

LabView를 이용한 풍력발전 성능평가용 모니터링 시스템 개발

고석환*, 장문석**, 주영철***, 이윤섭****

*한국에너지기술연구원 풍력발전연구센터(korea19@kier.re.kr),
**한국에너지기술연구원 풍력발전연구센터(msjang@kier.re.kr),
***한국에너지기술연구원 풍력발전연구센터(ycju@kier.re.kr),
****공주대학교 전기전자제어공학과(yslee@kongju.ac.kr)

The Development of the Monitoring System for Power performance using the LabView

Ko, Seok-Whan* Jang, Moon-Seok** Ju, Young-Chul*** Lee, Yoon-Sub****

*Wind Power Research Center, Korea Institute of Energy Reserch (korea19@kier.re.kr),
**Wind Power Research Center, Korea Institute of Energy Reserch (msjang@kier.re.kr),
***Wind Power Research Center, Korea Institute of Energy Reserch (ycju@kier.re.kr),
****Division of Electrical Electronic & control Engineering, Kongju national university (yslee@kongju.ac.kr)

Abstract

Monitoring system is an absolutely-required system for assessing a performance and fatigue load of the wind turbine in an on-shore wind energy experimental research complex. It was implemented for the purpose of monitoring the wind information measured from a meteorological tower at the monitoring house, and of utilizing the measured data(fatigue data and electric analyzing data of wind turbine)for the performance assessment, by using the LabVIEW program. Then, by adding the performance assessment-related data acquired from the wind turbine during the performance assessment and the data recorder for synchronizing the data of meteorological tower, the system(BusDAQ) was implemented. Because it transmitted the data by converting the output 'RS-232' of data logger which measures the wind condition into CAN protocol, the data error rate was minimized. Also, This paper is introduced to make the best use of the developed monitoring system and to explain about construct of the system and detailed data communication of its system.

Keywords : 모니터링 시스템(Monitoring System), 랩비유(LabVIEW), 풍황계측 기상탑(Met Mast), 풍력발전기(Wind Turbine)

투고일자 : 2009년 10월 13일, 심사일자 : 2009년 10월 23일, 게재확정일자 : 2009년 12월 14일
교신저자 : 이윤섭(korea19@kier.re.kr)

1. 서 론

화석연료 고갈에 대비한 에너지원의 다변화와 국제 기후변화 협약 등 국제적인 환경 규제에 능동적으로 대처하기 위한 핵심 미래 에너지원의 개발에 심혈을 기울여야 할 현재 상황에 풍력기술을 포함하는 신재생에너지 기술은 이러한 맥락에서 국제적인 관심과 시대적인 각광을 받고 있는 친환경 미래에너지 기술이라 할 수 있다. 풍력발전시스템이 대체에너지 중 가장 경제성이 우수하고 유용성이 높은 기술로 기후협약에 대비한 청정에너지원이 입증됨에 따라 최근 선진 유럽지역은 물론 미국, 일본, 중국, 인도 등 전 세계적으로 풍력발전시스템 개발과 보급에 많은 투자가 이루어지고 있다. 풍력발전시스템의 제품에 대한 실증이 반드시 현장에 이루어져야 하는 특성이 있다. 1989년부터 풍력발전시스템에 관한 표준의 제정도 국제적인 협력으로 IECTC 88에서 현재 11개 분야에 대한 Work Group을 조직하여 수행하고 있으며, 이 표준을 근거로 인증 또는 검증의 기능을 수행하는 기관도 독일의 Germanischer Lloyd, TÜV NORD, 덴마크의 Veritas, 미국의 UL 등이 있으며, 덴마크의 RISØ, 미국의 NREL(NWTC), 네델란드의 ECN, 독일의 DEWI, WINDTEST 등에서는 표준제정과 인증시험, 성능평가 등을 수행하고 있다. 이처럼 풍력산업 선진국에서는 새로이 개발된 풍력발전기를 시장진입에 앞서 시제품(Prototype)의 인증, 최적화 및 시장성의 확보를 목적으로 장기간에 걸쳐 국제표준 및 시험규격에 의거 풍력발전기의 제반 성능을 시험하기 위한 실증시험단지를 조성 및 운용하고 있다. IEC 61400-12기준에 따른 풍력발전기 출력성능 테스트를 위한 지리적 여건에 대한 의존도가 높고 제품 신뢰성에 대한 실증이 반드시 필요하며, 향후 국내실정에 적합한 풍력발전시스템

