

# LabVIEW 기반의 소프트웨어 풍력시뮬레이터

김선필\*, 이원진\*, 강필순\*\*, 손정기\*\*\*, 박성준\*  
전남대학교\*, 한밭대학교\*\*, 한국항만연수원 부산연수원\*\*\*

## The software wind-power simulator base on LabVIEW

Sun pil Kim\*, Woon jin Lee\*, Feel soon Kang\*\*, Jung gi Son\*\*\*, Sung jun Park\*  
Chonnam National University\*, Hanbat National University\*\*, Korea Port Training Institute Busan\*\*

### ABSTRACT

모의 풍력발전 실험을 하기위해서 실제 지역의 풍력데이터를 기반으로 발전되는 전력에 대하여 고려를 하여야하지만 시뮬레이션하기 어려운 점이 있다. LabVIEW는 하나의 데이터로 다양한 데이터표현이 가능하며, 프로그램 설계가 쉽다는 장점이 있다. 본 논문에서는 LabVIEW 기반의 소프트웨어 풍력시뮬레이터를 설계하고, 파라미터 설정변화에 따른 풍력발전량의 변화를 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

### 1. 서 론

최근 화석연료의 고갈과 기후변화협약 등으로 인하여 신재생 에너지에 대한 관심이 집중이 되고 있고, 신재생 에너지원의 증가, 최대 전력 수용의 효율적인 운용, 계통 안정화를 위해 광범위한 투자가 이루어지고 있다. 특히, 에너지가 양방향 형태로 전달되는 신재생에너지원을 이용한 PCS에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.<sup>[1]</sup>

풍력에너지는 일반적으로 풍속의 세제곱에 비례하고 블레이드의 회전 면적에 비례하며, 대기압의 영향도 받는다. 풍력발전기를 이용한 PCS를 구성할 경우, 풍력발전기의 시뮬레이터를 설계하기 어려운 점이 있으며, 이를 쉽게 접근 할 수 있는 프로그램이 필요하다. LabVIEW는 다른 언어에 비해 코드구성이 간단하고, 와이어링(Wiring)을 이용한 코딩을 하기 때문 빠른 설계가 가능하다는 특징이 있다. 또한 다양한 형태의 데이터 모니터링이 가능하기 때문에 직관적인 관찰이 가능하다. 이러한 장점을 이용하여 풍력시뮬레이터를 설계 할 경우 보다 직관적으로 관찰을 할 수 있는 장점을 갖는다.

본 논문에서는 LabVIEW를 이용하여 풍력시뮬레이터를 설계하였다. 풍력발전에 대한 여러 파라미터의 설정변화를 통하여, 출력데이터를 모니터링하고 사용자가 손쉽게 확인 가능하도록 표현하였다.

### 2. 풍력시뮬레이터

#### 2.1 풍력발전의 구조

일반적으로 풍력발전의 에너지 흐름은 바람의 운동에너지가 로터를 통하여 기계에너지로 변환이 되고, 이는 발전기를 통하여 전기에너지로 변환이 된다. 바람은 공기의 흐름이므로 바람이 갖는 에너지는 운동에너지이다. 그러므로 바람의 전력을 구

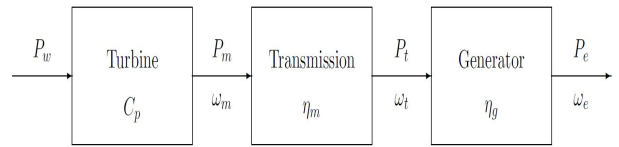


그림 1 풍력의 전달 흐름  
Fig. 1 The flowchart of wind power

하기 위해서는 운동에너지의 식을 파워로 변환시켜야 한다. 출력은 단위시간당의 에너지로 정의되며 다음과 같다.

$$P_w = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (1)$$

식(1)의  $\rho$ 는 공기밀도를 나타내고,  $A$ 는 로터의 회전 면적이며,  $v$ 는 풍속을 나타낸다. 풍력은 로터에 의해 기계 에너지로 변환된다. 기계 에너지는 로터의 효율에 의해 결정이 되며 로터의 효율은 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$C_p = \frac{1}{2} (1 + \lambda)(1 - \lambda^2) \quad (2)$$

