

IEC61400-25 국제 표준 프로토콜을 적용한 풍력 발전 모니터링 시스템 개발 사례

이덕수, 이준철, 홍정기
 (주)효성 중공업연구소

Wind Generation Monitoring System Based on IEC61400-25 International Standard

Duck-Su Lee, Jun-Chul Lee, Jung-Gi Hong
 Power & Industrial Systems R&D Center, Hyosung Corporation

Abstract - This paper presents monitoring system based on IEC61400-25 for 750kW-class DFIG wind power generation system. It is consists of wind turbine PLC, Local and Remote I/O Server, human machine interface, and Web-server. Proposed System has been demonstrated in Daegi-ri, Kangwon-do, which aims to test IEC61400-25 communication capability of monitoring system and evaluate the performance of 750kW-class WTS.

등 DER (Distributed Energy Resource) 관련 분야로 확대되고 있다. 풍력발전시스템을 위한 표준 데이터 전송 프로토콜인 IEC61400-25는 풍력발전 시스템을 위한 모든 기능들을 세분화하여 Wind Turbine 관련 논리 데이터 및 알람, 리포트, 로그 등의 기능으로 분류하고 있으며, 모든 기능을 object로 구성하기 위하여 CDC (Common Data Class)를 이용하여 통신이 가능한 최소의 표준 LN(Logical Node)를 정의하였다. 이러한 풍력발전시스템의 논리적 구성을 Information Model이라하며, Service Model인 ACSI(Abtract Communication Service Interface)를 정의하여 실제 데이터를 전송할 수 있다.

1. 서 론

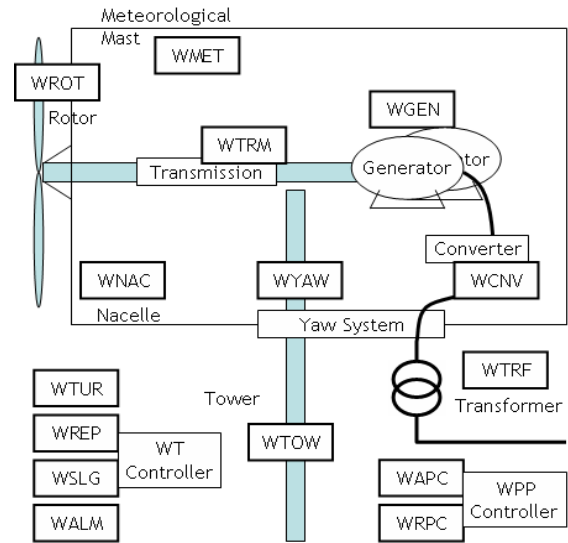
지구온난화 방지를 위한 UNFCCC 및 환경변화 문제에 대한 사회적 인 이슈는 다양한 신·재생에너지원의 개발 및 적용을 가속화 하고 있다. 최근 유가의 급등과 에너지 안보 문제, 그리고 개발도상국을 중심으로 한 에너지 수요의 급격한 증가는 신재생원의 경제성을 높이고 있다. 현재 태양광, 태양열, 연료전지, 소수력, LFG(landfill gas)를 이용한 발전, 풍력, Bio-Mass, 폐기물 등 다양한 신·재생에너지원이 사용되고 있으며, 그중에 풍력 발전 시스템이 가장 경제성이 있는 것으로 평가되고 있다. 이에 따라 국내에서도 정부 주도하에 풍력 발전 시스템의 개발 및 제주소, 대관령 등에 설치되어 운전되고 있다. 본 논문에서는 당사에서 개발한 750kW급 풍력발전기의 국제 표준 프로토콜을 적용한 모니터링 시스템 및 적용 사례에 대하여 기술하였다.

3.1 풍력발전 시스템 모니터링

IEC61400-25에서 풍력 발전 시스템 및 ACSI 서비스를 위해 정의하고 있는 LN은 2개이며, Wind Power Plant 용 LN는 5개, Wind Turbine 용 LN은 13개이며, 풍력발전 시스템의 모니터링 항목은 다음 그림과 같다.

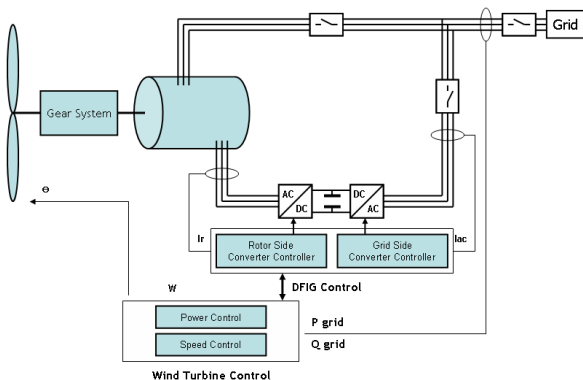
2. DFIG 풍력 발전 시스템

당사에서 개발한 750kW급 Geared Type 풍력발전 시스템은 권선형 유도발전기를 적용하여 DFIG타입으로 구성되었으며, DFIG 시스템의 장점은 권선형 유도기의 회전자에 전력변환기를 설치하여 시스템 운전범위가 기존의 농형유도기에 비해 넓으며, 풍력발전시스템에 적용하는 전력변환기 용량도 Gearless Type에 비하여 작게 구성할 수 있어서 경제적이며, 운전 효율이 높은 것이 DFIG 풍력 발전기의 특징이다.



