

애플리케이션 노트

AN1602

| | |
|-----------|-----------------------------|
| Revision: | KOR-01 |
| 발행일: | 2022-11-25 |
| 작성자: | Rainer Weiss, Curtis, Grady |
| 결재자: | Ulrich Nicolai, Kendrick |

키워드: 분리(isolation), 절연(insulation), 유전체, 고전압, 시험

고전압 시험

| | |
|-----------------------|---|
| 1. 일반..... | 1 |
| 1.1 고전압 형식 시험..... | 1 |
| 1.2 고전압 루틴 시험..... | 2 |
| 2. 고전압 시험..... | 2 |
| 2.1 시험 장비..... | 2 |
| 2.2 시험 조건..... | 3 |
| 2.3 절연 시험..... | 3 |
| 2.4 시험 절차..... | 3 |
| 2.5 시험 전압 레벨..... | 7 |
| 2.6 시험 불합격..... | 8 |
| 3. 다른 절연 시험과의 차이..... | 9 |
| 3.1 임펄스 전압 시험..... | 9 |
| 3.2 부분 방전 시험..... | 9 |
| 3.3 절연 저항 시험..... | 9 |

1. 일반

대부분의 전기 산업 표준의 목표는 전기적 위험에서 장비 사용자를 보호하는데 있습니다. 이를 위해 설계 및 생산에 대한 안전 요구 사항이 마련되었습니다. 시험을 통해 이러한 요구 사항을 평가합니다. 가장 중요한 시험은 고전압 시험입니다. 절연(강도) 시험, 절연 내력 시험, 플래시 시험, 고전위("HiPot") 시험 또는 내전압 시험 등 다양하게 불리고 있습니다.

1.1. 고전압 형식 시험

설계 검증은 적합성(형식) 시험을 통해 실시됩니다. 고전압을 사용하여 구성요소의 공간거리와 고체 절연이 예상되는 과전압 조건을 견딜 수 있는 적절한 절연 강도가 있는지 확인합니다 [3]. 또한 장비가 전체 수명 기간 동안 안전하게 작동할 수 있는지 확인합니다. 이 시험에서는 절연재의 전체 수명 기간에 걸친 전기 응력을 아주 단시간 안에 시뮬레이션 합니다. 이 때, 수명 종료 시 고장 메커니즘이 시험에서와 동일하다고 가정합니다. 경험식을 사용하면 수명 응력을 시험 조건으로 전달됩니다 [4][5].

$$U_{operating\ voltage}^n \cdot T_{lifetime} = U_{test\ voltage}^n \cdot T_{test\ time}$$

일부 표준에서 지수 n=6 을 사용하여 고전압 형식시험에 대한 조건을 결정하는데 이 경험식을 사용합니다. 통상 시험 전압은 20 년의 예상 수명을 기준으로 계산합니다. 따라서 작동 전압이 230V 인 장비는 분당 3400V 의 전압으로 고전압 시험을 실시해야 합니다.

또한 이는 형식시험 중에 시험 대상 절연체가 완전히 노후화되어 더이상 사용할 수 없음을 의미합니다. 따라서 사용자의 안전에 영향을 미칠 경우 고전압 형식시험 샘플은 폐기하거나 사용하지 않아야 합니다.

보통 반도체 모듈 제조사는 추가적인 안전 여유 확보를 위해 고전압 시험 시간을 몇 분까지 늘립니다. 그러나 일반적으로 이 시험으로 절연체의 수명이 끝나지는 않습니다. SEMİKRON-DANFOSS 는 오류가 발생하지 않는 1000h 에 대해 5kVdc 를 비롯하여 3kVac/1min 및 4kVac/1min 로 데이터시트의 내전압 값으로 모듈을 시험했습니다. 이 시험 후 장치 절연에 바로 실패했을 때까지 전압이 1kV 단위로 9kVdc 까지 증가됩니다. 형식시험 이외의 시험을 통해 모듈의 설계 및 소재에 어떤 전압을 인가할 수 있는지 알 수 있지만, 이러한 시험 결과가 모든 생산 모듈을 대표한다고 간주하면 안 됩니다.

1.2. 고전압 루틴시험

따라서 형식 시험의 조건을 루틴 시험에 사용하면 안됩니다. 루틴 시험의 목적은 장비 설계가 절연체에 예상되는 전기 응력에 적합한지 여부를 확인하는데 있지 않습니다. 루틴 시험은 제조 과정에서 공간거리 및 고체 절연이 감소 혹은 손상되지 않았는지 또는 약한 재료가 사용되었는지 여부를 확인하는 목적으로만 실시합니다. 모든 절연 관련 생산 오류를 배제하기 위해 생산이 완료되고 장비를 재개봉할 필요가 없을 때 고전압 루틴 시험을 실시합니다. 루틴 시험은 기본 구성 요소의 절연과 연면거리를 확인하기 위한 것이 아닙니다 [6].

루틴 시험의 사양은 안전 관련 고장이 감지되더라도 장치의 노후화가 최소화될 수 있는 수준의 강도를 갖고 있어야 합니다. 일반적인 루틴 시험 사양은 1.1 의 경험식이 유효하다는 가정 하에 시험을 통해 노후화가 수명의 0.000001% 미만인 것으로 나타났습니다

어떠한 이유로든 고전압 시험을 반복할 필요가 있는 경우, 2 차 시험의 전압 수준은 고전압 시험이 절연체의 품질에 영향을 미친다는 점을 고려해야 합니다. 여러 표준에서 전압을 1 차 시험 수준의 80% [3] 혹은 85% [6][7] 로 낮출 것을 권장하고 있습니다. 구성 요소 데이터시트 값을 사용한 고전압 시험뿐만 아니라 루틴 입고 검사 시험도 피해야 합니다.

