

풍력발전기 모델링 및 리미트 MPPT제어기에 관한 연구

(Study on a Limit MPPT Controller for the Modelling of a Wind Power Generator)

강주성* · 고강훈 · 최광주 · 박재윤

(Ju-Sung Kang · Kang-Hoon Koh · Kwang-Ju Choi · Jae-Yoon Park)

요 약

현재 화석연료에만 의존하는 에너지 시장을 변화시키고자 하는 연구가 활발히 이루어지고 있는 가운데 신재생에너지(연료전지, 풍력, 태양광 등)를 복합적으로 활용한 분산전원시스템에 관한 관심이 증가하고 있다. 이 가운데 풍력 발전시스템은 발전효율, 가격 측면 등에 있어 많이 연구되고 있다. 그러나 풍력발전시스템의 경우 난류가 되기 쉽고, 풍향이나 풍속이 수십초의 간격으로 변화하기 때문에, 바람의 에너지를 최대한 이용하는 최대전력점추종(MPPT)제어기의 역할이 가장 중요하다.

본 논문에서는 풍속과 풍차, 전력에 관한 정보를 사용하는 것으로 이전방식보다 간단한 MPPT를 제안하였다. 제안한 제어기는 시뮬레이션을 통하여 정격속도와 가변속도에서 항상 전력의 최대전력점에서 제어기가 동작하고 있다는 것을 검증하였다.

Abstract

Now, the study is activity that the energy market depending on a fossil fuel tend to change different way. In middle of the study compositive use of renewable energy(fuel cell and wind power, solar cell, etc.) is dispersion power system which concern is increasing. But in the case of generation of electric wind power system is changeable to be turbulence and wind and win speed are changeable in several seconds, so making the best of wind energy the MPPT that role in this case is important.

In this paper suggest a MPPT which is making a use of information of wind speed and turning speed, windmill, electric power but it is simpler than former way.

We could verify that a proposed controller working at the highest point of electric power when wind speed is regular speed and changable speed through the simulation.

Key Words : Wind power generator, Renewable energy, Limit MPPT controller

* 주저자 : (주)랩코리아

Tel : 055-277-5095, Fax : 055-277-5098

E-mail : jusung.kang@lappgroup.com

접수일자 : 2006년 11월 17일

1차심사 : 2006년 11월 28일, 2차심사 : 2007년 1월 22일

심사완료 : 2007년 1월 30일

1. 서 론

현재 풍력발전시스템 원천기술은 해외 기술에 의존하고 있고, 실증사업에 활용된 설비 또한 수입된 풍력발전설비를 활용하고 있는 등 자체 기술 개발이

풍력발전기 모델링 및 리미트 MPPT제어기에 관한 연구

시급한 과제로 대두되고 있다.

또한 풍력발전시스템에 대한 연구는 막대한 연구비 부담으로 인하여 연구가 원활히 수행되지 못하는 점과 다양한 종류의 풍력터빈, 발전기 및 전력변환장치 등을 쉽게 모의할 수 있는 풍력발전시스템 시뮬레이터 개발도 미흡한 실정이다.

우리나라는 지형적으로 볼 때 평지가 많아 풍향이 나 풍속이 비교적 안정되어 있는 유럽이나 미국의 환경조건과 비교해 볼 때, 산이 많아 바람은 난류가 되기 쉽고 풍향이나 풍속이 수십초 간격으로 변화되기 때문에 바람의 에너지를 항상 최대한 이용할 수 있는 최대전력점추종(MPPT : Maximum Power Point Tracking)제어가 중요하다.

기존의 풍력발전 제어 시스템은 피치(Pitch)제어 시스템 및 스톨(Stall)제어 시스템 기법이 사용되고 있다. 이 방법은 제어 방법이 복잡하며 출력전력을 정출력으로 제어하는 방법이 아니라 기계적인 방법으로 제어하기 때문에 부가적인 전력변환장치가 필요하게 된다[1-5].