의 개발과 보급을 위해서도 국내실증단지의 개발이 시급한 실정이었다. 이에 국제규격에 부합되는 실증연구 단지 조성을 위하여 한국에너지기술연구원에서는 2006년부터 2009년 6월까지 제주 구좌일대에 실증을 위한 풍력발전기 기초부지 및 실증을 위한 부대 설비 등 인프라 시설구축을 완료하였다. 단지의 설계에 있어서는 기초적인 자원분석과 외국의 성능평가 실증단지를 벤치마킹하여 기본적인 실증단지를 배치하고, 부지의 IEC 규격 적합성 검토, 인프라 구축에 대한 적정성 검토, 교육과 홍보에 대한 접근성 및 공사에 대한 접근성 검토, 부지 확장 및 향후 실증단지 운영과 관련하여 지자체와의 연계성을 검토하여 실증단지 조성을 완료하였다. 현재 실증연구단지에서는 국내개발 풍력발전기의 성능평가를 위한 풍력발전기의 설치작업등이 이루어지고 있다. 본 논문에서는 풍력발전기 성능평가 시 활용할 목적으로 기상탑, 발전기 출력과 관련된 데이터 취득 모니터링 시스템에 대하여 논하고, 개발에 있어 데이터 취득 시 전송오류의 최적 방안과 시스템 활용방안에 대하여 논하고자 한다.

2. 풍향계측 기상탑의 구성 및 설치

풍력발전기 성능평가용 기상탑은 성능평가 풍력발전기의 허브높이와 같아야 하고, 기상탑 설치위치는 풍력발전기설치위치로부터 로터 지름의 약 2.5배 거리 설치하는 것이 최적의 위치로 본다. 본 시스템 구축 시 설치된 기상탑은 설치될 풍력발전기의 사양이 미정이었기에, 성능평가 단지의 Site Calibration을 위해 설치된 70m 기상탑을 사용하여 시스템을 구성하였다. 본 단지의 기상탑은 IEC 61400-12-1에서 정한 바와 같이 붐대를 설계·제작·설치하여 2008년 1월부터 운영되고 있으며, 기상탑의 구조 및 Sensor의 설치

위치는 그림 1과 같다. 기상탑의 높이는 70m이며, 3개의 풍속센서, 2개의 풍향센서, 온습도계 및 대기압 센서를 설치하였다. 기상센서의 사양은 표 1과 같다.

는 데이터로거에 저장이 되면서 output 단자를 통하여 실시간 데이터를 전송하게 된다. 데이터로거의 출력 통신 방법은 RS232C만 가능하며, RS-232C 통신 규격 상 원거리의 통신은 불

표 1. Arrangement of sensor for Met Mast

Sensor	Model	Range	Accuracy	제조사
Anemometer	A100M	0.15m/s~60m/s	1%±0.05m/s	Vector
Wind vane	W200P/L	360° mechanical angle	±4° in state winds > 3m/s	Vector
Temp & Humidity	P6312	-30°~70° 100%RH	±0.2K ±2%rH	Anmonit
Pressure	P6330	800~1100hPa		Anmonit

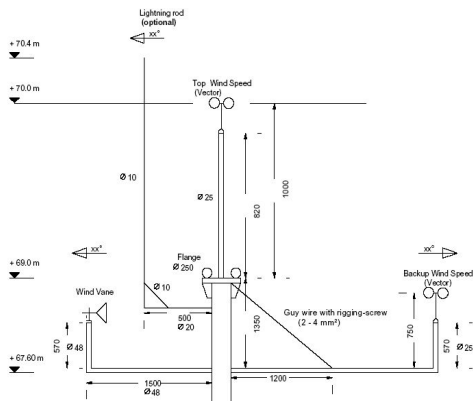


그림 1. Met Mast 구성도

센서로부터 측정된 기상 데이터는 Cambel사의 CR1000 데이터로거에 저장이 된다. 또한 원거리에 설치된 기상탑의 측정 장비 전원 공급 장치로는 태양전지판(50W) 및 소형 풍력발전기(400W)로 구성되어 있고, 배터리 정격 전압이상에서는 충전이 되지 않도록 설계 및 설치를 하였다.

