

FLUKE®

28 II Ex

True-rms Digital Multimeter

사용자 설명서

November 2011 Rev. 2, 2/22 (Korean)

© 2011-2022 Fluke Corporation. All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.

All product names are trademarks of their respective companies.

제한 보증 및 책임의 한계

이 Fluke 제품은 구입일로부터 3년 동안 재료와 제작상에 결함이 없음을 보증합니다. 이에는 퓨즈, 일회용 배터리 또는 사고, 태만, 오용 또는 비정상 상태에서의 작동 및 취급으로 인한 손상은 포함되지 않습니다. 본 제품의 재판매자들은 Fluke를 대신하여 어떠한 보증 연장도 할 수 없습니다. 보증 기간 동안 서비스를 받으려면 결함이 있는 제품을 문제에 대한 설명과 함께 가까운 Fluke 서비스 센터로 보내십시오.

본 보증은 유일한 해결책입니다. 특정 목적에 대한 적합성 등과 같은 기타 명시적 또는 묵시적 보증 사항은 없습니다. Fluke는 여하의 이유 및 이론에 입각한 특별, 간접, 우연 또는 결과적인 손상이나 손실에 대하여 책임을 지지 않습니다. 일부 국가는 묵시적 보증 또는 우연 및 결과적인 손상의 배제 또는 제한을 승인하지 않는 경우가 있으므로 본 제한 및 책임 조항은 귀하에게 해당되지 않을 수도 있습니다.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

목차

제목	페이지
개요.....	1
Fluke 연락처.....	1
안전 정보.....	2
Ex 안전 정보.....	2
오류 및 부하 제한.....	6
특징.....	7
자동 전원 끄기.....	14
Input Alert™ 기능.....	14
전원 켜기 옵션.....	15
측정 방법.....	16
AC 및 DC 전압 측정.....	16
트루 RMS 미터의 제로 입력 동작.....	17
저역 통과 필터.....	18
온도 측정.....	19

연속성 테스트	19
저항 측정	21
높은 저항 또는 누출 테스트에서 컨덕턴스 사용 방법	23
정전 용량 측정	24
다이오드 테스트	25
AC 또는 DC 전류 측정	27
주파수 측정	30
듀티 사이클 측정	32
펄스 폭을 결정하는 방법	33
HiRes 모드	33
MIN MAX 기록 모드	34
스무드 기능(전원 켜기 옵션 전용)	34
AutoHOLD 모드	36
상대 모드	36
유지보수	37
일반적인 유지보수	37
퓨즈 테스트	37
배터리 교체 방법	38
퓨즈 교체 방법	41
서비스 및 부품	41
일반 사양	44
상세 사양	46
AC 전압	46
DC 전압, 컨덕턴스 및 저항	47
온도	48
AC 전류	48
DC 전류	49
정전 용량	49
다이오드	50

주파수	50
주파수 카운트 감도 및 트리거 레벨	50
듀티 사이클 (Vdc 및 mVdc)	51
입력 특징	51
MIN MAX 기록	52

개요

⚠⚠ 경고

제품을 사용하기 전에 “안전 정보”를 읽으십시오.

28 II EX Digital Multimeter(제품)는 전기 및 전자 회로 측정 도구를 쉽게 작동시킬 수 있는 소형 제품입니다.

제품을 사용하기 전에 전체 *사용자 설명서*와 *안전 지침*을 읽으십시오.

Fluke 연락처

Fluke Corporation은 전 세계에서 사업부를 운영하고 있습니다. 지역 연락처 정보는 당사 웹 사이트: www.fluke.com에서 확인할 수 있습니다.

제품을 등록하거나, 최신 설명서 또는 설명서의 추가 자료를 열람, 인쇄 또는 다운로드하려면 당사 웹 사이트를 방문하십시오.

Fluke Corporation

P.O. Box 9090

Everett, WA 98206-9090

+1-425-446-5500

fluke-info@fluke.com.

안전 정보

경고는 사용자에게 위험한 상태 및 절차를 나타냅니다.
주의는 테스트 중에 제품이나 장치가 손상될 수 있는 상태 및 절차를 나타냅니다.

제품과 이 설명서에 사용된 기호들은 표 1에 설명되어 있습니다.

제품의 안전한 작동을 위해 이 설명서의 모든 지침과 경고를 반드시 준수하십시오.

Ex 안전 정보

참고

www.ecom-ex.com 또는 www.fluke.com에서 EU Declaration of Conformity(DoC) 및 이 제품의 Ex 인증서를 다운로드하십시오. Fluke를 통해 사본을 주문할 수도 있습니다.

이 설명서에는 위험 지역에서 제품을 안전하고 안정적으로 작동하기 위해 묘사된 상황별로 준수해야 하는 정보 및 안전 규정이 포함되어 있습니다. 본 정보 및 지침을 준수하지 않으면 위험한 결과가 발생하거나 해당 법안을 위반할 수도 있습니다.

제품을 사용하기 전에 먼저 이 설명서를 읽어 보십시오.

번역 및/또는 인쇄 오류로 인한 문의는 영문 설명서를 참조하십시오.

⚠⚠ 경고

폭발 위험 지역에서 감전 또는 상해를 예방하려면 다음 지침을 따르십시오.

- 폭발 위험 지역에서는 제품을 개봉하지-마십시오.
- 제품의 배터리는 폭발 위험 지역 외부에서만 교체하십시오.
- 예비 배터리를 폭발 위험 지역으로-가져가지 마십시오.
- 형식 승인을 받은 배터리만 제품에 사용하십시오. 승인된 배터리 목록은 *사용자 설명서*의 항목 5.1을 참조하십시오.
- T_{amb}의 다양한 온도 범위는 형식 승인을 받은 배터리로 한정됩니다. 승인된 배터리 목록은 *사용자 설명서*의 항목 5.1을 참조하십시오.
- 폭발 위험 지역에서는 퓨즈를-교체하지 마십시오.
- 폭발 위험 지역에 대해 공인된 퓨즈만-제품에 사용하십시오. 승인된 퓨즈 목록은 *사용자 설명서*의 항목 5.3을 참조하십시오.
- 지정된 연결 값이 충족되었을 시에만 제품을 사용하십시오.

- 비본질 안전 회로를 각각 측정한 후 제품을 다시 위험 지역에 넣기 전에 최소 3 분 동안 제품을 꺼야 합니다.
- 제품이 폭발 위험 지역에 있는 동안에는 빨간색 보관 케이스에 완전히 안전하게 장착되어 있어야 합니다.
- 폭발 위험 지역에 있는 제품에는 공인 액세서리만 사용하십시오.
- 제품을 강산성 또는 알칼리성 용액에 사용하지 마십시오.
- **Group I** 장비가 필요한 응용 분야의 경우 기름, 유압유 또는 유지와 절대 접촉하지 않도록 하십시오.
- **0, 20, 21** 또는 **22** 영역에 있는 제품은 사용하지 마십시오. 또는 이러한 영역으로 진입하는 본질 안전 연결의 측정은 연결 값이 충족된 경우에 허용됩니다.

⚠⚠ 경고

채굴 위험 지역에서 상해를 예방하려면:

- 기계에 대한 지나친 의존을 지양하십시오. 제품은 영하 **20 °C** 에서 7 줄 에너지 충격까지 견딜 수 있습니다.
- 제품이 기름, 유압유 또는 유지와 절대 접촉하지 않도록 하십시오.
- 고정 설치된 곳에 제품을 설치하지 마십시오.

⚠⚠ 경고

모든 작동 지역에서 발생할 수 있는 감전, 화재 또는 상해를 예방하려면:

- 모든 안전 정보를 읽은 후에 제품을 사용하십시오.
- 해당 지역 및 국가의 안전 규정을 준수하십시오. 위험한 활성 도체가 노출된 곳에서는 감전 및 화재로 인한 상해를 예방하기 위해 개인 보호 장비(인증 고무 장갑, 마스크 및 방염복)를 착용하십시오.
- 위험 지역에서의 제품 사용에 대한 추가 경고는 *Ex 사용자 설명서* 섹션을 참조하십시오.
- 제품을 지정된 방식으로만 사용하십시오. 그렇지 않으면 제품과 함께 제공된 보호 장비가 제대로 기능하지 않을 수 있습니다.

- 습하거나 축축한 장소에서는 제품을 사용하지 마십시오.
- 제품, 프로브 또는 액세서리의 최저 정격 개별 구성품의 정격 측정 범주(CAT)를 초과하지 마십시오.
- 제품을 사용하기 전에 케이스를 점검하십시오. 금이 갔거나 소실된 플라스틱이 있는지 확인하십시오. 터미널 주위의 절연 상태를 세심하게 확인하십시오.
- 테스트 리드가 손상된 경우 사용하지 마십시오. 테스트 리드에 손상된 접지부나 피복이 벗겨진 금속이 있는지 또는 마모 표시가 나타나는지 점검하십시오. 테스트 리드의 연속성을 확인하십시오.
- 혼자서 작업하지 마십시오.
- **30 V ac rms, 42V ad pk 또는 60V dc** 를 초과하는 전압은 만지지 마십시오.
- 측정에 적합한 측정 범주(CAT), 전압, 정격 암페어수 프로브, 테스트 리드 및 어댑터만 사용하십시오.
- 측정 시 필요 없는 프로브, 테스트 리드 및 액세서리를 모두 제거하십시오.
- 손가락은 항상 프로브의 손가락 보호대 뒤에 놓으십시오.
- 특정 측정 범주, 전압 또는 정격 암페어수로 작업을 제한하십시오.

- 먼저 알려진 전압을 측정하여 제품이 올바르게 작동하는지 확인하십시오.
- 지역 통과 필터를 사용하지 않은 상태로 위험 전압을 측정하십시오.
- 터미널 간 또는 각 터미널과 접지 간에 정격 전압 이상을 가하지 마십시오.
- 테스트 리드가 전류 터미널에 연결된 경우 전압원에 연결된 프로브를 만지지 마십시오.
- 활성 테스트 리드를 연결하기 전에 공통 테스트 리드를 연결하고, 공통 테스트 리드를 제거하기 전에 활성 테스트 리드를 먼저 제거하십시오.
- 잘못된 값이 측정되는 것을 방지하기 위해 배터리 부족 표시가 나타나면 배터리를 교체하십시오.
- 반드시 배터리 커버를 단단히 닫고 잠금 후에 제품을 작동시켜야 합니다.
- 제품이 비정상적으로 작동하는 경우 제품을 사용하지 마십시오.
- 제품이 파손된 경우 제품을 사용하지 말고 비활성화하십시오.

△ 주의

제품 또는 테스트 중인 장비의 손상을 방지하기 위해 다음 지침을 따르십시오.

- 저항, 연속성, 다이오드 또는 정전 용량을 테스트하기 전에 회로 전원을 차단하고 모든 고전압 커패시터를 방전시키십시오.
- 측정에는 항상 적합한 터미널, 기능 및 범위를 사용하십시오.
- 전류를 측정하기 전 제품의 퓨즈를 확인하십시오. (퓨즈 테스트를 참조하십시오.)

오류 및 부하 제한

이 제품 기능의 안전 또는 무결성에 대해 의문이 생길 시, 즉시 작동을 중단하고 폭발 위험 지역에서 벗어나십시오. 또한 ECOM 인증 기술자가 제품을 검사할 때까지 제품 작동을 방지하기 위해 필요한 모든 조치를 취하십시오. 제품을 제조업체에 보내서 검사받도록 하는 것이 좋습니다.

다음과 같은 경우에는 제품의 안전 및 안정성을 보장할 수 없으므로 작동하지 마십시오.

