

개선된 AFD기법의 모델링 및 분석

이기옥¹, 유병규², 유권중², 최주엽¹, 최 익³

1 광운대학교 전기공학과, 2 한국에너지기술연구원 태양광연구단, 3 광운대학교 제어공학과

Modeling and Analysis of modified active frequency drift method

K.O Lee*, B.G. Yu**, G.J. Yu**, J.Y. Choi*, I. Choy*
Kwangwoon Univ.*, Korea Institute Energy Research**

ABSTRACT

본 논문은 신재생에너지원 중 태양광을 이용한 계통연계형 PV PCS의 단독운전 검출 성능을 극대화하고, 출력전력의 품질 외곡을 최소화 할 수 있는 개선된 능동 주파수 변이기법의 최적 외란의 크기를 모델링, 시뮬레이션 및 실험을 통하여 검증하고, 이를 근거로 계통 보호 협조 및 안전을 위한 단독운전 검출 기법의 설계방법을 제시하고자 한다.

1. 서 론

최근 정부의 적극적인 녹색성장을 위한 정책의 일환으로 관심이 고조되고 있는 가운데 신재생에너지원을 이용한 시스템에 대한 연구와 산업계의 개발이 활성화 되고, 그 시장규모가 빠른 속도로 성장하고 있다. 그 중 태양광, 연료전지, 풍력 등의 전기가 아닌 형태의 에너지를 전기에너지로 변환하여 계통으로 연계하는 계통연계형 인버터는 분산전원시스템의 아주 중요한 장치이다.

이러한 계통연계형 인버터의 성능 중 단독운전 검출 기능은 계통과의 보호 협조 및 계통측 유지보수 인명의 안전사고 방지 등에 필수 기능으로 계통연계형 분산전원의 확대보급으로 인하여 단독운전 발생에 대한 확률이 점점 높아지고 있는 추세이다. 그러므로 단독운전 검출기법 내지 방지기법에 대한 연구가 매우 활발한 상태이다. 본 논문에서는 기존 단독운전 검출 기법인 능동 주파수 변이기법(active frequency drift)에 비하여 영전류 출력이 없는 개선된 능동 주파수 변이기법을 제시하고, 이 기법의 특성을 모델링과 시뮬레이션으로 그 타당성과 특징을 살펴보려 한다.

2. 개선된 능동 주파수 변이기법

2.1 모델링

개선된 능동 주파수 변이기법(이하 MAFD기법)의 기본 파형은 그림 1과 같이 기존의 능동 주파수 변이기법에 비하여 계통전압의 한 주기 동안 출력되는 전류에 영전류(dead time) 출력구간이 없는 것이 가장 큰 차이점이다. MAFD기법의 주파수 변이량은 식 (1)의 외란에 대한 정의식을 이용하여 인가하는데, 이 식 (1)의 정의식은 기존 AFD기법의 chopping fraction과 동일하다. 이러한 정의식을 이용하여 이 외란이 출력전력에 미치는 영향을 산출하기 위해서 외란이 존재하지 않을 경우와 존재할 경우에 출력전력의 크기는 동일하다는 전제하에 모델링을

하였다.

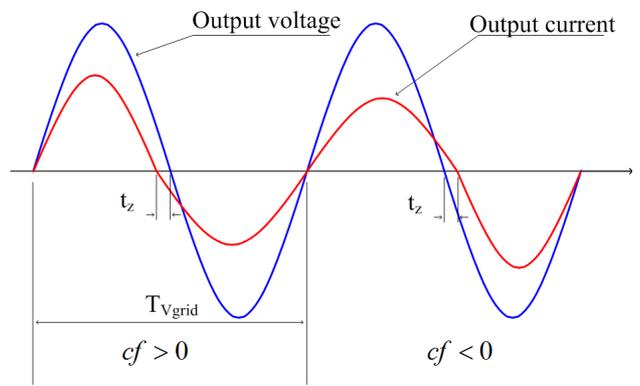


그림 1 개선된 AFD기법의 파형
Fig. 1 Waveform of modified AFD

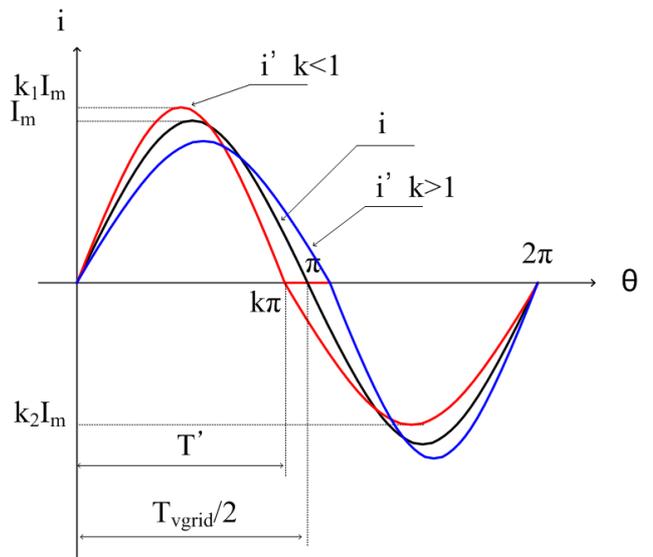


그림 2 개선된 AFD기법의 전류 파형
Fig. 2 Output current waveform of modified AFD

$$cf = \frac{T - T'}{T} \quad (1)$$

$$k = 1 - cf \quad (2)$$

$$i = I_m \sin(\theta) \quad (3)$$

$$i' = \begin{cases} k_1 I_m \sin\left(\frac{\theta}{k}\right) & 0 < \theta \leq k\pi \\ k_2 I_m \sin\left(\frac{\theta - 2\pi}{2 - k}\right) & k\pi < \theta \leq 2\pi \end{cases} \quad (4)$$

$$k_b = \frac{\sqrt{2\{1 + \cos(k\pi)\}}}{\sin(k\pi)} \quad (5)$$

기본 정의식은 식 (2)부터 식 (5)를 이용하여 각각 계산한 외란에 의한 출력전류의 고조파 왜형률은 식 (6)과 같고, 고조파 왜형률, 역률, 변위역율, 기본파역률을 외란에 의한 비율로 나타내면 그림 3, 그림 4와 같다.

