FLUKE

87V MAX

Digital Multimeter

사용자 설명서

October 2019 Rev. 1, 2/20 (Korean)
© 2019-2020 Fluke Corporation. All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.
All product names are trademarks of their respective companies.

제한적 품질 보증

Fluke 20, 70, 80, 170, 180 및 280 시리즈 DMM 제품은 제품 수명 동안 재료 및 세공에 있어서 하자가 없음을 보증합니다. 여기서 사용되는 "수명 동안" 이라 함은 Fluke 의 본 제품 생산이 중단된 후 7 년을 의미합니다. 그러나 보증 기간은 구입일로 부터 최소한 10 년 이상이 됩니다. 이 품질 보증은 퓨즈, 일회용 배터리, 그리고 제품의 사양에 맞지않는 사용으로 인해 발생한 고장이나 정상적인 기계 부품의 마모 등을 포함해서, 무지, 오용, 오염, 개조, 사고 또는 비정상적인 작업이나 취급 환경 때문에 생긴 손상에 대해서는 적용되지 않습니다. 이 품질 보증은 원 구매자에 대해서만 적용되며 타인에게 이전할 수 없습니다.
또한 구입일로부터 10 년 동안 LCD 에 대해서도 품질이 보증됩니다. 그 기간이 지나면 DMM 의 제품 수명 동안 당시의 부품 가격에 따른 별도 요금을 받고 LCD 를 교체합니다.
원래 소유권을 설정하고 구입일을 증명하려면, 제품과 함께 제공된 등록 카드를 기입하여 보내 주시거나 http://www.fluke.com 에 제품을 등록하여 주시기바랍니다. Fluke 는 인증된 Fluke 판매처를 통해 합당한 가격으로 구입한 제품에 결함이 생긴 경우, 자체 판단 하에 무상 수리, 교체, 또는 환불해 드립니다. Fluke 는 제품을 구입한 국가가 아닌 다른 국가에서 수리를 받는 경우, 수리/교체 부품의 통관 비용을 청구할 권한을 갖습니다.
제품에 결함이 있다면 가까운 Fluke 서비스 센터에 연락하여 인증 정보를 받은 다음, 문제점에 대한 설명과 함께 해당 서비스 센터로 제품을 보내시기 바랍니다. 이 때 우송료 및 보험료를 사용자가 선불(본선 인도 방식)해야 합니다. Fluke 는 운송시 발생하는 손상에 대해서는 책임을 지지 않습니다. 품질 보증에 따라 수리 또는 교체한 제품을 고객에게 돌려보낼 때의 운송비는 Fluke 가 부담합니다. 품질 보증이 적용되지 않는 수리를 하는 경우, Fluke 는 비용에 대한 견적을 내고 고객의 인증을 받은 다음, 수리와 반송 비용을 고객에게 청구합니다.

이러한 보증 이외에는 어떠한 배상도 받을 수 없습니다. 특정 목적에 대한 적합성과 같은 여타의 명시적, 암시적 보증은 하지 않습니다. FLUKE 는 데이터 손실을 포함한 특별한, 간접적, 부수적 또는 결과적인 손상이나 손실에 대해서는 그것이 어떠한 원인이나 이론에 기인하여 발생하였든 책임을 지지 않습니다. 인증된 대리점은 어떠한 보증도 FLUKE 를 대신하여 추가로 제공할 수 없습니다. 내포된 보증이나 부수적 또는 결과적인 손상을 제외 또는 제한하는 것을 금지하고 있는 일부 지역에서는 이러한 배상 책임에 대한 제한이 적용되지 않을 수도 있습니다. 만일 본 보증서의 일부 조항이 자격있는 사법 기관의 의사 결정권자나 법원에 의해 무효 또는 시행 불가능하게 되었다 해도 그 외 규정의 유효성 또는 시행성에는 영향을 미치지 않습니다.

