

## IED 성능검증을 위한 시험시스템 구현에 관한 연구

(A Study on Implementation of a Test System for IED Performance Verification)

장병태 · 윤석민 · 이남호 · 한정열 · 김용학 · 안용호

(B.T Jang · S.M Yun · N.H LEE · J.Y Han · Y.H Kim · Y.H An)

한국전력공사 전력연구원,

### Abstract

변전자동화시스템이 IEC 61850 규격도입 이후 통신에 대한 적합성 시험과 함께 보호계전기의 보호 및 제어기능에 대한 시험도 통신과 결부되어 자동화하려는 추세에 있다. 기존에 변전소에 적용된 디지털 보호계전기는 IEC 61850 통신서비스와 접목되어 IED(Intelligent Electronic Device)로 불려진다. 기존의 보호계전기와 달리 IED의 경우 변전자동화시스템으로 통합구현되기 때문에 IED 단위시험 보다는 시스템 수준의 성능시험을 요구하게 된다. 따라서 CMC 256 전용프로그램을 가지고는 변전자동화시스템의 성능시험을 완벽하게 다루게 어렵게 때문에 사용자가 CMC 256 장비를 자유롭게 다룰 수 있는 환경개발을 필요로 한다. 본 논문에서는 CMC 256 장비의 운용을 사용자 정의로 구현할 수 있는 CM Engine을 소개하고 실제 구현사례를 통해 변전자동화시스템의 성능시험을 위한 기반 자료를 다루고자 한다.

### 1. 서론

변전자동화시스템이 IEC 61850 규격도입 이후 통신에 대한 적합성 시험과 함께 보호계전기의 보호 및 제어기능에 대한 시험도 통신과 결부되어 자동화하려는 추세에 있다[1-2]. 기존에 변전소에 적용된 디지털 보호계전기는 IEC 61850 통신서비스와 접목되어 IED(Intelligent Electronic Device)로 불려진다. IED의 보호 및 제어 시험을 진행하기 위해서는 계통 사고에 상응하는 전압, 전류 등의 아날로그 신호를 발생하여 IED에 입력할 수 있고 IED의 트립신호를 입력받아 보호 및 제어 성능을 평가할 수 있는 소프트웨어와 하드웨어가 필요하다. 현재 본 연구와 관련하여 사용되고 있는 IED 시험장비는 OMICRON의 CMC 256 장비이다. CMC 256 장비는 안정성과 정확성이 매우 뛰어나고 사용자가 프로그램을 컨트롤 하는데도 아주 편리하게 설정되어 있다. CMC 256 장비는 IED 시험을 위해 자체 제공하는 운용프로그램인 Test Universe의 QuickCMC, Ramping, State sequencel를 주로 사용하게 되며 IED의 GOOSE 통신 시험을 위해 IEC 61850 전용 프로그램도 사용을 한다. 하지만 기존의 보호계전기와 달리 IED의 경우 변전자동화시스템으로 통합구현되기 때문에 IED 단위시험 보다는 시스템 수준의 성능시험을 요구하게 된다. 따라서 CMC 256 전용프로그램을 가지고는 변전자동화시스템의 성능시험을 완벽하게 다루게 어렵게 때문에 사용자가 CMC 256 장비를 자유롭게 다룰 수 있는 환경개발을 필요로 한다. 본 논문

에서는 CMC 256 장비의 운용을 사용자 정의로 구현할 수 있는 CM Engine을 소개하고 실제 구현 사례를 통해 변전자동화시스템의 성능시험을 위한 기반 자료를 다루고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1. CMEngine 개요

CMEngine은 CMC 256 장비의 이용을 편리하게 하기위해 CMC 체계의 라이브러리를 제공하여 사용자 정의의 CMC 컨트롤 프로그램을 개발할 수 있는 프로그램이다[3-4].

CMEngine은 C/C++, Visual Basic 등과 같은 프로그래밍 언어를 이용하여 엑셀과 GUI(Graphical User Interface)와 함께 개발될 수 있으며 한개 이상의 CMC 시험체계와 통신을 할 수 있다. 본 연구에서는 CMEngine을 엑셀환경으로 구현하였으며 엑셀프로그램에서 지원하는 VB 스크립트와 그래픽 모듈을 이용하여 개발하였다.

#### 2.2. 시험 시스템 구성

시험 시스템의 구성은 Ethernet switch, IED, 본 연구에서 개발한 시험시스템(simulator), 네트워크 패킷분석을 위한 traffic analyzer 그리고 CMC 256을 이용한다. 시험시스템은 CMC 256 장비에 전압 및 전류 발생을 요청하고 사고 전압/전류를 인가받은 IED가 Trip 신호를 보내게 되면 CMC 256 장비의 DI를 통해 수신된 신호를 받아 IED의 성능을 판단하게 된다.