〈그림 2〉 풍력발전시스템의 LN 구성

풍력 발전 시스템의 각 LN은 감시-제어에 필요한 각 부분의 일반적인 정보, 상태 정보, 아날로그 값에 관한 정보, 제어에 관한 정보를 포함하고 있다. 그림 3은 IEC61400-25에서 정의하고 있는 풍력발전 시스템의 각 LN을 나타내고 있으며, 풍력 발전의 일반적인 정보를 나타내는 WTUR, 알람정보를 표시하는 WALM, 기상정보를 표시하는 WNET, 유효 및 무효전력 제어 정보를 표시하는 WAPC, WRPC, Rotor 정보를 표시하는 WROR, 발전기 정보를 표시하는 WGEN, Transmission 정보를 표시하는 WTRM, Yawing 시스템 정보를 나타내는 WYAW, 전력변환장치 정보를 나타내는 WCNV, Nacelle 정보를 나타내는 WNAC, 상태 및 아날로그 로그, 리포트 정보를 표시하는 WSLG, WALG, WREP 등으로 구성된다.



〈그림 1〉 DFIG 풍력발전시스템 구성도

그림 1은 DFIG 풍력발전시스템의 전체 구성도로 유도기의 회전자는 전력변환기와 연계되어 슬립전력을 제어한다. 그리고 계통 연계형 전력변환기는 제어보드, IGBT 스택, 필터, 전압-전류 센서로 구성되어 있다.

3. IEC61400-25 국제 표준 적용

1990년대 초반 미국 EPRI를 중심으로 개발된 UCA2.0을 기반으로 변전소 자동화를 위한 표준 시스템 프로토콜인 IEC61850이 IEC TC57에서 제정되었으며, 현재 풍력, 태양광, 수력, 마이크로터빈, 에너지 저장장치

3.2 DFIG 타입 풍력발전용 LN 설계

당사에서 개발한 750kW급 DFIG 타입 풍력 발전 시스템을 위한 Logical Node를 설계하기 위해 IEC61400-25에서 정의한 18개의 LN을 고려하였으며, 각 그룹의 감시항목을 정리하고 데이터가 중복되지 않도록 적절한 CDC를 적용하였다. 750kW급 풍력 발전 시스템 운영 및 제어에 필요한 WTUR, WGEN 등 10개의 LN과 기상 및 일반적인 정보를 위해 2개의 LN을 설계 하였다.

〈표 1〉 WTUR Logical Node

WTUR Class			
Attribute Name	Attribute type	Explanation	M/O
LNName		shall be inherited from Logical Node Class	
Data			
Common Information			
AvTmRs	TMS	Turbine availability time	O
OpTmRs	TMS	Operation Time	O
TotWh	CTE	Total active Energy Production	M
TotVArh	CTE	Total reactive energy production	O
Status Information			
TurSt	STV	Turbine status	M
Analogue Information			
W	MV	Active power generation	M
VAr	MV	Reactive power generation	O
Control Information			
SetTurOp	CMD	Wind turbine operation command	M
DmdW	SPV	Turbine active power generation setpoint	O
DmdVAr	SPV	Turbine reactive power generation setpoint	O
DmdPF	SPV	Turbine power factor setpoint	O

표 1은 Wind Turbine General Information을 나타내는 LN이며, 터빈을 운전 상태 및 발전에 관한 사항을 포함한다.

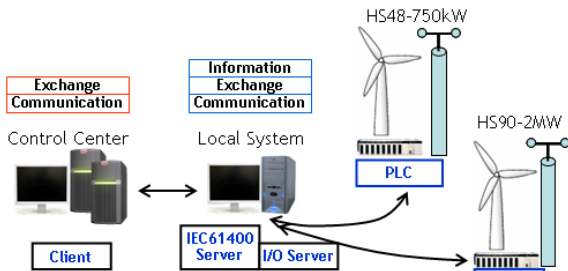
〈표 2〉 WGEN Logical Node

WGEN Class			
Attribute Name	Attribute type	Explanation	M/O
LNName		shall be inherited from Logical Node Class	
Data			
Common Information			
OpTmRs	TMS	Generator Operation time	O
Status Information			
GenOpMode	STV	Operation Mode of generator	M
Analogue Information			
Spd	MV	Generator speed	M
W	MYE	Generator active power	O
VAr	MYE	Generator reactive power	O
GnTmpSta	MV	Generator Temperature	O
GnTmpRtr	MV	Generator U, V, W Temperature	O
GnBerVib	MV	Generator Bearing Vibration	O
GenBerTmp	MV	Generator Bearing Temperature	O

표 2는 Wind Turbine Generator Information을 나타내는 LN이며, 발전기의 온도, 진동 발전량 등에 관한 사항을 포함한다. 다른 LN들의 설명은 논문 페이지를 많이 차지하므로 생략한다.

