

전기용품 안전기준

K61639

[IEC 96-12]

- 기술보고서 - 형식 2

정격전압 72.5kV 이상의 가스절연
금속엔클로저 개폐기와 전력변압기 사이의
직접 접속

목 차

1 적용범위 및 목적	
2 인용 규격	
3 정의	
4 전원의 한계치	
5 정격	
5.1 정격 전압	
5.2 정격 절연 수준	
5.3 정격 정상 전류와 온도 상승	
5.4 정격 단시간 저항 전류, 정격 피크 저항 전류 및 정격 단락 지속 시간	
5.5 절연 기체의 정격 충전 압력 (또는 밀도)	
6 설계 및 시공 요건	
6.1 압력 저항 요건	
6.2 연결 인터페이스에 인가하는 기계적 힘	
6.3 제조업체 부싱 플랜지에 인가하는 기계적 힘	
6.4 진동	
7 표준 치수 및 특수 요건	
8 시험	
8.1 일반사항	
8.2 유전체 형식 시험	
8.3 외팔보 부하저항 형식 시험	
8.4 부싱의 정기적인 외부 압력 시험	
8.5 기체 밀폐 정기 시험	
9 문의, 제출 및 주문 관련하여 제공하는 정보	
10 전송, 축전, 조립, 작동 및 유지 보수 규칙	
그림	

주) — : IEC 기준과 상이한 부분
 * : 적용하지 않아도 되는 부분
 ※ : 추가된 부분

정격전압 72.5kV 이상의 가스절연 금속엔클로저 개폐기와 전력변압기 사이의 직접 접속

1. 적용범위 및 목적

본 기술 보고서는 IEC 60517 요건을 만족시키는 정격 전압이 72.5kV 이상의 가스절연 엔클로저 개폐기와 IEC 60076의 요건을 만족시키고 IEC 60137의 요건을 만족시키는 완전 침수형 부상에 장착된 전력 변압기 사이의 단상 접속 어셈블리에 적용할 수 있다. 이 때 부상의 한쪽 끝은 변압기 오일에 담그고, 다른 끝은 개폐기의 절연 가스에 담근다.

본 기술 보고서의 목적은 이러한 접속 어셈블리의 인터페이스 장치에서 전기 및 기계적 상호 호환성을 확립하고 공급의 한계를 정하는 것이다.

필요한 경우 IEC의 관련 규격을 제정 또는 개정한다. 본 기술 보고서의 목적에 따라, “가스절연 금속엔클로저 개폐기”라는 용어를 “개폐기”로 사용하기로 한다.

2. 인용 규격

다음 인용규격은 본 규격의 참고사항을 통하여 본 기술 보고서의 규정조항을 구성하고 있는 규정을 포함한다. 명시한 개정판은 출판 당시에는 유효하였으며 모든 인용규격은 일정 기간마다 반드시 개정해야 한다. 본 기술 보고서에 따라 계약 당사자들은 아래 나열된 인용규격의 최신판을 적용할 수 있는지에 대해 조사해 볼 것을 권장한다. IEC와 ISO 회원국들은 현재 유효한 국제 규격의 목록을 고수한다.

- IEC 60050(471) : 1984, 국제 전기 기술 용어(IEV) - 제471장: 절연체
- IEC 60076-1 : 1993, 전력 변압기 - 제1부: 일반사항
- IEC 60076-2 : 1993, 전력 변압기 - 제2부: 온도 상승
- IEC 60076-3 : 1980, 전력 변압기 - 제3부: 절연 레벨 및 내전압 시험
- IEC 60076-3-1 : 1987, 전력 변압기 - 제3부: 절연체 레벨 및 내전압 시험.
대기 중 외부 공간
- IEC 60076-5 : 1976, 전력 변압기 - 제5부: 단락에 대한 저항력
- IEC 60137 : 1995, 교류 전압이 1000V이상인 부상

IEC 60517 : 1990, 정격 전압이 72.5kV 이상인 가스절연 금속엔클로저 개폐 장치

IEC 60694 : 1996, 고전압 개폐장치 및 제어기어 표준에 대한 공통 규격

IEC 60859 : 1986, 정격 전압이 72.5kV 이상인 가스절연 금속엔클로저 개폐장치에 대한 케이블 접속

3. 정의

본 기술 보고서의 목적에 따라 다음의 정의를 적용한다:

3.1 **부싱(bushing)** : 하나의 도체가 변압기 탱크를 통과할 수 있도록 해주고 그 탱크로 부터 도체를 절연시켜주는 장치. 탱크 부착 도구는 부싱의 일부분을 구성한다.[IEV471-02-01, 수정]

3.2 **완전 침례형 부싱(completely immersed bushing)** : 주위 공기(오일이나 기체)를 제외한 기타 절연 매질에 침지 시키도록 고안된 부싱의 양 끝(IEV 471-02-08, 수정).