고전압 루틴 시험의 일반적인 시험 시간은 1 초 또는 5 초입니다. 하지만 60 초와 같이 더 긴 시험 시간을 명시하는 경우도 있습니다. 반도체 장치의 경우 UL1557 은 시험 전압을 높여 시험 시간을 단축할 수 있는 방법도 기술합니다. 시험 시간이 60 초인 정격 전압을 초당 120%로 높입니다 [8].

고전압 시험의 시험 조건은 SEMİKRON-DANFOSS 데이터시트에 명시되어 있습니다(일반적으로 Visol 매개 변수 포함). 지정된 시험 시간이 5 초 또는 60 초인 경우 이는 형식시험 조건입니다. 1 초 및 3 초와 같이 짧은 시험 시간은 루틴 시험 조건입니다

2. 고전압 시험

2.1. 시험 장비

몇몇 공급사가 고전압 시험 장비를 공급합니다. 주된 차이점은 다음과 같습니다.

- 최대 인가 전압
- 최대 허용 전류
- AC 및 DC 전압 옵션

대부분의 모든 가용 장비는 EN 61180 에 명시된 시험 장비 요구 사항을 충족합니다 [9]. 전압 품질 이외에 장비의 단락 출력 전류는 최소 200mA[10] 이상을 권장합니다 [10]. UL 의 경우 변압기가 최소 500VA 이상이 되어야 시험 중 전압을 유지할 수 있습니다 [8].

2.2. 시험조건

보통 고전압 시험은 50Hz 또는 60Hz 의 정현파 전압을 이용하여 실시합니다. 회로에 커패시터가 포함된 경우 지정된 AC 전압의 피크 값과 동일한 DC 전압으로 고전압 시험을 실시할 수 있습니다. DC 전압 시험은 이러한 유형의 전압에 대한 고체 절연의 서로 다른 저항 특성으로 인해 AC 전압 시험과 완전히 같지는 않습니다 [10]. 시험 전압의 극성은 플래시오버 전압에 영향을 미칩니다. DC 시험의 경우 두개의 극성을 모두 확인해야 합니다 [4]. 대형 베이스 플레이트가 있는 반도체 모듈은 기판의 양쪽 측면 사이에 상대적으로 커패시턴스(최대 $\approx 10\text{nF}$)를 가질 수 있습니다. 이러한 모듈의 경우 DC 시험을 권장합니다.

생산 시설에서는 DC 고전압 시험을 권장합니다. DC 전류는 사고 발생 시 인체의 심장에 미치는 위험도가 덜합니다. 최대 3mA 의 AC 및 최대 12mA 의 DC 를 이용한 고전압 시험 시 추가적인 작업장 안전 조치가 필요 없습니다 [11]. 따라서 DC 고전압 시험은 12mA 이하의 시험에 추가 예방 조치가 필요하지 않다는 장점이 있습니다. 고전류인 경우 많은 국가에서 경고등과 양손 작동을 이용한 특수한 시험 시설이나 밀폐된 구역을 요구합니다.

일부 표준에서는 고전압 시험에 지정된 주변 조건을 요구합니다. 15°C~35°C 의 주변 온도, 45%~75%의 상대 습도 및 860hPa~1060hPa 의 기압을 일반적으로 요구합니다.

2.3. 시험 대상 절연체

시험 샘플에는 갈바닉 방식으로 서로 분리되는 다수의 회로가 포함될 수 있습니다. 이들 회로 내부 및 회로 사이의 절연체는 안전 요구 사항에 따라 분류됩니다.

- 기능 절연은 특정 회로 내의 전위를 분리하고 순전히 기능적 측면만을 고려하고 안전 관련 측면은 고려하지 않습니다. [12]
- 기본 절연은 접지된 노출 부품에서 그리드 공급 회로를 분리하므로 안전을 위해 매우 중요합니다. 절연 파손이 발생하더라도 노출된 부품의 접지로 인해 자동으로 생명을 위협하지는 않습니다 [12].
- 강화 또는 이중(기본의 2 배) 절연으로 구현된 보호 격리는 한편으로는 그리드 공급 회로를 접지되지 않은 노출 부품과 분리하고, 구성 요소가 노출된 다른 제어 회로에 직접 연결된 제어 회로와 분리합니다. 장비 사용자에게 대한 추가적인 보호는 제공되지 않습니다. 접지되지 않은 노출 부품이 그리드 전압으로 이동할 수 있어 이 같은 절연 파손은 치명적이 될 수 있습니다. 보다 더 엄격한 안전 요구 사항을 충족해야 하는 이유가 바로 여기에 있습니다. [12]

고전압 시험은 안전 관련 기본 절연 및 보호 격리에만 적용됩니다. 안전과 관련되지 않은 기능 절연은 고전압 시험으로 시험하지 않습니다.

