

항공용 전원공급장치의 270V 입력전원 보호회로 설계 검증

장나래
한화시스템

Design Verification of 270V Input Power Protection Circuit of Aircraft Power Supply

Na Rae Jang
Hanwha System

ABSTRACT

항공기 탑재 전자장비는 항공전원규격 MIL-STD-704에 의하여 항공 체계운용 상태에 따라 규정된 요구사항 충족 및 성능을 유지하여야 한다.

본 논문에서는 AC 115Vac 3상 400Hz 항공기 체계전원을 사용하는 탑재 부하장비의 성능 유지를 위한 DC 270V 전원공급 장치의 입력전원 보호회로 구현에 대하여 기술하고 결과를 검증한다.

1. 서 론

항공전원규격 MIL-STD-704는 군용 항공기 탑재장비 입력 단에서의 체계 전원 전력특성을 정의한 인터페이스 표준 문서이다. 항공기 탑재 전자장비는 규격에 정의된 전원 입력 환경에서 정해진 임무를 정확히 수행하기 위한 요구사항을 충족하여야 하며, 이를 충족시키기 위해 여러 탑재장비에 전원을 공급 및 분배해주는 전원공급장치 개발 시 MIL-STD-704 규격을 고려한 항공기 운용모드 별 사양 정의 및 설계/구현이 필요하다.

본문에서는 MIL-STD-704에 정의된 항공체계 운용모드, DC 270V 전원공급장치에 해당하는 요구사항 및 입력전원 보호기능 구현에 대하여 기술하고 검증한다.

2. 본 론

2.1 항공전원규격 MIL-STD-704

2.1.1 항공체계 운용모드

항공전원규격은 항공체계 운용모드를 Normal, Abnormal, Transfer, Emergency, Starting, Power Failure 6가지로 구분하며, 운용모드 별 대상 장비의 요구사항을 정의한다. 또한 항공전원시험 핸드북 MIL-HDBK-704-1~8은 정의된 운용모드 별 요구사항 충족여부를 확인하기 위한 시험 항목과 절차를 제시한다.

본 논문에서 기술하는 전원공급장치는 체계 요구사항에 따라 Normal, Abnormal, Transfer, Power Failure 운용모드를 적용하며, DC 270V 입력전원 대상의 핸드북 MIL-HDBK-704-7에 제시된 시험으로 검증한다. 상세 내용은 표 1과 같다.

Normal 모드는 전원 결함이나 오동작이 발생하지 않은 항공기 정상 운용상태를 의미한다. Abnormal 모드는 전원 고장이

나 오동작이 발생하여 이에 대한 보호기능이 동작하고 있는 상태이다. Transfer 모드는 전원 공급원 전환 상태로, 공급전압이 50ms동안 0V까지 떨어지는 순간 정전이 발생한다. Power Failure 모드는 1상 또는 1상 이상의 전원 고장 발생을 의미한다.

표 1 항공체계 운용모드

Table 1 The Operation Mode of Aircraft System

구분	정의
Normal	정상운용상태
Abnormal	전원 결함 및 오동작 발생
Transfer	전원 공급원 전환
Power Failure	전원 고장

2.1.2 요구사항

표 2는 항공체계 운용모드에 따른 항공전원규격 및 체계 요구사항을 보인다. 항공기 탑재 전자장비는 Normal 동작모드에서 정상운용 상태를 유지하여야 하며, Abnormal, Transfer 및 Power Failure 운용 모드에서는 기능정지 또는 성능 저하를 허용하나, Normal 운용모드 범위로 복귀 시 정상 운용이 가능한 상태로 자동복귀 되어야 한다. 또한, 모든 입력전원 환경에서 대상 탑재장비는 위험한 조건을 야기하거나 장비의 손상이 발생하지 않아야 한다.

위와 같은 체계 요구사항을 고려하여 본 논문의 전원공급장치의 입력전원 사양을 정의하였으며, 해당 규격은 MIL-HDBK-704-7의 상세 시험 항목을 통하여 검증하였다.

표 2 항공체계 운용모드 별 요구사항

Table 2 Requirements for Aircraft System Operation Modes

운용모드	요구사항
Normal	정상 운용
Abnormal	기능정지 및 손상 없음 정상범위 복귀 시 정상운용
Transfer	기능정지 및 손상 없음 정상범위 복귀 시 정상운용
Power Failure	기능정지 및 손상 없음 정상범위 복귀 시 정상운용

2.2 전원공급장치 입력전원 보호기능 설계 검증

그림 1은 DC 270V 입력전원을 사용하는 전원공급장치의 간단한 구조를 보인다. 입력전원은 항공체계전원 115Vac 3상전원을 정류한 직류전원으로, 정류전원 270V 및 항공전원규격 시험 핸드북의 시험조건을 충족하도록 입력전원 보호기능 규격을 정의하였다. 정류전원 270V는 항공기에서 공급받는 체계전원은 아니지만 통합 전 전원공급장치 단품의 전원 성능 검증을 위하여 해당 시험조건을 요구사항으로 정의하였으며 정류전원 270V의 변동특성이 MIL-HDBK-704-7의 시험 조건에 포함되어 해당 핸드북의 시험 항목으로 체계 요구사항을 충족하는지 검증하였다.