3. 풍향/출력 모니터링 시스템의 구성

3.1 풍향데이터 전송 시스템의 구성

원거리에 설치된 기상탑으로부터 모니터링하루스까지 기상데이터를 송신하기 위한 구성도는 그림 2와 같다. 기상센서로부터 측정된 정보

가능하기 때문에 무선 Bluetooth 통신방법을 사용하여 전송하도록 구성하였다. 최근 무선통신기술의 발달로 수 km까지 송수신이 가능해 졌다.

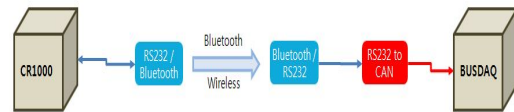


그림 2. 풍향데이터 송신 체계도

Bluetooth 무선 통신 방식은 주파수 분할 전송으로 인해 보안 위협에 강하며, 얇은 벽이나 물체를 통과할 수 있으므로 타 기기의 가시거리 제약에서 성능이 우수하므로, 본 시스템에 적합하여 사용을 하였다. BusDAQ 장비는 CAN 통신으로 각종데이터를 취득하기 때문에 모니터링 룸에서 RS232C/CAN 통신 변환기를 통하여 데이터가 입력되도록 구성하였다. 또한, 인증을 위한 실증성능평가 수행 시 무선 통신방식의 데이터 전송은 데이터 동기화의 문제점으로 인하여 RS-485 광통신을 사용할 예정이다.

3.2 모니터링 시스템 하드웨어의 구성

성능평가 모니터링시스템을 구성하기 위하여 구축된 시스템 하드웨어의 사양은 표 2

와 같다. 또한 시스템 소프트웨어는 Labview를 사용하여 프로그램을 개발하였다.

표 2. 시스템 하드웨어 사양

품명	모델명	사양
DAQ장비	IMC busDAQ-2	2 CAN/LIN node Lan Interface
	IMC CANSAS SCI8	16CH analog Input/1khz ±100mV/±40mA/isolated
	IMC CANSAS DI16	16CH TTL / CMOS or 24V differential
전력품질 분석장치	IMC POLARES	4x isolated voltage inputs 4x isolated CT inputs Ethernet TCP/IP 10/100M

기상탑의 데이터로거와 풍력발전기에서 출력되는 데이터는 각각 2선 CAN 통신과 Ethernet 통신방식을 사용하여 모니터링 하우스로 연결이 된다. 성능평가 시 풍력발전기의 하중분석을 위한 센서의 출력신호, 전력품질데이터, 풍황 데이터를 동기화하여 data 저장을 위한 BusDAQ으로 구성이 되며, 전력분석데이터취득을 위한 전력 분석계, 기상탑 데이터 측정용 데이터로거, 풍력발전기 성능평가 데이터로 구성된다.

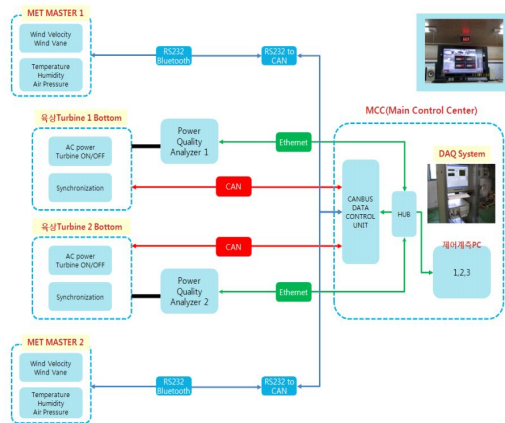


그림 3. 성능평가 모니터링 시스템 주요 구성시스템

그림3은 중대형풍력발전기의 성능평가를 위해 구성된 모니터링 시스템의 주요 구성도를 나타낸다.

