стрічки символів (для функції запису сюди входить формування даних, які слід

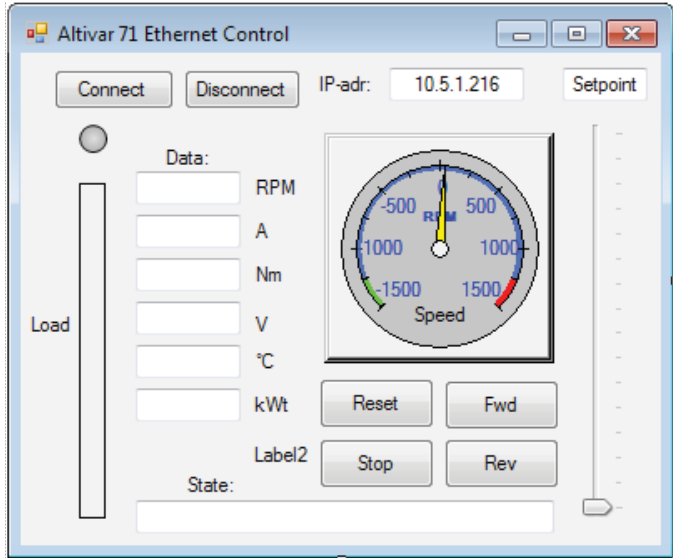


Рис. 2. Форма вікна віртуального тренажерного комплексу

записати в регістри); відкриття порта і передача датаграми в потік даних сокета; побайтовий розподіл отриманих даних з пристрою (для функції зчитування); закриття порта обміну даними.

Так, типовий приклад процедури зчитування з врахуванням зауважень матиме вигляд:

```

Sub Read()
Try
Dim Address As String = TextBox1.Text
Dim client As New TcpClient(Address, 502) ('«10.5.1.216», 502)
Dim StartRegister As Integer = 3201
StartLowRead = (StartRegister) Mod 256 ' - - - - - формування датаграми
Modbus - - -
StartHighRead = (StartRegister) \ 256
Quantity = 11
LengthLowRead = Quantity Mod 256
LengthHighRead = Quantity \ 256
MbusQuery = Chr(0) + Chr(0) + Chr(0) + Chr(0) + Chr(0) + Chr(6) + Chr(0) +
Chr(3) _
+ Chr(StartHighRead) + Chr(StartLowRead) + Chr(LengthHighRead) +
Chr(LengthLowRead)
Dim data() As Byte
data = System.Text.Encoding.Default.GetBytes(MbusQuery) ' data = Enc(MbusQuery)
Dim stream As NetworkStream
stream = client.GetStream()
' - - - - - передача датаграми Modbus в потік даних - - - - -
stream.Write(data, 0, data.Length)
    
```

```

data = New [Byte](256) {}
Dim responseData As [String] = [String].Empty
Dim bytes As Int32 = stream.Read(data, 0, data.Length)
' ----- отримання відповіді від пристрою в потоці -----
responseData = System.Text.Encoding.Default.GetString(data, 0, bytes)
Dim i As Integer
' ----- побайтний розподіл отриманих даних та перетворення -----
For i = 0 To (Quantity - 1)
DataRead(i) = CDbI(data(9 + 2 * i)) * 256 Or CDbI(data(10 + 2 * i))
Next i
' ----- передача вмісту регістрів в змінні проекту -----
State = DataRead(0) ' reg 3201
Speed = DataRead(1) ' reg 3202
Current = DataRead(3) ' reg 3204
Torque = DataRead(4) ' reg 3205
Voltage = DataRead(7) ' reg 3208
Thermal = DataRead(8) ' reg 3209
Power = DataRead(10) ' reg 3211
' ----- виведення змінних в елементи форми -----
TextBox2.Text = Speed ' Hz
TextBox3.Text = Math.Round(Current / 10, 1) ' A
TextBox4.Text = Math.Round(Torque * (5.11 / 1000), 1) ' 0.1%Mn;(1.25 Nm – motor)
TextBox5.Text = Voltage ' V
TextBox6.Text = Math.Round(Thermal / 1.71, 1) ' C
TextBox7.Text = Math.Round(Power * (0.75 / 100), 3) ' %Pn 0-250;(0.18 kWt – motor)
RectangleShape2.Height = (200 - (Current / 10) * 200)
AxXGauge1.Value = Speed
' ----- закривання потоку та порту до наступного запиту -----
stream.Close()
client.Close()
End Try
End Sub 'Connect
Відповідно, типовий приклад процедури запису матиме вигляд:
Sub Write()
Try
Dim Address As String = TextBox1.Text
Dim client As New TcpClient(Address, 502)
Dim MbusWriteCommand As String
Dim StartLow As Byte, StartHigh As Byte
Dim LengthLow As Byte, LengthHigh As Byte
Dim WriteData(2) As Integer
Dim ByteLow As Byte
Dim ByteHigh As Byte
Dim t As Integer
' ----- формування датаграми Modbus ---

