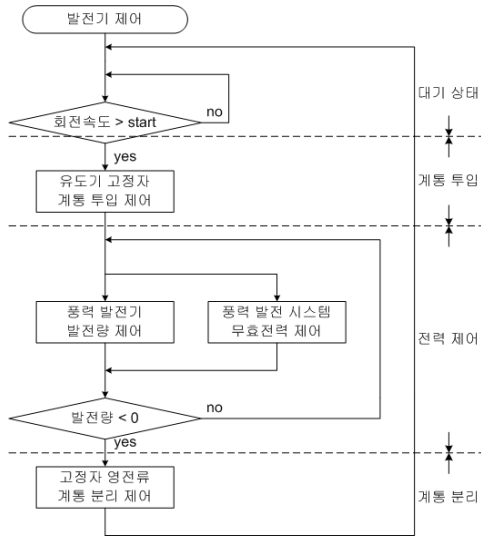


2.3 제어기의 구성

PCU의 제어기는 DSP(TMS320C2812)를 사용하여 구현하였으며, 그림 3과 같은 순서도에 따라서 프로그램을 개발하였다.[3] 그림 3은 계통 전압이 정상상태인 경우로, 계통에서의 사고 또는 기타 요인에 의해서 계통 전압이 비정상상태로 될 경우 별도의 보호 알고리즘이 동작한다.

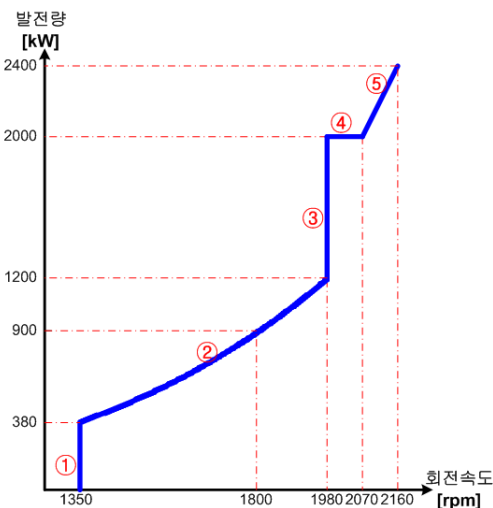


〈그림 3〉 제어 순서도

발전이 불가능한 조건에서 제어기는 DFIG의 고정자를 계통에서 분리시킨 상태에서 컨버터를 동작시키지 않고 발전기의 회전속도를 관측한다. 회전속도가 설정값 이상으로 증가하는 경우 컨버터를 동작시키고 고정자를 계통에 연결한다. 이때, 고정자의 돌입 전류가 0이 되도록 과도 상태를 제어한다.[4] 고정자가 계통에 연결되면 주어진 조건에 따라서 발전량과 무효전력을 제어한다. 발전량이 (-)인 경우, 즉 DFIG에서 전력을 소비하는 상태가 되면 고정자의 전류를 '0'으로 제어하고 고정자를 계통에서 분리한다. 그리고 다시 회전속도를 관측하며 대기상태를 유지한다.

