

IEEE 1547a 전압기준에 대한 Fault Ride-through 요구사항에 관한 고찰.

이윤민, 이일용, 윤선재, 박아련, 김희중, 조주현, 김영민
LS산전

A study on requirement of fault ride-through about voltage on IEEE 1547

Yoon-min Lee, Il-yong Lee, Sun-jae Yoon, Ah-ryeon Park, Hee-jung Kim, Joo-hyun Cho, Young-min Kim
LS Industrial System

ABSTRACT

본 논문에서는 미국의 분산전원 연계용 PCS에 적용되는 Grid Code인 IEEE1547 Amendment의 fault ride-through에 대해 기술한다. IEEE 1547은 2014년 Amendment가 발행되었으며, 전압/주파수에 대한 사고 판단 능력이 업데이트 되어 fault ride-through의 범위가 변경되었다. 개정된 IEEE1547a의 기준을 분석하고, 이를 적용한 fault ride-through 기능을 PSIM 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.

1. 서론

현재 전 세계적으로 전력품질의 유지 및 전력계통의 안정화를 위해 ESS(Energy Storage System)의 설치가 확산되고 있으며, 전력사업에 활용하는 사례가 증가하는 추세이다. 미국, 호주, 영국, 독일, 일본, 중국 등 전 세계적으로 ESS 활용을 위해 다양한 분야에서 실증사업을 진행 중이며, 피크수요 저감을 중심으로 지속적으로 증가 할 전망이다. 일례로 캘리포니아 주는 '10년 9월, 세계 최초로 캘리포니아 주 내의 3대 발전사업자에 '20년까지 1,325MW의 ESS 설치 의무화 법안을 제정하였다.

미국 내의 분산전원 연계용 PCS(Power Conditioning System)에 적용되는 Grid Code는 IEEE 1547이며 2014년 Amendment가 개정 되었으며, 전압/주파수에 대한 사고판단 능력 등이 업데이트 되어 FRT(fault ride-through)의 범위가 변경되었다. 본 논문에서는 개정된 IEEE 1547a 기준을 분석하고 변경된 기준에 대한 FRT 기능을 검증하였다.

2. 본론

2.1 IEEE 1547 Amendment 전압 규정

IEEE1547a는 IEEE1547의 개정된 버전이며, IEEE 1547의 전압에 대한 보호레벨은 아래의 표 1과 같고, 개정 후에 IEEE 1547a의 전압에 대한 보호레벨을 표 2에 나타내었다. 아래 두 개의 표를 통해 전압 범위의 변화 및 clearing 시간에 대한 변화를 비교할 수 있다.

표 1 비정상 전압에서의 상호응답시스템

Table 1 Interconnection system response to abnormal voltages

Voltage range (% of base voltage)	Clearing time (s)
$V < 50$	0.16
$50 \leq V < 88$	2.00
$110 < V < 120$	1.00
$V \geq 120$	0.16

표 2 개정된 비정상 전압에서의 상호응답 시스템

Table 2 Revised Interconnection system response to abnormal voltage

Voltage range (% of base voltage)	Clearing time : adjustable up to and including (s)
$V < 45$	0.16
$45 \leq V < 60$	11
$60 < V < 88$	21
$110 < V < 120$	13
$V \geq 120$	0.16

모든 전압은 표에 명기된 시간 내에 동작이 재기 되지 않으면 PCS는 발전을 멈추어야 한다. 계통 사업자와 PCS의 상호 동의 하에 전압 및 clearing 시간 트립의 세팅이 허용된다. 300W미만의 PCS에서는 전압 set point와 clearing 시간이 고정되거나 현장에서 변경 가능하여야 하며, 300W이상 시에는 현장 변경만 가능해야 한다. 개정 전 PCS는 최대 용량 30kW이었지만 개정 후 PCS은 300W로 변경되었다.