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

ООО «Флюк СИАЙЭС»
125167, г. Москва, Ленинградский
проспект дом 37,
корпус 9, подъезд 4, 1 этаж

5/07

목차

제목 페이지

개요 1
Fluke 연락처 1
안전 정보 1
특징 2
  자동 전원 끄기 8
  Input Alert™ 기능 8
  전원 켜기 옵션 8
측정 방법 10
  AC 및 DC 전압 측정 10
  True-RMS 미터의 제로 입력 동작 11
  저역 통과 필터 11
  온도 측정 12
  연속성 테스트 13
  저항 측정 15

높은 저항 또는 누출 테스트에서 컨덕턴스 사용 방법 17
정전 용량 측정 18
다이오드 테스트 19
AC 또는 DC 전류 측정 21
주파수 측정 24
듀티 사이클 측정 26
펄스 폭을 결정하는 방법 27
막대 그래프 27
줌 모드(전원 켜기 옵션 전용) 28
줌 모드 사용 28
HiRes 모드 28
MIN MAX 기록 모드 29
스무드 기능(전원 켜기 옵션 전용) 29
AutoHOLD 모드 31
상대 모드 31
유지보수 32
일반적인 유지보수 32
퓨즈 테스트 32
배터리 교체 방법 33
퓨즈 교체 방법 34
서비스 및 부품 34
일반 사양 38
상세 사양 40
AC 전압 40
DC 전압, 컨덕턴스 및 저항 41
온도 42
AC 전류 42
DC 전류 43
정전 용량 43

다이오드 44
주파수 44
주파수 카운트 감도 및 트리거 레벨 44
듀티 사이클 (Vdc 및 mVdc) 45
입력 특징 45
MIN MAX 기록 46

개요

⚠⚠ 경고

이 미터를 사용하기 전에 "안전 정보"를 읽으십시오.

87V MAX(제품 또는 계측기)는 True-RMS 디지털 멀티미터입니다. 또한 87V MAX 는 K 형 열전쌍을 사용하여 온도를 측정합니다.

Fluke 연락처

Fluke 에 문의하려면 다음 전화 번호 중 하나로 연락하십시오.

- 기술 지원(미국): 1-800-44-FLUKE (1-800-443-5853)
- 교정/수리(미국): 1-888-99-FLUKE (1-888-993-5853)
- 캐나다: 1-800-36-FLUKE(1-800-363-5853)
- 유럽: +31 402-675-200
- 일본: +81-3-6714-3114
- 싱가포르: +65-6799-5566
- 중국: +86-400-921-0835
- 브라질: +55-11-3530-8901
- 전 세계: +1-425-446-5500

또는 Fluke 의 웹 사이트(www.fluke.com)를 방문하십시오.

제품을 등록하려면 http://register.fluke.com 을 방문하십시오.

최신 설명서의 추가 자료를 열람, 인쇄 또는 다운로드하려면 http://us.fluke.com/usen/support/manuals 를 방문하십시오.

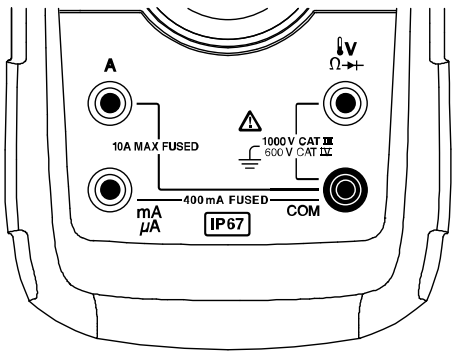
안전 정보

일반 안전 정보는 제품과 함께 배송되는 인쇄된 안전 정보 문서와 www.fluke.com 에 있습니다. 해당하는 경우 구체적인 안전 정보가 나열됩니다.

특징

표 1~ 4 에 미터의 특징이 요약되어 있습니다.

표 1. 입력



gaq112.emf

터미널	설명
A	0 A - 10.00 A 전류(최대 30 초 동안 10 - 20 A 의 과부하), 전류 주파수 및 듀티 사이클 측정을 위한 입력
mA µA	0 µA~400 mA 전류 측정(18 시간 동안 600 mA) 및 전류 주파수 및 듀티 사이클 입력
COM	모든 측정에 대한 반환 터미널
V Ω →||←	전압, 연속성, 저항, 다이오드, 정전 용량, 주파수, 온도 및 듀티 사이클 측정 입력