따라서 본 논문에서는 간단한 제어기법을 적용하여 항상 정출력을 얻을 수 있는 최대전력제어기법을 제안하고자 한다.

이 기법은 출력단의 전압 리플을 일정값 이내로 제한함으로써 출력변동이 발생했을 경우에도 안정적으로 최대전력을 출력할 수 있도록 한 것이다. 단 이 기법의 단점은 부하와 바로 직결되어 사용하는 시스템이 아니라 출력을 보상하기 위한 배터리 및 플라이휠과 같은 시스템을 혼용하여 계통과 연계한 시스템일 경우 원활한 효과를 발휘 할 수 있다는 점이다[6-7].

2. 본 문

2.1 풍력발전의 기본이론

2.1.1 풍속의 운동에너지

풍속 V_w [m/s]의 바람이 풍차를 통과했을 때, 단위 시간 당에 그 바람이 가지는 운동 에너지는 식 (1)과 같이 나타 낼 수 있다.

$$\begin{aligned} E_{IN} &= \frac{1}{2} \cdot M \cdot V_w^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot (\rho \cdot A \cdot V_w) \cdot V_w^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V_w^3 \text{ [W]} \end{aligned} \quad (1)$$

여기서 ρ : 공기 밀도 [kg/m³]

A : 수평 면적 [m²]

V_w : 같은 세기의 풍속 [m/s]

M : 공기의 무게 [kg]

M은 1초 사이에 풍차를 통과한 공기의 무게이며, 1초간에 풍차를 통과한 공기의 체적과 공기 밀도의 적을 나타낸다. 그 체적은 풍차의 중심축 부분을 제외한 도넛상의 원주를 말한다.

2.1.2 주속비

주속비는 풍차의 성능을 나타내는 파라미터의 하나로 “유입 풍속에 대한 풍차 주속의 비”로서 정의되며 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다. 예를 들면 풍속 5[m/s]에 대해서 풍차의 주속이 25[m/s]라면, 그 주속비는 5가 된다.

식 (3)은 ω [rad/sec]는 풍차의 기계 각속도, r[m]은 풍차반경, V_w [m/sec]는 풍차에 유입되는 일정한 풍속을 나타낸다.

$$\lambda = \frac{\omega_m R}{v} \quad (2)$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{P} \quad (3)$$

여기서 λ : 주속비

ω_m : 풍차의 회전속도

R : 풍차의 반지름 v : 풍속

2.1.3 전력계수

전력계수는 “유입하는 바람이 가지는 운동 에너지 중에서 풍차를 이용하여 출력가능한 일을 할 수 있는 전력의 비율”로서 정의되어 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다. 다만, E_{out} (출력에너지)는 실제로 얻을 수 있는 전력[W], E_{IN} (입력에너지)는 유입하는 바

람이 가지고 있는 운동에너지이다. 또 이 전력계수에는 벡츠의 한계라고 불리는 공기역학적인 이론 한계치가 존재하며, 그 값은 59.3[%]이다.

그러나 실제의 상한으로서는 최적 설계를 해도 45[%]정도이다.

$$C_P = \frac{E_{out}}{E_{IN}} \quad (4)$$

2.2 제안하는 MPPT제어기

2.2.1 일반적인 풍력발전기용 제어이론

피치제어기(Pitch Controller)는 풍력 발전기의 출력을 일정하게 제어하는 방법으로 날개의 회전면에 대해 각 날개의 피치각을 조절하여 터빈에 가해지는 입력을 기계적으로 제한한다. 피치각이 커지면 날개의 회전속도가 줄어들게 되어 발전기에 전해지는 힘이 약해진다. 피치각의 범위는 0~90[°]이며 날개의 접합부에 리미트 스위치가 있어 이 범위를 넘지 않도록 한다.