3.3 **엔클로저(encloser)** : 정격 절연 수준을 안전하게 유지시키는데 필요한 규정 조건하에서 절연 기체를 보유하고 있는 가스절연 금속엔클로저 개폐기의 일부분으로 외부 영향으로 부터 장비를 보호하고 작업요원에게 높은 등급의 보호를 제공해 준다.

3.4 **주 회로 말단 단자(main circuit end terminal, 그림1의 1 참조)** : 접속 인터페이스의 일부를 구성하는 가스절연 금속엔클로저 개폐기의 주 회로 일부(IEC859, 3.2항 참조).

3.5 **변압기 접속 엔클로저(transformer connection enclosure, 그림1의 6 참조)** : 전력 변압기와 주 회로 말단 단자에 장착된 완전 침례형 부싱의 한쪽 끝을 포함하는 가스 절연 금속엔클로저 개폐기의 일부.

3.6 **최대 작동 기체 압력(Maximum operating gas pressure)** : 부싱의 한쪽 끝이 침지된 기체 절연 매질의 최대 압력. 작동 중일 때, 개폐기 전력변압기 접속 어셈블리는 최대 주위 공기 온도에서 정격 정상 전류를 전송한다(IEC 60137, 2.30항에서 유도).

3.7 **(엔클로저의) 설계 압력** : 엔클로저의 두께를 측정하는데 이용하는 압력

(IEC 60517, 3.115 항에 따름).

3.8 절연 시 기체의 정격 충전 압력 P_{re} (또는 밀도)(rated filling pressure **P_{re} of gas for insulation**) : 온도가 +20°C이고 압력이 101,3kPa(밀도)인 표준 대기 공기 조건에서 절연 시 기체 압력(단위:Pa). 이는 상대 또는 절대로 표현할 수 있다. 사용하기 전에 어셈블리에 채우거나 자동으로 다시 채워진다(IEC 60694의 3.6.4.1항에 따름).

3.9 절연 시 기능 압력 P_{me} (minimum functional pressure **P_{me} for insulation**) : 온도가 +20°C이고 압력이 101,3kPa(밀도)인 표준 대기 공기 조건에서 절연 시 기체 압력 (단위:Pa). 이는 상대 또는 절대로 표현할 수 있으며 개폐기의 정격값이 그대로 유지되거나 재 보충이 필요하다(IEC 60694의 3.6.4.5항에 따름).

4. 전원의 한계치

일반적인 직접 접속은 그림1에 주어져 있다.

개폐기 및 변압기 제조업체의 전원 제한은 그림1과 표2를 따른다.

주 - 변압기 탱크의 순환 전류를 제한하기 위하여, 개폐기 제조업체는 각기 다른 위상의 엔클로저 사이에서 접속을 제공해야 한다.

변압기 고장에 대한 보호 계획의 구별 및 정확한 작동을 달성하기 위하여, 실효값이 5kV인 전원 주파수 시험 전압을 1시간 동안 견딜 수 있도록 설계된 절연 수준을 가지는 변압기 탱크와 주변 접지 개폐기 사이에 그림1에 주어져 있지 않은 절연 접합부가 필요한 경우도 있다.

스위칭 장치 작동 시, 발생할 수 있는 초고속 프런트 과도 접지 가능성의 발생을 제한 하기 위하여, 비선형 저항기를 절연 접합부와 병렬로 접속한다. 비선형 저항기의 개수 및 특성은 스위치 제조업체가 결정해야 한다.

사용자 및 개폐기와 변압기 제조업체 간의 합의에 따라, 다음 세 위치의 절연 접합부에 대해 허용될 수 있다.