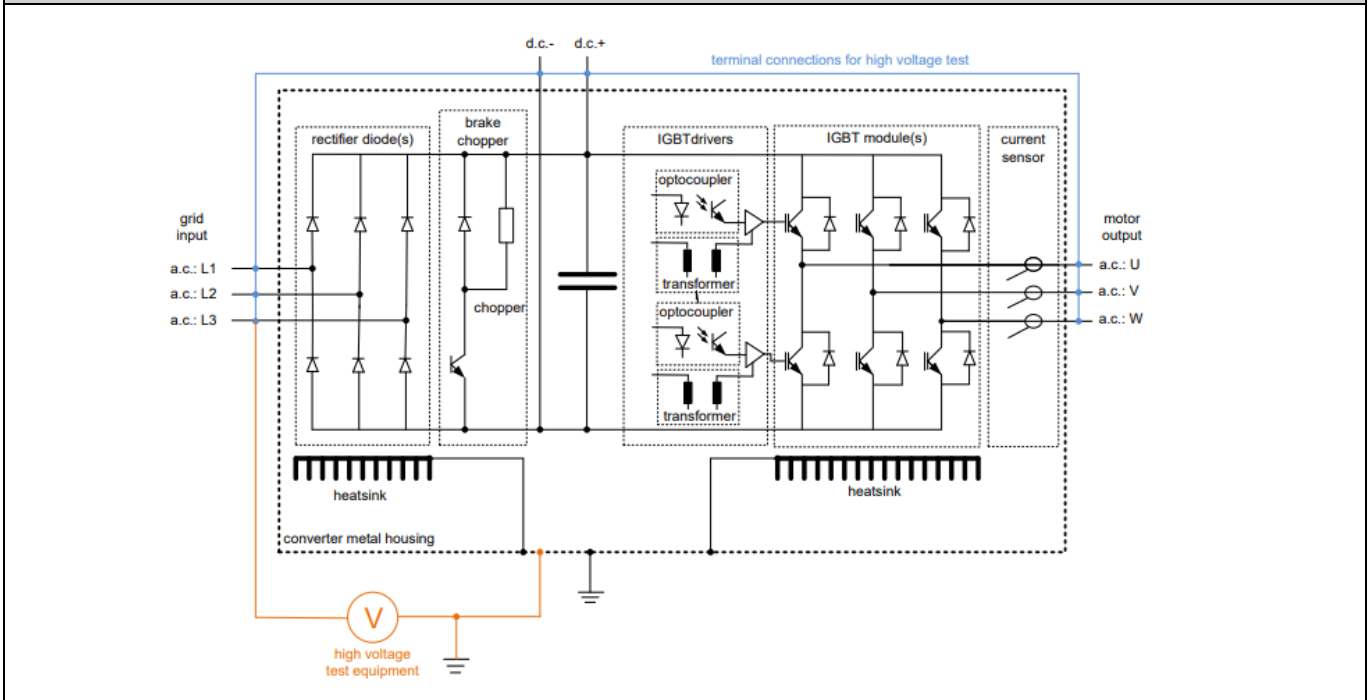
2.4. 시험 절차

대부분의 전기 장비 관련 표준은 다음과 같은 시험 조건을 요구합니다.

- 회로의 외부 단자를 함께 연결해야 합니다.
- 장비 내 스위치 기어와 컨트롤은 폐쇄 위치에 있거나 우회되어야 합니다.
- 전압 차단 구성 요소 단자(예: 정류기 다이오드)를 서로 연결해야 합니다.

고전압 시험 시 동일한 회로의 모든 시험 샘플 단자를 반드시 서로 연결해야 합니다. 컨버터의 AC 및 DC 단자는 [그림 1]과 같습니다.