2.2 모의 실험 및 결과

상기 IEEE1547a의 전압 보호레벨에 따른 FRT 검증을 위한 시스템을 PSIM 시뮬레이션을 통하여 구현하였다. 그에 따른 시뮬레이션의 사양은 표 3과 같고, 5가지의 비정상 전압 범위 중 45%미만 시 clearing 시간 이상의 동작과 clearing 시간 미만의 동작 및 60%에서 88%사이의 clearing 시간 이상/이하의 동작 결과를 분석하여 결과 파형을 그림 1부터 4까지 나타내었다.

표 3 PSIM 시뮬레이션 사양

Table 3 PSIM simulation specification table

Specification	
정격 AC 전압	359Vpeak/60Hz
정격 AC 전류	1855Apeak
DC전압	1,000Vdc
정격전력	1MW

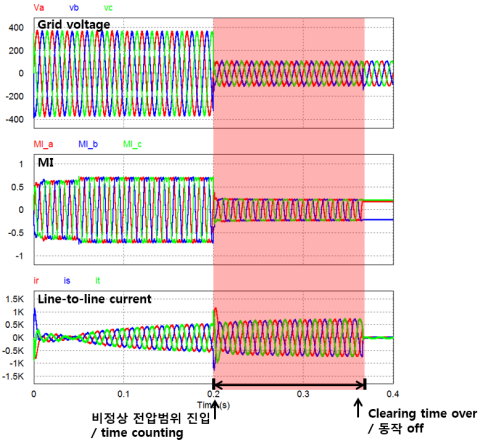


그림 1 정격전압의 30%(45% 미만) grid 전압으로 0.16s이상 지속 시의 시뮬레이션 결과 파형

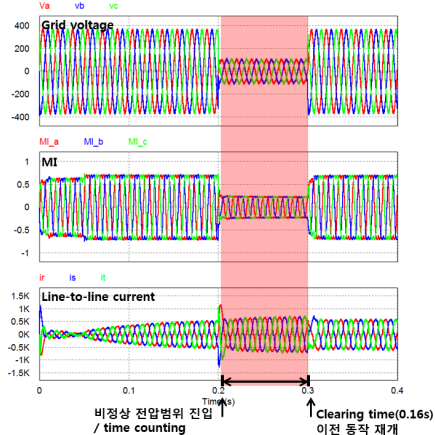


그림 2 정격전압의 30%(45% 미만) grid 전압으로 0.16s미만 지속 시의 시뮬레이션 결과 파형



그림 3 정격전압의 70%(60%<V<88%) grid 전압으로 21s이상 지속 시의 시뮬레이션 결과 파형

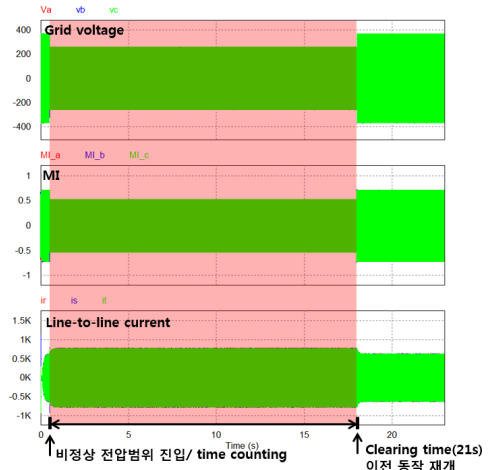


그림 4 정격전압의 70%(60%<V<88%) grid 전압으로 21s미만 지속 시의 시뮬레이션 결과 파형

3. 결론

본 논문에서는 IEEE 1547a의 개정된 전압 규정에 대해 기술하고, 1MW PCS 시스템을 시뮬레이션을 통해 구현하였다. IEEE 1547a에 명시된 전압 범위에 따른 FRT를 구현하였고, 이 중, 정격 전압 45%미만 및 정격전압 60%에서 88%사이의 계통 전압기준에 대한 FRT 동작을 PSIM 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (N0.20142010103010)

참고 문헌

- [1] IEEE 1547a Standard datasheet
- [2] 이윤재, 류강열, 이지현, 김원경, 김희중 “UL 1741/1998 인증 취득을 위한 1MW EES PCS 개발” ‘15년 전력전자학술대회논문집, 433-434
- [3] KEMRI 전력경제 REVIEW, ‘15년 제 41호