```

```

Dim StartReg As Integer = 8601
StartLow = (StartReg) Mod 256
StartHigh = (StartReg) \ 256
LengthLow = 2
LengthHigh = 0
MbusWriteCommand = Chr(0) + Chr(0) + Chr(0) + Chr(0) + Chr(0) _
+ Chr(7 + 2 * LengthLow) + Chr(0) + Chr(16) + Chr(StartHigh) + Chr(StartLow) _
+ Chr(LengthHigh) + Chr(LengthLow) + Chr(2 * LengthLow)
WriteData(0) = Command '1
WriteData(1) = Setpoint
'----- побайтне складання датаграми Modbus перед передачею в порт ----
For t = 0 To LengthLow - 1
ByteLow = WriteData(t) Mod 256
ByteHigh = WriteData(t) \ 256
MbusWriteCommand = MbusWriteCommand + Chr(ByteHigh) + Chr(ByteLow)
Next t
'----- передача даних в порт ----
Dim data() As Byte = System.Text.Encoding.Default.
GetBytes(MbusWriteCommand)
Dim stream As NetworkStream
stream = client.GetStream()
stream.Write(data, 0, data.Length)
'----- закривання потоку та порта ----
stream.Close()
client.Close()
End Try
End Sub 'Connect

```

В отриманому регістрі статусу ПЧ (3201) міститься закодована в бітах інформація про відповідний стан ПЧ, для отримання у вікні ВТК інформації про стан в належному вигляді (англ. мовою) використаємо програмну процедуру обробки вмісту зазначеного регістру:

```

Sub State_Ctrl()
If State = 545 Then
TextBox8.Text = «Altivar 71 not connect code: « & State
End If
If State = 592 Then
TextBox8.Text = «Altivar 71 need reset code: « & State
End If
If State = 561 Then
TextBox8.Text = «Altivar 71 ready code: « & Val(State)
End If
If State = 567 Then
TextBox8.Text = «Altivar 71 acceler/decel code: « & Val(State)
End If
If State = 563 Then

```



Рис. 3. Форми ВТК при а) рухові вперед, б) рухові назад

```

TextBox8.Text = «Altivar 71 stopped code: « & Val(State)
End If
If State = 1591 Then
TextBox8.Text = «Altivar 71 move forward code: « & Val(State)
End If
If State = 34359 Then
TextBox8.Text = «Altivar 71 move reverse code: « & Val(State)
End If
End Sub

```

Надалі для періодичного зчитування даних (з інтервалом в 200 мс) організується функція відповідного за номером таймеру:

```

Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object) Handles Timer1.Tick
Read()
State_Ctrl()
Sleep(100)
End Sub

```

Для зменшення навантаження на трафік мережі функцію запису можна ініціювати не періодично, як запис, а лише при умові зміни команди ПЧ або задання по швидкості обертання, тобто за натисканням відповідної кнопки (Старт, стоп, реверс або зміна положення повзунка), наприклад:

```

Private Sub Button5_Click() Handles Button5.Click
Timer1.Enabled = False ' – припинення опитування на період запису -
Command = 15 ' – команда руху вперед
Write() ' – виклик процедури запису з новим значенням змінної "Command"
Sleep(50)
Timer1.Enabled = True ' – відновлення періодичного опитування стану ПЧ
End Sub

```

або при зміні положення повзунка:

```

Private Sub TrackBar1_Scroll(ByVal sender As System.Object) Handles TrackBar1.Scroll