$\lambda$ 은 블레이드에 입력되는 풍속과 블레이드를 통과한 풍속의 비율이다. 로터의 이론적 최대 효율은 59.3%이며, 이는 베츠의 법칙(Betz' law)에 의해 증명된다. 풍력발전기의 최종 출력은 로터의 효율  $C_p$ , 샤프트의 전달효율  $\eta_m$ , 발전기의 효율  $\eta_g$ 에 영향을 받으며 식(3)과 같으며, 발전기의 정격 전체 효율은 식(4)로 표현된다.

$$P_e = C_p \eta_m \eta_g P_w \quad (3)$$

$$\eta_o = C_p \eta_m \eta_g \quad (4)$$

#### 2.2 풍력발전시뮬레이터

##### 2.2.1 풍력시뮬레이터 구현

LabVIEW는 컴퓨터를 이용한 제어와 계측 어플리케이션에 최적화 된 솔루션이다. 기존의 텍스트언어와 달리 와이어링을 통하여 설계하는 그래픽언어이다. 하나의 데이터를 여러 가지 형태의 텍스트나 그래프를 통하여 표현가능하다. 그림2는 풍력

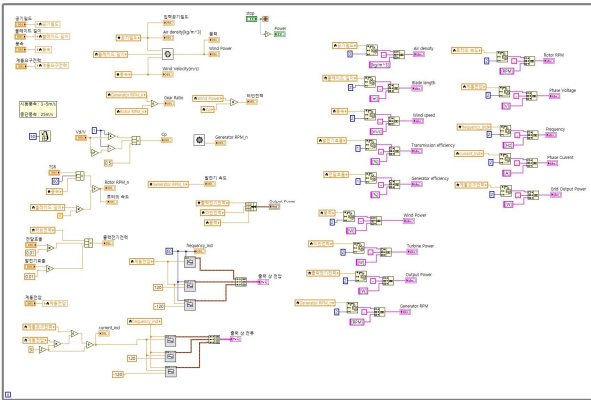


그림 2 풍력시뮬레이터의 블록다이아그램  
Fig. 2 The block diagram of wind-power simulator

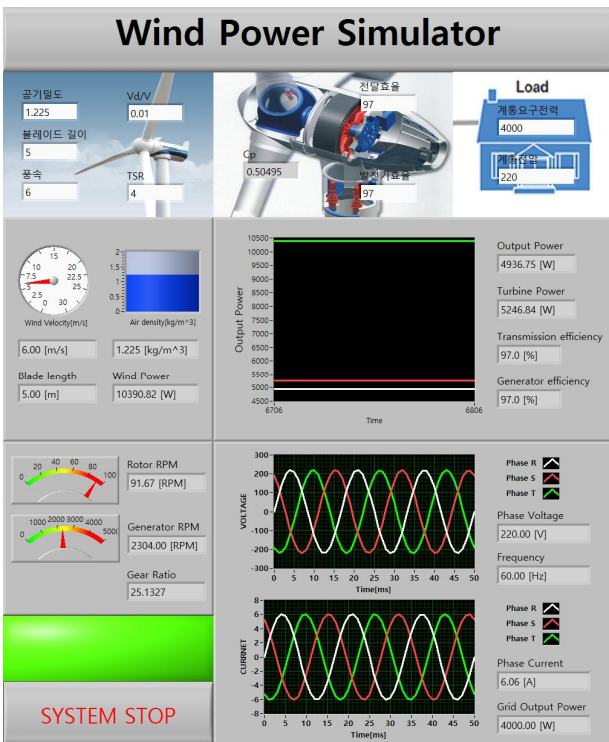


그림 3 풍력시뮬레이터의 프론트패널  
Fig. 3 The front panel of wind-power simulator

시뮬레이터의 프론트 패널이다. 먼저, 풍력발전기의 블레이드 길이, 공기밀도, 풍속, 주속비 및 회전각속도와 풍속의 비율의 입력을 통해 풍력을 설정한다. 로터의 효율은 베츠의 법칙에 의해 계산이 되며, 샤프트의 전달 효율과 발전기의 효율을 입력한다. 마지막으로 계통의 요구전력 및 계통전압에 대해 입력을 하도록 구성하였다. 또한 동기발전기의 SubVI에서 동기발전기의 극수와 주파수, 슬립 입력을 통하여, 발전기의 최소 RPM을 구하고, 로터의 회전수와 맞는 기어 비를 구한다.