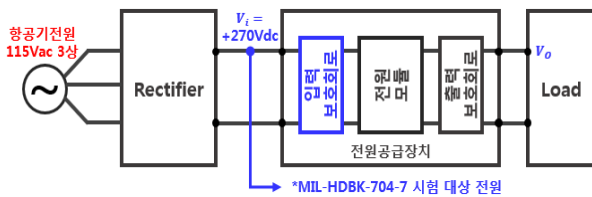


그림 1 DC 270V 입력 전원공급장치 계통 간략 구조
Fig. 1 The Simple Structure of DC 270V Power Supply System

본 논문에서는 입력전원 보호기능 규격/사양 정의 및 설계에 가장 큰 영향을 미치는 Normal 운용모드의 Normal Voltage Transient(HDC105)와 Transfer 운용모드의 Power Interrupt(HDC201)의 입력조건을 확인하고 이에 대응하는 입력전원 보호기능의 설계의 결과를 검증한다. 시험 항목으로 운용모드 별 가장 영향을 미치는 한가지 조건을 선정하였으며 해당 내용은 표 3과 같다.

Normal Voltage Transient 시험인 HDC105(RR) 조건은 Over voltage transient와 under voltage transient를 모두 포함하는 항목으로, 입력전압이 정상상태전압 250Vdc에서 시작하여 200Vdc까지 감소 및 330Vdc까지 증가하는 조건에서 전원공급장치는 정상 출력을 유지해야 한다. 그림 2는 HDC105(RR)을 시험한 결과로, 해당 입력전원 환경에서 전원 차단 없이 정상 출력을 유지하는 것을 확인하였다.

Power Interrupt 시험인 HDC201(J) 조건은 정상상태입력전압 270Vdc에서 시작하여 0Vdc까지 감소하는 순간정전(50ms) 발생에 대한 환경으로, 50ms의 순간정전이 0.5s 간격으로 반복된다. 이 조건에서 전원공급장치는 전원 차단이 허용되지만, 입력전원 정상범위 복귀 시 출력전원이 자동복귀 되어야 한다. 그림 3은 HDC201(J)를 시험한 결과로, 입력전원이 0V까지 감소할 때 입력전원 보호기능에 의하여 출력이 차단되었다가 정상범위 복귀 시 출력전원이 자동복귀 되는 것을 확인하였다.

표 3 항공체계 운용모드 별 요구사항
Table 3 Per unit values of the system parameters

시험조건	요구사항
Normal Voltage Transient(HDC105,RR)	정상 운용
Power Interrupt (HDC201,J)	기능정지 및 손상 없음 정상범위 복귀 시 정상운용

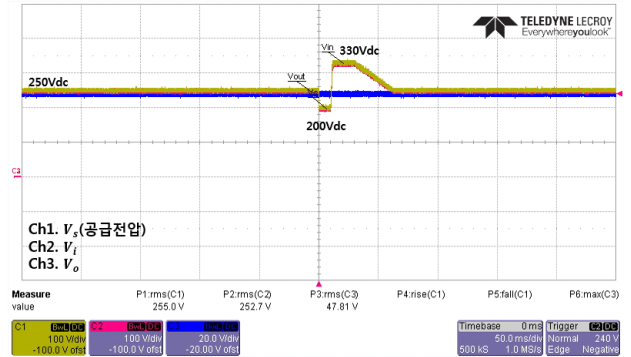


그림 2 MIL-HDBK-704-7, HDC105(RR) 시험 결과
Fig. 2 The Test Result of MIL-HDBK-704-7, HDC105(RR)

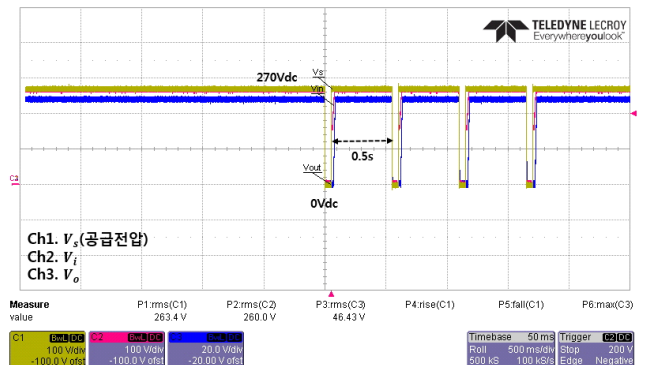


그림 3 MIL-HDBK-704-7, HDC201(J) 시험 결과
Fig. 3 The Test Result of MIL-HDBK-704-7, HDC201(J)

3. 결론

본 논문에서는 항공전원규격 MIL-STD-704에서 규정한 항공체계 운용모드 및 요구사항에 대하여 기술하였으며, 이와 관련하여 항공 탑재 부하장비에 전원을 공급해주는 DC 270V 입력전원을 사용하는 전원공급장치의 입력보호기능의 설계를 검증하였다. 추가적으로 본 논문에서 검증한 시험 항목 외, 핸드북에 제시된 시험항목에 대한 추가 시험을 통하여 전원공급장치 단품 조건에서 요구사항 충족이 가능하도록 입력전원 보호기능의 Irbrur이 적절하게 정의되었고 구현되었음을 확인하였으며, 추후 시스템 통합 상태에서 항공전원규격 시험 시 요구사항을 충족할 것으로 예상된다.

참고 문헌

- [1] DoD, Aircraft Electric Power Characteristics "MIL-STD-704F", March 2004
- [2] DoD, Guidance for Test Procedures... "MIL-HDBK-704-3", April 2004