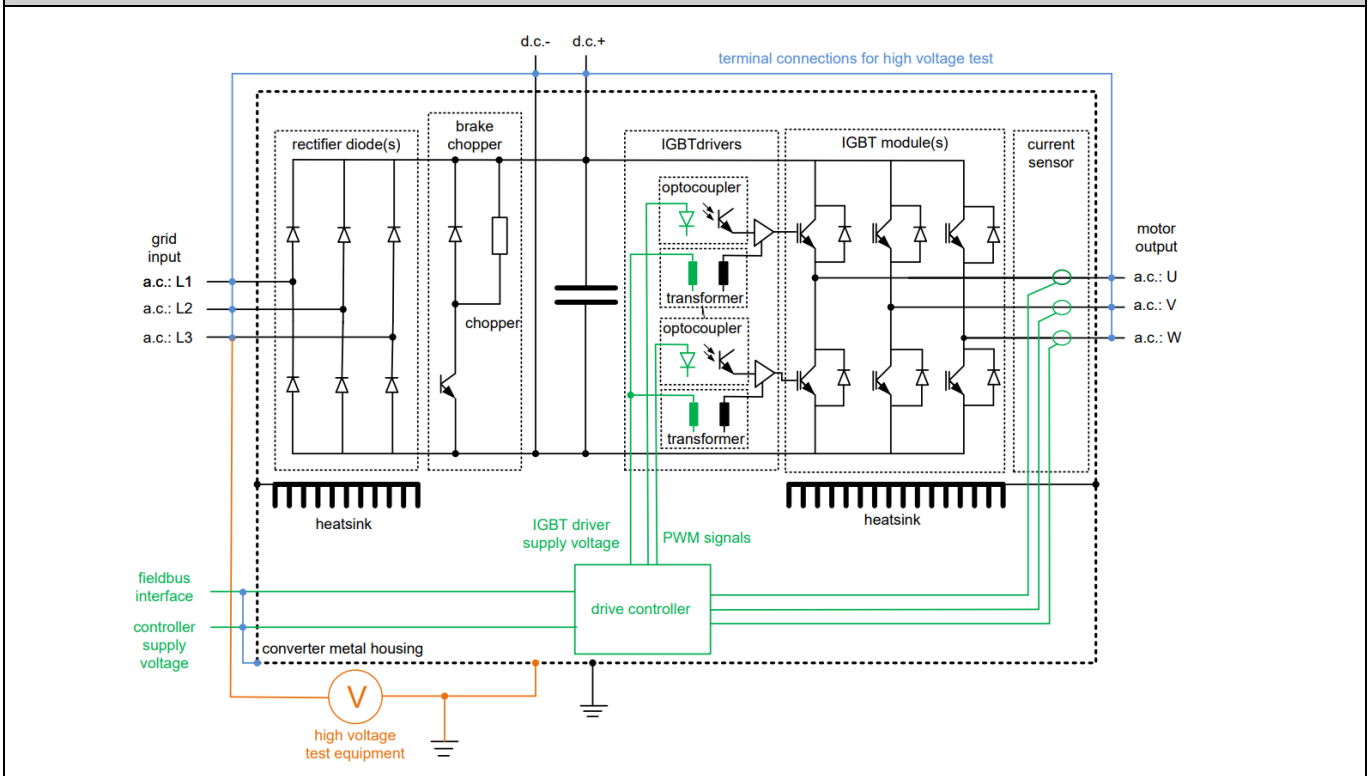
그림 1: 고전압 시험용 컨버터의 전체 단자 연결



시험 샘플이 기본 절연이나 보호 격리로 서로 절연된 회로가 더 많은 경우 모든 회로를 주변 환경에 대해 시험해야 합니다. 여기서 "주변 환경"이란 모든 인접 회로와 접지를 의미합니다. 접촉이 가능한 비접지 전도성 부품은 당연히 별개의 회로입니다. 시험 전압이 동일한 회로는 함께 연결하여 시험할 수 있습니다. 그러나 시험 샘플에 대해 하나 이상의 고전압 시험이 필요할 수 있습니다.

다른 시험 전압을 요구하는 경우 회로 연결이 형식 및 루틴 시험에 따라 다를 수 있습니다.

