

Deacon 방정식 알고리즘을 적용한 풍속 측정 장치 개발

김상만*, 문채주**, 정문선***, 박병주****, 이경성*****, 박지예*****

*목포대학교 전기공학과(sangses@naver.com), **목포대학교 전기공학과(cjmoon@mokpo.ac.kr),
목포대학교 전기공학과(suny3124@nate.com), *목포대학교 전기공학과(seven-bj@hanmail.net),
*****목포대학교 전기공학과(ksleeday@naver.com), *****목포대학교 전기공학과(9618680@naver.com)

The Development of the Wind Speed Measurement System using Deacon Equation Algorithm

Kim, Sang-Man*, Moon, Chae-Joo**, Jeong, Moon-Seon***,
Park, Byeong-Ju****, Lee, Kyung-Sung*****, Park, Ji-Ye*****

*Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University(sangses@naver.com)
**Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University(cjmoon@mokpo.ac.kr)
***Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University(suny3124@nate.com)
****Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University(seven-bj@hanmail.net)
*****Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University(ksleeday@naver.com)
*****Dept. of Electrical Engineering, Mokpo National University(9618680@naver.com)

Abstract

The feasibility study must be conducted for construction of complex for generation of electric power such as items to get permission and grid connection etc. including wind resource to construct a complex for wind power generation. Since wind power can be used by converting only around 20~40% of energy coming in that kinetic energy of wind passes through blades and driving device into electric energy, when constructing a complex, the survey of wind resource takes up the most important part. Data logger used to measure this wind energy are expressed by calculating generally electromotive that is created from a sensor, variable-type, pulse-type signal to be proper for the actual value, and most data loggers have a type without considering geographical features. Besides, in the case of Met mast that is installed to survey the wind resource, since it is installed lower than the hub height of a wind power generator due to permission matters and the economic factors, the height of wind speed by utilizing Deacon equation is compensated to revise this.

In this study, a device measuring wind speed was made by using algorithm that is possible to compensate the height of wind speed according to regional features and by applying Deacon equation, and the function of data storage through SD card or RS232 communication was added as well. Besides it's possible to check data more easily with a type of graph by using LCD touch screen for the convenience of users.

Keywords : 바람에너지(Wind Energy), 방정식(Deacon equation Deacon), 위드시어(Weed Shea),
(풍력발전기)Wind Turbines

1. 서 론

바람에너지는 태양이 지구의 일정한 표면을 가열할 때 지구의 표면을 덮고 있는 육지, 강, 바다, 산악 등의 밀도가 달라서 태양에너지를 흡수하는 정도가 달라지고 온도차가 발생하여 주변의 공기의 밀도도 달라져서 밀도가 낮은 공기는 상승하고 이를 메우기 위한 공기덩어리의 이동이 곧 바람이며 이 운동에너지를 기계적 운동을 거쳐서 전기에너지로 변환하는 장치를 풍력 발전기라고 할 수 있다.

이러한 풍력 발전기를 설치하기 전에 설치 지역에 타당성 조사가 반드시 이루어지며, 그중에서 전기를 만드는 바람의 운동에너지를 날개 및 구동장치를 거치면서 초기의 유입에너지의 약 20~40%정도만 전기 에너지로 변환되기 때문에 바람에너지 조사가 가장 중요한 부분을 차지하고 있다.

이런 바람 에너지를 계측 하는데 사용되는 대부분의 데이터로거들은 센서에서 발생하는 기전형, 가변형, 펄스형 같은 신호를 실제 값에 맞게 연산하여 표현 하는 형태 이다. 비교 대상으로 NRG 사의 데이터로거인 NRG Symphonie TM 로거 와 NRG 사의 풍속센서인 #200P Wind Direction Vane 를 사용시에 공기에너지 구하는 연산 식을 제공하고 있으면 수식 1과 같다.

$$m/s = (Hz \times 0.765) + 0.35 \quad \text{수식 1}$$
$$[Miles\ per\ hour] = (Hz \times 1.711) + 0.78$$

위의 수식을 보면 지형 특성에 따른 풍속높이 전혀 고려하지 않고 바람에너지에 따른 풍력센서에서 나오는 펄스형 신호를 연산함을 알 수 있다.

물론 장애물이 없는 평지지역 이라면 지형 특성에 따른 풍속높이를 크게 고려하지 않아도 되지만 장애물이 많은 복잡지역 같은 경우에는 지형 특성에 따른 풍속높이 보정이

매우 중요 하다.

그리고 국내의 지형 대부분이 복잡지역이 지형 특성에 따른 풍속 높이 보정이 매우 중요 하다고 할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 Deacon 방정식을 적용하여 지역 특성에 따른 풍속 높이를 보정 가능한 풍속 측정 장치 제작 하고자 한다.

그 외의 특징으로는 터치 LCD를 이용하여 보다 쉽게 데이터 확인이 가능 하면 또한 그래프 형태로도 확인이 가능 하다. 또한 SD카드나 RS232통신을 통한 데이터 저장도 가능하다.

2. 풍속높이 보정 위한 Deacon 방정식

풍속 측정 장치에서는 지형의 특성에 따른 바람 에너지의 오차를 최소화하기 위해 Deacon 방정식을 적용하였다.

지면에서 고도가 높아질수록 밀도가 낮아지는 반면 바람 에너지는 높아진다. 바람 에너지와 높이의 관계는 대수법칙을 따르며, Deacon 방정식으로 정립되어 있다. Deacon 방정식은 대기의 안정도(윈드시어:α)에 따라 할증 정도를 표현한 것으로 수식 2와 같다.

$$U(z) = U(z_a) \times \left(\frac{z}{z_a} \right)^\alpha \quad \text{수식 2}$$

여기서 Z, U(z)는 Z높이와 Z높이에서의 풍속이고, Za, U(za)는 Za높이와 Za높이에서의 풍속이다. 또한, α는 대기안정도를 나타내는 척도로써, 윈드시어 혹은 바람 에너지 할증 계수라고 한다.