피치 제어 방식은 정격 풍속일 때 최대 양력이 발생하도록 회전익의 피치각을 유지하다가 정격풍속 이상의 풍속에 대해서는 회전익의 피치각을 변화시켜 일정 회전수를 유지하도록 제어하는 방식으로서 기계적인 복잡성은 있으나 제어 성능이 양호하기 때문에 널리 이용되고 있다. 전체 시스템의 제어를 위해서는 회전익의 피치각을 제어할 수 있도록 유압제어기의 설계와 회전익의 속도를 제어하여 출력을 제어할 수 있도록 컨트롤하는 출력 제어기의 설계가 필요하다.

피치제어 시스템의 목적은 풍속이 정격 이상일 경우 풍차가 항상 정격출력을 흡수하도록 하는 것인데, 풍속이 정격이상이면 풍차날개의 피치각을 조절하여 풍차가 흡수하는 전력을 제어하는 것을 말한다.

이 방법은 가장 많이 사용되는 방법이지만 유압제어기, 출력제어기등 사용하기 까다롭고 기계적으로도 복잡하다.

2.2.2 제안하는 MPPT제어

제안하는 소형 풍력 발전기를 위한 간이 최대 전

력점추종시스템의 구성 회로도를 그림 1에 나타내었다.

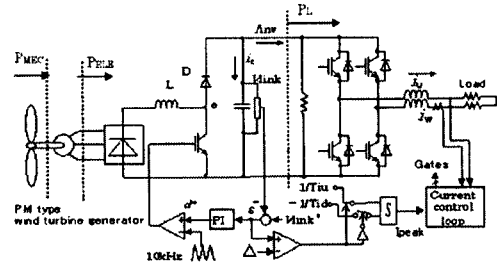


그림 1. 제안하는 시스템의 구성 회로
Fig. 1. A configuration circuit of proposed system

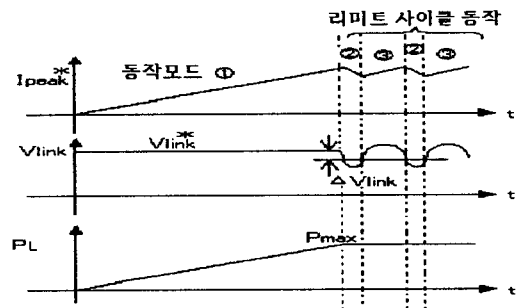


그림 2. 제안하는 MPPT 기법의 이상적인 동작 파형
Fig. 2. Ideal operation waveform of proposed MPPT method

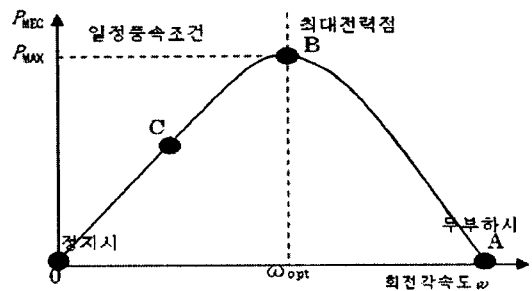


그림 3. 풍차의 회전각속도와 축-출력의 관계
Fig. 3. Relation of a axis-output and velocity of windmill

PWM 인버터로 구동되는 송풍기에 의해 영구자석형 동기 발전기의 축으로 직결된 풍차를 구동시킨다. 사용된 발전기의 최대 출력은 내부 손실도 부하 전력의 일부라고 생각하여 출력으로 환산하는 것은

로, 최대 회전 속도에 대해 약 50[W]이다. 교류로 얻을 수 있는 발전 전력은 발전기 내부의 다이오드 브리지에 의해 정류 되고 승압 초퍼를 삽입하여 직류 링크부의 평활용 커패시터에 공급된다. 직류 링크부는 승압 초퍼부에서의 PI(비례 적분) 전압 피드백 제어의 기능에 의해 항상 60[V]의 일정전압을 유지한다. 여기에서는, 그 전압 제어의 완화시간을 $\tau_{d1}[s]$ 라고 정의한다.