- a) 변압기 탱크와 부착된 부싱 플랜지 사이;
- b) 그림1, 6의 변압기 접속 엔클로저의 플랜지와 부착된 부싱 플랜지 사이;

c) 그림1, 6의 변압기 접속 엔클로저와 다음 개폐기 엔클로저 사이;

a)위치에서, 절연 접합부와 비선형 저항기는 변압기 제조업체가 공급 및 설치해야 한다.

b)위치에서, 절연 접합부와 비선형 저항기는 개폐기 제조업체가 공급 및 고정해야 한다.

a)와 c)위치는 본 기술 보고서의 적용범위를 벗어나는 위치이다.

위치를 b)로 합의한 경우, 7항에 따라 표준 치수는 가능한 한 멀리 유지해야 한다.

5. 정격

개폐기 전력 변압기 접속 어셈블리의 치수를 셀 때, 다음의 정격 값을 적용한다.

5.1 정격 전압

정격 전압은 반드시 개폐기의 정격 전압으로 하고, 다음의 표준 값 중에서 선택한다:

72.5kV-100kV-123kV-145kV-170kV-245kV-300kV-362kV-420kV-550kV

주 - 표준값 800kV는 현 시점에서는 경험상 불충분하므로 고려하지 않는다.

5.2 정격 절연 수준

접속 어셈블리의 정격 저항 전압 및 전원 주파수 시험 전압 값은 IEC 60517의 4.2항에 따른다.

주 - 관련 규격에 따라, 변압기 및 부싱은 각기 다른 절연 수준값에서 측정할 수 있다.

5.3 정격 정상 전류와 온도 상승

표3에 정의한 접속 인터페이스 치수는 정격 정상 전류로 3150A의 최대 값을 허용한다. 이러한 최대 값을 고려하여 IEC 60137의 3.2항을 참조한다.

상호 교환성을 보장하기 위하여, 접속 인터페이스의 접촉 표면은 은 또는 동 코팅을 하거나 또는 나동선 이어야 한다.

정격 정상 전류의 경우, 개폐기와 전력 변압기의 접속은 변압기 접속 엔클로저의 온도와 접속 인터페이스의 온도가 IEC 60517의 4.4.2에 규정된 값을 초과하지 않도록 설계해야 해야 한다.

5.4 정격 단시간 저항 전류, 정격 피크 저항 전류 및 정격 단락 지속 시간

IEC 60517의 4.6항 및 4.7항 참조.

5.5 절연 시 가스의 정격 충전 압력 P_{re} (또는 밀도)

절연 시 가스의 정격 충전 압력 P_{re} (또는 밀도)는 개폐기 제조업체가 지정해야 한다. 절연 가스로 SF₆를 사용하는 경우, 부싱 절연의 설계를 결정하기 위해 사용되는 절연 시 최소 기능 압력 p_{me} 는 전체 범위 72.5kV에서 550kV에서 0.35MPa(절대)을 초과해서는 안 된다.

6 설계 및 시공 요건

6.1 압력 저항 요건

부싱의 기계적 내력을 측정하기 위해 사용되는 최대 작동 가스 압력은 적어도 5MPa (절대)이어야 한다.

또한, 가스 충전 과정의 한 부분으로써, 변압기 접속 엔클로저를 비울 때, 부싱은 진공 상태를 견딜 수 있어야 한다.

변압기 접속 엔클로저는 IEC 60517의 5.103.2에 명시된 바와 같이, 개폐기 제조업체가 결정한 설계 압력에 대한 IEC 60517의 5.103의 요건을 만족시켜야 한다.

직접 접속 어셈블리의 최대 작동 가스 압력(절대)은 다음 값을 초과해서는 안 된다:

- 설계 압력이 0.75MPa(게이지)이하일 때, 변압기 접속 엔클로저 설계 압력에 0.1MPa를 더한 값.
- 설계 압력이 0.75MPa(게이지 압력)와 같거나 이를 초과할 때, 0.85MPa

(절대).

6.2 접속 인터페이스에 인가하는 기계적 힘

전기역학 효과, 구성부품의 허용차, 열적 팽창(또는 수축) 및 개폐기 주 회로의 무게를 비롯하여 접속 인터페이스 부싱에 인가한 총 기계적 힘은 작은 것으로 간주한다. 그러나 접속 인터페이스에 세로로 또는 가로로 인가된 기계적 힘은 2kN이라 가정한다.