Deacon 방정식에 따르면 바람에너지의 할증계수는 지형의 변화(계측지점을 기준으로 기하평균높이)와 지면조도(Roughness)에 의해서 결정되며 이를 수식으로 나타내면 수식 3과 같다.

$$\alpha = a + b \ln(U(z))$$

$$a = \frac{1}{\ln\left(\frac{Z_g}{Z_o}\right)} + \frac{0.088}{1 - 0.088 \ln\left(\frac{Z_a}{10}\right)} \quad \text{수식 3}$$

$$b = \frac{-0.088}{1 - 0.088 \ln\left(\frac{Z_a}{10}\right)}$$

제작 중이 장치에서 바람에너지를 측정 하여 연산처리 하는 부분에 수식 3을 적용 하도록 알고리즘 구성하였다.

3. 하드웨어 개발

장치 제작을 위해서 MCU는 ATmega128을 사용하였다.

또한 풍속센서의 출력 신호 검출 위해서 AD536AUDZ#0953 칩을 이용하여 회로를 구성하였다.

풍력센서의 출력 신호의 노이즈 제거를 위해서 RC 저역통과필터를 회로를 구성하였으며, PSpice을 이용하여 그림 1과 같이 시뮬레이션을 실시하였다.



그림 1 PSpice을 이용한 필터 시뮬레이션 결과

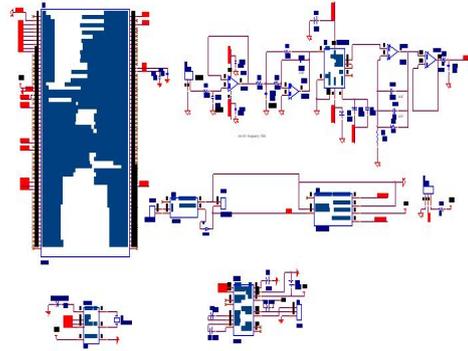


그림 2. 설계 회로도

회로도를 구성은 그림 2와 같으며, Artwork은 그림 3과 같다.

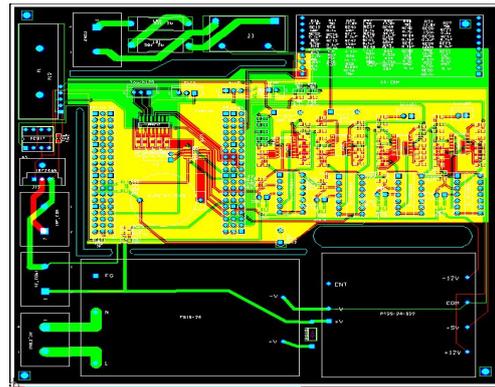


그림 3. Artwork

완성된 시제품은 그림 4와 같다.

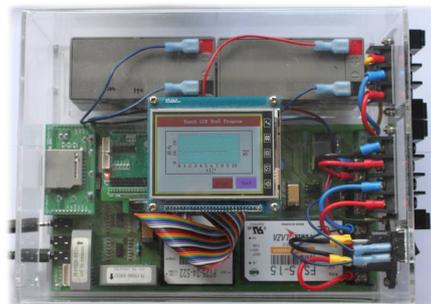


그림 4 시제품

4. 동작 실험

그림 5와 같이 실험 장치를 구성 하여 풍속 센서 출력 신호에 따라서 제작된 장치에 모니터링 및 저장이 되는지 확인하였다.



그림 5 동작 실험

5. 향후 계획

제작한 장치의 데이터 비교를 위해서 그림 6과 같이 IEC61400-1 국제기준에서 인증된 NRG 사의 데이터로거인 3147 NRG Symphonie TM 로거를 사용할 예정이다.



그림 6 NRG 사의 데이터로거

바람에너지 측정을 위해서 그림 7과 같이

IEC61400-1 국제기준에서 인증된 풍속센서인 NRG사의 #200P Wind Direction Vane 사 용할 예정이다.

Description	Sensor type	3-cup anemometer
	Applications	wind resource assessment meteorological studies environmental monitoring
	Sensor range	1m/s to 96 m/s (2.2 mph to 214 mph) (highest recorded)
Output signal	Signal type	low level AC sine wave, frequency linearly proportional to windspeed
	Transfer function	m/s = (Hz x 0.765) + 0.35
	Accuracy	[miles per hour = (Hz x 1.711) + 0.78]

그림 7 NRG 사의 #40C Anemometer

6. 결 론

- (1) Deacon 방정식을 적용하여 지역의 특성에 맞는 높이 보정풍속의 값을 산출 하였다.
- (2) 제작된 장치를 통해 바람에너지의 모니터링 및 저장 되는 것을 확인 하였다.
- (3) 향후 제작된 장치와 NRG사의 데이터 로거를 비교 실험하고자 한다.
- (4) 향후 Deacon 방정식을 미적용한 바람에너지와 적용한 바람에너지 데이터를 수집하여 비교 분석하고자 한다.

후 기

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2010년도 산학연공기술개발사업 (NO. 000430390110)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참 고 문 헌

- [1] 황병선, 최신 풍력터빈의 이해, 2009 편전
- [2] 정의현, 국내풍속보정에 적합한 Deacon 방정식의 기하평균높이 산정방법에 대한 연구, 2010