3.3 IEC61400-25 적용을 위한 통신 Architecture

IEC61400-25를 적용하기 위한 통신 구성은 그림 3과 같이 기존의 I/O Server에 풍력발전시스템을 위한 표준 Information 및 Exchange 기능을 탑재하여 상위 Client와의 MMS 통신이 가능하도록 구성하였으며, Event 발생시 긴급한 제어를 위해 GOOSE 지원한다.



〈그림 3〉 통신 Interface 구성도

4. 풍력 발전 모니터링 시스템

풍력 발전 모니터링 시스템은 DFIG 타입의 WTS의 각 부분을 모니터링 하고 제어하는 PLC (Programmable Logic Controller), PLC에서 풍력 발전설비의 정보를 전송받아 Analogue 및 Digital 정보를 저장하고 로컬 HMI 및 Remote I/O Server에 취득된 정보를 전송하는 Local I/O Server, 인터넷 망을 통해 각 설비의 로컬 서버에 접속하여 원격에서 모니터링 및 제어 기능을 수행하는 Remote I/O Server, 통신을 중계하는 CSU/DSU(Channel Service Unit/Digital Service Unit), 그리고 웹 서비스 기능을 수행하는 웹 서버로 구성된다.

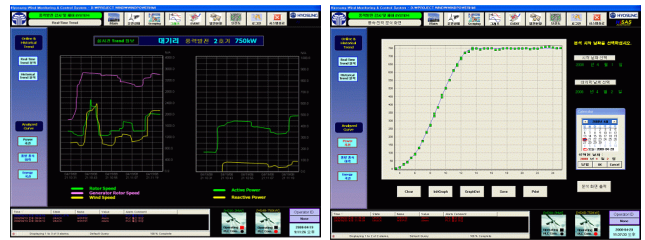
5. 사례 연구

제한한 시스템의 성능을 검증하기 위하여 강원도 왕산면 대기리에 있는 750kW/2MW급 풍력 발전기 실증시험장에 시스템을 설치하여 감시-제어 기능을 수행하고 있으며, 풍력발전 시스템의 성능 평가 및 향상을 위해 누적데이터를 이용하여 다양한 분석 기능을 수행하고 있다.

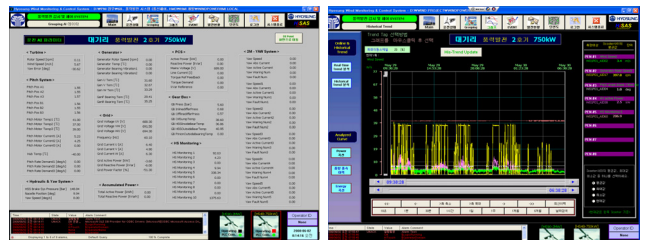


〈그림 4〉 모니터링 시스템 Main 및 750kW 운전감시 화면

그림 4는 대기리 실증 시험장을 메인 화면으로 구성하여 발전 현황을 나타내고 있으며, 또한 750kW의 시스템의 각 아날로그 값 및 상태 정보를 나타낸다. 그림 5은 풍속, 풍향, 발전정보 등 발전 시스템의 주요 정보를 실시간 트렌드를 확인할 수 있는 창이며, 또한 취득된 이력 데이터를 이용하여 설정기간 동안 풍속대비 출력을 분석한 화면이다.



〈그림 5〉 실시간 모니터링 및 출력 분석 화면



〈그림 6〉 HS-48 750kW 이력 및 분석 화면

6. 결 론

본 연구에서 IEC61400-25 국제 표준 프로토콜을 적용한 750kW급 풍력 발전기 모니터링 시스템에 관하여 논하였다. 현재 강원도 실증 시험장에 설치하여 제안한 시스템을 검증하고 있으며, 향후 통합 시스템 및 DER 시스템간 Interoperability 시험하는 연구가 진행될 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한 상열 외, “DFIG 풍력발전시스템에 관한 연구”, 한국신-재생에너지학회 2006년 춘계학술대회 논문집, pp.253-256
- [2] 최 대희 외, “변압기 Local Unit의 IEC61850 Logical Lode 설계”, 2007년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp.511-512
- [3] IEC 61400-25 : International Standard of Wind Turbines, IEC 61850