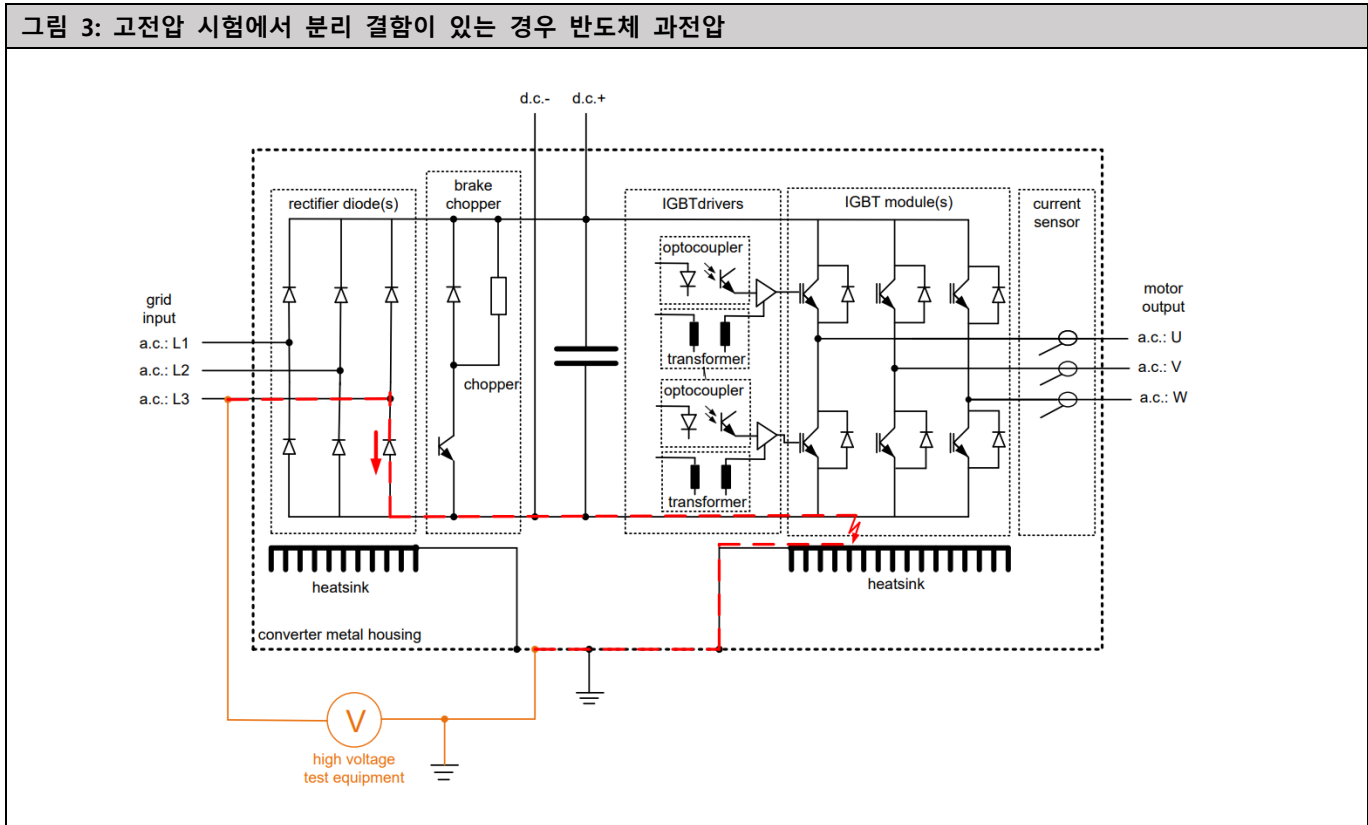
그림 2: 고전압 시험 횟수를 최소화하기 위한 컨버터의 개별 회로 연결



전력 회로는 그리드와 연결되어 있으며 접지에 대한 기본 절연이 있습니다. 여기에 표시된 녹색 회로는 구동 컨트롤을 위한 것입니다[그림 2]. 구동회로는 전력 회로에서 보호 격리를 요구합니다. 구동 컨트롤 회로와 접지 사이의 전압이 50V 미만입니다. 따라서 기본 절연 및 보호 격리를 위한 시험 전압과 시험 시간이 같다면 고전압 시험을 위해 제어 회로와 접지를 서로 연결할 수 있습니다. 시험 전압 레벨이 다른 경우 두 회로를 개별적으로 시험해야 합니다.

제품 데이터시트에 다르게 명시되지 않는 한 전력 모듈의 온도 센서는 보통 전력 회로에 대한 기능 절연만 있습니다. 이는 고전압 시험의 경우 센서를 전력 회로에 연결해야 한다는 의미입니다. 구동 컨트롤러 회로에 연결되어 있고 고전압 시험을 통과한다고 해도 센서와 전력 회로 사이의 절연으로 보호 격리의 필요가 충족되었다고 결론 짓는 것은 타당하지 않습니다.

모든 단자를 서로 연결해야 하는 요구 사항을 따르지 않을 경우 모듈 외부의 시험 오류 발생 시 반도체가 손상될 수 있습니다. 시험의 전압 수준은 일반적으로 반도체의 차단 전압보다 높습니다. 따라서 DC 링크의 어떤 지점에서 절연에 실패하고 시험 전압 공급이 AC 단자에만 연결된 경우 시험 전압이 장치(예: 다이오드) 전압 등급을 상회합니다. 이 예에서는 전체 시험 전압이 다이오드에 연결되어 있으며 DC 단자의 분리로 인해 오류가 발생합니다[그림 3].



고전압 시험을 실시하기에 앞서 서지 보호 장치를 분리해야 합니다. 높은 커패시턴스를 가진 커패시터가 시험 전압을 인가해야 하는 부품과 병렬 상태이면 충전 전류가 전압 테스트의 용량 또는 전류 설정값을 초과하기 때문에 AC 전압 시험을 실시하기가 어렵거나 심지어 불가능할 수도 있습니다. 후자의 경우 시험 전에 이러한 병렬 커패시터를 분리할 수 있습니다. 이 역시 불가능하다면 DC 시험을 고려해 볼 수 있습니다 [10].

표 1 은 전력 전자 장치와 가장 관련이 있는 표준의 고전압 시험 요구 사항을 정리한 것입니다.

- 드라이브 [3][23]
- 무정전 전력 시스템(UPS) [13]
- 태양광 전력 시스템 [14]
- 전원 설치 [7][10][15][16][22]

- 철도 애플리케이션 [6][17]
- IT [18]
- 전력 반도체 [8][20]

표 1의 데이터는 전압이 최대 1000V인 기본 절연에 대해 유효합니다.

| 표 1: 몇가지 표준의 고전압 시험 조건 | | | | | |
|------------------------|-----------------|--|--------------------|--------------------------------|--|
| | 모든 단자의 연결 | 구성부품 분리 | 전압 유형 | 시험 시간 | 오류 기준 |
| EN 50124-1 [17] | 필수 요건 | - | AC 또는 DC * | 5초 | 스파크오버나 고장 없음 |
| EN 50178 [15] | 선택 사항 | 커패시터에는 금지, 반도체와 같은 전압 민감 장치에 허용 | AC 또는 DC | 60초 형식 5초 루틴 | 펄크, 플래시오버 또는 스파크오버 미발생 |
| EN 60664-1 [10] | 필수 요건 | - | AC 또는 DC * 두 극성 모두 | a. c.의 경우 3 사이클 DC의 경우 10ms | 관통 또는 고장 없음 |
| EN 60747-15 [20] | 필수 요건 | - | - | - | 시험 전류가 지정된 수준 미만 |
| IEC 60950-1 [18] | 선택 사항 | 다음에 대해 허용: - 방전 저항 - 필터 커패시터 - 전압 제한 장치 - 서지 억제기 | AC 또는 DC * | 60초 유형 1초 루틴 | 통제되지 않은 방식으로 전류가 빠르게 증가합니다. 코로나 방전 또는 단일 순간 플래시오버는 오류가 없습니다. [5.2.2] |
| EN 61287-1 [6] | 필수 요건 | - | AC 또는 DC * | 60초 유형 및 루틴 | - |
| EN 61439-1 [7] | 필수 요건 | 커패시터에 대해서는 금지 | AC | 5초 유형 1초 루틴 | 관통, 플래시오버 또는 스파크오버 미발생 |
| EN 61800-5-1 [3] | 필수 요건 | 보호 장치, 모니터링 회로, 반도체에 대해 허용 | AC 또는 DC | 5초 유형 1초 루틴 | 전기적 고장이 없음 |
| EN 62040-1 [13] | IEC 60950-1과 동일 | | | | |
| EN 62109-1 [14] | 필수 요건 | 보호 장치, 모니터링 회로, 반도체에 대해 허용 | AC 또는 DC * | 5초 유형 1초 루틴 | 전기적 고장 없음 |
| IEC 62477-1 [16] | 필수 요건 | 보호 장치, 모니터링 회로, 반도체에 대해 허용 | AC 또는 DC * | 60초 유형 1초 루틴 | 전기적 고장 없음 |
| UL 1557 [21] | 필수 요건 | - | AC | 60초 유형 및 루틴 또는 1초 120% 루틴만 해당 | 고장 없음 |
| UL 1741 [22] | 선택 사항 | - | AC 또는 DC ** | 60초 유형 및 루틴 | 고장 없음 |
| UL 61800-5-1 [23] | 필수 요건 | 보호 장치, 모니터링 회로, 반도체에 대해 허용 | AC 또는 DC ** | 60초 유형 루틴 시험 없음 | 전기적 고장 없음 |