2.3 동작해석

그림 2는 전압 제어형 리미트 사이클 MPPT 법의 동작원리를 나타낸 것이다. 초퍼부와 인버터부는 공통의 직류 링크 전압 오차 ϵ_v 에 의해 제어된다. 출력 전력이 최대치에 이르지 않았을 때에는 전류 지령값을 램프상으로 천천히 증가시킨다. 이 동작은 적분기에 정의 일정치 $1/T_{id}$ 를 입력함으로써 이루어지며, 그 시간 변화의 비율은 완화시간 $T_{id}[s]$ 에 의해 조절된다. 그리고 출력 전력이 그 풍속에 대하여 출력 가능한 최대값을 넘으면, 전력의 수급 평형이 무너지게 된다. 이때 이미 승압 초퍼부에서의 전압 제어는 효과가 없게 되며, 직류링크 전압은 급격하게 저하하게 된다.

또한 지정된 전압 오차가 되는 일정한 값에 이르면, 전류 지령값의 기울기를 정의 값에서 부의 $-1/T_{id}$ 값을 인가하여 전류 지령치를 감소시켜 직류 링크 전압을 다시 상승시킨다.

여기서, 부의 기울기의 크기는 완화시간 $T_{id}[s]$ 에 의해 조절된다. 이와 같이 정상 상태에서는 최대출력 전력의 부근에서 소위 리미트 사이클이라 부를 수 있는 비선형 지속 진동 동작하게 된다. 다만, 그 진동 폭은 동작점의 평균치에 비하여 충분히 작고, 제어기 동작상에 있어 큰 악영향은 없다. 이상과 같이 본 방식에서는 풍속 · 회전수 · 전력의 검출이 필요 없이 간단히 직류링크단의 전압오차를 이용하여 최대전력점을 추종하게 된다.

그림 3은 어떤 일정 풍속 조건하에 풍차의 회전 각 속도와 축-출력의 일반적인 특성 곡선을 나타낸 것이다. O는 정지시, A는 무부하시, B는 최대 전력점에서의 동작점을 각각 나타낸 것이다. 그림 1과 그림

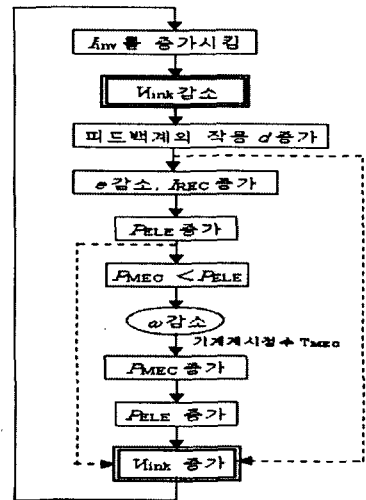


그림 4. 동작점 A-B상에서 유지 메카니즘(동작 모드 ①)
Fig. 4. Mechanism for maintenance on operation point A-B(Operation mode ①)

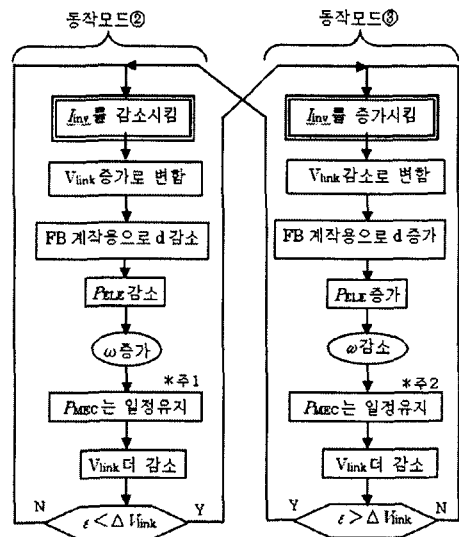


그림 5. 동작점 B상에서 유지 메카니즘(동작 모드 ②, ③)
Fig. 5. Mechanism for maintenance on operation point B(Operation mode ②, ③)

2를 근거로 하여 본 시스템의 동작 원리를, 동작점이 (i) A-B의 도상에 있는 경우, (ii) B상에 있는 경우, (iii) B보다 좌측의 B-O상의 임의의 점 C상에 있는 경우로 각각 나누어 설명한다.