표 2. 로터리 스위치 위치

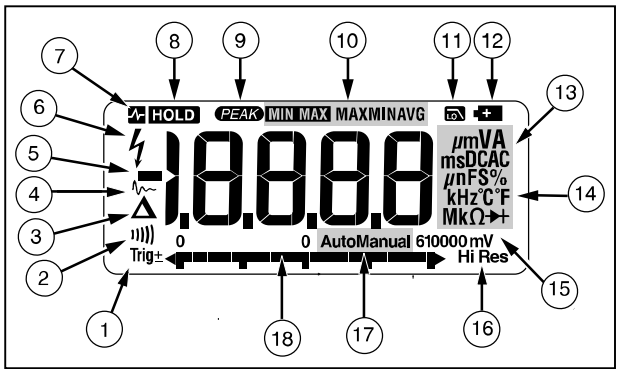
스위치 위치	기능
임의의 위치	미터가 켜져 있을 때 미터의 모델 번호가 잠깐 디스플레이에 나타납니다.
LoZ Ṽ	AC 전압 측정 저역 통과 필터(LoZ)를 구현하려면 [ ](노란색)을(를) 누릅니다.
V̿	DC 전압 측정
mV	600 mV dc 전압 범위
	온도(🌡)를 측정하려면 [ ](노란색)을(를) 누릅니다.
))) Ω ⊣⊢	연속성 테스트를 하려면 [ )))]를 누릅니다. Ω 저항 측정 정전 용량을 측정하려면 [ ](노란색)을(를) 누릅니다.
⊣▶⊢	다이오드 테스트
mA A	AC 전류 측정, 0 mA ~ 10.00 A 0 mA~10.00 A 의 DC 전류를 측정하려면 [ ](노란색)을(를) 누릅니다.
μA	0 µA 에서 6000 µA 사이의 AC 전류 측정 범위 0 µA~6000 µA 의 DC 전류를 측정하려면 [ ](노란색)을(를) 누릅니다.

표 3. 누름 버튼

버튼	스위치 위치	기능
(노란색)	Ω ⊣⊢	정전 용량 선택
	mV	온도 선택
	LoZ V	AC 저역 통과 필터 기능 선택
	mA A	dc 및 ac 전류 사이 전환
	μA	dc 및 ac 전류 사이 전환
RANGE	임의의 스위치 위치	선택한 기능에 대해 사용할 수 있는 범위들 사이에서 전환합니다. 자동 범위로 돌아가려면 버튼을 1 초 간 누르십시오.
	mV	°C 와 °F 사이에서 전환합니다.
AutoHOLD	임의의 스위치 위치	AutoHOLD(기존 TouchHold)가 디스플레이에 표시된 현재 판독값을 캡처합니다. 새롭고 안정된 판독값이 감지되면 미터는 신호음을 울리고 새로운 판독값을 표시합니다.
	MIN MAX 기록	기록된 값을 지우지 않고 기록을 시작하거나 중지합니다.
	주파수 카운터	주파수 카운터를 시작하거나 중지합니다.

표 3. 누름 버튼(계속)

버튼	스위치 위치	기능
[ıı))]	연속성 ıı))Ω⊣⊢ MIN MAX 기록 Hz, 듀티 사이클	연속성 신호음을 켜고 끕니다. 피크(250 µs) 및 정상(100 ms) 응답 시간 사이에서 전환합니다. 포지티브 슬로프 또는 네거티브 슬로프에서 트리거하도록 미터를 토글합니다.
☼	임의의 스위치 위치	버튼 백라이트와 디스플레이 백라이트를 켜서 밝게 했다가 끕니다. ☼을(를) 1 초 동안 누르면 HiRes 디지트 모드로 들어갑니다. 디스플레이에 “HiRes” 아이콘이 나타납니다. 3-1/2 디지트 모드로 돌아가려면 1 초 동안 ☼를 누릅니다. HiRes=19,999
[MIN MAX]	임의의 스위치 위치	최소 및 최대 값 기록을 시작합니다. MIN, MAX, AVG(평균) 및 현재 판독값이 차례로 표시됩니다. 1 초 동안 누르고 있으면 MIN MAX 가 취소됩니다.
[REL Δ] (상대 모드)	임의의 스위치 위치	표시된 판독값을 이어지는 판독값의 레퍼런스로 저장합니다. 화면이 제로화되고 이어지는 모든 판독값에서 저장된 판독값을 뺀 값이 표시됩니다.
[Hz %]	임의의 스위치 위치(다이오드 테스트 제외)	주파수를 측정하려면 [Hz %]를 누릅니다 주파수 카운터를 시작합니다. 다시 누르면 듀티 사이클 모드로 들어갑니다.