개폐기 제조업체는 상기 명시한 힘을 초과하지 않도록 보장할 책임이 있다.

6.3 부싱 플랜지에 인가하는 기계적 힘

6.1항에 규정한 최대 작동 가스 압력 뿐 아니라, 변압기 접속 엔클로저에 부착된 부싱의 플랜지에는 작동 중 다음의 부하가 가해진다:

- 개폐기 자체의 지지 구조로 지탱될 수 없는 개폐기의 무게.
- 적용 가능한 경우, 개폐기 자체의 지지 구조로 지탱될 수 없는 풍압.
- 개폐기 엔클로저의 온도 변화로 인한 팽창(또는 수축)응력. 이러한 응력을 평가하기 위해, 변압기 측면에서, 온도 변화로 인한 부싱 플랜지 높이의 변화는 탱크가 강철인 경우 변압기 탱크 높이의 ± 0.0008 배를 초과하지 않는다는 것을 고려해야 한다.

주 - 이러한 작동을 수행할 때 개폐기와 변압기가 함께 접속되지 않는다고 가정하기 때문에 변압기유를 배수시키고 변압기 탱크를 비움으로 인해 발생할 수 있는 높이 및 위치의 변화는 고려하지 않는다.

부싱 플랜지의 중심에서 이러한 부하는 다음과 같은 힘을 동시에 인가한다:

- 휨 모멘트 M_o ;
- 전단력 F_p ;
- 인장력 또는 압축력 F_a .

부싱과 변압기는 작동 중에 표1에 규정된 M_o , F_p 및 F_a 값을 견딜 수 있어야 하며 개폐기 제조업체는 이 값들을 초과하지 않도록 보장할 책임이 있다.

주 - 표1 에 규정된 바와 같이, 개폐기 엔클로저에 의해 부싱의 변압기 플랜지에 인가되는 힘은 IEC 137에 따라 외부 침지 부싱에 의해 가해지는 힘보다 현저하게 크다. 이러한 힘은 개폐기의 설계에 따라 다르다

고객이 달리 규정한 경우를 제외하고, 개폐기의 상대 위치와 수준 및 변압기 기본 요소는 각각 변하지 않는 것으로 간주한다.

표 1 부싱 플랜지와 변압기에 인가한 모멘트 및 힘

정격전압 kV	휨모멘트 M_0 kNm	전단력 F_t	인장력 또는 압축력 F_a
72.5 - 100	5	7	4
123 - 170	10	10	5
245 - 300	20	14	7
362 - 550	40	20	10

6.4 진동

에너지가 가해진 변압기 내부에서 발생하는 진동은 변압기유 및 탱크 벽에 의하여 개폐기와 탱크 벽에 단단히 고정된 부싱으로 전달된다. 개폐기 및 변압기 제조업체는 반드시 진동을 고려하여 합의해야 한다.

7 표준 치수 및 특별 요구사항

변압기 접속 엔클로저, 주 회로 말단 단자, 부싱 말단 단자 및 부싱 플랜지의 표준 치수는 그림2, 그림3 및 표3에서 제시한다.

부싱 제조업체는 변압기와 개폐기 간의 직접 접속의 최종 어셈블리 후 IEC 60694의 5.2항에 주어진 요건을 만족시킬 수 있도록 제조, 처리 및 축전 시, 설비를 만들어야 한다.

8. 시험

8.1 일반사항

다음과 같은 보완 사항으로 IEC 60076, IEC 60137 및 IEC 60517에 따라 변압기, 부싱 및 개폐기의 시험을 수행하여야 한다.

8.2 유전체 형식 시험

8.2.1 부싱의 유전체 형식 시험

부싱의 유전체 유형시험은 5.5항에 규정된 최소 압력에서 절연한 가스를 채운 엔클로저 안에서 실시하는 것이 바람직하다.

만일 차폐물이 부싱 설계의 중요한 부품이라면 시험 시, 작동 위치에 설치해야 한다.

그림2와 표3의 $d2$ 와 같은 직경을 가지는 원통 익스텐션 피스(extension piece)를 부싱 제조업체가 요청할 경우, 시험용 노출 단자 정상에 부착할 수 있다.