* AC 피크 전압과 같음

** AC 전압의 1.414 배

2.5. 시험 전압 레벨

고전압 시험의 전압 수준은 장비의 작동 전압에 의해 결정됩니다. 이를 위해서는 연결된 그리드를 접지하는 것이 중요합니다. 스타 접지(TN) 그리드의 경우 동일한 라인-라인 전압(여기서는 400V)의 모서리 접지에 비해 절연에 대한 전압 스트레스가 낮습니다(예: 400V 라인-라인 전압의 3 상 시스템에서 230V).

표 2 는 스타 접지 그리드에 연결된 장비의 기본 절연에 대한 AC 시험 전압 수준을 전력 전자장치에 대해 가장 적절한 표준에 따라 보여 줍니다. 또한 일반적인 그리드 전압에 대한 유형 시험 및 루틴 시험에 대한 수준 역시 제공됩니다.

| 표 2: 몇 가지 표준의 스타 접지 그리드용 장비의 기본 절연에 대한 고전압 시험 AC 수준(rms) 개요 | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | 시험 전압 계산식 | 230V + 10% | | 480V + 10% | | 690V + 10% | |
| | | 유형 | 루틴 | 유형 | 루틴 | 유형 | 루틴 |
| EN 50124-1 [17] | | 1390V | 1043V | 2210V | 1658V | 3320V | 2490V |
| EN 50178 [15] | $1.5 \cdot U + 750V$ | 1133V | | 1470V | | 1900V | |
| EN 60664-1 [10] | - | 2065V | | 3482V | | 5222V | |
| EN 60747-15 [20] | 최종 제품 표준 참조 | | | | | | |
| IEC 60950-1 [18] | - | 1500V | 1350V | 2500V | 2250V | 4000V | 3600V |
| EN 61287-1 [6] | $2 \cdot U_{peak}/\sqrt{2} + 1000V$ | 1506V | | 1610V | | 1880V | |
| EN 61439-1 [7] | - | - | 2000V | - | 2500V | - | 3000V |
| EN 61800-5-1 [3] | $U + 1200V$ | 1453V | | 1505V | | 1640V | |
| EN 62040-1 [13] | IEC 60950-1과 동일 | | | | | | |
| EN 62109-1 [14] | $U + 1200V$ | 1453V | | 1505V | | 1640V | |
| IEC 62477-1 [16] | $U + 1200V$ | 1453V | | 1505V | | 1640V | |
| UL 1557 [21] | 제품의 지정된 분리 전압 | | | | | | |
| UL 1741 [22] | $2 \cdot U + 1000V$ | 1460V | - | 1960V | - | 2380V | - |
| UL 61800-5-1 [23] | - | 1460V | - | 1960V | - | 3553V | - |

표준 간 전압 분포가 넓습니다(3 배 이상). 반도체 모듈 제조업체의 목표는 모든 관련 표준의 요구 조건에 부합하도록 모듈의 절연 등급을 높게 지정하는 것입니다. 이는 대부분의 애플리케이션에 필요한 것보다 훨씬 더 높습니다.

안전 절연체의 시험 전압 수준은 이러한 값과 상당히 다를 수 있습니다. 일반적으로 형식시험보다 더 높습니다.

| 표 3: 스타 접지 그리드용 장비의 보호 격리를 위한 고전압 시험 AC 수준(rms)의 개요 | | | | | | |
|---|-----------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | 230V + 10% | | 480V + 10% | | 690V + 10% | |
| | 유형 | 루틴 | 유형 | 루틴 | 유형 | 루틴 |
| EN 50124-1 [17] | 2210V | 1658V | 3500V | 2625V | 4870V | 3653V |
| EN 50178 [15] | 1133V | | 1470V | | 1900V | |
| EN 60664-1 [10] | 4130V | | 6964V | | 10 444V | |
| EN 60747-15 [20] | 최종 제품 표준 참조 | | | | | |
| IEC 60950-1 [18] | 3000V | 2700V | 5000V | 4500V | 8000V | 7200V |
| EN 61287-1 [6] | 1506V | | 1610V | | 1880V | |
| EN 61439-1 [7] | - | 2000V | - | 2500V | - | 3000V |
| EN 61800-5-1 [3] | 2906V | 1453V | 3010V | 1505V | 3280V | 1640V |
| EN 62040-1 [13] | IEC 60950-1과 동일 | | | | | |
| EN 62109-1 [14] | 2906V | 1453V | 3010V | 1505V | 3280V | 1640V |
| IEC 62477-1 [16] | 2906V | 1453V | 3010V | 1505V | 3280V | 1640V |
| UL 1557 [21] | 제품의 지정된 분리 전압 | | | | | |
| UL 1741 [22] | 1460V | - | 1960V | - | 2380V | - |
| UL 61800-5-1 [23] | 2906V | - | 3010V | - | 3280V | - |

반도체 모듈에는 통합 보호 격리 기능이 없습니다. 따라서 여기서 제공한 시험 수준은 장비 시험에만 해당됩니다.