2.3.1 동작점이 A-B의 도상에 있는 경우

이 동작 모드 ①에서는, 그림 1에서 인버터의 전류 진폭 지령(I_{peak}^*)를 연산하는 적분기의 입력으로 정의 값($1/T_{iu}$)가 입력된다. I_{peak}^* 는 그림 2와 같이 직선으로 증가되며 전력(P_L)도 증가한다. 이 때, 콘덴서 전압(V_{link})은 피드백제어에 의해 일정하게 유지되는 것을 그림 4에 나타내었다.

무부하 상태 A로부터, I_{inv} 를 증가시키게 되면 V_{link} 가 감소한다. 피드백 동작에 의해 시비율 (d)가 증가하게 되고, 이것에 의해 오차 (e)가 감소, 정류단 출력 전류(I_{REC})가 증가하여 출력전력(P_{ELE})이 감소하게 되어 풍차의 회전수 (ω)가 감소한다. 그러면 그림 3의 특성 곡선과 같이 풍차의 기계적 출력(P_{MEC})가 증가되고, P_{ELE} 도 증가하면 V_{link} 가 회복하여 일정하게 유지된다.

2.3.2 동작점이 B상에 있는 경우

그림 2에서 P_L 가 P_{MAX} 에 이르면, V_{link} 는 급격히 감소한다. 그리고 제어 전압 오차(e)가 제한값(ΔV_{link})에 이르면, I_{peak}^* 를 연산하는 적분기의 입력은 정의 값 $1/T_{iu}$ 로부터 부의 값 $-1/T_{id}$ 로 전환된다.(동작 모드②). 이 후에 ε 가 감소하여 $\varepsilon < \Delta V_{link}$ 의 관계가 성립되면 적분기의 입력은 다시 정의 값 $1/T_{iu}$ 가 되고(동작 모드③), 이와 같은 동작의 반복에 의해 본 논문에서 리미트 사이클이라 부르는 비선형 자려 발진을 일으킨다.

그림 5는 동작점 B의 부근에서의 리미트 사이클이 발생하는 것과 이에 따른 회전 각속도(ω)가 최적치(ω_{opt})로 유지되는 메카니즘을 나타낸 것이다. 동작 모드 ③상태에 대해, I_{peak}^* 의 증가에 의해 I_{inv} 를 증가시켜 가면 V_{link} 가 급격히 감소하게 된다. 피드백제의 작용에 의해 시비율 (d)는 증가하여 P_{ELE} 가 증가하기 때문에 회전 각속도 (ω)는 감소한다. 그러나 동작점 B 근처에서는 그림 3의 특성 곡선의 기울기는 평탄하기 때문에 $P_{MEC} \approx P_{MAX}$ 는 일정하게 되고, 동작 모드 ①에서의 동작과 같이 ω 가 감소해도 P_{MEC} 의 전력은 증가하지 않고, P_{MAX} 의 전력도 증가하지 않는다. 따라서 V_{link} 는 더 감소하며, 전압 오차 (ε)도 증가하므로, 곧 $\varepsilon < \Delta V_{link}$ 의 관계가 성립되고, 적분기 입력이 정에서 부로 변환함으로써 동작 모드 ②로

이행한다.

동작 모드 ②에서는 동작 모드 ③과는 대칭적인 동작이 되어, ΔV_{link} 의 증가, 즉 전압 오차 (ε)의 감소에 의해, $\varepsilon < \Delta V_{link}$ 의 관계가 성립하게 되면 적분기 입력이 부에서부터 정으로 변환됨으로써, 다시 동작 모드 ③으로 이행한다.

이상과 같이 리미트 사이클이 만들어지는 상태에 있어서 회전 각속도 (ω)도 리미트 사이클의 주파수로 변동되지만, ω 와 관계없이 $P_{MEC} \approx P_{MAX}$ 가 일정하기 때문에 기계계로부터 전기계로의 에너지 수수는 이루어 지지 않는다.