접지된 금속 실린더 부싱 말단을 둘러싼다. 이 때 직경은 그림2와 표3의 $d3$ 을 초과하지 않는다.

8.2.2 변압기 접속 엔클로저의 유전체 형식 시험

변압기 접속 엔클로저와 주 회로 말단 단자에 부싱없이 유전체 형식 시험을 실시한다. 그러나 필요하다면, 그림2와 표3의 $d2$ 와 같은 직경을 가지는 원통 익스텐션 피스를 사용할 수 있다.

유전체 형식 시험은 최소 기능 압력 P_{me} (밀도)에서 실행해야 한다. 이 때 압력은 5.5에 규정된 한계치 보다 작아야 하며 사용 중일 때 최대 작동 가스 압력이 6.1항에 규정된 한계치를 초과해서는 안 된다.

8.3 외팔보(Cantilever) 부하 저항 형식 시험

8.3.1 6.2항과 일치한다는 것을 증명하기 위해, 부싱은 접속 인터페이스에서 인가한 시험 부하가 모든 정격에 대하여 4kN이 되어야 한다는 사실을 제외하고, IEC 60137의 7.7항에 따라 시험한다.

8.3.2 표2에 규정된 휨 모멘트에 대한 저항력을 증명하기 위해, 다음과 같이 추가의 시험을 실시한다.

부싱은 시험에 필요한 한에서 조립해야 하지만 내부 가스 압력은 없어야

한다. 적절한 장치에 단단히 고정된 오일 면 플랜지에 수직으로 설치한다. 가스 침지용 말단을 정상 작동에서와 같이 주위 온도 상태의 탱크 안에 설치한다. 0.75MPa(게이지)의 압력에서 적정 매질로 탱크를 채우고, 표2에 따라 M_0 의 두 배에 해당하는 휨 모멘트가 1분간 부싱의 개폐기 사이드 플랜지에서 발생하도록 시험 부하를 탱크에 인가한다. 인가한 전단력은 가능한 한 F_t 의 2배이어야 한다.

허용 기준은 IEC 60137에 7.7에 설명되어 있다.

8.4 부싱의 정기적인 외부 압력 시험

본 시험은 가스 밀폐 시험 전에 수행해야 한다. 가스 침지용 부싱 말단은 정상 작동에서와 같이 주위 온도 상태의 탱크 안에 설치한다. 탱크는 공급자의 선택에 따라 1.15MPa의 압력에서 1분 동안 가스나 액체로 채워야 한다.

기계적 손상의 증거가 없다면, 부싱은 시험을 통과한 것으로 간주한다(예를 들어, 형태 의 변화나 파열).

8.5 가스 밀폐 정기 시험

IEC 60694의 가스 밀폐 요건 및 시험은 본 기술 보고서의 요건에 따라 전력 변압기와 개폐기의 직접 접속에 적용할 수 있다.

허용 누설 비율 F_p (IEC 60694의 3.6.5.6항)은 개폐기와 변압기 제조업체 간에 상호 합의해야 한다. 이는 IEC 60137의 8.9항에 따라, 각 부싱의 밀폐 시험 중, 6.1항에 명시한 최대 기능 가스 압력의 가스로 시행해야 하며 절대 누설율 F 는 F_p 를 초과해서는 안 된다.

허용 누설율 F_p 값은 개폐기 제조업체가 완성된 개폐기의 밀폐 조정 차트 TC를 만드는데 사용해야 한다.

9 문의, 제출 및 주문과 관련하여 제공하는 정보

IEC 60517의 9항과 IEC 137의 5항을 참조한다. 또한, 사용자는 변압기 탱크와 접지된 개폐기 엔클로저 사이에 절연 접합부가 필요한지 여부를 명시해야 한다.

10 전송, 축전, 조립, 작동 및 유지 보수 규칙

IEC 60694의 10항 참조.