- 제품의 하우징에 눈에 보이는 손상이 발견되는 경우
- 제품에 수용 범위를 초과하는 부하를 가하는 경우
- 제품이 올바르게 보관되지 않은 경우
- 제품이 운송 중 손상된 경우
- 제품에 기재된 글이나 문자를 판독할 수 없는 경우
- 제품에 오작동이 발생하는 경우
- 측정값이 명백히 부정확한 경우
- 제품으로 측정/시뮬레이션을 더 이상 실행할 수 없는 경우
- 허용된 공차 또는 임계값이 초과된 경우

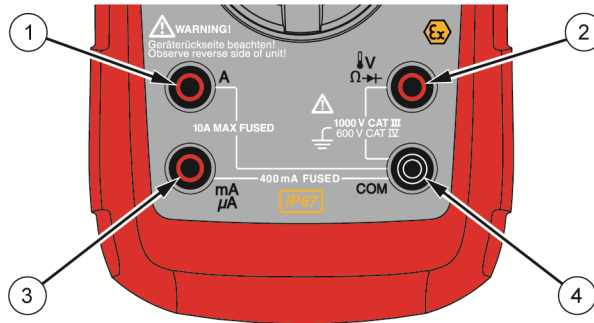
표 1. 기호

	경고: 위험. 사용자 문서 참고.		경고. 위험 전압 감전 위험
	이중 절연		정전 용량
	AC (교류)		다이오드
	DC(직류)		유럽 연합 규정을 준수합니다.
	접지		유럽 폭발성 환경(ATEX, European Explosive Atmospheres) 요구 사항을 준수합니다.
	퓨즈	CAT II	측정 범주 II 는 저전압 전원 설치의 운용 지점(콘센트 및 유사한 지점)에 직접 연결된 회로 측정 및 테스트에 적용됩니다.
	배터리. 이 기호가 표시되면 배터리가 부족한 것입니다.	CAT III	측정 범주 III 은 건물의 저전압 전원 설치의 배전부에 연결된 회로 측정 및 테스트에 적용됩니다.
	연속성 테스트 또는 연속성 신호음	CAT IV	측정 범주 IV 는 건물의 저전압 전원 설치의 전원에 연결된 회로 측정 및 테스트에 적용됩니다.
	이 제품은 WEEE Directive 표시 요구 사항을 준수합니다. 부착된 레이블에 이 전기/전자 제품을 가정용 생활 폐기물로 처리해서는 안 된다고 명시되어 있습니다. 제품 분류: WEEE Directive Annex I 의 장비 유형에 따라 이 제품은 범주 9 "모니터링 및 제어 계측" 제품으로 분류됩니다. 이 제품은 분류되지 않은 폐기물로 처리하면 안 됩니다.		

특징

표 2-5 는 제품의 기능을 나타냅니다.

표 2. 입력



grt01.tif

항목	터미널	설명
①	A	0 A ~ 10.00 A 전류(최대 30 초 동안 10 A ~ 20 A 의 과부하), 전류 주파수 및 듀티 사이클 측정 입력
②	V Ω +	전압, 연속성, 저항, 다이오드, 정전 용량, 주파수, 온도 및 듀티 사이클 측정 입력
③	mA μA	0 μA ~ 400 mA 전류 측정(18 시간 동안 600 mA) 및 전류 주파수 및 듀티 사이클 입력
④	COM	모든 측정에 대한 반환 터미널

표 3. 로터리 스위치 위치

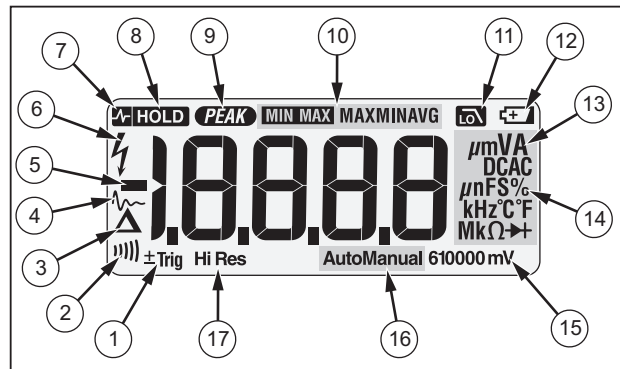
스위치 위치	기능
임의 위치	제품이 켜지면 제품 모델 번호가 잠시 디스플레이에 나타납니다.
 $\tilde{V}$	AC 전압 측정 저역 통과 필터()를 구현하려면  (노란색)를 누릅니다.
$\overline{V}$	DC 전압 측정
 $\overline{mV}$	600 mV dc 전압 범위 온도()를 측정하려면  (노란색)를 누릅니다.
 Ω 	연속성 테스트를 하려면  를 누릅니다. Ω 저항 측정 정전 용량을 측정하려면  (노란색)를 누릅니다.
	다이오드 테스트
$\overline{mA}$ A	0 mA ~ 10.00 A 의 AC 전류 측정 0 mA ~ 10.00 A 의 dc 전류를 측정하려면  (노란색)를 누릅니다.
$\mu\overline{A}$ μA	0 μA 에서 6000 μA 사이의 AC 전류 측정 범위 0 μA ~ 6000 μA 의 dc 전류를 측정하려면  (노란색)를 누릅니다.

표 4. 누름 버튼

버튼	스위치 위치	기능
 (노란색)	    	정전 용량 설정 온도 설정 ac 저역 통과 필터 켜기 dc 또는 ac 전류 설정 dc 또는 ac 전류 설정
	임의 위치 	설정 기능의 범위를 변경 및 설정합니다. 자동 범위로 돌아가려면 버튼을 1 초 간 누르십시오. °C 또는 °F 를 설정합니다.
	임의 위치 MIN MAX 기록 주파수 카운터	AutoHOLD(기존 TouchHold)는 디스플레이에서 전류 측정을 캡처합니다. 새롭고 안정적인 측정이 충족되면 제품에 신호음이 울리고 새 측정이 표시됩니다. 기록을 중단하거나 시작합니다. 기록된 값은 삭제되지 않습니다. 주파수 카운터를 시작하거나 중지합니다.

표 4. 누름 버튼(계속)

버튼	스위치 위치	기능
	연속성  MIN MAX 기록 Hz, 듀티 사이클	연속성 신호음 켜기/끄기를 전환합니다. 피크(250 μ s) 및 정상(100 ms) 응답 시간 사이에서 전환합니다. 제품을 포지티브/네거티브 슬로프에서 트리거하도록 전환합니다.
	임의 위치	백라이트 및 디스플레이 백라이트가 더욱 밝아지도록 버튼을 켜거나 백라이트를 끕니다.  를 1 초 동안 누르면 HiRes 디지털 모드로 들어갑니다. "HiRes" 아이콘이 디스플레이에 표시됩니다. 3-1/2 디지털 모드로 돌아가려면 1 초 동안  를 누릅니다. HiRes=19999
	임의 위치	최소 및 최대 값 기록을 시작합니다. MAX, MIN, AVG(평균) 및 현재 측정 값이 차례로 표시됩니다. 1 초 동안 누르고 있으면 MIN MAX 가 취소됩니다.
 (상대 모드)	임의 위치	다음 측정의 기준으로 사용하기 위해 현재 측정 값을 저장합니다. 영점이 맞춰지고, 이어지는 모든 측정에서 저장된 측정 값을 제한 값이 표시됩니다.
	임의 위치(다이 오드 테스트 제외)	주파수를 측정하려면  를 누릅니다. 듀티 사이클 모드로 이동하려면 한 번 더 누릅니다.



grt09.tif

그림 1. 디스플레이 기능

표 5. 디스플레이 기능

번호	기능	의미
①	$\pm$ Trig	Hz/듀티 사이클 트리거링에 대한 포지티브 또는 네거티브 슬로프 표시기.
②		연속성 신호음 켜짐
③		상대(REL) 모드가 활성화 상태임
④		스무딩이 활성화 상태임

번호	기능	의미
⑤	-	네거티브 측정. 상대 모드에서 이 기호는 입력이 저장된 기준 값보다 작다는 것을 나타냅니다.
⑥		입력에 높은 전압이 있습니다. 입력 전압이 30 V 이상(ac 또는 dc)인 경우에 나타납니다. 또한 저역 통과 필터 모드에서도 나타납니다. cal, Hz 및 듀티 사이클 모드에서도 나타납니다.
⑦		AutoHOLD 가 활성화 상태입니다.
⑧		Display HOLD 가 활성화 상태입니다.
⑨		Peak Min Max 모드이며, 응답 시간이 250 μ s 입니다
⑩		최소-최대 기록 모드입니다.
⑪		저역 통과 필터 모드입니다. "저역 통과 필터"를 참조하십시오.

표 5. 디스플레이 기능 (계속)

번호	기능	의미
⑫		배터리 부족 △△ 경고: 잘못된 판독 시 감전이나 부상을 당할 위험이 있으므로 배터리 표시가 나타나면 즉시 배터리를 교체하십시오.
⑬	A, μ A, mA V, mV μ F, nF nS % Ω , M Ω , k Ω Hz, kHz  AC DC	암페어(amp), 마이크로암페어, 밀리암페어 볼트, 밀리볼트 마이크로패럿, 나노패럿 나노지멘스 백분율. 듀티 사이클 측정 단위로 사용됨. 옴, 메가옴, 킬로옴 헤르쯔, 킬로헤르쯔 다이오드 테스트 모드 교류, 직류

번호	기능	의미
⑭	°C °F	섭씨 온도, 화씨 온도
⑮	610000 mV	선택된 범위를 표시합니다
⑯	자동	자동 범위 모드입니다. 최상의 해상도 범위를 자동으로 선택합니다.
	수동	수동 범위 모드
⑰	HiRes	고해상도(Hi Res) 모드입니다. HiRes=19999

표 5. 디스플레이 기능 (계속)

번호	기능	의미
--	OL	과부하 조건이 감지되었습니다.
오류 메시지		
bAtt		즉시 배터리를 교체하십시오.
dSc		정전 용량 기능에서 테스트할 커패시터에 전하량이 너무 많습니다.
CL Err		잘못된 캘리브레이션 데이터. 제품을 교정하십시오.
EEPROM Err		잘못된 EEPROM 데이터. 제품을 수리하십시오.
OPEN		개방형 열전대가 발견되었습니다.
F2-		잘못된 모델. 제품을 수리하십시오.
LEAd		 테스트 리드 경고. 테스트 리드가 A 또는 mA/μA 터미널에 있고 로터리 스위치가 사용할 터미널에 맞지 않게 설정되어 있을 때 표시됩니다.

자동 전원 끄기

사용자가 30 분 간 로터리 스위치를 돌리거나 버튼을 누르지 않으면 제품의 전원이 자동으로 꺼집니다. MIN MAX 기록 모드가 켜지면, 제품의 전원은 꺼지지 않습니다. 자동 전원 끄기 기능을 사용하지 않으려면 표 6 을 참조하십시오.

Input Alert™ 기능

테스트 리드가 mA/μA 또는 A 터미널에 연결되었는데 로터리 스위치가 올바른 전류 위치에 맞춰지지 않은 경우에는 새소리의 경고음이 울리고 디스플레이에서 “LEAd”이 깜박입니다. 이 경고는 리드가 전류 터미널에 연결된 상태에서 전압, 연속성, 저항, 정전 용량 또는 다이오드 값을 측정하지 못하도록 하기 위한 것입니다.

주의

손상을 방지하려면, 전류 터미널에 연결된 리드가 장착된 (병렬) 전원 회로 전반에 프로브를 연결하지 마십시오. 이는 전력 회로의 손상 및 제품 퓨즈 끊김 현상의 원인이 될 수 있습니다. 이 문제는 제품의 전류 터미널을 통과하는 저항이 매우 낮기 때문에 발생하며 단락의 원인이 됩니다.

전원 켜기 옵션

전원 켜기 옵션을 설정하려면 제품 전원을 켤 때 표 6의 목록에서 버튼을 누릅니다.