2.3.3 동작점이 B-O 위인 C에 있는 경우

동작점 C에서의 동작 메카니즘은, 그림 5에 대해 동작 모드 ②의 ※주 1의 부분을 「 P_{MEC} 는 감소한다,」 동작 모드 ③의 ※주 2의 부분을 「 P_{MEC} 는 증가한다,」라고 바꾸어 설명할 수 있다. 지금, 동작점 C에서의 동작이 동작 모드 ③에서 부터 시작된다고 하면, 앞의 동작점 B에서의 경우와 같은 메카니즘에 의하여 곧 동작 모드 ②로 이행한다.

V_{link} 전압 오차가 ΔV_{link} 보다 클 때($\Delta V_{link} < \varepsilon$)는 동작 모드 ③을 계속하여 점 C로부터 점 B로 이동하게 된다.

3. 시뮬레이션 결과 분석

그림 6은 시뮬레이션 회로도를 나타낸 것이다. PSIM을 이용하여, 풍차의 모델은 앞서 주어진 풍력 발전기의 관계식을 이용하여 만든 블록을 이용하여 제안한 제어를 시뮬레이션하였다.

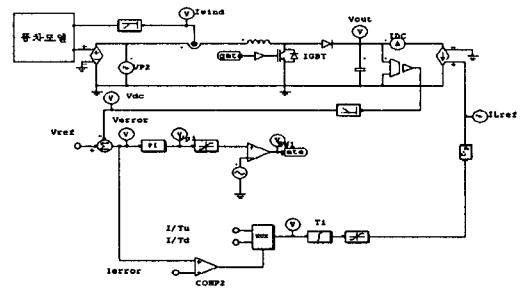


그림 6. 시뮬레이션 회로도
Fig. 6. Simulation circuit diagram

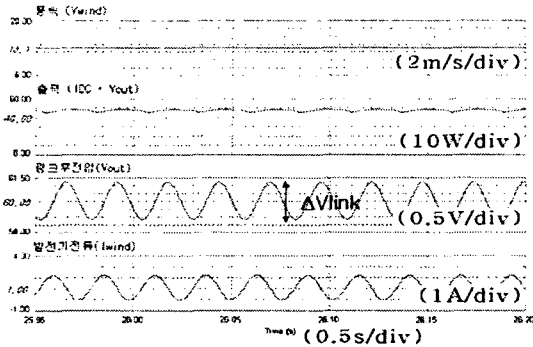


그림 7. 등가풍속 13.1[%]일 때 각 파형
Fig. 7. Each waveform at equivalent wind velocity 13.1[%]

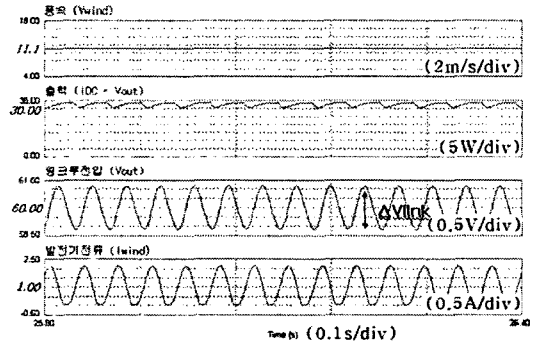


그림 8. 등가풍속 12[%]일 때 각 파형
Fig. 8. Each waveform at equivalent wind velocity 12[%]

리미트 사이클 방식의 MPPT제어기 블록에서는 링크부 전압 오차가 0.5[V]이상일 때, 전류를 5[A]의 기울기로 감소시킨다. 링크부의 전압 오차가 1.0[V]미만일 때, 전류를 0.5[A]로 증가시킨다. 그림 7은 풍속이 13.1[%]인 정상 상태에서의 시뮬레이션 결과 파형을 나타낸 것이다.

