

2MW급 풍력발전용 블레이드 피치 제어 시스템 개발

Development of pitch control system for 2WM wind turbine

Hee-young Choi*, Ji-su Ryu, Sang-ho Lee

Seoho Electric Co., Ltd

900-3, Hogue 2-dong, Dongan-gu Anyang-city, Kyunggi-do, 431-836, KOREA

Abstract

Wind turbine system is converting wind energy into electric energy. In nature, torque of the blade is nonlinear function. To get a high quality electric power, system needs control of blade angle.

The control of a blade is divided into a stall regulation type and a pitch control type. Pitch control type is more expensive and complicated, but it can make torque of the blade in accordance with variable wind. This paper shows 2MW pitch control system's hardware and electric part.

1. 서 론

피치 시스템은 전기 제어 장치에 의해 초당 수회씩 전력 출력을 측정하여 적정 출력을 초과하거나 감소하게 되면, 출력제어를 위해 즉시 블레이드 제어장치로 신호를 보내 블레이드의 각도를 조정함으로써 항상 일정한 적정 출력을 유지할 수 있도록 하는 시스템이다. 블레이드의 피치 조절을 통해 기동 풍속 이상시 로터의 기동 토크를 충분히 얻기 위한 기동운전, 정격 풍속 이상에서의 정격 출력을 일정하게 유지하기 위한 정격운전, 강 풍속시 또는 저풍속시의 정지와 같은 기능도 수행하게 된다.

풍력 발전 시스템의 전기 및 제어 부분은 발전기, PCS, 피치 제어 시스템 등으로 구분할 수 있다. 본 시스템은 풍력 발전기의 안전 및 부분적인 제어 목적을 위한 블레이드의 피치각 제어를 목적으로 한다. 피치 제어 시스템의 주요기술은 서보 드라이브 기술, 타축 컨트롤러 제어 기술, 모터/감속기 기술, 비상 전원장치용 에너지 저장 장치 기술 등의 요소 기술들로 되어 있다. 이러한 요소 기술들의 많은 부분은 이미 다른 산업 분야에 적용되고 있으나, 국내에서는 아직 기술들을 접목한 제어 시스템은 상용화 되어 있지 않는 상태이다.

본 논문에서는 실제 제작되어진 피치 시스템을 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 피치 제어 시스템의 구성 원리

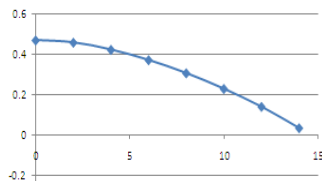


그림1. 피치 시스템에 따른 에너지 효율 곡선 (X: 피치각, Y: Power coefficient)

그림 1과 같이 피치각에 따라서 에너지 효율이 변화한다. 풍력 터빈은 이러한 원리를 이용하여 정격 이상의 풍속에서 피치를 제어하여 에너지량을 조절한다.

2.2 피치 제어 시스템 구성

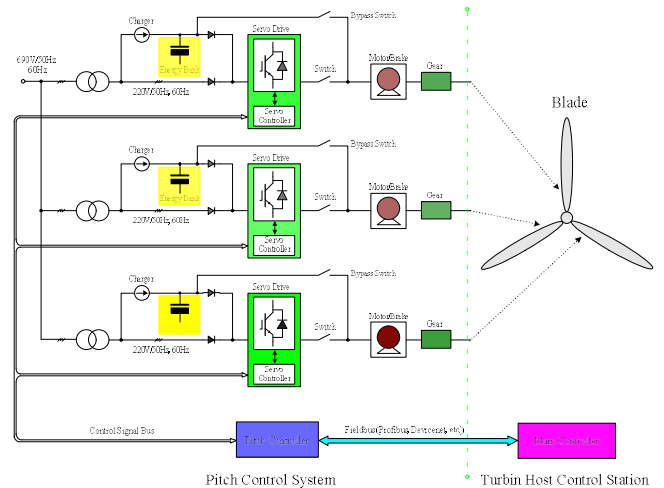


그림2. 피치 시스템 블록 다이어그램

피치 시스템의 그림2와 같이 구성되어 있으며, 상위 제어기(Main Controller)에서 블레이드의 위치 및 상태 지령을 받아 블레이드를 조종하게 되며, 구성의 세부사항은 아래와 같다.

2.2.1 시스템의 요소별 역할

- Pitch Controller Box: 상위 제어기와 통신을 하며, 각 Axis box와의 통신과 전원 공급을 담당한다.

- Axis box: 서보 드라이브 및 비상용 전원장치를 내장하여, 모터를 제어 한다.

- 모터 및 감속기: 블레이드가 연결된 로터 베어링의 회전을 담당한다..

2.2.2 서보 드라이버

- 피치 모터의 구동 및 위치제어를 담당한다.

2.2.3 비상용 전원장치

- 정전 또는 비상상황시 안전한 위치를 보내기 위한 기능을 수행하며, 본 시스템에서는 슈퍼 커패시터와 양방향 DC-DC로 구성되며, 상위 제어기와 CanOpen통신을 한다.