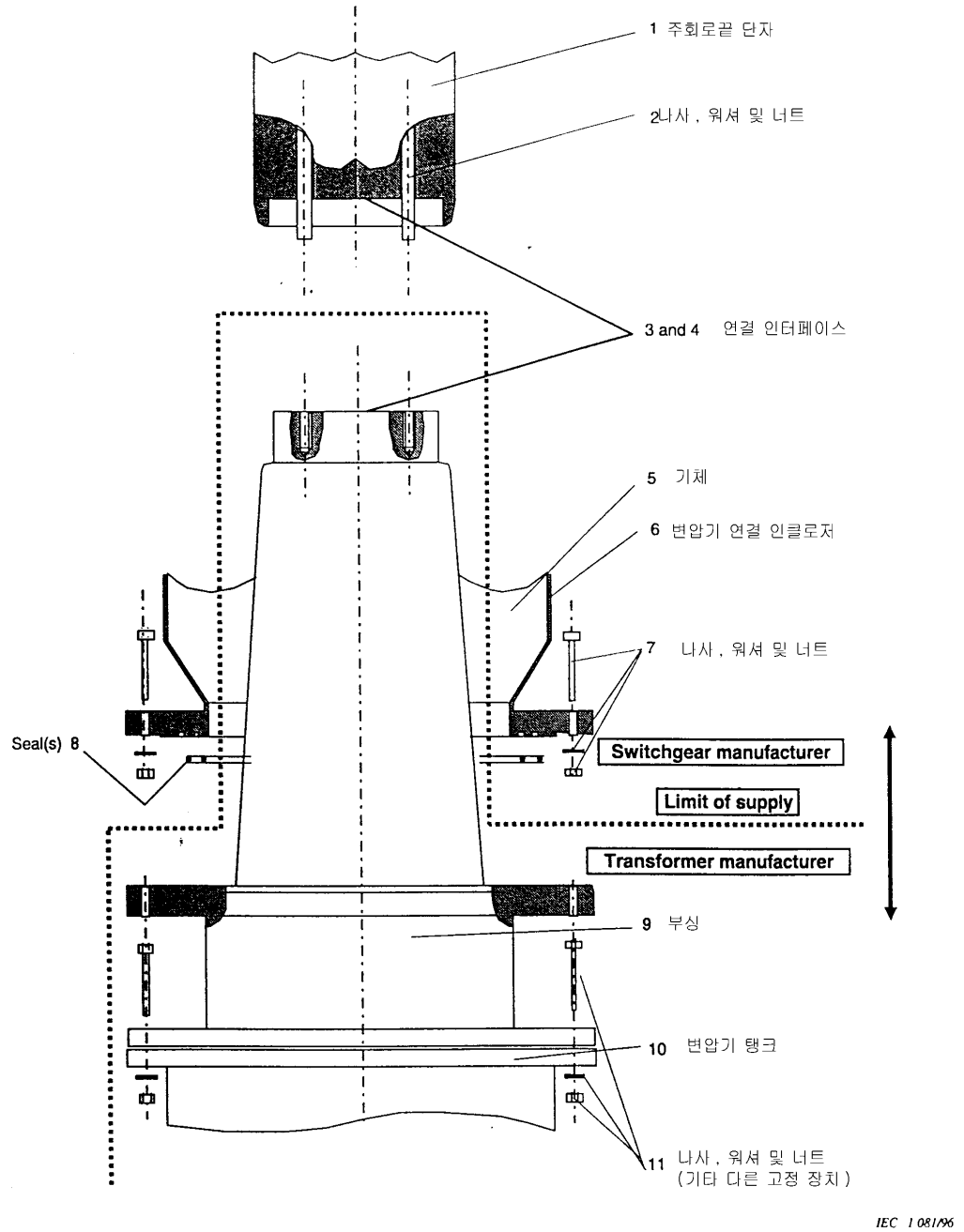


그림 1 - 전력 변압기와 가스절연 금속엔클로저 개폐기의 대표적인 직접 접속