그림 8은 풍속 12[%]일 때, 시뮬레이션 결과파형을 나타낸 것이다. 링크부 전압에서 지령치 60[V]로 자려발진이 일어나고 있다는 것을 알 수 있다. 이 진동은 리미트 사이클이 정상적으로 동작하고 있다는 것을 알 수 있다. 더불어 링크부 전류의 파형으로부터 링크부 전압의 파형으로 전압오차가 1[V]를 넘으면 전류의 지령치가 증가상태에서 감소상태로 변화하고 있는 것을 알 수 있다.

그림 9는 풍속 11.1[%]일 때 시뮬레이션 결과파형

을 나타낸 것이다.

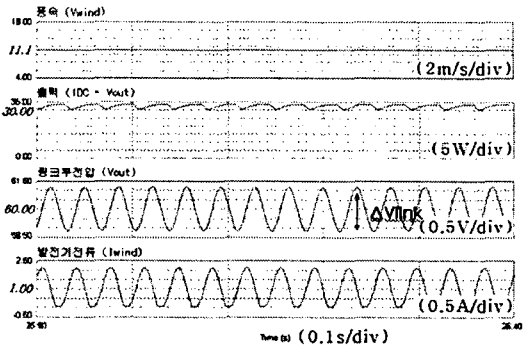


그림 9. 등가풍속 11.1[%]일 때 각 파형
Fig. 9. Each waveform at equivalent wind velocity 11.1[%]

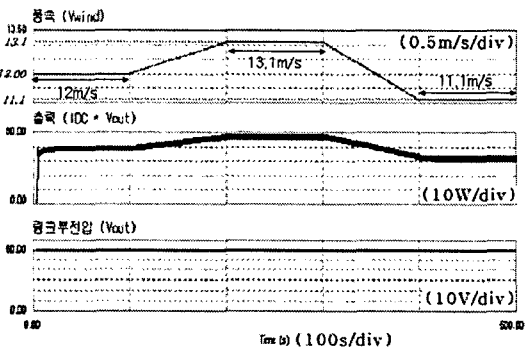


그림 10. 풍속을 변화했을 때의 각 부 파형
Fig. 10. Waveform of each part at a variable wind velocity

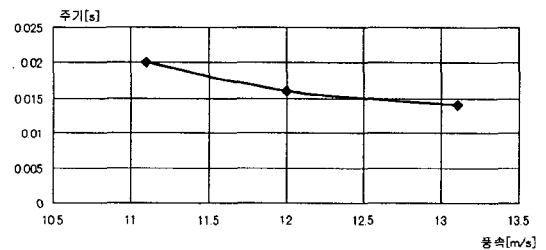


그림 11. 풍속 변화와 리미트 사이클 주기와와의 관계 그래프
Fig. 11. The relation graph between a variable wind velocity and limit cycle period

그림 10은 풍속을 12[%]에서 13.1[%]로 다시 11.1[%]로 변화시켰을 경우의 결과 파형이다. 링크부의 파형에서 알 수 있듯이 항상 60[V]로 유지된다

는 것을 알 수 있다. 출력전압은 각 각 풍속에서 11.1[%]일 때는 출력이 33[W], 풍속이 12[%]일 때는 약 39[W], 풍속이 13.1[%]일 때는 약 48[W]가 출력 되는 것을 나타내고 있다. 이 파형으로부터 출력이 풍속에 따라 잘 추종하고 있다는 것을 알 수 있다.

그림 11은 각각 풍속을 변화시켰을 때의 리미트 사이클 주기를 나타낸 것이다. 풍속 13.1[%]때의 리미트 사이클 주기는 0.014[s], 풍속 12[%]시에는 0.016[s], 풍속 11.1[%]시에는 0.02[s]가 된다는 것을 시뮬레이션 결과 알 수 있었다. 따라서 제안한 제어 기는 풍속의 변화에 따라 최대 전력을 추종 제어된다는 것을 확인하였다.