3.3 모니터링 시스템의 구성

그림 3에서와 같이 풍황 데이터를 메인 데이터수집장치(BusDAQ)로 전송하는 시스템은 모니터링 하우스로부터 원거리에 설치가 되며, 이때 데이터로거로부터 기상탑 풍황 데이터를 오류 없이 보내기 위해 바이너리 데이터가 아닌 HEX 데이터 변환전송 방법을 사용하여 시스템을 구성하였다. 본 연구에 사용된 데이터로거는 Cambel 사의 CR1000이며, 출력 또한 RS-232를 사용한다. 이에 따른 데이터로거의 출력 값을 HEX 데이터로 변경하여 송신하는 데이터로거 호환 프로그램을 사용하여 데이터 HEX code 출력 프로그램을 구성하였다. RS-232 통신은 원거리의 경우 데이터의 손실등과 같은 단점을 보완하기 위하여 CAN Protocol로 변환하여 데이터 송신을 하고 또한 Text 데이터를 HEX 데이터로 변경 처리하여 송신되도록 시스템을 구성하였다. 이와 같은 데이터 송신방법은 원거리에 설치된 풍황 기상탑으로부터 수신되는 데이터의 오류를 차단하기 위함이다. 데이터로거에서 출력데이터를 HEX code로 변환하는 프로그램은 그림4과 같다.

```

WS70sm = HEX( INT ( ABS( WS_ma_70m * 100 )))
WS60sm = HEX( INT ( ABS( WS_ma_60m * 100 )))
WS30sm = HEX( INT ( ABS( WS_ma_30m * 100 )))
WD60sm = HEX( INT ( ABS( WD_60m * 100 )))
WD65sm = HEX( INT ( ABS( WD_65m * 100 )))

If ITime (0,1,Sec) Then
If ( Len(T65sm) > 4 ) Then
SerialOut (ComRS232,"00140000" + T65sm + CHR(13) + CHR(10),"",0,0)
Elseif ( Len(T65sm) > 3) Then
SerialOut (ComRS232,"00140000" + T65sm + CHR(13) + CHR(10),"",0,0)
Elseif ( Len(T65sm) > 2) Then
SerialOut (ComRS232,"001400000" + T65sm + CHR(13) + CHR(10),"",0,0)
Elseif ( Len(T65sm) > 1) Then
SerialOut (ComRS232,"0014000000" + T65sm + CHR(13) + CHR(10),"",0,0)
Elseif ( Len(T65sm) >= 0) Then
SerialOut (ComRS232,"00140000000" + T65sm + CHR(13) + CHR(10),"",0,0)
Endif

```

그림 4. 데이터로거 HEX code 출력 coding

3.4 LabView를 사용한 풍황모니터링 시스템 구축

계측된 풍황 데이터는 실시간으로 Server PC에 1초당 1열의 ROW 파일이 저장되는데, 저장된 파일은 IEC-61400-12-1[4]의 Data collection에 의해 Sampling rate가 1Hz 이상되도록 수취하여 저장이 되므로 성능 평가 시 활용이

가능하다. 또한 데이터 처리기인 BusDAQ의 풍속, 풍향, 온습도, 대기압 데이터를 LabVIEW 프로그램을 활용하여 실시간 풍황 모니터링 시스템을 구성하였다.

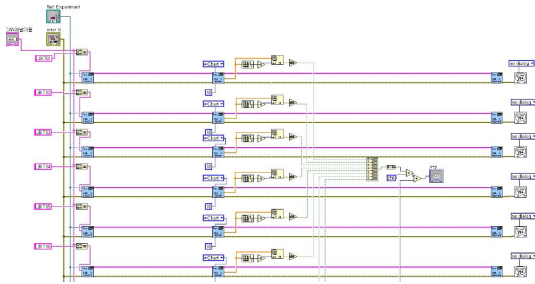


그림 5. 풍황센서데이터 취득 블록다이아그램(LabVIEW)

그림 5는 센서의 데이터 중 70m 풍속데이터를 HEX data CAN 프로토콜로 변환하여 읽어오는 LabVIEW 블록다이아그램을 나타낸다. 그림 6는 70m 풍속데이터를 블록다이아그램에 따라 취득되고 있는 실시간 HEX 데이터 값이다.