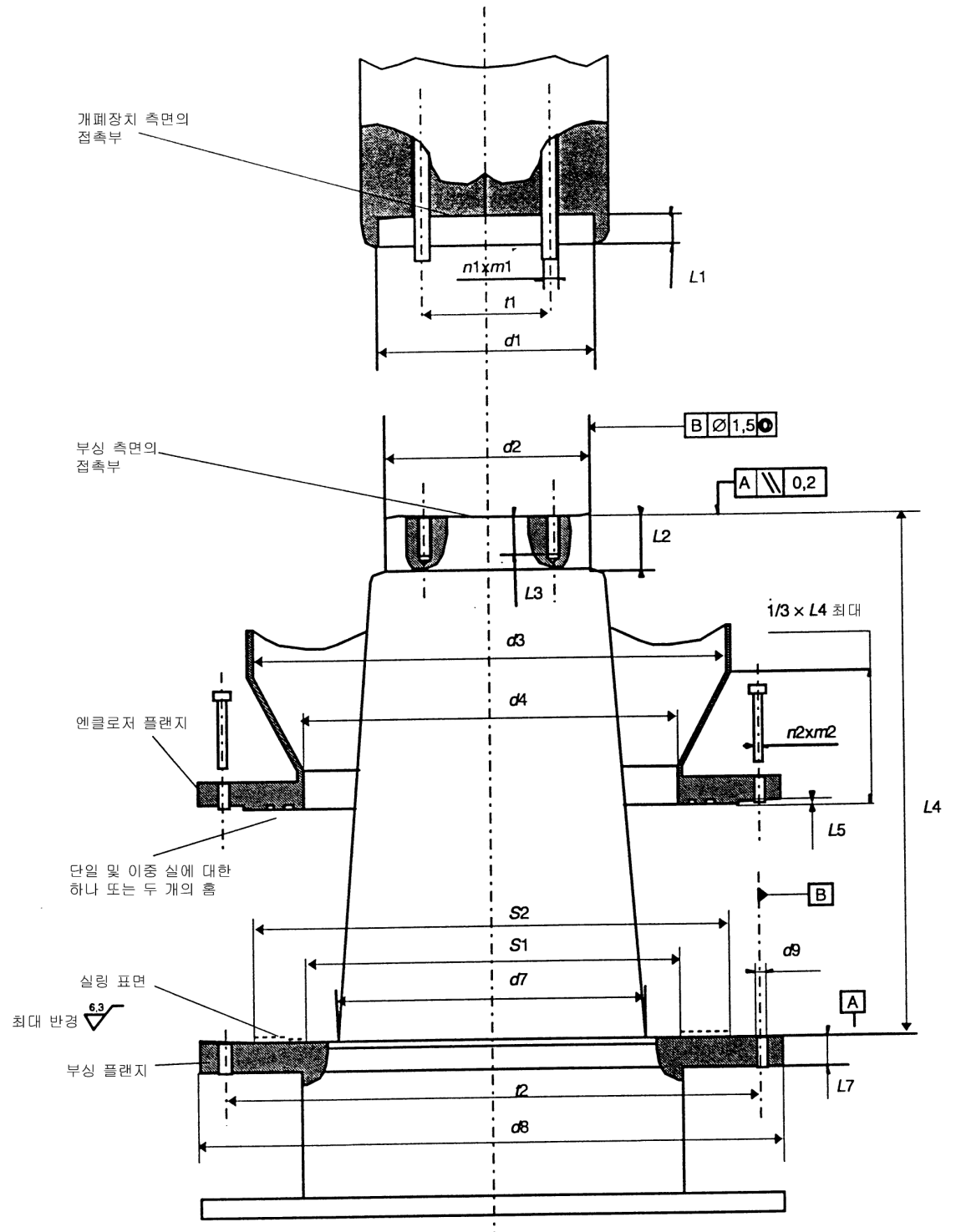
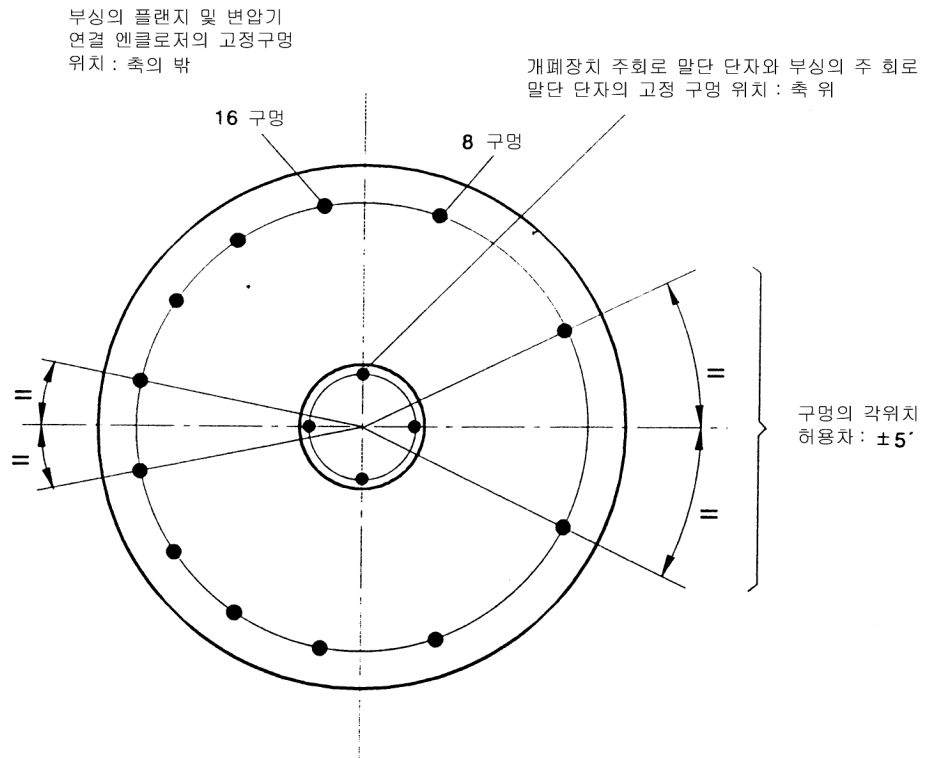