표 6. 전원 켜기 옵션

버튼	전원 켜기 옵션
 (노란색)	자동 전원 끄기 기능을 비활성화합니다(제품은 보통 30분 안에 꺼짐).  를 누를 때까지 제품에 "PoFF"가 표시됩니다.
	교정 모드의 제품을 설정하고 암호를 선택합니다. 제품 디스플레이에 "CAL"가 표시되고 교정 모드로 들어갑니다. 28 II EX 교정 정보를 참조하십시오.
	스무딩 기능을 켭니다.  를 누를 때까지 제품에 "S--"가 표시됩니다.
	모든 LCD 세그먼트를 켭니다.
	모든 신호음을 끕니다.  를 누를 때까지 제품에 "bEEP"가 표시됩니다.
	백라이트 자동 꺼짐(일반적으로 2분 후 백라이트가 꺼짐) 기능을 해제합니다.  를 누를 때까지 제품에 "LoFF"가 표시됩니다.
	mV 기능을 사용할 때 제품을 하이 임피던스 모드로 설정합니다.  를 누를 때까지 제품에 "Hi Z"가 표시됩니다.

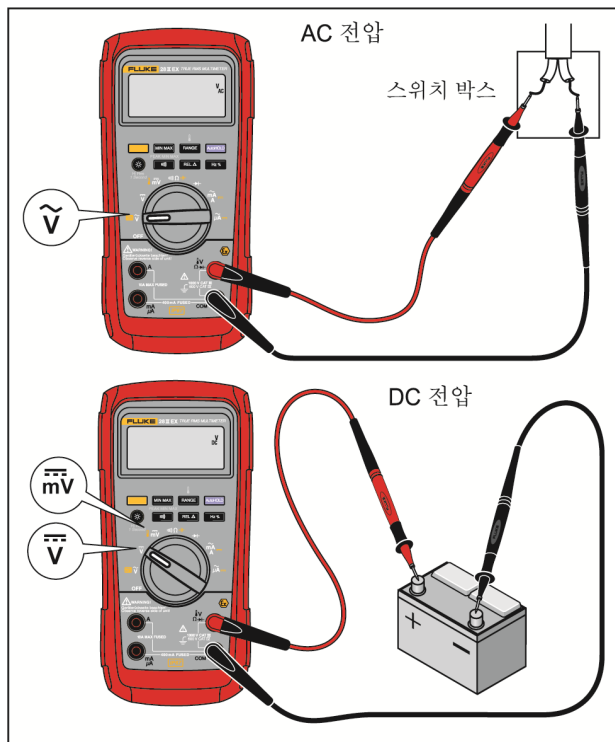
측정 방법

제품에는 트루 RMS 측정 기능이 있습니다. 이 기능을 이용하면 왜곡된 사인파뿐 아니라 사각파, 삼각파, 계단파 등 다른 파형(dc 오프셋 없음)에 대해서도 정확한 측정이 가능합니다.

AC 및 DC 전압 측정

제품의 전압 범위는 600.0, 6.000 V, 60.00 V, 600.0 V 및 1000 V 입니다. 600.0 mV dc 범위를 선택하려면 로터리 스위치를 $\overline{\text{mV}}$ 로 돌리십시오.

ac 또는 dc 전압을 측정하려면 그림 2를 참조하십시오.



gth02.tif

그림 2. AC 및 DC 전압 측정

전압 측정 시 제품은 병렬 회로의 임피던스를 약 $10\text{-M}\Omega(10,000,000\ \Omega)$ 으로 설정합니다. 이러한 로딩 효과 때문에 높은 임피던스의 회로를 측정할 때 오차가 발생할 수 있습니다. 대부분의 경우 회로의 임피던스가 $10\text{ k}\Omega(10,000\ \Omega)$ 이하이면 오차를 무시할 수 있습니다(0.1 % 이하).

ac 전압의 dc 오프셋을 측정할 때 정확도를 높이려면 ac 전압을 먼저 측정하십시오. ac 전압 범위를 기록한 다음 수동으로 ac 범위와 같거나 더 높은 dc 전압 범위를 선택합니다. 입력 보호 회로가 비활성화 상태이므로 이 절차에서는 dc 측정 값을 더욱 정확하게 제공합니다.

트루 RMS 미터의 제로 입력 동작

트루 RMS 미터는 왜곡된 파형을 정확하게 측정하지만, ac 기능에서 입력 리드가 단락된 경우에는 제품이 1 과 30 카운트 사이의 측정 값을 표시합니다. 테스트 리드가 개방되면 측정 값이 인터페이스에서 변경될 수 있습니다. 오프셋 측정 값은 일반적이며, 지정된 측정 범위에 대해 제품의 ac 측정 정확도를 변경하지는 않습니다.

다음은 지정되지 않은 입력 레벨입니다.

- AC 전압: 600 mV ac 의 3 % 미만 또는 18 mV ac
- AC 전류: 60 mA ac 의 3 % 미만 또는 1.8 mA ac
- AC 전류: 600 μ A ac 의 3% 미만 또는 18 μ A ac

저역 통과 필터

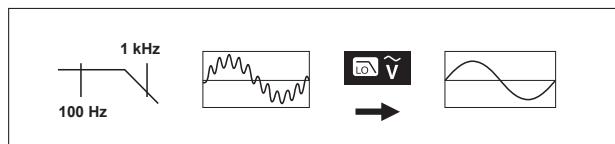
제품에는 ac 저역 통과 필터가 있습니다. ac 전압 또는 ac 주파수 측정 시 를 눌러 저역 통과 필터 모드()를 설정합니다. 제품은 선택된 모드에서 측정하지만, 신호는 필터를 통해 전환함으로써 1 kHz 이상의 불필요한 전압을 중단시킵니다. 그림 3을 참조하십시오. 낮은 주파수 전압은 정확도 감소를 거치면서 측정 값은 1 kHz 미만이 됩니다. 저역 통과 필터를 통해, 일반적으로 변환기와 가변 주파수 모터 드라이브에서 찾아볼 수 있는 합성 사인파를 보다 잘 측정할 수 있습니다.

⚠⚠ 경고

감전 또는 상해를 예방하려면 위험 전압을 측정할 때 저역 통과 필터를 사용하지 마십시오. 실제 전압은 표시되는 값보다 클 수 있습니다. 위험 전압이 있을 시 우선 필터 없이 전압을 측정하고, 그런 다음 필터를 선택하십시오.

참고

저역 통과 필터를 선택하면 제품이 수동 범위 모드로 들어갑니다. **RANGE** 버튼을 눌러 범위를 설정합니다. 제품은 범위를 저역 통과 필터 설정으로 자동 설정하지 않습니다.



aom11f.tif

그림 3. 저역 통과 필터

온도 측정

제품은 K 형 열전대(제품과 함께 제공됨)의 온도를 측정합니다. **RANGE**를 눌러 섭씨(°C) 또는 화씨(°F) 간을 전환합니다.

⚠ 주의

제품이나 기타 장비에 발생할 수 있는 손상을 예방하기 위해, 제품의 규격이 **-200.0 °C ~ +1090.0 °C(-328.0 °F ~ 1994 °F)**이며, 제공된 K 형 열전대의 규격은 **260 °C** 라는 점에 유의하십시오. 온도가 이 범위를 벗어나면 온도 규격이 더 높은 열전대를 사용해야 합니다.

표시 범위는 **-200.0°C ~ +1090°C(-328.0°F ~ 1994°F)**입니다. 측정 값이 이 범위를 벗어나면 디스플레이에 **OL**이 표시됩니다. 연결된 열전대가 없는 경우 디스플레이에 **OPEN**도 표시됩니다.

온도를 측정하려면:

1. K 형 열전대를 COM 과 제품의 ΩV 터미널에 연결합니다.
2. 로터리 스위치를 ΩmV 로 돌립니다.
3. **□**를 눌러 온도 모드로 들어갑니다.
4. **RANGE**를 눌러 Celsius 또는 Fahrenheit 를 선택합니다.

연속성 테스트

⚠ 주의

제품 또는 테스트 중인 장비의 손상을 예방하기 위해, 연속성 테스트를 하기 전에 회로 전원을 차단하고 모든 고압 커패시터를 방전시키십시오.

연속성 테스트에는 회로가 완전할 때 소리가 나는 신호음이 사용됩니다. 디스플레이를 살펴보지 않고도 연속성 테스트를 할 수 있습니다.

연속성 테스트를 수행하려면 그림 4 와 같이 제품을 설정하십시오.

연속성 신호음을 켜거나 끄려면 **⏏**을 누릅니다.

연속성 기능은 1 밀리초 정도의 짧은 시간 동안 지속되는 간헐적인 개방 및 단락 회로를 감지합니다. 짧은 단락 동안 제품에서 짧은 신호음이 울립니다.

내부 회로 테스트 시 회로 전원을 끕니다.

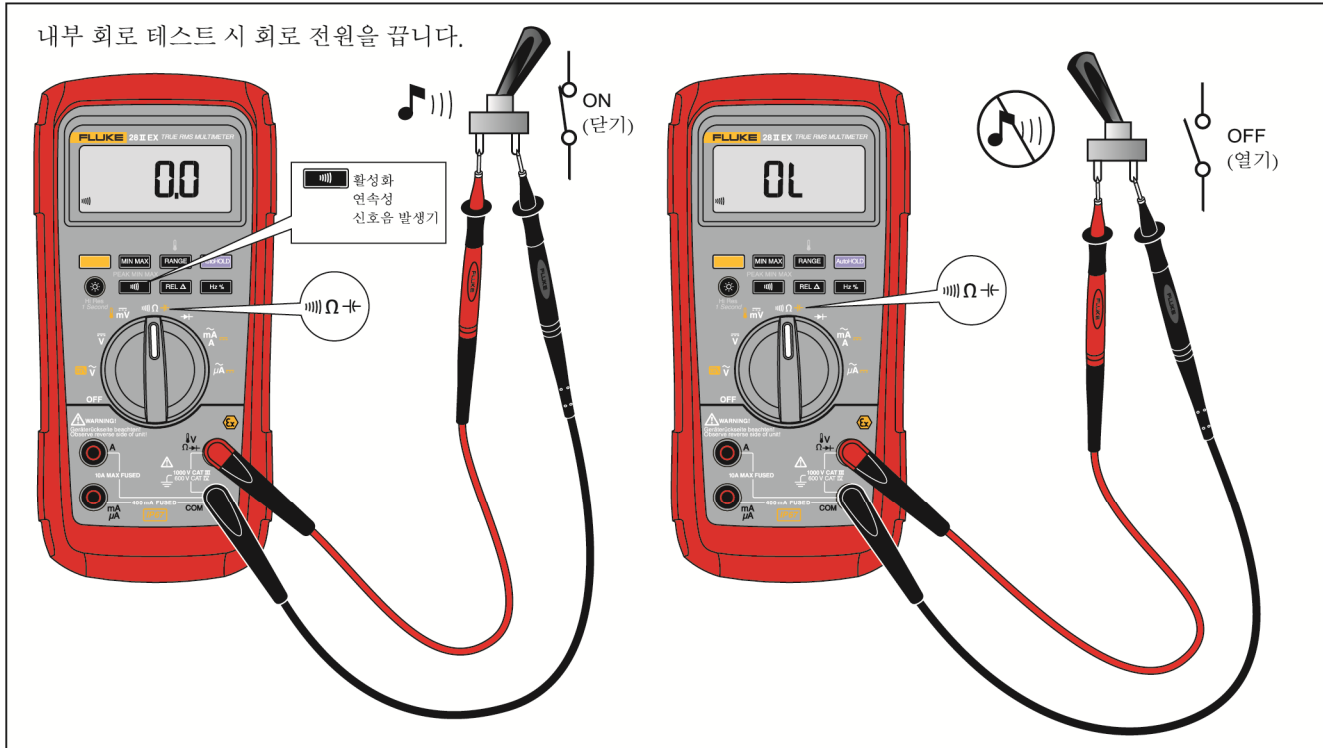


그림 4. 연속성 테스트

gth03.tif

저항 측정

⚠ 주의

제품 또는 테스트 중인 장비의 손상을 예방하기 위해, 저항 측정을 하기 전에 전원을 차단하고 모든 고압 커패시터를 방전시키십시오.