$$THD = \sqrt{\frac{k k_1^2}{2(2-k)} - \frac{k_b^2}{2}} \quad (6)$$

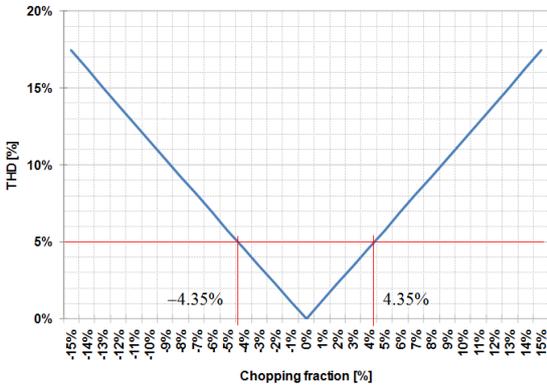


그림 3 개선된 AFD기법의 cf에 의한 출력전류 고조파 왜형률
Fig. 3 Output current total harmonic distortion of M-AFD

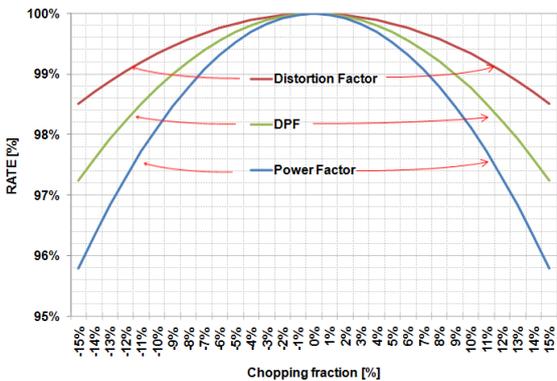


그림 4 개선된 AFD기법의 cf에 의한 역률, 변위역율
Fig. 4 Power factor and distortion factor of M-AFD

2.2 시뮬레이션

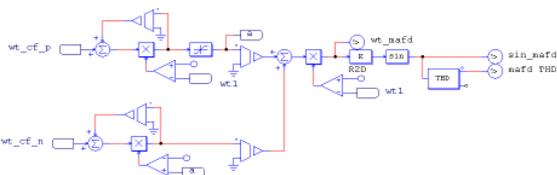


그림 5 개선된 AFD기법 시뮬레이션 회로
Fig. 5 Simulation circuit of M-AFD

모델링이 정확히 수행되었는지 확인하기 위해 PSIM을 이용하여 시뮬레이션을 하였다. 시뮬레이션 회로는 인버터의 PWM 스위칭에 의한 영향을 제거하기 위해 그림 5와 같이 인버터를 전류원으로 가정하여 시뮬레이션을 하였다. 외란에 의한 출력전류의 고조파 왜형률에 대한 영향에 대하여 시뮬레이션 결과와 모델링 결과를 비교하면 그림 6과 같이 모델링이 잘 수행됨을 알 수 있다.

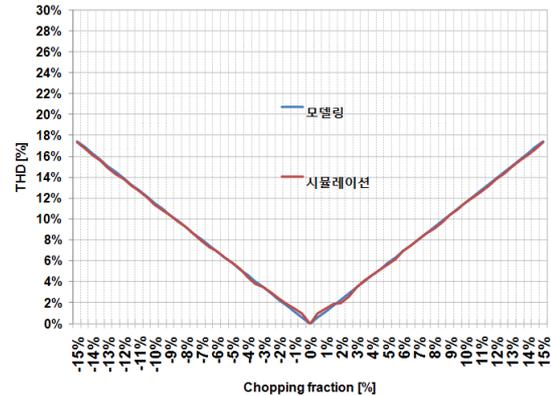


그림 6 개선된 AFD기법의 시뮬레이션 결과와 모델링 비교
Fig. 6 Comparison of simulation and modeling in M-AFD

3. 결 론

영전류 출력구간이 없는 개선된 능동 주파수 변이기법에 대하여 외란에 의해 출력전력이 영향을 받는 요소를 모델링과 시뮬레이션을 통하여 분석하였다. 분석결과 인가하는 외란에 의해 출력전류의 고조파 왜형률은 외란의 극성에 상관없이 모두 동일한 기울기로 인가되는 것을 알 수 있다. 향후 실험을 통하여 개선된 능동 주파수 변이기법에 대한 신뢰성을 확보할 계획이다.

참고 문헌

- [1] Ropp, M.E., Begovic, M., Rohatgi, A., "Analysis and performance assessment of the active frequency drift method of islanding prevention," Energy Conversion, IEEE Transactions on, Volume: 14, Issue: 3, pp. 810–816, Sept. 1999
- [2] 정영석, "태양광발전용 계통연계형 인버터의 단독운전 검출 기법", 2006년 박사학위 청구논문