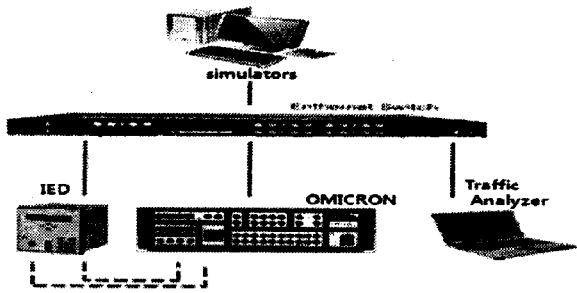


그림 1. 시험시스템 구성도  
fig 1. Test System configuration

### 2.3. 시험 시스템 구현

기존의 시험방식은 OMICRON Test Universe를 이용한 시험 방식으로 QuickCMC, Ramping, State sequence를 이용하여 시험하는 방식이다. 하지만 이번 시험에서는 OMICRON CMEngine을 이용하여 IED 시험을 하고자 한다. CMEngine은 ExecVBA(Visual Basic for Application)를 사용하여 Test Universe에서 할 수 없는 사용자가 필요한 데이터들을 산출 하여 엑셀 파일에 실시간으로 확인할 수 있고 수집한 데이터를 가지고 엑셀에서 지원되는 다양한 그래픽 모듈로 사용자 정의 report를 구현할 수 있다.

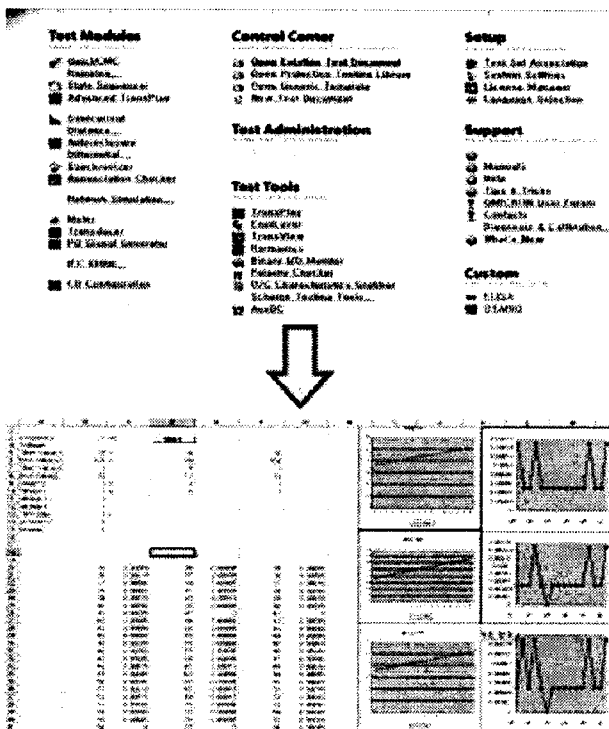


그림 2. 엑셀 VBA를 이용한 시험장비 운용프로그램 구현  
fig 2. Implementation of Test system operating program using excel VBA

#### 2.3.1. 스크립 기반의 시험 시스템 구현

본 절에서는 VBA의 활용 방법을 서술하려고 한다.

VBA를 이용하여 CMC 256으로 명령을 보내 기존 QuickCMC, Ramping, State sequence와 동일한 형태로 사용자 편이에 맞게 프로그램을 구성하여 운영하려 한다. 시험시스템을 구현하기 위해서는 가장 먼저 CMEngine 객체를 생성해야 하는 데 이는 그림 3과 같이 Createobject(Omicron.CMEngine.1)와 같은 명령어를 통해 수행할 수 있다.

```
Set MySheet = Worksheets("Transducer")
Set CMEngine = CreateObject("Omicron.CMEngine.1")
HEngine = CMEngine.CMGetEngineHandle
CheckError CMEngine.CMDevScanForNew(HEngine)
CheckError CMEngine.CMDevLock(HEngine, "1")
```

그림 3. CMC 장비와의 통신 코드  
fig 3. programming code for communication between CMC device and test system

시험시스템에 필요한 전압, 전류의 설정은 Excel sheet의 값을 입력받아 사용할 수 있도록 하였으며 그림 4와 같이 배열 형식으로 구현하였다. 그리고 일반적인 프로그래밍 기법(분기, 반복) 등을 이용하여 프로그램을 작성한다.

```
Umin1 = MySheet.Cells(5, 2).Value
Umin2 = MySheet.Cells(5, 4).Value
Umin3 = MySheet.Cells(5, 6).Value
Umax1 = MySheet.Cells(6, 2).Value
Umax2 = MySheet.Cells(6, 4).Value
Umax3 = MySheet.Cells(6, 6).Value
Step1 = MySheet.Cells(9, 2).Value
Step2 = MySheet.Cells(9, 4).Value
Step3 = MySheet.Cells(9, 6).Value
STEP4 = MySheet.Cells(10, 2).Value
STEP5 = MySheet.Cells(10, 4).Value
STEP6 = MySheet.Cells(10, 6).Value
ALLSTEP1 = MySheet.Cells(11, 2).Value
ALLSTEP2 = MySheet.Cells(12, 5).Value
TimeStep1 = TimeSerial(0, 0, MySheet.Cells(13, 2).Value)
Freq = MySheet.Cells(3, 2).Value
TimeStep2 = TimeSerial(0, 0, MySheet.Cells(14, 2).Value)
TimeStep3 = TimeSerial(0, 0, MySheet.Cells(15, 2).Value)
```