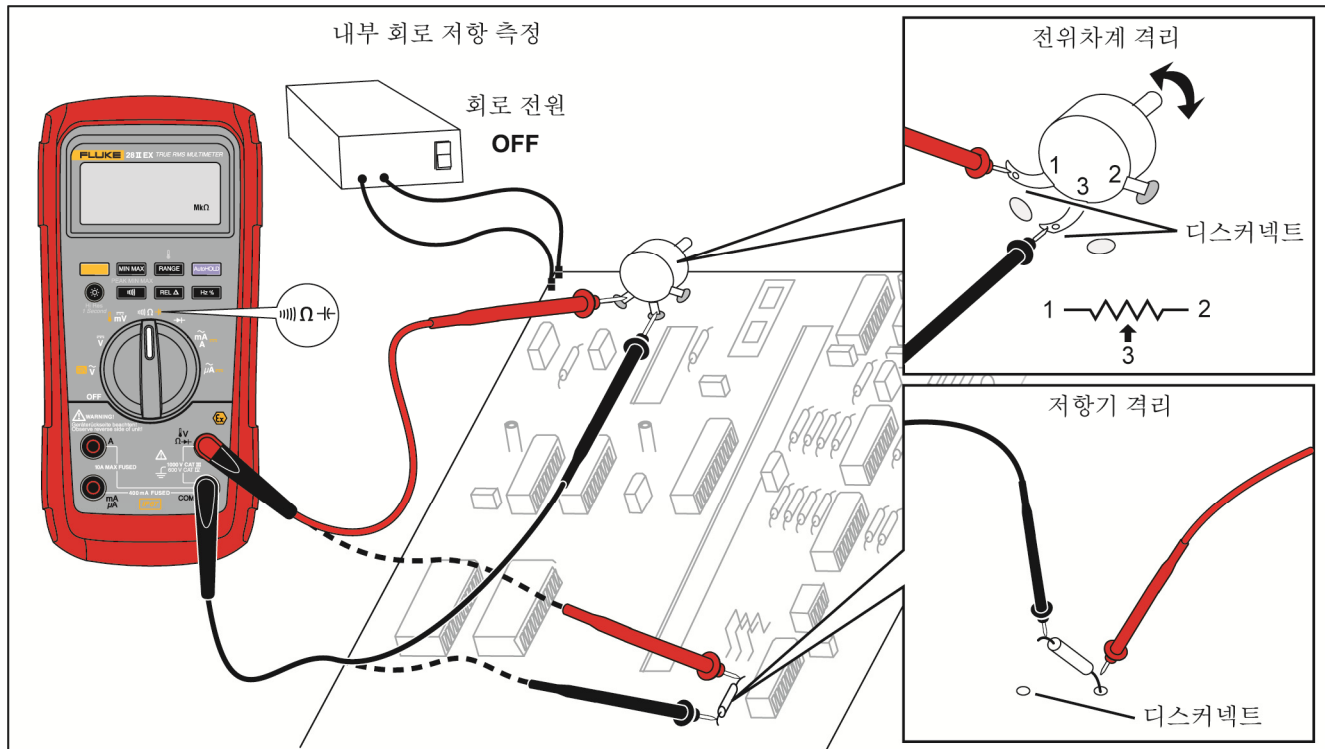
제품은 회로를 통해 적은 양의 전류를 보내 저항을 측정합니다. 이 전류는 가능한 프로브 간 모든 경로에 흘러 들어가므로 측정된 저항은 프로브 간 모든 경로의 총 저항을 표시합니다.

제품의 저항 범위는 600.0 Ω , 6.000 k Ω , 60.00 k Ω , 600.0 k Ω , 6.000 M Ω 및 50.00 M Ω 입니다.

그림 5 와 같이 제품을 회로에 연결하여 저항을 측정합니다.

저항 측정에 관한 지침은 다음과 같습니다.

- 회로에서 측정된 저항기의 값은 저항기의 정격 값과 다를 수 있습니다.
- 테스트 리드 때문에 저항 측정 시 0.1 Ω 에서 0.2 Ω 까지의 오차가 추가로 발생할 수 있습니다. 리드를 테스트하려면 프로브 팁에 손을 대고 리드의 저항을 읽습니다. 필요한 경우 상대(REL) 모드를 사용해서 자동으로 이 값을 판독값에서 뺄 수 있습니다.
- 저항 기능은 포워드 바이어스 실리콘 다이오드 또는 트랜지스터 접합점이 전도되도록 하는 전압을 출력할 수 있습니다. 이러한 경우 **RANGE** 버튼을 눌러 한 단계 더 높은 범위에 있는 더 낮은 전류를 적용하십시오. 값이 더 높으면 그 값을 사용하십시오. 일반적인 단락 회로 전류에 대해서는 사양 절의 '입력 특성' 표를 참조하십시오.



gth04.tif

그림 5. 저항 측정

높은 저항 또는 누출 테스트에서 컨덕턴스 사용 방법

컨덕턴스(저항의 전도)는 회로를 통해 전류가 손쉽게 이동하는 방법을 측정합니다. 높은 컨덕턴스 값은 낮은 저항 값과 같습니다.

60-nS의 제품 범위는 나노지멘스($1\text{ nS} = 0.000000001$ 지멘스)의 컨덕턴스를 측정합니다. 매우 적은 양의 컨덕턴스가 매우 높은 저항과 같으므로, nS 범위를 통해 최대 $100,000\text{ M}\Omega$, $1/1\text{ nS} = 1,000\text{ M}\Omega$ 의 구성 부품 저항을 측정할 수 있습니다.

컨덕턴스를 측정하려면 저항 측정에 대해 그림 5에서와 같이 제품을 설정한 다음, 디스플레이에 nS 표시기가 나타날 때까지 **RANGE**를 누르십시오.

컨덕턴스 측정을 위한 지침은 다음과 같습니다.

- 높은 저항 측정 값은 전기 노이즈의 영향을 받기 쉽습니다. MIN MAX 기록 모드로 들어가서 평균(AVG) 판독값으로 이동하면 노이즈 측정 값을 상당 부분 다듬을 수 있습니다.
- 테스트 리드 개방으로 디스플레이에 컨덕턴스 측정 값이 표시되는 것이 일반적입니다. 정확한 측정 값을 얻으려면 상대(REL) 모드를 사용하여 개방 측정 값을 제하십시오.

정전 용량 측정

⚠ 주의

제품 또는 테스트 중인 장비의 손상을 예방하기 위해, 정전 용량을 측정하기 전에 회로 전원을 차단하고 모든 고압 커패시터를 방전시키십시오. 커패시터를 확실하게 방전하려면 dc 전압 기능을 사용하십시오.

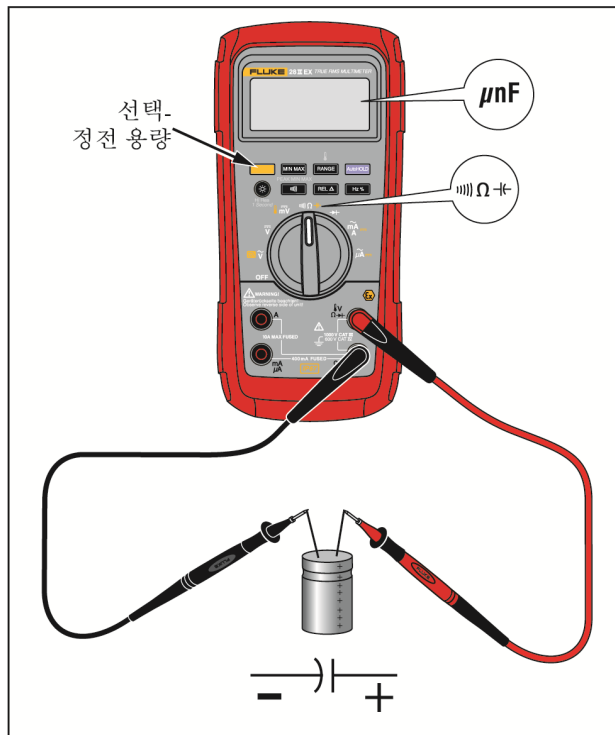
제품의 정전 용량 범위는 10.00 nF, 100.0 nF, 1.000 μ F, 10.00 μ F, 100.0 μ F 및 9999 μ F 입니다

정전 용량을 측정하려면 그림 6 과 같이 제품을 설정하십시오.

1000 nF 미만의 정전 용량에서 가장 정확한 정전 용량을 측정하려면, 상대(REL) 모드를 사용하여 제품 및 리드의 잔여 정전 용량을 제하십시오.

참고

테스트 중인 커패시터에 과도한 전기 충전이 있을 시, 디스플레이에 "disc"가 표시됩니다.



gth05.tif

그림 6. 정전 용량 측정

다이오드 테스트

⚠ 주의

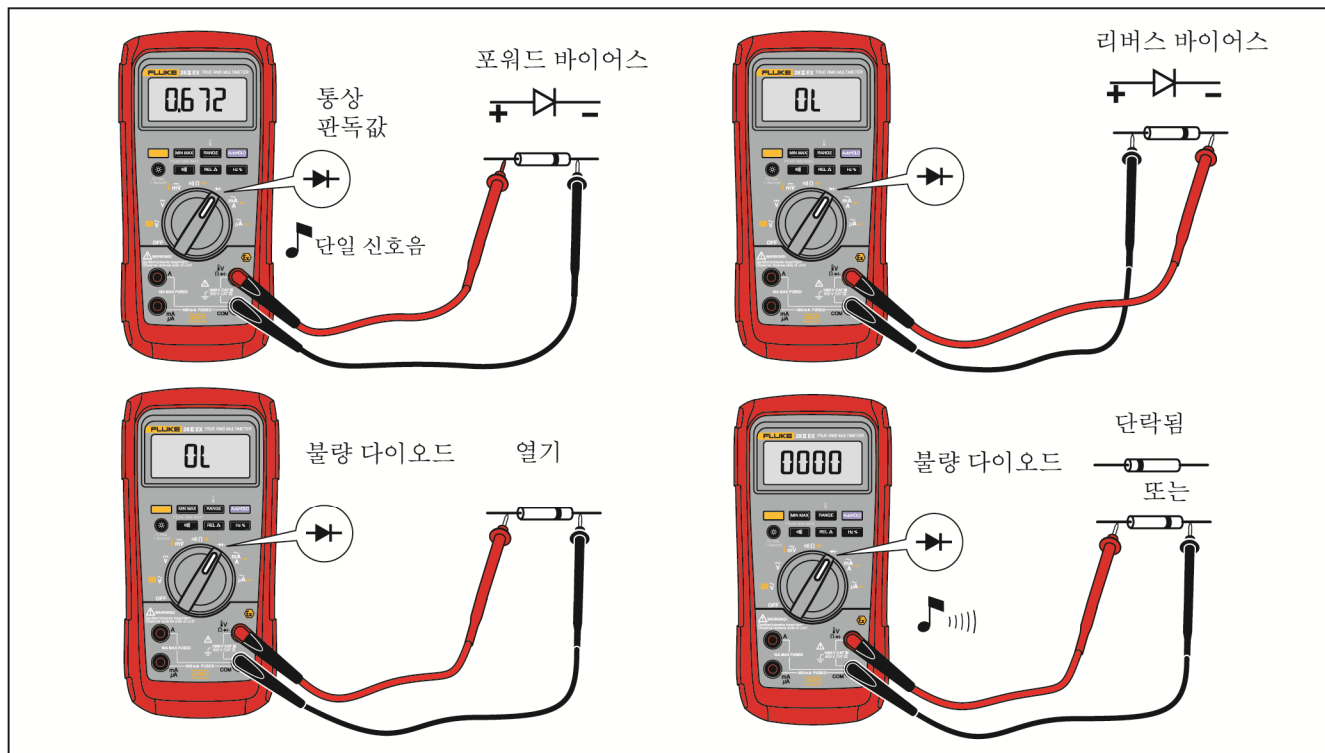
제품 또는 테스트 중인 장비의 손상을 예방하기 위해, 다이오드 테스트를 하기 전에 회로 전원을 차단하고 모든 고압 커패시터를 방전시키십시오.