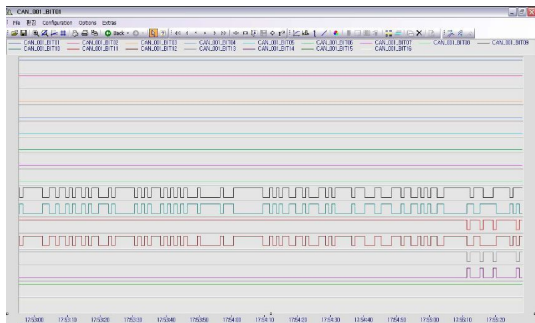


그림 6. 풍속센서의 실시간 데이터 HEX 값

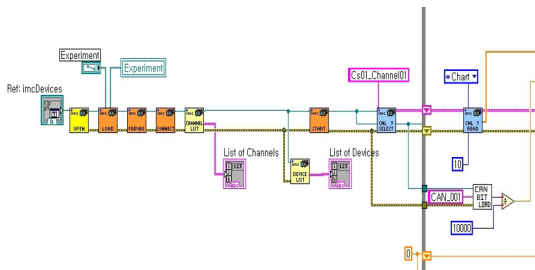


그림 7. Main 모니터링 구축 블록다이아그램

풍황 측정 데이터로거로부터 각각의 센서 데이터는 CAN 프로토콜로 변환되어 BusDAQ(데이터 취득시스템) 및 Server PC에 저장된다. 데이터로거로부터 수신된 실시간 데이터는 LabVIEW를 사용하여 실시간 풍황 정보를 모니터하도록 시스템이 구성된다. 그림 7은 Main 모니터링 구축 LabVIEW Main 부분 블록다이아그램이다.

4. 결 론

풍황데이터 모니터링 시스템을 LabVIEW를 사용하여 구축되었고, 구축 완료된 Main 모니터링 화면 및 실시간 풍황 계측은 그림 8의 (a), (b), (c)와 같다. 전력량 및 전력분석 data를 활용한 실시간 Power-Curve 곡선은 각 풍력발전기 성능평가 유효각의 범위 안에 있는 유효 데이터만 출력하도록 시스템을 구성하였으며, 중대형 풍력발전기 성능평가 사업에 활용할 예정이다. 본 연구를 통하여 구성된 시스템의 향후 활용방안 및 효율적인 사용을 위해서는 다음과 같은 사항이 고려되어야 할 것이다.



그림 8. (a)모니터링시스템 메인 화면

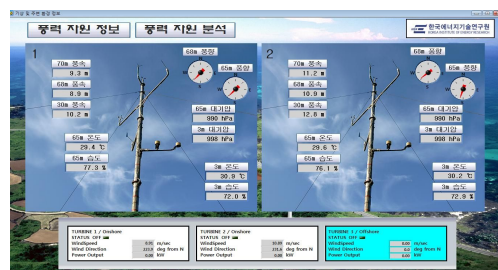


그림 8. (b)풍황모니터링시스템 측정

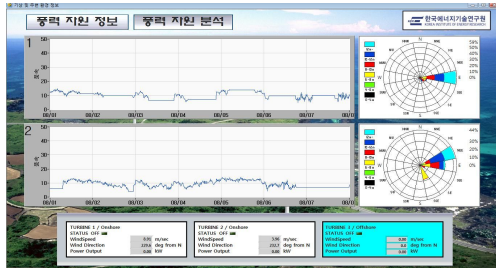


그림 8. (c)풍황모니터링시스템 측정

- (1) 본 시스템이 구축된 단지는 중대형 풍력발전기 성능평가를 위한 단지이며 현재 풍력발전기 성능평가 사업을 진행 중에 있다. 본 시스템은 IEC 61400-12^[4] 기준의 데이터 취득요건에 따라 설계 제작되었으므로, 성능평가 데이터 취득용으로 활용이 가능하다.
- (2) 본 시스템에는 풍력발전기로부터 측정되는 각종 피로하중 데이터의 취합이 가능한 시스템이며, 본 장비의 효율적인 활용을 위해 시스템 개발업체에서 성능평가 시 풍력발전기 피로하중 데이터를 동기화 하여 성능평가 사업이 진행되어야 한다.
- (3) 국내의 풍력발전기 성능평가 및 인증은 해외기관에 의존하고 있으므로, 본 시스템 및 단지를 활용하여 국내 성능평가기술의 확보 및 성능평가 시에 풍력발전기의 상태·감시용으로 적극 활용하여야 할 것이다.

후 기

본 연구는 지식경제부 신재생에너지기술 연구사업으로 수행 되었으며, 본 단지 구축 및 시스템 구축에 협조하여 주신 제주특별자치도 관계자 분께 깊은 감사의 말씀을 드립니다. 현재 본 시스템은 성능평가실시 사업에 사용 중에 있습니다.

참 고 문 헌

1. Hau, E., Wind turbines Fundamentals,

Technologies, Application and Economics, Springer 2000.

2. LabVIEW User Manual and Reference, National Instrument.
3. LoggerNET Manual, Cambell 2006.
4. IEC 61400-12, "Wind Turbine Power Performance" 2005.
5. 한국에너지기술연구원, 육상풍력실증연구 단지 조성사업에 관한 최종보고서, 지식경제부, 2009. 9.