4. 결 론

이상과 같이 본 논문에서는 풍속센서, 회전속도센서, 입출력 전력의 연산이 필요하지 않는 간단한 MPPT 제어기법을 제안하였다. 제안한 기법의 타당성을 검증하기 위하여 PSIM을 통하여 풍력발전기 모델 및 제어기를 설계, 시뮬레이션 하였다. 그 결과 계통연계 인버터 링크 전압 센서와 계통측 전류 센서만을 요구하기 때문에 간단한 MPPT제어기의 구성이 가능하였다.

향후 시작품 제작을 통하여 실제 계통과 연계시 특성을 분석함으로써 보다 폭넓은 분야에서 활용가능성을 검토하고자 한다.

이 논문은 산업자원부에서 시행한 전력산업 인프라구축 지원 사업으로 수행된 논문입니다.
이 논문은 산업자원부의 전력산업고급인력 해외연수지원에 의해 연구 되어진 논문입니다.

References

[1] Sang-Geun Han, Min-won Park, In-Keun Yu : "Syudy on the simulation for synchronous generator type wind power system using PSCAD/EMTDC", ICEE, Vol. 1, pp. 161-165, 2002.
[2] Sachin Jain, Vivek Agarwal : "A New Algorithm for Rapid Tracking of Approximate Maximum Power Point in Photovoltaic Systems", IEEE POWER ELECTRONICS LETTERS, VOL. 2, NO.1, pp. 16-19, 2004. 3.
[3] Mohammad A.S. Masoum, Hooman Dehbonei, and Ewald

F.Fuchs : "Theoretical and Experimental Analysis of Photovoltaic Systems With Voltage-and Current-Based Maximum Power Point Tracking", IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, VOL. 17, NO.4, pp. 514-522, 2002. 12.
[4] E.Muljadi and C.P. Butterfield : "Pitch-controlled Variable Speed Wind Turbine Generation", IEEE Transactions on Industry Application, Vol. 37, No. 1. pp. 240-246, Jan./Feb. 2001.
[5] Kang-Hoon Koh, M.Matsui : "An Investigation of Limit cycle MPPT control for Battery charger by Current-Control-Loop Error Signal", JIASC2005, 13417342, Aug. 2005.
[6] Ju-Sung Kang, Nabil A. Ahmed, Kwang-Joo Choi, Hyun Woo Lee and Mutsuo Nakaoka : "Pulse Modulated AC Voltage Regulator Using Bidirectional Active Switches with Different Control Strategies" ICEMC2005(the eighth International Conference on Electrical Machines and system), pp. 1107-1111 , 2005. 09. 27-29, 2005. Nanjing, China.
[7] Ju-Sung Kang, Khairy Fathy, Doo-Sung Hong, Ki-Young Suh, Hyun-Woo Lee, Mutsuo-Nakaoka : "A New High Frequency Linked Soft-Switching PWM DC-DC Converter with High and Low Side DC Rail Active Edge Resonant Snubbers for High Performance Arc Welder" 2006년도 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환시스템부문회 춘계 학술대회 논문집, pp. 281 -283, 2006.

◆ 저자소개 ◆

강주성 (姜周成)

1979년 9월 8일생. 2005년 경남대학교 전기전자공학부 졸업. 2007년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 LAPP KOREA 재직.

고강훈 (高康勳)

1970년 8월 14일생. 1997년 경남대학교 전기공학과 졸업. 2000년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2003년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2004년 경남대학교 전기에너지 절약연구센터 연구원. 2005년 동경공예대학 객원 연구원.

최광주 (崔光珠)

1954년 7월 18일생. 1984년 경남대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 2004년 경남대학교 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정. 광득종합건설주식회사 대표이사. 창신대학 겸임교수. 조명설비학회 산학협동 이사.

박재윤 (朴在潤)

1960년 4월 15일생. 1986년 경남대학교 전기공학과 졸업. 1991년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1995년 캐나다 McMaster University 응용 물리학과 Post-Doc., 1992년~현재 경남대학교 전기공학과 교수. Journal of Advanced Oxidation Technology Edit Board.