다이오드 테스트를 사용하여 다이오드, 트랜지스터, 실리콘 제어 정류기(SCR) 및 기타 반도체 장치를 검사하십시오. 이 테스트는 접합부의 전압 강하를 측정하는 동안 반도체 접합부를 통해 전류를 전송합니다. 양질의 실리콘 접합부에서는 0.5V-0.8V 범위로 전압이 강하합니다.

회로 다이오드 외부에서 테스트를 실행하려면 그림 7 과 같이 제품을 설정합니다. 반도체 구성 부품에서 포워드 바이어스 측정을 할 경우 빨간색 테스트 리드는 구성 부품의 포지티브 터미널에 연결하고 검정색 테스트 리드는 구성 부품의 네거티브 터미널에 연결합니다.

회로에서 양호한 다이오드는 0.5 V ~ 0.8 V 의 포워드 바이어스 측정을 할 수 있습니다. 프로브 팁 간 다른 경로의 저항 때문에 리버스 바이어스 측정 값은 다를 수 있습니다.

다이오드가 양호(0.85V 미만)하면 짧은 신호음이 울립니다. 측정 값이 ≤ 0.100 V 이하이면 긴 신호음이 울립니다. 이 측정 값은 회로가 단락되었음을 나타냅니다. 다이오드가 개방되어 있으면 디스플레이에 “OL”이 표시됩니다.



gth06.tif

그림 7. 다이오드 테스트

AC 또는 DC 전류 측정

⚠⚠ 경고

감전 또는 상해를 예방하려면, 접지 가능성이 있는 개방 회로가 **1000 V** 보다 큰 회로 내 전류 측정을 하지 마십시오. 퓨즈가 끊어지면 제품이 손상되거나 상해를 입을 수 있습니다.

⚠ 주의

제품 또는 테스트 중인 장비의 손상을 방지하려면:

- 전류를 측정하기 전에 제품의 퓨즈를 검사하십시오.
- 모든 측정에 적합한 터미널, 기능 및 범위를 사용하십시오.
- 리드가 전류 터미널에 연결된 경우 (병렬) 회로 또는 구성 부품 전반에 프로브를 배치하지 마십시오.

전류를 측정하려면, 테스트 중인 회로의 전류 경로를 개방하고 제품을 회로에 직렬로 연결하십시오.

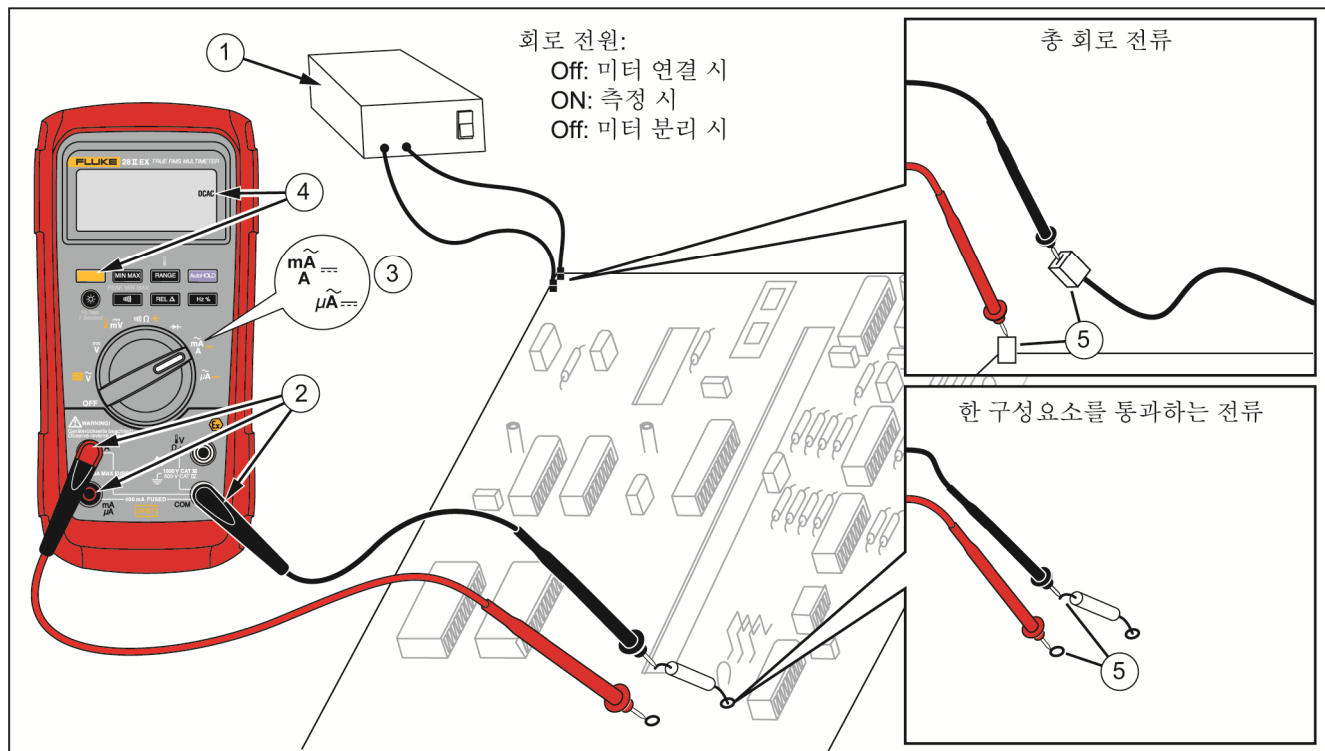
제품의 전류 범위는 600.0 μ A, 6000 μ A, 60.00 mA, 400.0 mA, 6.000 A 및 10.00 A 입니다.

전류를 측정하려면 그림 8 을 참조하고 다음 단계를 계속하십시오.

1. 회로에서 전원을 제거합니다. 모든 고압 커패시터를 방전시킵니다.
2. 검정색 리드를 **COM** 터미널에 연결합니다. 전류가 0 mA 와 400 mA 사이인 경우 빨간색 리드를 **mA/ μ A** 터미널에 연결하고, 전류가 400 mA 이상인 경우 빨간색 리드를 **A** 터미널에 연결합니다.

참고

제품의 400 mA 퓨즈가 손상될 수 있으므로 전류가 연속해서 400 mA 보다 작거나 18 시간 이하 동안 600 mA 보다 작은 경우에만 mA/ μ A 터미널을 사용하십시오.



gth07.tif

그림 8. 전류 측정

3. **A** 터미널을 사용하고 있는 경우 로터리 스위치를 **mA/A** 로 조정합니다. **mA/μA** 터미널을 사용할 때 로터리 스위치를 전류가 **6000 μA (6 mA)** 미만인 경우 **μA**로 설정하고 전류가 **6000 μA** 를 초과할 경우 **mA**로 설정합니다.
4. **dc** 전류를 측정하려면 를 누릅니다.
5. 테스트 회로 경로를 개방합니다. 검은색 프로브를 눌러 차단 지점을 음극으로 만듭니다. 빨간색 프로브를 눌러 차단 지점을 양극으로 만듭니다. 리드가 바뀌면 측정 값은 네거티브가 되지만 제품이 손상되지는 않습니다.
6. 전원을 회로에 적용한 뒤 디스플레이를 판독합니다. 디스플레이의 오른쪽에 표시되는 단위에 주목하십시오(**μA**, **mA** 또는 **A**).
7. 회로에서 전원을 차단하고 모든 고전압 커패시터를 방전시킵니다. 제품을 제거하고 정상적으로 작동하도록 회로를 복원합니다.

전류 측정을 위한 지침은 다음과 같습니다.

- 전류 측정 값이 **0 A** 이고 제품이 바르게 설정된 것이 확실한 경우 퓨즈 테스트를 실시하십시오. "퓨즈 테스트" 섹션을 참조하십시오.
- 전류 미터는 그 자체적으로 약간의 전압 강하를 발생시키는데, 이것이 회로의 작동에 영향을 줄 수 있습니다. 사양에 나타나는 값으로 부담 전압을 계산할 수 있습니다.

주파수 측정

제품은 주파수 측정을 위해, 매 초마다 설정 전압 레벨을 거치는 신호 횟수를 계산합니다.

표 7 에는 전압 범위의 주파수 측정 및 제품의 전류 기능을 위한 트리거 레벨과 애플리케이션이 요약되어 있습니다.

주파수를 측정하려면 제품을 신호원에 연결합니다.

다음으로 **Hz %**를 누릅니다. 를 누르면 디스플레이 왼쪽에 있는 기호처럼 트리거 슬로프가 +와 - 사이에서 전환됩니다(“듀티 사이클” 아래의 그림 9 참조). **AutoHOLD**를 눌러 카운터를 중지 및 시작합니다.

제품 범위는 다음 5 개 주파수 범위 중 하나로 자동 설정됩니다. 199.99 Hz, 1999.9 Hz, 19.999 kHz, 199.99 kHz 및 >200 kHz. 주파수가 10 Hz 미만이면 입력 주파수에 따라 디스플레이가 업데이트됩니다. 0.5 Hz 이하일 경우 디스플레이가 불안정할 수 있습니다.

주파수 측정을 위한 지침은 다음과 같습니다.

- 측정 값이 0 Hz 이거나 불안정하면 입력 신호가 트리거 레벨 미만이거나 그 레벨 근처에 있는 것입니다. 이 문제를 해결하기 위해서는 보다 낮은 범위, 즉 제품의 민감도가 증가하는 곳으로 이동해야 합니다. **V** 기능에서 범위가 낮으면 트리거 레벨도 낮습니다.
- 측정 값이 예상한 값의 배수인 경우 입력 신호가 왜곡되었을 수 있습니다. 왜곡은 주파수 카운터의 트리거를 여러 번 발생시킬 수 있습니다. 더 높은 전압 범위를 선택하여 제품의 민감도를 감소시킨 뒤 이 문제를 해결해 보십시오. 가능한 해결책으로는 **dc** 범위를 설정하여 트리거 레벨을 증가시키는 방법이 있습니다. 일반적으로는 디스플레이에 표시되는 가장 낮은 주파수가 올바른 값입니다.

표 7. 주파수 측정의 기능과 트리거 레벨

기능	범위	트리거 레벨의 근사값	일반적인 응용 분야
$\tilde{V}$	6 V, 60 V, 600 V, 1000 V	±스케일의 5%	대부분의 신호.
$\tilde{V}$	600 mV	±30 mV	고주파수 5 V 논리 신호. ($\tilde{V}$ 기능의 dc 커플링은 고주파수 논리 신호를 감쇠시켜 트리거링을 방해할 수 있을 만큼 진폭을 충분히 줄입니다.)
$\overline{mV}$	600 mV	40 mV	이 표 앞에 나오는 측정 지침을 참조하십시오.
$\overline{V}$	6 V	1.7 V	5 V 논리 신호(TTL).
$\overline{V}$	60 V	4 V	자동화 스위칭 신호.
$\overline{V}$	600 V	40 V	이 표 앞에 나오는 측정 지침을 참조하십시오.
$\overline{V}$	1000 V	100 V	
$\Omega \rightarrow \overline{V}$	이 기능에 대해서는 주파수 카운터의 특성이 없거나 지정되어 있지 않습니다.		
$A \sim$	모든 범위	±스케일의 5%	AC 전류 신호.
$\mu A \overline{=}$	600 μA , 6000 μA	30 μA , 300 μA	이 표 앞에 나오는 측정 지침을 참조하십시오.
$mA \overline{=}$	60 mA, 400 mA	3.0 mA, 30 mA	
$A \overline{=}$	6 A, 10 A	.30 A, 3.0 A	

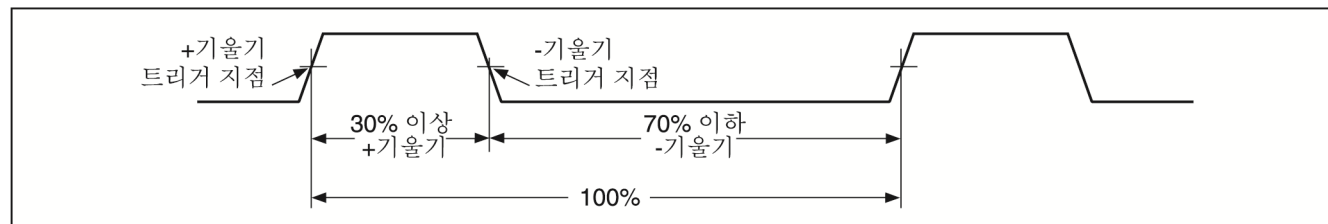
듀티 사이클 측정

듀티 사이클(또는 듀티 팩터)은 한 사이클의 신호가 트리거 레벨보다 크거나 작게 유지된 시간의 비율을 의미합니다(그림 9). 듀티 사이클 모드는 논리 및 스위칭 신호가 켜지거나 꺼지는 시간을 측정하기에 적합합니다. 전기 연료 삽입 시스템 및 전원공급장치 전환과 같은 펄스로 제어합니다.