2.2.4 기타

- Fieldbus(Canopen)통신을 하며, 위치 및 속도를 위한 Encoder는 Absolute Encode를 쓰며, SSI(Serial Synchronous Interface) 통신을 한다.

2.3 피치 제어 시스템의 사양 선정

2.2.1 감속기 설계

극한 하중 분포도를 참조하여, 50년에 한번 꼴로 발생하는 돌풍을 고려, 모터의 Brake Capacity와 감속기 적정하중 계산한다.

- 감속기의 정정최대 토크 = 19.7kNm
(Pinion Gear-ratio: 9.6)

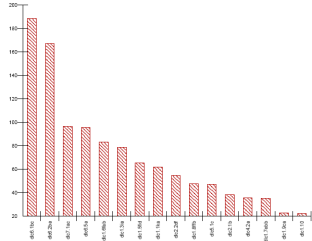


그림3. 극한 하중 분포도

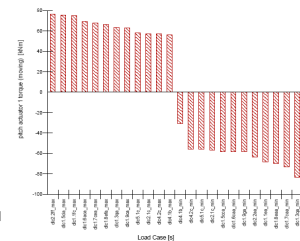


그림4. 운전중 최대 토크

2.2.2 모터 설계

- 최대 토크
모터의 최대 토크는 난류를 포함한 풍속 25m/s 부근 운전중에서의 토크를 기준으로 한다.
계산된 값은 전동기 입력단 기준: 76Nm
- 운전중 토크와 과위를 계산
풍속 25m/s 운전 중 PITCH 모터에 걸리는 순간 Peak Power 를 계산하여 용량은 9.8 kW

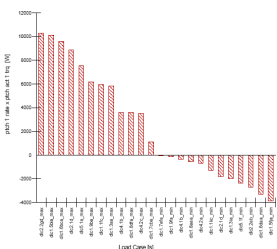


그림5. 운전중 최대 파워

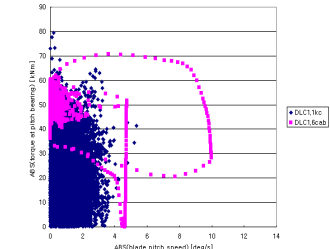


그림6. 운전중 토크와 각속도

2.2.3 전동기 사양

Rated Power	Rated Speed	Rated Voltage	Rated Current	Rated Frequency	Protection Type
9.5kW	2510rpm	400Vac	11.5A	87Hz	IP55

2.2.4 서보 드라이브

위의 모터 설계 자료를 기준으로 아래의 스펙으로 서보 드라이브를 설계 하였다.

Power Rating	Rated Current	Max.Current	Voltage
11kW	22.7A	32.1A	380~460Vac

2.2.5 비상 전원 장치부 (Super Capacitor Bank)

- Feathering 시 최대 에너지 소모 계산 (135kJ)
- 단위셀 2.5 400F을 22직렬 모듈을 제작하고, 모듈을 8직렬로 연결하여 구성한다.
Nominal 440V 2.3F (최대 저장에너지 약 220kJ)
- 모듈별 크기 214 x 295 x 85

2.2.6 비상전원장치부 (양방향 DC/DC Convert)

- 정상 운전시 인버터의 DC 링크단의 전압을 받아 충전하며, 비상운전시 인버터에 전압을 공급한다.

충전 전압	충전 전류	방전전압	방전 전류
400V	5A	560V	25A(peak 50A)

- 방전시 에너지는 방전 중지 전압인 200V를 기준으로 계산하여 138kJ이 되어 설계 사양인 135kJ을 만족한다.

2.3 제작된 피치 제어 시스템의 사진

2.3.1 서보드라이브부 및 비상용 전원장치 (Size 850 * 500 * 300)



2.3.2 시험중인 피치모터 (우측)



2.3.3 감속기 (160.4:1)



3. 결 론

본 논문에서는 실제 제작중인 2MW급 풍력발전기용 피치제어 시스템을 소개하였다. 본시스템의 국산화로 수입대체 효과 및 수입품에 대한 가격인하유도, 국내 풍력발전시스템의 수출시장에 기여할 수 있으며, 단독으로 해외 시장 진출도 바라 볼수 있다. 정책적 측면으로는 에너지 자원 확보를 위한 풍 풍력발전기에 피치제어 시스템이 반드시 사용되어야하는 점을 고려하면, 피치제어 시스템의 사업화는 풍력발전 시스템을 확충하고자 하는 정부 정책의성과를 높일 수 있는 효과를 가져올 것으로 기대한다.

이 논문은 에너지 기술평가원의 핵심기술 개발 연구비 지원 (과제번호:2008T100100453)에 의하여 (주)효성, 코칩(주), (주)서호에서 연구되었음.

Reference

- [1] 황병선: "최신 풍력 터빈의 이해", pp195-206
- [2] 임중환 외.: "풍력발전 시스템의 피치제어 시뮬레이션", 99 춘계학술대회논문집 pp292-297