gaq101.emf

그림 1. 디스플레이 기능

표 4. 디스플레이 기능

번호	기능	의미
①	±	아날로그 막대 그래프의 극성 표시기
	Trig±	Hz/듀티 사이클 트리거링에 대한 포지티브 또는 네거티브 슬로프 표시기.
②	)))))	연속성 신호음 켜짐
③	Δ	상대(REL) 모드가 활성 상태임
④	∿	스무딩이 활성 상태임
⑤	−	음의 판독값, 상대 모드에서 이 기호는 현재 입력이 저장된 레퍼런스보다 작다는 것을 나타냅니다.
⑥	ϟ	입력에 높은 전압이 있습니다. 입력 전압이 30 V 이상(ac 또는 dc)일 때 나타납니다. 저역 통과 필터 모드에서도 나타납니다. cal, Hz 및 듀티 사이클 모드에서도 나타납니다.
⑦	HOLD	AutoHOLD 가 활성 상태임
⑧	HOLD	Display HOLD 가 활성 상태임
⑨	PEAK	Peak Min Max 모드이며, 응답 시간이 250 µs 입니다
⑩	MIN MAX 최대 최소 평균	최소-최대 기록 모드입니다.
⑪	LO	*저역 통과 필터*를 참조하십시오.

표 4. 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, µA, mA**	암페어(amp), 마이크로암페어, 밀리암페어
	V, mV	볼트, 밀리볼트
	µF, nF	마이크로패럿, 나노패럿
	nS	나노지멘스
	%	백분율. 듀티 사이클 측정 단위로 사용됨.
	Ω, MΩ, kΩ	옴, 메가옴, 킬로옴
	Hz, kHz	헤르쯔, 킬로헤르쯔
		다이오드 테스트 모드
	AC DC	교류, 직류

번호	기능	의미
⑭	°C, °F	섭씨 온도, 화씨 온도
⑮	**610000 mV**	선택된 범위를 표시합니다
⑯	HiRes	고해상도(Hi Res) 모드입니다. HiRes=19,999
⑰	자동	자동 범위 모드입니다. 최상의 해상도 범위를 자동으로 선택합니다.
	수동	수동 범위 모드
⑱		세그먼트의 수는 선택된 범위의 최대 스케일 값에 상대적입니다. 정상 작동 시 0(영)은 왼쪽에 있습니다. 그래프 왼쪽의 극성 표시는 입력 극성을 나타냅니다. 정전 용량 또는 주파수 카운터 기능에는 그래프를 사용할 수 없습니다. 자세한 내용은 *막대 그래프*를 참조하십시오. 막대 그래프에는 "줌 모드"에 설명된 줌 기능도 있습니다.

표 4. 디스플레이 기능 (계속)

번호	기능	의미
--	OL	과부하 조건이 감지되었습니다.
오류 메시지		
bAtt		즉시 배터리를 교체하십시오.
di Sc		정전 용량 기능에서 테스트할 커패시터에 전하량이 너무 많습니다.
CAL Err		잘못된 캘리브레이션 데이터. 미터를 캘리브레이션하십시오.
EEPr Err		잘못된 EEPROM 데이터. 미터를 수리하십시오.
OPEn		개방형 열전쌍이 발견되었습니다.
F2-		잘못된 모델. 미터를 수리하십시오.
LEAd		⚠테스트 리드 경고. 테스트 리드가 **A** 또는 **mA/µA** 터미널에 있고 선택한 로터리 스위치가 사용한 터미널에 맞지 않을 때 표시됩니다.

자동 전원 끄기

사용자가 30 분 간 로터리 스위치를 돌리거나 버튼을 누르지 않으면 미터의 전원이 자동으로 꺼집니다. MIN MAX 기록 기능이 활성화된 경우에는 미터의 전원이 꺼지지 않습니다. 자동 전원 끄기 기능을 사용하지 않으려면 표 5 를 참조하십시오.

Input Alert™ 기능

테스트 리드를 mA/µA 또는 A 터미널에 연결한 후 로터리 스위치를 올바른 전류 위치로 설정하지 않으면 새소리 신호음이 울리고 디스플레이에서 "LEAd"이(가) 깜박입니다. 리드가 전류 터미널에 꽂힌 상태에서 전압, 연속성, 저항, 정전 용량 또는 다이오드 값을 측정하지 않도록 경고하는 조치입니다.