2.3.1 발전량 제어

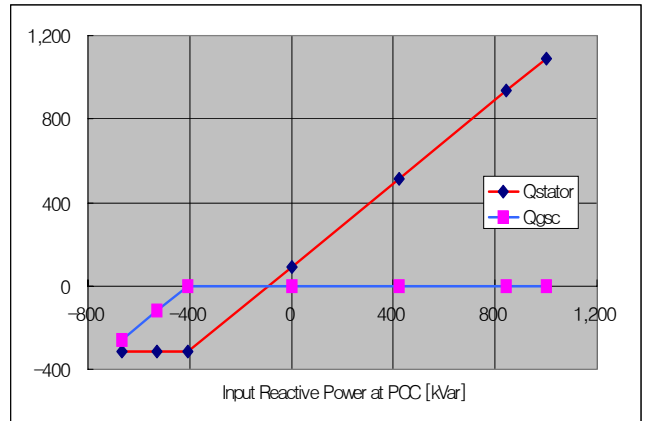
DFIG의 고정자가 계통에 연결된 상태에서 발전량과 회전속도를 분석하여 발전기의 운전 모드를 결정한다. DFIG의 운전 모드에 따른 회전속도와 발전량의 관계는 그림 4와 같다. 회전속도와 발전량에 따라서 운전모드는 5단계로 구분할 수 있다. ①단계는 저풍속에서 최저속도로 일정하게 제어하고, ②단계는 최대 출력점을 추종하여 제어한다. ③단계는 정격 속도로 발전기를 일정하게 제어하고, ④단계는 정격 이상의 풍속에서 발전량을 정격으로 제한한다. ⑤단계는 돌풍 등에 의해서 피치제어기가 충분하게 동작하지 못할 경우 발전량을 증가시킴으로써 회전속도의 증가 기율을 둔화시킨다. 풍속이 서서히 증가하는 경우 발전기는 ①→②→③→④의 순서로 운전모드를 거치며, 풍속이 서서히 감소하는 경우에는 ④→③→②→①의 순서로 운전모드를 변경하여 최종적으로는 대기상태로 전환한다.



〈그림 4〉 발전량 제어 곡선

2.3.2 무효전력 제어

DFIG를 사용한 풍력발전 시스템에서 계통에 공급되는 무효전력은 DFIG 고정자와 GSC에서 발생한다. DFIG 고정자 무효전력은 MSC에서 제어할 수 있으므로 PCU에서 무효전력을 임의로 제어할 수 있다. 개발한 PCU에서는 계통에 공급해야 하는 무효전력의 크기에 따라서 고정자와 GSC에서 무효전력을 그림 5와 같이 분배하도록 제어하였다. 그림 5의 x축은 풍력발전 시스템이 소비하는 무효전력이고, y축은 고정자와 GSC 각각의 무효전력을 의미한다. 만일 풍력발전 시스템의 무효전력이 -406 [kVar]보다 크다면 GSC는 역률 1로 운전하고, -406 [kVar]보다 작다면 고정자 무효전력은 일정하고 나머지를 GSC에서 공급한다. 그림 5는 풍력발전 시스템의 역률이 진상 0.95, 지상 0.89의 범위에서 운전한다고 가정하는 경우로, 만일 PCU의 컨버터를 작게 만들려고 한다면 풍력발전 시스템의 역률 범위를 좁히면 된다.



〈그림 5〉 컨버터의 무효전력 분배

2.3.3 역률과 계통 전압 제어

풍력발전 시스템에서 유효전력은 임의로 제어할 수 없기 때문에, 역률 또는 계통 전압을 제어하기 위해서는 무효전력을 제어해야 하고 무효전력은 그림 5와 같이 분배된다.

3. 결론

본 연구에서는 이중여자 유도형 풍력발전 시스템에서 사용하기 위한 PCU를 설계하였다. 설계 자료를 기초로 PCU의 HW를 제작하고 있으며 DSP에 사용할 제어 프로그램을 개발하고 있다. DSP에 사용할 제어 알고리즘은 PSIM 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 개발된 PCU는 전북 고창에 위치한 한전 실증시험장의 분산전원 시험단지에 설치되어 분산전원이 전력계통에 미치는 영향을 분석하기 위하여 사용할 계획이다.

[참고 문헌]

- [1] GWEC report, "Record year for wind energy : Global wind power market increased by 40.5% in 2005," Global Wind Energy Council, Feb., 2006.
- [2] R. Pena, J. C. Clare, G. M. Asher, "Doubly fed induction generator using back-to-back PWM converters and its application to variable-speed wind-energy generation," IEE Proc.-Electr, Power Appl., Vol. 143, No. 3, pp. 231-241, May 1996.
- [3] 정병창, 송승호, "이중여자 유도형 가변속 풍력발전기 제어 기술," 전력전자학회지 Vol. 11, No. 1, pp. 19-25, 2006.
- [4] 정병창, 권태화 송승호, 김일환, "회전자속 PWM 인버터-컨버터를 사용한 이중여자 유도형 풍력발전기의 계통 투입 알고리즘," 전기학회논문지 Vol 52 No. 10, pp. 528~534, 2003.