

# 계통환경에 따른 태양광인버터의 고장 모드 설계

민준기, 나병훈, 황의선  
 (주)다스텍 기술연구소

## Failure Mode Design of PV Inverter According to Grid Conditions

Joonki Min, Byunghun Ra, Uiseon Hwang  
 DASS Tech Co., Ltd R&D Center

### ABSTRACT

계통연계형 태양광인버터의 경우 실외 설치가 일반화 됨에 따라, 계통환경 및 주위환경의 영향을 받게 된다. 특히 부하 차단, 다수대 병렬 운전의 경우에 있어 계통 고장상황에 따른 고장 모드 설계가 필요하다. 이러한 고장 모드 설계에 대해 소개한다.

### 1. 서론

FMEA(Failure Mode and Effect Analysis)는 개발 제품에 대하여 예상 가능한 모든 고장의 형태가 고객에게 어떤 영향을 미치며 고장의 원인이 어디에 있는지를 추정하여 해석해 가는 방법으로 설계단계에서 실행하여 목표 품질의 조기 확보와 양질의 제품을 고객에게 인도하기 위한 수단으로 정의된다. FMEA의 목적은 잠재고장모드를 확인하고 그 영향에 대한 중요도 평가, 중요관리특성 확인, 공정/설계의 잠재 결함에 대한 순위 결정 및 제품/공정상 문제들의 제거 및 문제 예방에 있다. FMEA는 설계 FMEA와 공정 FMEA로 나뉘어 진다.

FMEA는 생산제품의 신뢰성 확보 및 제품 공정상에서의 체계적이고 분석적인 문제 원인 파악 및 개선을 위해 적용되어 사용되고 있다.

본 논문은 3레벨 태양광인버터에서 설계 FMEA의 계통환경 관련 내용을 소개한다.

### 2. 본문

#### 2.1 하드웨어

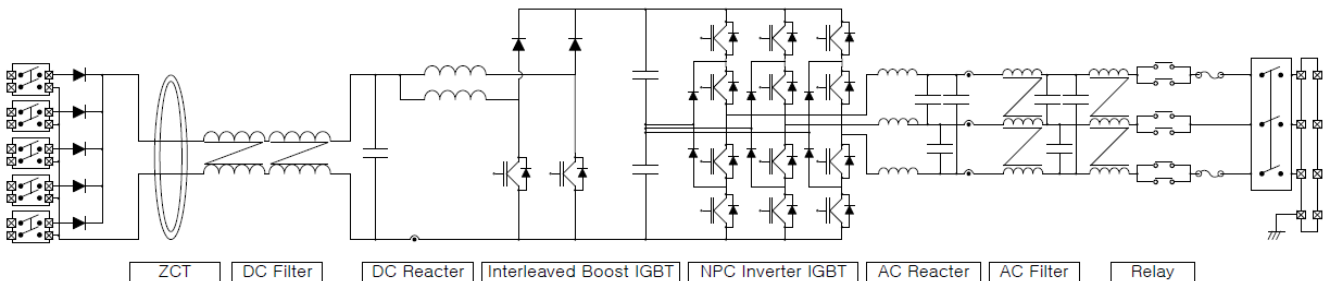


그림 1 전력 회로도  
 Fig. 1 Power Circuit

전력회로는 그림1과 같다. 인터리브방식의 2병렬 승압구조 및 NPC 방식의 3레벨 회로를 적용하였다.

입력과 출력에 각각 EMI 필터를 적용하였으며, 출력에 각 상별로 릴레이를 적용하였다.

#### 2.2 제어 프로그램

전류제어기 설계는 그림2와 같다. 기본적인 SV PWM 구조에서  $Q_{ref}$ 를 제어하여 단독운전을 검출하도록 하였고, 출력 전류의 불평형을 보상할 수 있도록 하였다. 제어 루프에 가상 임피던스를 삽입하여 병렬운전 특성을 강화하였다.

#### 2.3 고장모드 설계 예시

DC Link 커패시터 관련 FMEA 사양은 표1과 같다.

표 1 DC Link 커패시터 관련 FMEA 사양  
 Table 1 Specification of DC Link Capacitor

기능	예상되는 현상	오류조건	인버터 상태	소손유무
DC Link Cap	상부 or 하부 Open	정지 ->동작	Open Cap ->DC UV 정상 Cap -> DC OV	미 검출시 Cap 소손
		동작중	Open Cap ->DC UV 정상 Cap -> DC OV	미 검출시 Cap 소손
	상부 or 하부 Short	정지 ->동작	Short Cap ->DC UV 정상 Cap -> DC OV	미 검출시 Cap 소손
		동작중	Short Cap ->DC UV 정상 Cap -> DC OV	미 검출시 Cap 소손
	상부 and 하부 Decrease	정지 ->동작	출력전류 왜곡 or DC Unbalance Error	-
		동작중	출력전류 왜곡 or DC Unbalance Error	-