그림 2 - 전력 변압기와 가스절연 금속엔클로저 개폐기의 대표적인 직접 접속에 대한 표준 치수



주 : - 다음의 데이터 및 필요한 관련 허용차는 사용자 간 또는 변압기 제조업체와 개폐기 제조업체간에 상호 합의해야 한다.

- 서브스테이션의 기준 축과 관련된 각 부싱 플랜지 중심선 위치;
- 서브스테이션 영(0)과 관련된 그림 2의 부싱 플랜지 실링 표면 A의 높이;
- 각 부싱 플랜지의 축 및 방향;
- 각 플랜지 실링 표면 A의 수평면에 대한 각도

그림 3 - 고정 구멍의 표준 방향

표 2 - 전원의 한계치 (그림 1을 참조)

종 류	번 호	제 조 자	
		개 폐 기	변 압 기
주 회로 말단 단자	1	x	
나사, 워셔 및 너트	2	x	
접속 인터페이스	3	x	
접속 인터페이스	4		x
가스	5	x	
변압기 접속 엔클로저	6	x	
나사, 워셔, 너트	7	x	
실	8	x	
부싱	9		x
변압기 탱크	10		x
나사, 워셔 및 너트 (기타 고정 장치)	11		x

표 3 - 표준 치수
(단위 :mm)

	정격 피뢰 임펄스 저항 전압 (피크값) kV			
	325 to 450	550 to 750	850 to 1 050	1 175 to 1 550
정격 전압 (실효값) kV	72,5 to 100	123 to 170	245 to 300	362 to 550
Ø d1	100 ^{+0,5} ₀	100 ^{+0,5} ₀	140 ^{+0,5} ₀	140 ^{+0,5} ₀
Ø d2	99 ⁰ _{-0,5}	99 ⁰ _{-0,5}	139 ⁰ _{-0,5}	139 ⁰ _{-0,5}
Ø t1	70 ± 0,3	70 ± 0,3	110 ± 0,3	110 ± 0,3
n1 x m1 (note 1)	4 x M12	4 x M12	4 x M12	4 x M12
L3 min.	20	20	25	25
L1 max.	25	25	25	25
L2 min.	30	30	30	30
Ø d3 min.	250	300	450	540
Ø d7 max.	196	215	440	500
Ø d4	200 ⁺³ ₀	220 ⁺³ ₀	450 ⁺⁵ ₀	540 ⁺⁵ ₀
L4	330 ± 1	520 ± 1	770 ± 2	1 050 ± 2
S1 max.	200	220	450	540
S2 min.	260	280	510	600
L5 (note 2)	0 up to 3	0 up to 3	0 up to 3	0 up to 3
n2 x m2 (note 1)	8 x M12	8 x M12	16 x M12	16 x M16
Ø t2	285	305	535	640
Ø d8 최소	315	335	565	690
Ø d9	16	16	16	20
L7 최대	25	30	40	45
주 1 고정 구멍의 방향은 그림 3을 따라야 한다. 2 개폐장치 제조업체의 경험에 따라, 3mm 이하의 구멍을 제공할 수도 있다.				