⚠ 주의

리드를 전류 터미널에 끼울 때 전류가 공급되는 회로에 프로브를 병렬로 연결하면 테스트 중인 회로가 손상되고 미터의 퓨즈가 끊어집니다. 미터의 전류 터미널이 흐르는 저항은 매우 낮아서 미터가 단락 회로처럼 동작하기 때문에 이러한 현상이 발생할 수 있습니다.

전원 켜기 옵션

버튼을 누른 상태에서 미터의 전원을 켜면 전원 켜기 옵션이 활성화됩니다. 표 5 에 전원 켜기 옵션이 설명되어 있습니다.

표 5. 전원 켜기 옵션

버튼	전원 켜기 옵션
(노란색)	자동 전원 끄기 기능을 비활성화합니다(미터는 보통 30 분 안에 꺼짐). 을(를) 놓을 때까지 미터에 "PoFF"이(가) 표시됩니다.
MIN MAX	미터의 캘리브레이션 모드를 활성화하고 암호를 묻는 메시지를 표시합니다. 미터에 "CAL"이(가) 표시되고 캘리브레이션 모드로 들어갑니다. *87V MAX 캘리브레이션 정보를 참조하십시오*.
RANGE	미터의 스무딩 기능을 활성화합니다. RANGE를 놓을 때까지 미터에 S---가 표시됩니다.
AutoHOLD	모든 LCD 세그먼트를 켭니다.
)))))	모든 신호음을 끕니다.))))를 놓을 때까지 미터에 bEEP가 표시됩니다.
☼	백라이트 자동 꺼짐(일반적으로 2 분 후 백라이트가 꺼짐) 기능을 해제합니다. ☼를 놓을 때까지 미터에 LoFF가 표시됩니다.
REL Δ (상대 모드)	막대 그래프의 줌 모드를 사용합니다. REL Δ를 놓을 때까지 미터에 2rEL가 표시됩니다.
Hz %	mV dc 기능이 사용될 때 미터의 높은 임피던스 모드를 활성화합니다. 를 놓을 때까지 미터에 가 표시됩니다Hi Z Hz %.

측정 방법

다음 단원에서는 미터를 사용하여 측정하는 방법을 설명합니다.

AC 및 DC 전압 측정

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

미터의 전압 범위는 600.0 mV, 6.000 V, 60.00 V, 600.0 V 및 1000 v 입니다. 600.0 mV dc 범위를 선택하려면 로터리 스위치를 mV 로 돌리십시오.

ac 또는 dc 전압을 측정하려면 그림 2 를 참조하십시오.

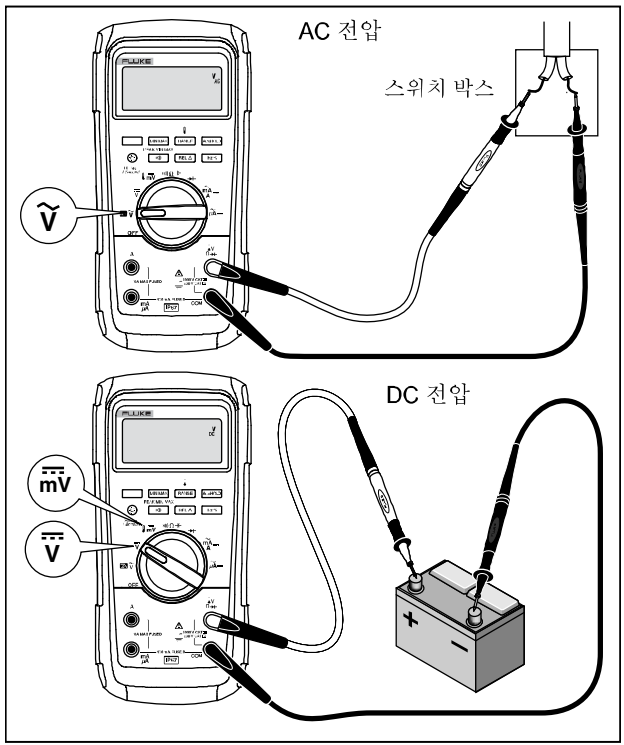


그림 2. AC 및 DC 전압 측정

전압을 측정할 때 미터는 회로와 병렬로 연결된 10-MΩ (10,000,000 Ω) 임피던스와 유사하게 동작합니다. 이러한 로딩 효과 때문에 높은 임피던스의 회로를 측정할 때 오차가 발생할 수 있습니다. 대부분의 경우 회로의 임피던스가 10 kΩ (10,000 Ω) 이하이면 오차를 무시할 수 있습니다(0.1 % 이하).

ac 전압의 dc 오프셋을 측정할 때 정확도를 높이려면 AC 전압을 먼저 측정하십시오. AC 전압 범위를 확인한 다음 수동으로 AC 범위와 같거나 더 높은 DC 전압 범위를 선택합니다. 이 방법을 사용하면 입력 보호 회로가 작동하지 않게 되므로 DC 측정 정확도가 향상됩니다.