그림 4. 시험시스템 출력을 위한 엑셀 sheet 구현  
fig 4. Implementation of excel sheet for test system output

본 연구에서 구현한 시험시스템의 출력변수는 다음과 같다.

- 전 압 : (v) 입력
- 전 류 : (i) 입력
- 주파수 : (f) 입력
- 위 상 : (p) 입력

■ 시 간 : Application.Wait (Now() + TimeStep)

```

If Freq = 0 Then
    CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "out:v(1:1):wav(dc)", Result)
    'CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "out:i(1:1):wav(dc)", Result)
Else
    CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "out:v(1:1):f(" & Str(Freq) & ")", _
        Result)
    'CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "out:i(1:1):f(" & Str(Freq) & ")", _
        Result)
End If
Sub Sweep(V_hab_min, V_hab_max, TimeStep1, TimeStep2, TimeStep3, N, U, V_in3, V_in2, V_in1)
    CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "out:v(1:1):a(" & Str(V_in1) & ")", _
        Result)
    CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "out:v(1:1):on", Result)

    Application.Wait (Now() + TimeStep1)
    CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "inp:v(1):get?", Result)

    MySheet.Cells(TabRow1 + N, TabCol1).Value = V_in1

    ' Extract measurement value out of result string (e.g. "1.<value>:").
    MySheet.Cells(TabRow1 + N, TabCol1 + 1).Value = Val(Mid$(Result, 3, _
        Len(Result) - 1))
    CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "out:v(1:1):off", Result)
    '-----

    CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "out:i(1:1):a(" & Str(V_in2) & ")", _
        Result)
    CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "out:i(1:1):on", Result)

    Application.Wait (Now() + TimeStep2)
    CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "inp:i(1):get?", Result)

    MySheet.Cells(TabRow2 + N, TabCol2).Value = V_in2

    ' Extract measurement value out of result string (e.g. "1.<value>:").
    MySheet.Cells(TabRow2 + N, TabCol2 + 1).Value = Val(Mid$(Result, 3, _
        Len(Result) - 1))
    CheckError CMEngine.CMExec(HEngine, 1, "out:i(1:1):off", Result)
End Sub

```

그림 5. 시험시스템 출력 구현  
fig 5. source code for test system output

그림 5는 주파수의 값을 비교하여 DC, AC를 구분하고 전압 전류의 출력을 삼상별로 할 수 있는 구현내용을 보여준다. 주파수를 50hz에 1V에서 10V까지의 3상의 전압을 1초의 시간에 따라 1V씩 증가시켜 시험을 수행할 수 있다. 그리고 CMEngine의 출력을 확인하기 위해서는 OMICRON의 전면부에 있는 BINARY ANALOG INPUT을 사용하여 AC전압을 확인할 수 있고, BINARY DC INPUT을 이용하여 DC의 전압을 확인할 수 있다.

3. 결론

변전자동화시스템에 적용하는 IED의 보호 및 제어 시험에 사용되는 CMC 256 장비를 전용 프로그램이 아닌 사용자 정의의 시험시스템을 구현할 수 있는 방법을 본 논문에서는 제시하였다. 다수의 IED와 상위운영시스템이 하나로 통합하여 움직이는 변전자동화시스템의 경우 다양한 기능의 시스템 성능을 측정하기 위해서는 보다 광범위한 시험 자동화시스템을 요구하게 될 것이며 이를 위해서는 기존의 시험장비를 자유롭게 제어할 수 있는 방법을 필요로 할 것이다. 현재 전력연구원에서는 본 논문의 연구결과를 기반으로 하여 다양한 변전

자동화시험시스템 개발을 진행 중에 있다.

참 고 문 헌

- [1] 한국전력공사, "시스템 성능검증 및 실증시험 2단계 1차년도 보고서", 지식경제부, 2009.
- [2] 이남호외 3인 " IEC 61850 변전자동화시스템 실증시험에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회, 2009
- [3] "CMC356 Manual", OMICRON electronics, 2008
- [4] "CMEngine Programming interface for CMC test systems", OMICRON electronics, 2008