```

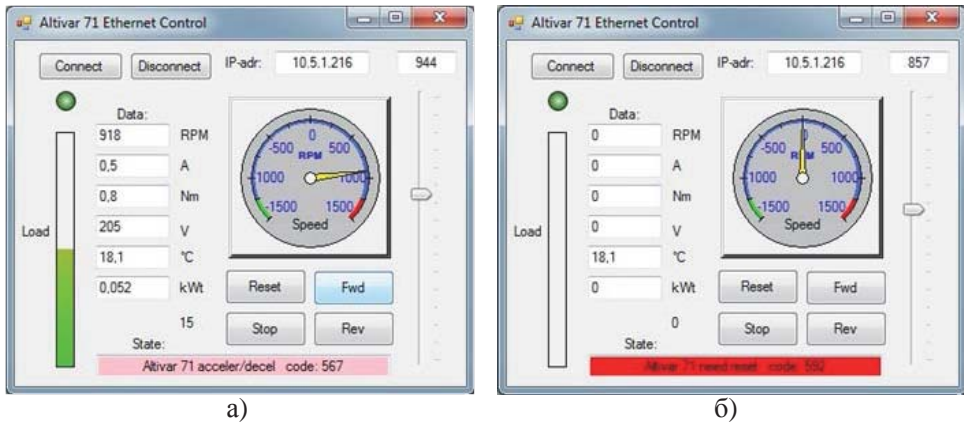



Рис. 4. Форми ВТК при а) розгоні, б) необхідності рестарту

Timer1.Enabled = False ‘ – припинення опитування на період запису
 Setpoint = TrackBar1.Value ‘ – передача значення елемента форми в змінну
 “Setpoint”

Write()() ‘ – виклик процедури запису

Sleep(50)

Timer1.Enabled = True ‘ – відновлення періодичного опитування стану ПЧ

TextBox9.Text = Setpoint ‘ – виведення поточного завдання в елемент форми
 TextBox

End Sub

При введенні завдання з поля графічного елемента *TextBox* важливо встановити не просто подію введення з клавіатури або зміни значення в цьому полі, а підтвердження введеного значення з допомогою клавіші *Enter*, або також запобігти неправильному введенню завдання (наприклад, введене значення складає 2800 об/хв. при максимальному 1500 об/хв.). VB дає змогу перехопити подію натискання на відповідну клавішу. Код процедури введення задання з поля *TextBox* матиме вигляд:

```
Private Sub TextBox9_KeyPress(ByVal sender As Object) Handles TextBox9.KeyPress
```

```
If Keys.Enter Then ‘ – умова підтвердження: натиснення кл. Enter
```

```
Timer1.Enabled = False ‘ – припинення опитування на період запису
```

```
Setpoint = Val(TextBox9.Text) ‘ – встановлення змінної “Setpoint” введеного знач.
```

```
If Setpoint >= 1500 Then ‘ – обмеження на введення > 1500 об/хв
```

```
Setpoint = 1500
```

```
End If
```

```
Write() ‘ – виклик процедури запису
```

```
Sleep(50)
```

```
Timer1.Enabled = True ‘ – відновлення періодичного опитування стану ПЧ
```

```
End If
```

```
TextBox9.Text = Setpoint
```

```
TrackBar1.Value = Setpoint ‘ – зміна положення повзунка при вводі з клавіатури
```

```
End Sub
```

Після розробки коду проекту переходять до його відлагодження, компіляції та побудови засобами *MS VB*. Після побудови та публікації проекту в папці проекту створюється додаткова папка за назвою *bin*, де містяться всі необхідні компоненти (*exe*-файл, динамічні бібліотеки тощо), якими можна скористатись для запуску ВТК на іншому ПК навіть без наявності середовища розробки *MS VB*.

Зразки роботи ВТК для різних режимів роботи наведені на рис. 3, 4.

Висновки. Розроблено структуру ВТК для дослідження реальних електро-механічних систем на основі ВТК: людино-машинного інтерфейсу в середовищі *MS VB.NET*, що забезпечує можливість використання на будь-якому ПК без використання додаткових програмних пакетів та оболонок та проведення наукових досліджень і професійно-орієнтовної підготовки фахівців з електромеханіки з мінімальними затратами.

Література

1. Грабко В.В. Віртуальний лабораторний комплекс для дослідження перетворювача частоти Altivar 71 по Ethernet / В.В. Грабко, М.П. Розводюк, С.М. Левицький // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – №1. – С.77-83.
2. Левицький С.М. Віртуальний лабораторний комплекс для дослідження людино-машинного інтерфейсу в середовищі Trace Mode 6. Обмін даними між операторськими станціями в реальному часі / С.М. Левицький, / М.П. Розводюк // Zbiór raportów naukowych. „Tendencje, zbiory danych, innowacje, praktyka w nauce„. (29.04.2014 – 30.04.2014) – Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2014. – 72 str. – S. 40-45. – Zbiór raportów naukowych. Wykonane na materiałach Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej konferencji 29.04.2014 – 30.04.2014 roku. Lublin.
3. Altivar 71. Modbus TCP/IP Ethernet card VW3A3310. User's manual. – Schneider Electric. Telemecanique. – atv71_Ethernet_EN_V1. – 05/2005. – 75 p.
4. Altivar 71. Преобразователи частоты для асинхронных электродвигателей. Руководство по программированию. – Schneider Electric, Telemecanique. – 12/2005. – 262 с.
5. Лукин С. Н. Понятно о Visual Basic.NET. Самоучитель. Т2. // С.Н. Лукин. – 2005. – 319 с.