듀티 사이클을 측정하려면 제품을 설정하여 주파수를 측정합니다. 그런 다음 **Hz %**를 다시 누릅니다. 주파수 기능과 마찬가지로 **|||**를 눌러 카운터의 슬로프를 변경합니다.

5-V 논리 신호에는 6-V dc 범위를 사용하며 자동차의 12-V 스위칭 신호에는 60 V dc 범위를 사용합니다. 사인파에는 복수 트리거를 유발하지 않는 가장 낮은 범위를 사용합니다. (일반적으로 왜곡이 없는 신호는 선택된 전압 범위의 진폭보다 최대 10 배 정도 큼니다.)

듀티 사이클 측정이 불안정한 경우 MIN MAX를 누른 후 AVG(평균) 디스플레이로 스크롤하십시오.



gbc3f.tif

그림 9. 듀티 사이클 측정 구성 요소

펄스 폭을 결정하는 방법

주기적인 파형(패턴이 같은 시간 간격으로 반복됨)의 경우 신호가 높거나 낮은 시간을 다음과 같은 방법으로 찾을 수 있습니다.

1. 신호의 주파수를 측정합니다.
2. 를 두 번 눌러 신호의 듀티 사이클을 측정합니다.
를 눌러서 신호의 양 또는 음 펄스를 선택합니다(그림 9 참조).
3. 이 공식을 사용하여 펄스 폭을 찾으십시오.

$$\begin{array}{l} \text{펄스 폭} \\ \text{(초 단위)} \end{array} = \frac{\% \text{ 듀티 사이클} \div 100}{\text{주파수}}$$

HiRes 모드

제품에서 를 1 초 동안 누르면 고해상도(HiRes) 4-1/2 디지털 모드로 들어갑니다. 정상 해상도보다 10 배 높은 해상도로 측정 값이 표시되며 최대 디스플레이 카운트는 19999 입니다. Hires 모드는 정전 용량, 주파수 카운터 기능, 온도 및 250 μ s(피크) MIN MAX 모드를 제외한 모든 모드에서 사용이 가능합니다.

3-1/2 디지털 모드로 돌아가려면 1 초 동안 를 누릅니다.

MIN MAX 기록 모드

MIN MAX 모드는 최소 및 최대 입력 값을 기록합니다. 입력이 기록된 최소 값 이하 또는 기록된 최대 값 이상이 되면 제품은 신호음을 울리고 새로운 값을 기록합니다. 이 모드는 사용자가 제품에 떨어져 있을 때 사용하여 간헐적인 측정 값 및 최대 측정 값을 기록할 수 있으며, 테스트 중 장비를 작동 시키느라 제품을 살펴볼 수 없을 때 측정 값을 기록할 수 있습니다. MIN MAX 모드는 MIN MAX 모드가 시작된 후에 읽은 모든 측정 값의 평균도 계산할 수 있습니다. MIN MAX 모드를 사용하려면 표 8의 기능을 참조하십시오.

응답 시간은 기록할 새 값으로 입력이 유지되는 시간의 길이입니다. 응답 시간이 짧을수록 기록하는 이벤트 길이도 짧아지지만 정확도는 감소합니다. 기록된 모든 측정은 응답 시간을 변경할 때 지워집니다. 제품은 100 밀리초 및 250 μ s(피크) 응답 시간을 가집니다. 디스플레이의 "**PEAK**"를 누르면 250 μ s 응답 시간이 표시됩니다.

전원공급장치 서지와 유입 전류 및 간헐적인 고장을 찾는 데는 100 밀리초 응답 시간이 가장 적합합니다.

디스플레이에 표시되는 평균 값(AVG)은 사용자가 기록을 시작한 후의 모든 측정 값의 수학적 적분입니다(과부하는 무시됨). 평균 값은 불안정한 입력 값 해결, 전력 소모량 계산 또는 회로 작동 예상 시간의 백분율을 얻는 데 유용합니다.

Min Max 는 100 ms 보다 긴 신호 극단을 기록합니다.

Peak 는 250 μ s 보다 긴 신호 극단을 기록합니다.

스무드 기능(전원 켜기 옵션 전용)

입력 신호가 빠르게 변경되면 "스무딩"은 디스플레이에 보다 안정적인 측정을 보냅니다.

스무드 기능을 사용하려면:

1. 제품에 전원이 켜져 있는 동안 **RANGE**를 누릅니다. **RANGE**를 놓을 때까지 디스플레이에 "5--"가 표시됩니다.
2. 디스플레이 왼쪽에 스무딩 아이콘()이 나타나 스무딩 기능이 사용 중임을 알려줍니다.

표 8. MIN MAX 기능

버튼	MIN MAX 기능
	MIN MAX 기록 모드로 들어갑니다. 제품은 MIN MAX 모드를 시작하기 전 표시된 범위에서 고정됩니다. (MIN MAX 로 들어가기 전, 측정 기능 및 범위를 설정합니다.) 새로운 최소 또는 최대 값이 기록될 때마다 신호음이 울립니다.
 (MIN MAX 모드에 있을 때)	최대(MAX), 최소(MIN), 평균(AVG) 및 현재 값 사이에서 이동합니다.
 PEAK MIN MAX	100 ms 또는 250 μ s 응답 시간을 선택합니다. (250 μ s 응답 시간의 경우 디스플레이의 PEAK 를 누르면 표시됩니다.) 저장된 값은 지워집니다. 250 μ s 를 선택하는 경우 현재 값과 AVG(평균) 값을 사용할 수 없습니다.
	기록을 중단합니다. 저장된 값은 지워지지 않습니다. 기록을 계속하려면 다시 누릅니다.
 (1 초 간 누름)	MIN MAX 모드에서 나갑니다. 저장된 값은 지워집니다. 제품은 선택된 범위에서 그대로 유지됩니다.

AutoHOLD 모드

⚠⚠ 경고

감전이나 부상의 위험이 있으므로 회로에 전원이 공급되지 않는지 확인하기 위해 **AutoHOLD** 모드를 사용하면 안 됩니다. **AutoHOLD** 모드는 불안정하거나 잡음이 많은 측정을 유지하지 않습니다.

AutoHOLD 모드는 디스플레이의 전류 측정 값이 고정됩니다. 새롭고 안정적인 측정이 충족되면 제품에 신호음이 울리고 새 측정이 표시됩니다. AutoHOLD 모드를 시작/종료하려면 **AutoHOLD**를 누르십시오.

상대 모드

상대 모드 **REL Δ** 설정 시, 제품의 디스플레이는 영점이 잡히고 차후 측정에서 기준 값으로 사용하기 위해 현재 측정 값을 저장합니다. **REL Δ**를 누르면 선택한 범위로 제품이 설정됩니다. **REL Δ**를 다시 누르면 이 모드에서 나갑니다.

상대 모드에서 표시되는 측정 값은 항상 현재 측정 값과 저장된 기준 값의 차이입니다. 예를 들어, 저장된 기준 값이 15.00 V 이고 현재 측정 값이 14.10 V 이면 디스플레이에 -0.90 V 가 표시됩니다.

유지보수

⚠⚠ 경고

감전 및 상해를 예방하려면 제품을 ECOM Instruments GmbH 또는 ECOM 공인 서비스 센터에서 수리하고 제품 인증을 유지하십시오.

일반적인 유지보수

제품의 외부 표면을 세척하려면, 케이스를 물에 적신 천 및 중성 세제로 닦으십시오. 용제나 연마제는 사용하지 마십시오.

터미널의 먼지 또는 수분 때문에 부적절한 측정 값이 생길 수 있고 Input Alert 기능이 잘못 설정될 수도 있습니다. 다음과 같이 터미널을 청소하십시오.

1. 제품을 끄고 모든 테스트 리드를 제거합니다.
2. 터미널에 쌓여 있는 먼지를 털어냅니다.
3. 깨끗한 천에 중성 세제와 물을 적십니다. 각 터미널 주변을 닦습니다. 물과 세제가 터미널에서 제거되도록 압축 공기캔을 사용하여 각 터미널을 건조시킵니다.

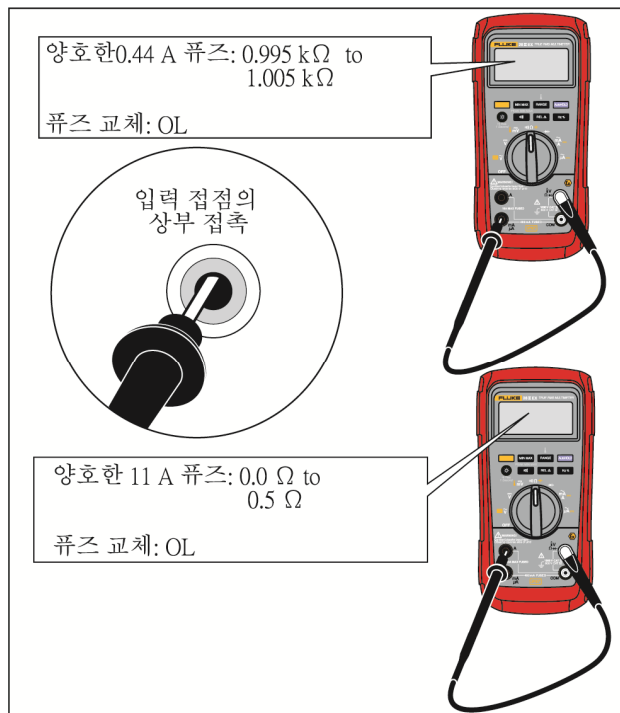
2년 간격으로 제품 교정을 하는 것이 좋습니다.

퓨즈 테스트

그림 10과 같이  기능이 있는 제품에서 테스트 리드를  잭에 끼우고 프로브 팁을 테스트 리드의 다른 쪽 끝에 맞게 배치(전류 입력 잭의 금속에 대고)합니다. 디스플레이에 "LEAd"가 표시되면 프로브 팁이 amp 입력 잭에 너무 깊이 삽입된 것입니다. 메시지가 디스플레이 및 OL에 더 이상 보이지 않거나 저항 측정 값이 디스플레이에 표시될 때까지 리드를 약간 들어 올립니다. 저항 값은 그림 10과 같아야 합니다. 테스트 결과 측정 값이 표시된 값과 다르면 제품 서비스를 받으십시오.