### 2.2.2 풍력시뮬레이터 구현 결과

LabVIEW 구현한 풍력시뮬레이터는 이상적인 환경에 구동한다고 가정한다. 공기밀도는  $1.225[\text{kg}/\text{m}^3]$ , 블레이드길이 5m, 풍속 6[m/s], 주속비 및 회전각속도와 풍속의 비율은 0.01%로 설정하였다. 또한 샤프트의 전달 효율과 발전기의 효율을 각각

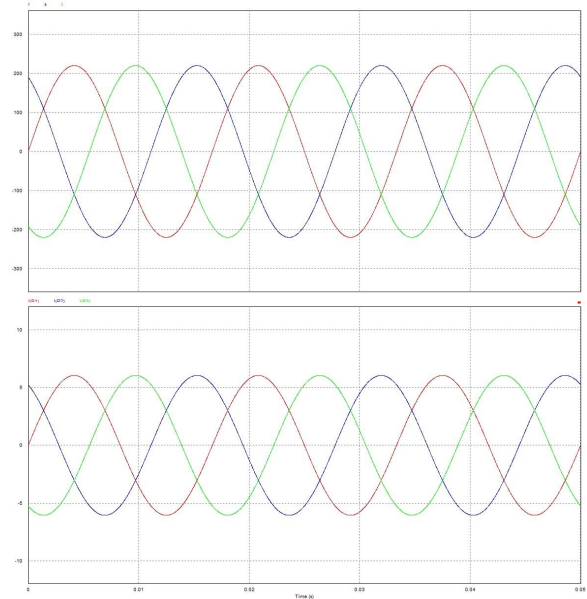


그림 4 4kW의 3상 전압 전류 출력파형  
Fig. 3 The 3-phase voltage current output waveform of 4kW

97[%], 계통의 요구전력은 4[kW], 3상 출력전압은 220[V]로 설정하였다.

시뮬레이터의 실행결과, 로터의 효율은 50.49[%]이고, 풍력은 10.39[kW], 터빈의 전력은 5.246[kW]이며, 최종 출력전력은 4.936[kW]이다. 그림2에서 첫 번째 그래프는 각 발전기 부분의 출력 전력을 비교한 그래프이며, 아래 두 개의 그래프는 계통에 출력되는 3상 전압·전류 그래프이다. 그래프를 살펴보면, 계통요구전력이 4[kW]에서, 출력전압 상전압 220[V], 상전류 6.06[A]의 그래프를 나타내며, 그림4의 PSIM 시뮬레이션 파형과 동일한 파형을 그리는 것을 알 수 있다.

### 3. 결론

본 논문에서는 LabVIEW 기반의 풍력시뮬레이터를 설계하였다. 설계된 풍력 시뮬레이터는 간단한 파라미터 설정을 통하여, 출력전력 및 로터와 발전기의 기어비, 출력전압 및 전류 파형을 실시간으로 관찰이 가능하다는 장점을 가진다. 또한 간단한 수정을 통하여, 실제 발전기의 발전량과 선간전압과 선간전류 등의 정보를 모니터링하고, 실제 풍력발전데이터를 기반으로 풍력발전알고리즘을 적용 시킬 수 있을 것으로 예상된다.

이 논문은 호남광역경제권 선도사업 연구비 지원에 의하여 연구되었음

### 참고 문헌

[1] 김선필, 황정구, 박성준, “BESS기능을 겸비한 PCS시스템 구성” 전력전자학회 2013년도 하계학술대회 논문집, 2013.7, pp 34~35, 2013.