시험 전압은 최소 시간 안에 최대 수준까지 계속해서 높여야 합니다. 어떤 표준에서는 이 시간을 정의합니다(예: 최소 시간 5 초 [10][17]).

2.6. 시험 오류

표준에서 다양한 오류 모드를 정의하기 위해 다른 용어가 사용됩니다.

- **전기 고장(electrical breakdown):** 방전으로 절연체를 완전히 연결할 때 전기 스트레스 하에서 발생하는 절연 오류로 전극 간 전압이 거의 0에 가깝게 감소합니다 [3].
- **파괴 방전(disruptive discharge):** 유전체 파괴 후 아크 통과 [24]
- **스파크오버(sparkover):** 기체 또는 액체 유전체 내 파괴 방전 [24]
- **플래시오버(flashover):** 기체 또는 액체 매체로 둘러싸인 고체 유전체 표면 위의 파괴 방전 [24]
- **관통(puncture):** 고체 유전체를 통한 파괴 방전 [24]

고전압 시험의 실패 기준은 표준에 따라 다르며 부분적으로 서로 상충됩니다. 다음과 같은 경우 시험을 성공적으로 통과한 것으로 봅니다.

- 파괴 방전(스파크오버, 플래시오버 또는 관통)이 발생하지 않습니다 [10]. 시험 중에 모니터링되는 누설 전류를 초과하지 않습니다.
- 고장 [21] 또는 절연 파괴 [3] 가 발생하지 않습니다.
- 시험 전류가 통제되지 않는 방식으로 빠르게 증가하지 않습니다. 코로나 방전 또는 단일 순간 플래시오버가 절연 파괴로 간주되지 않습니다 [18].

이러한 차이로 인해 제품 관련 표준의 고장 기준을 고려해야 합니다. 일반 고장 기준이 정의되지 않았습니다.

3. 다른 절연 시험과의 차이

3.1. 임펄스 전압 시험

임펄스 전압 시험은 대기로 인한 과전압을 시뮬레이션하기 위한 것입니다. 또한 장비 스위칭에 따른 과전압도 다룹니다. 관통, 플래시오버 또는 스파크오버가 발생하지 않을 경우 시험에 합격한 것입니다 [3]. 이 시험은 구성요소의 공간거리와 고체 절연이 적절한 절연 강도를 가지고 있는지 확인하는 데 사용됩니다. 이 시험의 장점은 절연체의 전기적 응력을 최소화하기 위한 매우 짧은 시험이라는 것입니다. 이것은 구성 요소에 미치는 노후화의 영향을 막아줍니다.

고체 절연은 응력 시간이 증가할 경우 공간거리와 다른 내성 특성을 가집니다. 일반적으로 내력이 크게 감소합니다. 따라서 고체 절연의 내력 검증을 위해 지정된 고전압 시험은 임펄스 전압 시험으로 대체되지 않습니다. 임펄스 전압 시험은 고전압 형식시험처럼 전체 수명 기간 동안 구성 요소의 절연이 안전하게 작동하는지 점검하지는 못합니다.

3.2. 부분 방전 시험

부분 방전 시험을 통해 구성요소 및 서브 어셈블리에 사용된 고체 절연이 지정된 전압 범위에서 부분 방전이 없는지를 확인 합니다 [3]. 고장으로 이어지지 않는 공간거리의 부분 방전은 무시합니다 [10]. 이 시험은 스파크오버를 감지하지 않으며 시험 수준은 대기 요인에서 예상되는 과전압보다 보통 낮습니다.

적용된 피크값이 700V 를 넘고 평균 자기장 강도가 1kV/mm 를 초과하는 경우 고체 절연에 대한 부분 방전 시험을 명시해야 합니다 [10].

3.3. 절연 저항 시험

일반적인 절연 상태를 평가하기 위해 절연 저항 측정을 실시합니다. 일반적으로 이 시험은 정기 유지 보수 중에 실시하며 시험으로 인한 추가적인 노화 효과를 방지해야 합니다. 측정 결과는 기준(수년에 걸쳐) 결과와 비교하여 절연의 노후화를 보여주지만 격리 시스템의 약점에 대해서는 시사하지 않습니다 [19]. 시험 전압이 대기 요인의 예상 과전압보다 훨씬 낮아 장비의 공간거리 감소와 그에 따른 플래시오버는 시험하지 않습니다.

임펄스 전압 시험은 의도치 않은 절연 약점과 고전압 루틴 시험을 감지합니다.

기호 및 용어

| 문자 기호 | 용어 |
|-------------------|---|
| hPa | hecto Pascal; $1\text{hPa} = 100\text{N} / \text{m}^2 = 100\text{kg} / \text{m} \cdot \text{s}^2$ |
| V_{isol} | 유형 또는 루틴 시험에서 SEMİKRON 고전압 시험 전압[V_{rms}] |

용어 및 기호에 대한 자세한 설명은 "애플리케이션 매뉴얼 전력 반도체"[2] 참고.