⚠⚠ 경고

감전이나 부상의 위험이 있으므로 배터리나 퓨즈를 교체하기 전에 테스트 리드와 모든 입력 신호를 제거하십시오. 손상이나 부상을 예방하기 위해, 퓨즈 교체 시에는 표 9에 나온 규격의 암페어수, 전압 및 속도를 갖는 퓨즈만 설치하십시오.



gth08.tif

그림 10. 전류 퓨즈 테스트

배터리 교체 방법

배터리를 AAA 배터리 3 개로 교체합니다(NEDA 24A IEC LR03).

⚠⚠ 경고

감전 또는 상해를 예방하려면:

- 잘못된 값이 측정되는 것을 방지하기 위해 배터리 부족 표시()가 나타나면 배터리를 교체하십시오. 디스플레이에 "batt"가 표시되면 배터리를 교체하기 전까지 제품이 작동하지 않습니다.
- 제품의 전원에 올바르게 설치되는 1.5-v AAA 배터리 3 개만 사용하십시오. 승인된 배터리 목록은 사용자 설명서의 항목 5.1 을 참조하십시오. 모든 배터리는 폭발 위험 지역 외부의 동일한 부품 번호 배터리로 동시에 교체해야 합니다.

그림 11을 참조하여 다음과 같이 배터리를 교환하십시오.

1. 로터리 스위치를 **OFF** 로 돌리고 터미널에서 테스트 리드를 제거합니다.
2. 케이스 하단에서 톱스 나사 6 개를 제거하고 배터리 도어(①)를 분리합니다.

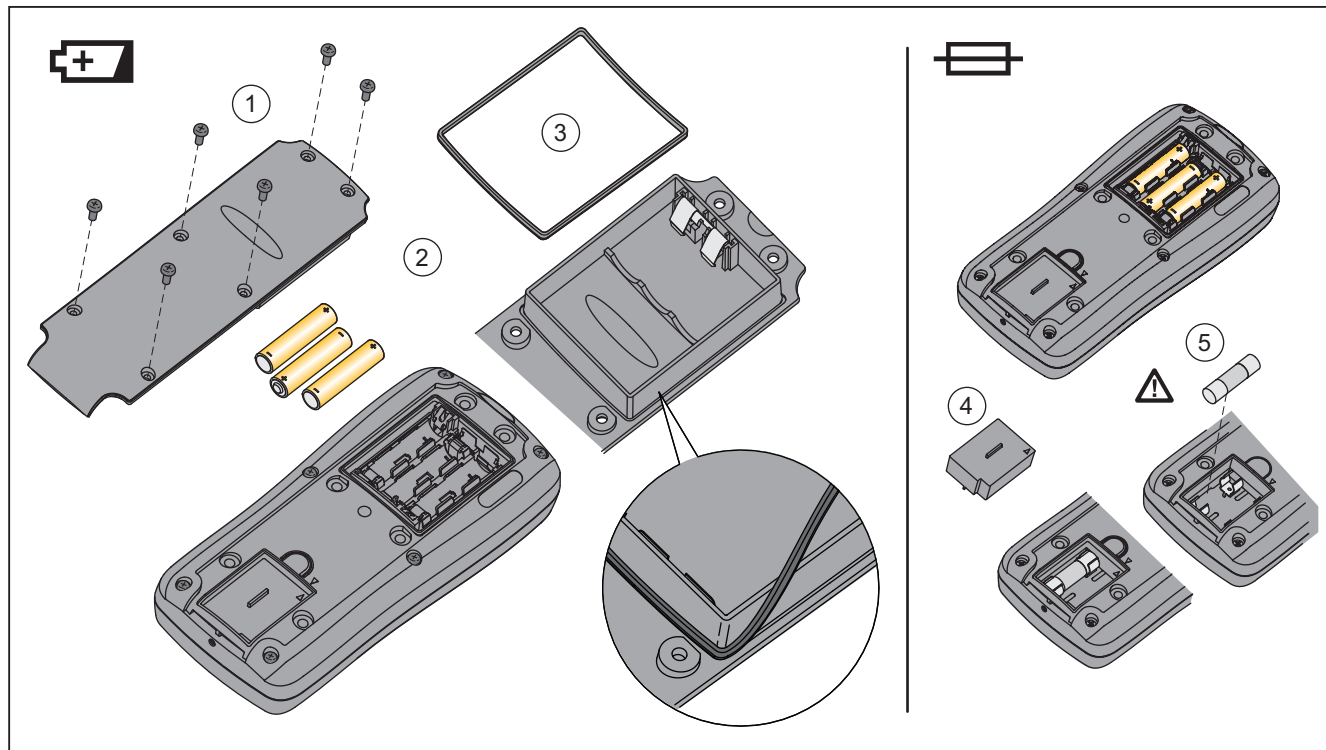
참고

*배터리 도어를 들어 올릴 때 고무 개스킷이
배터리함 차단막에 부착되어 있는지
확인하십시오.*

3. 배터리 3 개를 제거하고 모두 **AAA** 알칼리 배터리(②)로 교체합니다.
4. 배터리함 개스킷(③)이 배터리함 차단막 외측 가장자리 주위에 제대로 장착되어 있는지 확인합니다.
5. 배터리 도어를 교체하는 동안 배터리함 차단막을 배터리함에 나란히 맞춥니다.
6. 톱스 나사 6 개를 끼워 도어를 부착합니다.

참고

*장기간 보관할 때는 배터리를 제품에서 꺼내두는
것이 좋습니다.*



grt10.tif

그림 11. 배터리 및 퓨즈 교체

퓨즈 교체 방법

다음과 같이 제품의 퓨즈를 검사 또는 교체하십시오(그림 11 참조).

1. 로터리 스위치를 **OFF** 로 돌리고 터미널에서 테스트 리드를 제거합니다.
2. *배터리 교체 방법*의 2 단계를 참조하여 배터리 도어를 분리합니다.
3. 퓨즈함에서 퓨즈 어셈블리④를 조심히 들어올립니다.
4. 풀려 있는 쪽을 조심히 들어 올린 후 밀어서 **11 A** 퓨즈를 브래킷(⑤) 밖으로 들어냅니다.
5. 표 9 에 나온 암페어수, 전압 및 속도 규격을 갖는 퓨즈로만 교체합니다. **440 mA** 퓨즈는 퓨즈 어셈블리에 부착되어 있습니다. **440 mA** 퓨즈를

교체하려면 반드시 새로운 퓨즈 어셈블리를 사용해야 합니다.

6. 퓨즈 어셈블리를 퓨즈함에 설치합니다.
7. *배터리 교체 방법*을 참조하여 배터리 도어를 분리합니다.

서비스 및 부품

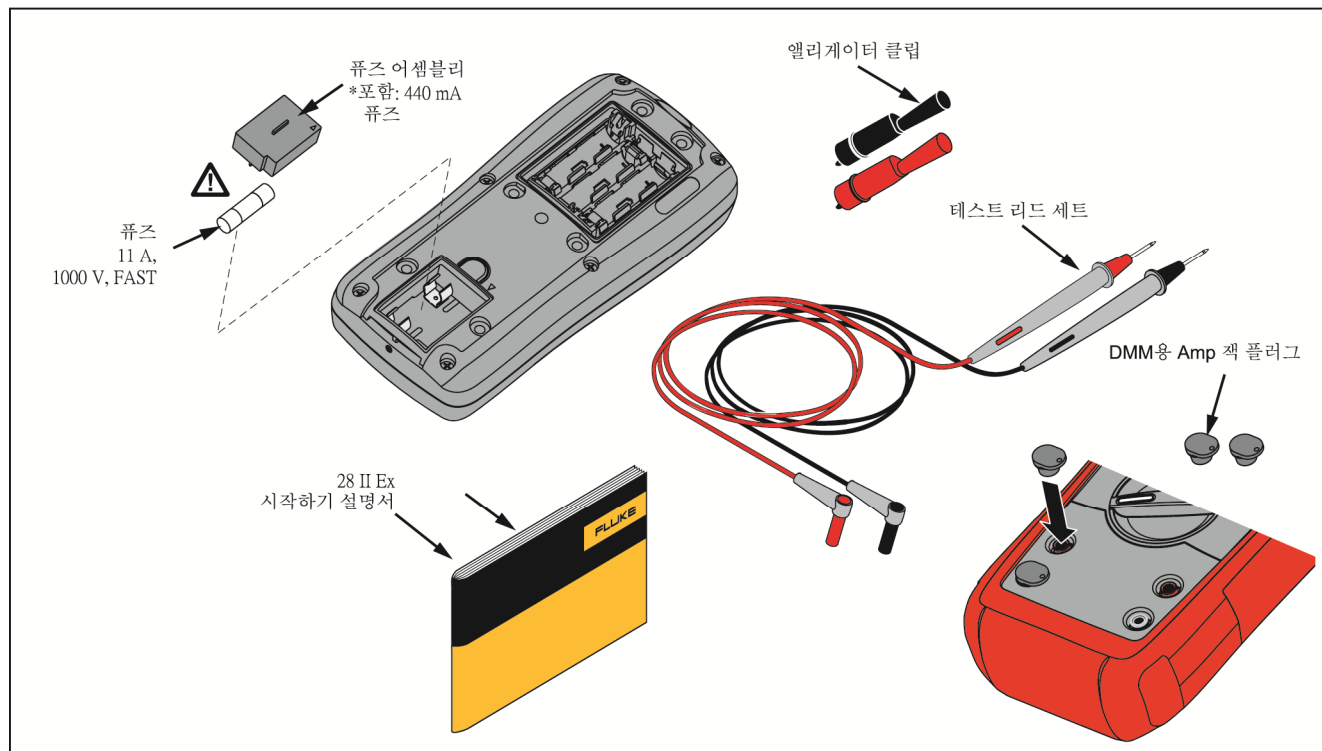
제품의 결함일 경우 배터리 및 퓨즈를 검사합니다. 이 사용자 설명서를 읽고 제품이 올바르게 사용되고 있는지 확인하십시오.

교체 부품과 액세서리는 표 9 과 그림 12 에 나와 있습니다.

부품과 액세서리를 주문하려면 *Fluke 연락처*를 참조하십시오.

표 9. 교체 부품

설명	수량	Fluke 부품 또는 모델 번호
퓨즈, 11 A, 1000 V, FAST	1	803293
28 II EX 퓨즈 어셈블리	1	4016494
앨리게이터 클립, 검은색	1	AC172 또는 AC175
앨리게이터 클립, 빨간색	1	
테스트 리드 세트	1	TL175
28 II EX 시작하기 설명서	1	3945752
Fluke 입력 용량, DMM 용 Amp 잭 플러그(10 팩)	1	4145825
⚠ 안전을 위해 정확한 교체품만 사용하십시오.		



gth11.tif

그림 12. 교체 부품

일반 사양

터미널과 접지 사이의 최대 전압.....	1,000V
△ mA 입력에 대한 퓨즈.....	0.44 A, 1000 V IR 10 kA
△ A 입력에 대한 퓨즈.....	11 A, 1000 V IR 17 kA
디스플레이	6000 카운트, 4/sec 업데이트(고해상도 모드에서 19999 카운트)
고도	
작동 시	2,000m
보관 시	10 000m
작동 온도.....	T _{amb} 의 다양한 온도 범위는 형식 승인을 받은 배터리로 한정됩니다(승인된 배터리 목록은 별도의 <i>안전 지침</i> 참조).
온도 계수.....	0.05 X(지정된 정확도) / °C(18°C 미만 또는 28°C 초과)
상대 습도.....	0 % ~ 80 %(0 °C ~ 35 °C) 0 % ~ 70 %(35 °C ~ 50 °C)
배터리 유형	3 개의 AAA 알칼라인 배터리, NEDA 24A IEC LR03(승인된 배터리 목록은 <i>안전 지침</i> 참조)
배터리 수명	백라이트 없이 통상 400 시간(알칼라인)
크기(H x W x L)	4.57 cm x 10.0 cm x 21.33 cm (1.80 인치 x 3.95 인치 x 8.40 인치)
보관 케이스를 포함한 크기:	6.35 cm x 10.0 cm x 19.81 cm(2.50 인치 x 3.95 인치 x 7.80 인치)
무게	567.8 g(1.25 lb)
보관 케이스 및 Flex-Stand 를 포함한 중량.....	769.8 g (1.70 lb)