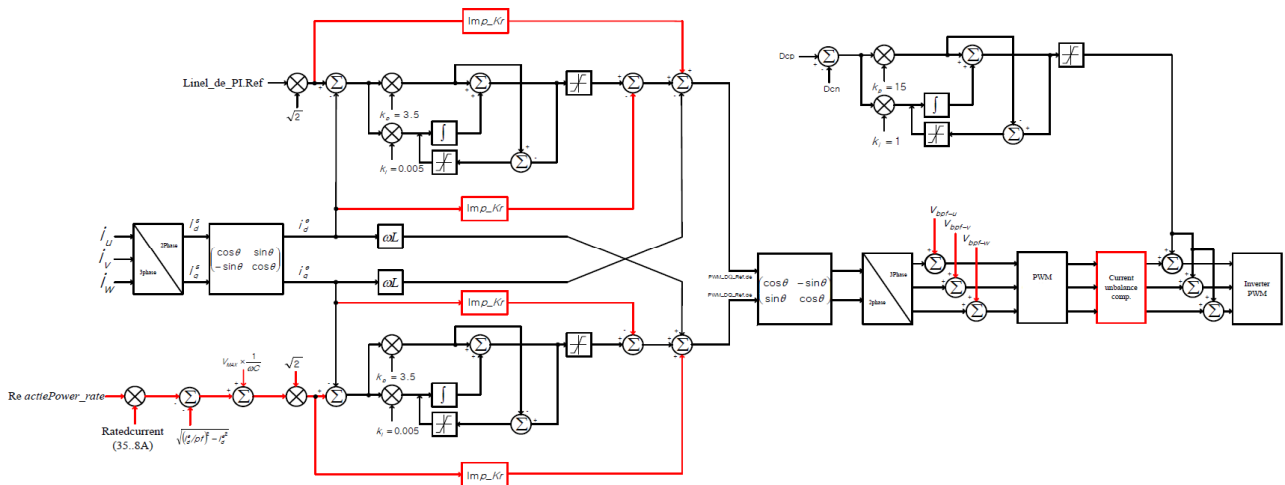


그림 2 전류제어기  
Fig. 2 Current Controller

특히, DC Link Unbalance 미 검출시에는 Cap의 발연이 예상되므로 불평형 전압에 검출에 대한 검출값의 설정 및 확인이 필요하다.

이와 마찬가지로 FMEA 사양을 IGBT 모듈, 출력 인덕터, 출력 전류센싱, 계통 전압 센싱, 계통위상 연결, 접지 연결 등에 대해 적용하여 예상현상 및 실제 현상을 확인 할 수 있다.

태양광인버터 부품 레벨 또는 기능 레벨에서 적용된 FMEA는 제품의 신뢰성을 향상시킬 것으로 예상된다.

표2에서 개발된 태양광인버터 사양을 표기하였다.

표 2 태양광 인버터 사양  
Table 2 Specification of PV Inverter

입력	운전가능 전압범위	150~750 Vdc
	정격출력 전압범위	340~700 Vdc
	정격전압	400 Vdc
	최대입력전압	750 Vdc
	최대입력전류	40 Adc
출력	정격출력용량	12.4 kW
	계통 전압	202 +20/-20 V
	계통 주파수	50/60 Hz
	역률	0.8~1.0
	효율	94 %이상
구조	냉각방식	자연공냉식
	보호등급	IP55
	외형치수[mm]	800 x 600 x 295
	무게	71 kg
보호	외부 인터페이스	USB/RS485
	인버터	입력 과전압, 출력단락, 과부하, 과열
	계통	OVR, UVR, OFR, UFR, DC 유출방지, 출력전압상승 억제, 역률제어
	시스템	지락검출
단독운전검출	다수대 여계 검출	

### 3. 결론

FMEA 방식을 적용하여 태양광 인버터를 개발하였으며, 제품의 신뢰성이 향상된 것으로 예상되며, 향후 이에 대한 분석을 진행할 예정이다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20153010130320)

### 참고 문헌

- [1] 박주영, 박종훈, 최재호, "삼상 3레벨 NPC 인버터와 T-type 인버터의 효율개선 및 중성점 제어를 위한 DSVPWMx 적용 및 해석", 전력전자학회, 학술대회논문집, pp.57-58, 2015.07.
- [2] 간용, 현승욱, 홍석진, 이희준, 원충연, "3-Level NPC 인버터에서의 THD 개선을 위한 Zero Dead-time PWM 구현 기법", 전력전자학회, 학술대회논문집, pp.59-60, 2015.07.