참고자료

[1] www.SEMİKRON.com

[2] A. Wintrich, U. Nicolai, W. Tursky, T. Reimann, "Application Manual Power Semiconductors", ISLE Verlag 2015, ISBN 978-3-938843-83-3

[3] EN61800-5-1: 2017, "Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements

– Electrical, thermal and energy”

- [4] Wolfgang Pfeiffer, "Isolationskoordination in Niederspannungsbetriebsmitteln", VDE-Verlag 1998, ISBN 3-8007-2181-3
- [5] Klecszty, S. E., "Formal theoretical foundation of electrical ageing of dielectrics", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems 100, 1981
- [6] EN 61287-1: 2007-08, "Railway applications – Power converter installed on board rolling stock – part 1: Characteristics and test methods"
- [7] EN 61439-1: 2012_06, "Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules"
- [8] UL 1557: 2011-12-29, "Electrically isolated semiconductor devices"
- [9] EN 61180:2013-07, "High-voltage test techniques for low-voltage equipment – definitions, test and procedure requirement, test equipment"
- [10] EN 60664-1: 2008-01, "Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part1: Principles, requirements and tests"
- [11] EN 50191: 2011-10, "Erection and operation of electrical test equipment"
- [12] [12] R. Weiss, "Insulation coordination", SEMİKRON application note, AN1405 – rev02, Nuremberg, 2014
- [13] EN 62040-1: 2013-11, "Uninterruptible power systems (UPS) – Part 1: General and safety requirements for UPS"
- [14] EN 62109-1: 2011-04, "Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements"
- [15] EN 50178: 1997, "electronic equipment for use in power installations"
- [16] IEC 62477-1: 2017, "Safety requirements for power electronic converter systems and equipment - Part 1: General"
- [17] EN 50124: 2016-03, "Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements - Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment"
- [18] IEC 60950-1: 2005-12: "Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements"
- [19] IEC 2/1776/CD:2014, "Rotating electrical machines – Part 27-4: Measurements of insulation resistance and polarization index on winding insulation of rotating electrical machines"
- [20] EN 60747-15: 2010, "Semiconductor devices – Discrete devices – Part 15: Isolated power semiconductor devices"
- [21] UL 1557: 2011-12-29, "Electrically isolated semiconductor devices"
- [22] UL 1741: 2010-01-28, "Inverters, converters, controllers and interconnection system equipment for use with distributed energy resources"
- [23] UL 61800-5-1: 2012-06-08, "Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems – Part 5-1: Safety Requirements - Electrical, Thermal and Energy"
- [24] IEC 61000-2-14: 2007-01-31, "Electromagnetic compatibility (EMC) – Environment.- Overvoltages on public electricity distribution networks"

변경 이력

SEMİKRON 은 추가 통지 없이 변경할 수 있는 권리를 가집니다.

중요 정보 및 주의 사항

이 문서의 정보는 제품 특성에 대한 보증 또는 보장으로 간주되지 않을 수 있습니다("품질 보증"). 이 문서는 특정 애플리케이션에 따라 달라질 수 있는 일반적인 애플리케이션에서 예상되는 제품의 통상적인 특성만을 설명합니다. 따라서 사전에 각 애플리케이션에 대해 제품을 테스트해야 합니다. 애플리케이션 조정이 필요할 수 있습니다. SEMİKRON DANFOSS 제품의 사용자는 SEMİKRON DANFOSS 제품을 포함하는 애플리케이션의 안전에 대한 책임을 지며 특정 SEMİKRON DANFOSS 제품의 결함으로 인해 애플리케이션이 신체적 상해, 화재 또는 기타 문제를 초래하지 않도록 적절한 안전 조치를 취해야 합니다. 사용자는 애플리케이션 설계가 모든 관련 법률, 규정, 규범 및 표준을 준수하는지 확인할 책임이 있습니다. SEMİKRON DANFOSS 의 공인 대리인이 서명한 서면 문서를 통해 SEMİKRON DANFOSS 이 달리 명시적으로 승인한 경우를 제외하고, SEMİKRON DANFOSS 제품은 당해 제품의 고장 또는 그 제품 사용의 결과로 인해 인명 피해가 초래될 수 있음을 합리적으로 예상할 수 있는 애플리케이션에 사용할 수 없습니다. 제 3 자의 지적 재산권 미침해에 대한 보증을 포함하되 이에 국한되지 않는 이 문서에 제공된 정보의 정확성, 완전성 및/또는 그 이용과 관련하여 어떠한 확약이나 보증도 제공되지 않으며 어떠한 책임도 지지 않습니다. SEMİKRON DANFOSS 은 애플리케이션 또는 제품의 사용으로 인해 발생하는 어떠한 책임도 지지 않으며 특허권, 저작권, 영업 비밀 또는 여타 지적 재산권이나 타인의 권리에 따른 라이선스를 양도하지 않습니다. SEMİKRON DANFOSS 은 애플리케이션으로 인해 발생할 수 있는 제 3 자의 지적 재산권 미침해 또는 주장된 미침해에 대해 어떠한 확약이나 보증도 하지 않습니다. 이 문서는 이전에 제공된 모든 정보를 대체 및 대신하며 업데이트로 대체될 수 있습니다. SEMİKRON DANFOSS 은 변경할 권리가 있습니다.

SEMİKRON-DANFOSS KOR

경기도 광명시 새빛공원로 67 광명역자이타워 A 동 1207~1212 호

• Tel: +82-2-6370-4799 • Fax: +49 911-65 59-262

sales.skkor@semikron-danfoss.com