안전

일반	IEC 61010-1: 공해 지수 2
측정	IEC61010-2-033: CAT IV 600V / CAT III 1000 V
IP	IEC 60529: IP67, 비작동
전자기 호환성 EMC	3 V/M 의 RF 필드에서의 정확도 = 지정된 정확도 +20 카운트(단, 600 μ A dc 범위 총 정확도 = 지정된 정확도 +60 카운트 제외). 온도가 지정되지 않음
국제	IEC 61326-1: 휴대용 전자기 환경 IEC 61326-2-2 CISPR 11: 그룹 1, Class A <i>그룹 1: 장비는 자체 내부 기능에 필요한, 전도적으로 커플링된 무선 주파수 에너지를 의도적으로 생성 및/또는 사용합니다.</i> Class A: 장비는 가정용 외의 다른 모든 용도로 적합하며 주거용 건물의 저전압 전력 공급 네트워크에 직접 연결할 수 있습니다. 장비에는 방사성 장애 및 전도로 인해 기타 환경에서 전자기 호환성을 확인하는 데 있어 잠재적인 문제가 있을 수 있습니다. <i>주의: 이 장비는 거주 환경에서는 사용할 수 없으며 이러한 환경에서의 주파수 수신에 대한 적절한 보호를 제공하지 않을 수 있습니다.</i>
Korea(KCC).....	Class A 장비(산업용 방송 및 통신 장비) Class A: 장비는 산업 전자파 장비의 요구 조건을 충족하며 판매자 또는 사용자는 이에 주의해야 합니다. 본 장비는 기업 환경 용도이며 가정에서는 사용할 수 없습니다.
USA(FCC).....	47 CFR 15 하위 파트 B, 본 제품은 15.103 항에 따라 예외 장치로 간주됩니다.

28 II Ex

사용자 설명서

상세 사양

모든 상세 사양의 경우:

정확도는 작동 온도가 18 °C ~ 28 °C 이고 상대 습도가 0% ~ 80%인 상태에서 교정한 후 2 년 동안으로 지정됩니다. 정확도 사양은 $\pm([\text{판독값의 \%}] + [\text{최소 유효 자릿수}])$ 의 공식으로 계산됩니다. 4 ½-디지트 모드에서 최소 유효 자릿수(카운트)에 10 을 곱합니다.

AC 전압

AC 변환은 ac 커플링되며 범위의 3 % ~ 100 %에서 유효합니다.

범위	분해능	정확도					
		45 Hz ~ 65Hz	30 Hz ~ 200 Hz	200 Hz ~ 440 Hz	440 Hz ~ 1 kHz	1kHz~5kHz	5kHz~20kHz
600.0 mV	0.1 mV	$\pm(0.7 \% + 4)$	$\pm(1.0 \% + 4)$				$\pm(2 \% + 20)^{[1]}$
6.000 V	0.001 V						
60.00 V	0.01 V	$\pm(0.7 \% + 2)$				$\pm(2 \% + 4)^{[2]}$	지정되지 않음
600.0 V	0.1 V						지정되지 않음
1000 V	1 V					지정되지 않음	지정되지 않음
저역 통과 필터			$\pm(1.0 \% + 4)^{[1]}$	+1.0 % + 4 -6.0 % - 4 ^[3]	지정되지 않음	지정되지 않음	지정되지 않음

[1] 범위의 10 % 미만인 경우 12 카운트를 더합니다.

[2] 주파수 범위: 1 kHz~2.5 kHz

[3] 필터가 사용 중일 때 사양은 -1 %에서 -6 %(440 Hz)로 증가합니다.

DC 전압, 컨덕턴스 및 저항

기능	범위	분해능	정확도
mV dc	600.0 mV	0.1 mV	$\pm(0.1 \% + 1)$
V dc	6.000 V	0.001 V	$\pm(0.05 \% + 1)$
	60.00 V	0.01 V	
	600.0 V	0.1 V	
	1000 V	1 V	
Ω	600.0 Ω	0.1 Ω	$\pm(0.2 \% + 2)^{[2]}$
	6.000 k Ω	0.001 k Ω	$\pm(0.2 \% + 1)$
	60.00 k Ω	0.01 k Ω	
	600.0 k Ω	0.1 k Ω	$\pm(0.6 \% + 1)$
	6.000 M Ω	0.001 M Ω	
	50.00 M Ω	0.01 M Ω	$\pm(1.0 \% + 3)^{[1,3]}$
nS	60.00 nS	0.01 nS	$\pm(1.0 \% + 10)^{[1,2,3]}$

[1] 50 M Ω 범위에서 30 M Ω 이상을 측정할 때와 60 nS 범위에서 33 nS 미만의 20 카운트를 측정할 때 판독값의 0.5 %를 더합니다.

[2] 오프셋 보정을 위해 REL 기능을 사용할 때

[3] 40 °C 를 초과하는 온도 계수는 0.1 x(지정된 정확도)/°C 입니다.

28 II Ex

사용자 설명서

온도

범위	분해능	정확도 [1,2]
-200 °C ~ +1090 °C	0.1 °C	$\pm(1.0 \% + 10)$
-328 °F ~ +1994 °F	0.1 °F	$\pm(1.0 \% + 18)$
[1] 열전대 프로브 오류는 포함하지 않습니다.		
[2] 정확도 사양에서는 주변 온도가 ± 1 °C 에서 안정적이라고 가정합니다. 주변 온도가 ± 5 °C 만큼 변하면 2 시간 후 정확도가 적용됩니다.		

AC 전류

기능	범위	분해능	버든 (Burden) 전압	정확도
				(45 Hz – 2 kHz) ^[1]
μA ac	600.0 μA	0.1 μA	100 μV/μA	±(1.0 % + 2)
	6000 μA	1 μA	100 μV/μA	
mA ac	60.00 mA	0.01 mA	1.8 mV/mA	
	400.0 mA ^[2]	0.1 mA	1.8 mV/mA	
A ac	6.000 A	0.001 A	0.03 V/A	
	10.00 A ^[3,4]	0.01 A	0.03 V/A	

[1]

AC 변환은 ac 커플링 방식이고 트루 RMS 응답을 하며 범위의 3 % ~ 100 %에서 유효합니다. 단, 400 mA 범위 (범위의 5 % ~ 100 %) 및 10 A 범위(범위의 15 % ~ 100 %).

[2]

400 mA 연속성. 최대 18 시간 동안 600 mA

[3]

△ 35 °C 이하에서 10 A 연속. 35 °C ~ 55 °C 에서 20 분 미만 켜짐, 5 분 꺼짐. 최대 30 초 동안 10 A ~ 20 A, 5 분 꺼짐.

[4]

10 A 초과 정확도 미지정.

DC 전류

기능	범위	분해능	버든 (Burden) 전압	정확도
μA dc	600.0 μA	0.1 μA	100 μV/μA	±(0.2 % + 4)
	6000 μA	1 μA	100 μV/μA	±(0.2 % + 2)
mA dc	60.00 mA	0.01 mA	1.8 mV/mA	±(0.2 % + 4)
	400.0 mA ^[1]	0.1 mA	1.8 mV/mA	±(0.2 % + 2)
A dc	6.000 A	0.001 A	0.03 V/A	±(0.2 % + 4)
	10.00 A ^[2,3]	0.01 A	0.03 V/A	±(0.2 % + 2)

[1] 400 mA 연속; 최대 18 시간 동안 600 mA.
 [2] Δ 35 °C 이하에서 10 A 연속, 35 °C ~ 55 °C 에서 20 분 미만 켜짐, 5 분 꺼짐. 최대 30 초 동안 10 A ~20 A, 5 분 꺼짐.
 [3] 10 A 초과 정확도 미지정.

정전 용량

범위	분해능	정확도
10.00 nF	0.01 nF	±(1.0 % + 2) ^[1]
100.0 nF	0.1 nF	
1.000 μF	0.001 μF	±(1.0 % + 2)
10.00 μF	0.01 μF	
100.0 μF	0.1 μF	
9999 μF	1 μF	

[1] 필름 커패시터 이상인 경우 상대 모드를 사용하여 잔류를 영점으로 맞춥니다.

다이오드

범위	분해능	정확도
2.000 V	0.001 V	$\pm(2.0 \% + 1)$

주파수

범위	분해능	정확도
199.99 Hz	0.01 Hz	$\pm(0.005 \% + 1)^{[1]}$
1999.9 Hz	0.1 Hz	
19.999 kHz	0.001 kHz	
199.99 kHz	0.01 kHz	
>200 kHz	0.1 kHz	지정되지 않음

[1] 0.5 Hz 에서 200 kHz 까지, 펄스 폭이 2 μ s 보다 큰 경우

주파수 카운트 감도 및 트리거 레벨

입력 범위	최소 감도 (RMS 사인파)		트리거 레벨의 근사값(DC 전압 기능)
	5 Hz – 20 kHz	0.5 Hz – 200 kHz	
600 mV dc	70 mV (to 400 Hz)	70 mV (to 400 Hz)	40 mV
600 mV ac	150 mV	150 mV	-
6 V	0.3 V	0.7 V	1.7 V
60 V	3 V	7 V(≤ 140 kHz)	4 V
600 V	30 V	70 V(≤ 14.0 kHz)	40 V
1000 V	100 V	200 V(≤ 1.4 kHz)	100 V

듀티 사이클 (Vdc 및 mVdc)

범위	정확도
0.0 % ~ 99.9 % ^[1]	상승 시간이 1 μ s. ^[2] 미만인 경우 $\pm$ (kHz 당 0.2 % + 0.1 %) 이내
[1] 0.5 Hz ~ 200 kHz, 펄스 폭 2 μ s 초과. 펄스 폭 범위는 신호 주파수의 주파수에 따라 결정됩니다.	
[2] 6V dc 범위 정확도는 지정되지 않았습니다.	

입력 특징

기능	과부하 보호	입력 임피던스(공칭)	공통 모드 거부율 (1 kΩ엔밸런스)		정상 모드 거부					
	1000 V rms	10 MΩ <100 pF	dc, 50 Hz 또는 60 Hz 에서 120 dB 이상		50 Hz 또는 60 Hz 에서 60 dB 이상					
	1000 V rms		dc, 50 Hz 또는 60 Hz 에서 120 dB 이상		50 Hz 또는 60 Hz 에서 60 dB 이상					
	1000 V rms	10 MΩ <100 pF (ac 커플링)	dc, 60 Hz 에서 60 dB 이상							
		개방 회로 테스트 전압	최대 스케일 전압		일반적인 단락 회로 전류					
			~ 6 MΩ	5 MΩ 또는 60 nS	600 Ω	6 kΩ	60 kΩ	600 kΩ	6 MΩ	50 MΩ
Ω	1000 V rms	<7.0 V dc	<1.7 V dc	<1.9 V dc	500 μA	100 μA	10 μA	1 μA	0.4 μA	0.2 μA
	1000 V rms	<7.0 V dc	2.200 V dc		보통 1.0 mA					

MIN MAX 기록

공칭 응답	정확도
100 ms, 80 %까지 (dc 기능)	200 ms 를 초과하는 시간 변화에 대해 지정된 정확도 ± 12 카운트
120 ms, 80 %까지 (ac 기능)	350 ms 를 초과하는 변화 및 범위의 25 %를 초과하는 입력에 대해 지정된 정확도 ± 40 카운트
250 μ s(피크) ^[1]	250 μ s 를 초과하는 시간 변화에 대해 지정된 정확도 ± 200 카운트 (6000 카운트 이상에서 판독할 경우 ± 100 카운트를 더합니다.) (저역 통과 모드에서 판독할 경우 ± 100 카운트를 더합니다.)
[1] 6 V 범위의 경우: 1 ms	