True-RMS 미터의 제로 입력 동작

트루 RMS 미터는 왜곡된 파형을 정확하게 측정하지만, ac 기능에서 입력 리드가 단락된 경우에는 미터가 1 과 30 카운트 사이의 잔류 판독값을 표시합니다. 테스트 리드가 개방되면 간섭으로 인해 표시되는 값이 변동될 수 있습니다. 이러한 오프셋 판독은 정상입니다. 이러한 판독이 지정된 측정 범위를 벗어날 정도로 미터의 ac 측정 정확도에 영향을 미치지는 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 µA ac 의 3% 미만 또는 18 µA ac

저역 통과 필터

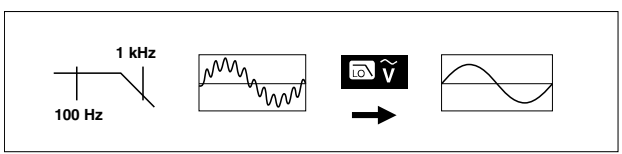
이 미터에는 ac 저역 통과 필터가 장착되어 있습니다. ac 전압 또는 ac 주파수를 측정할 때 [ ]를 누르면 저역 통과 필터 모드(LO)가 활성화됩니다. 미터는 선택된 모드에서 측정을 계속하지만 1 kHz 이상의 원치 않는 전압을 차단하는 필터를 통해 신호가 변환됩니다(그림 3 참조). 따라서 측정 정확도가 1 kHz 미만으로 줄어든 상태에서 낮은 주파수의 전압만 통과합니다. 저역 통과 필터를 사용하면 보통 인버터에 의해 생성되고 가변 주파수 모터가 구동하는 합성 사인파에 대한 측정 성능을 높일 수 있습니다.

⚠⚠ 경고

감전이나 부상의 위험이 있으므로 위험한 전압이 있는지 확인하는 데 저역 통과 필터를 사용하지 마십시오. 표시된 값보다 큰 전압이 존재할 수 있습니다. 우선 필터를 사용하지 않고 전압을 측정하여 위험 전압이 있는지 여부를 확인한 다음 그런 다음 필터를 선택하십시오.

참고

저역 통과 필터를 선택하면 미터가 수동 범위 지정 모드로 들어갑니다. RANGE *를 눌러 범위를 선택합니다. 자동 범위 지정 기능은 저역 통과 필터와 함께 사용할 수 없습니다.*



aom11f.emf

그림 3. 저역 통과 필터

온도 측정

미터는 K 타입 열전쌍(제품과 함께 제공됨)의 온도를 측정합니다. 섭씨 온도(°C)와 화씨 온도(°F) 중에서 선택할 수 있습니다(RANGE를 눌러서).

⚠ 주의

미터나 기타 장비에 발생할 수 있는 손상을 방지하기 위해 미터의 규격이 –200.0 °C~+1090.0 °C (-328.0 °F~1994 °F)이며, 제공된 K 형 열전쌍의 규격은 260 °C 라는 점에 유의하십시오. 온도가 이 범위를 벗어나면 온도 규격이 더 높은 열전쌍을 사용해야 합니다.

표시 범위는 -200.0 °C ~ +1090 °C(-328.0 °F ~ 1994 °F)입니다. 판독값이 이 범위를 벗어나면 미터 디스플레이에 OL이 표시됩니다. 연결된 열전쌍이 없을 때는 디스플레이에 OPEn도 표시됩니다.

온도를 측정하려면 다음을 수행하십시오.

1. K 형 열전쌍을 미터의 COM 및 V Ω 터미널에 연결합니다.
2. 로터리 스위치를 mV로 돌립니다.
3. [ ]를 눌러 온도 모드로 들어갑니다.
4. RANGE를 눌러 Celsius 또는 Fahrenheit 를 선택합니다.

연속성 테스트

⚠⚠ 경고

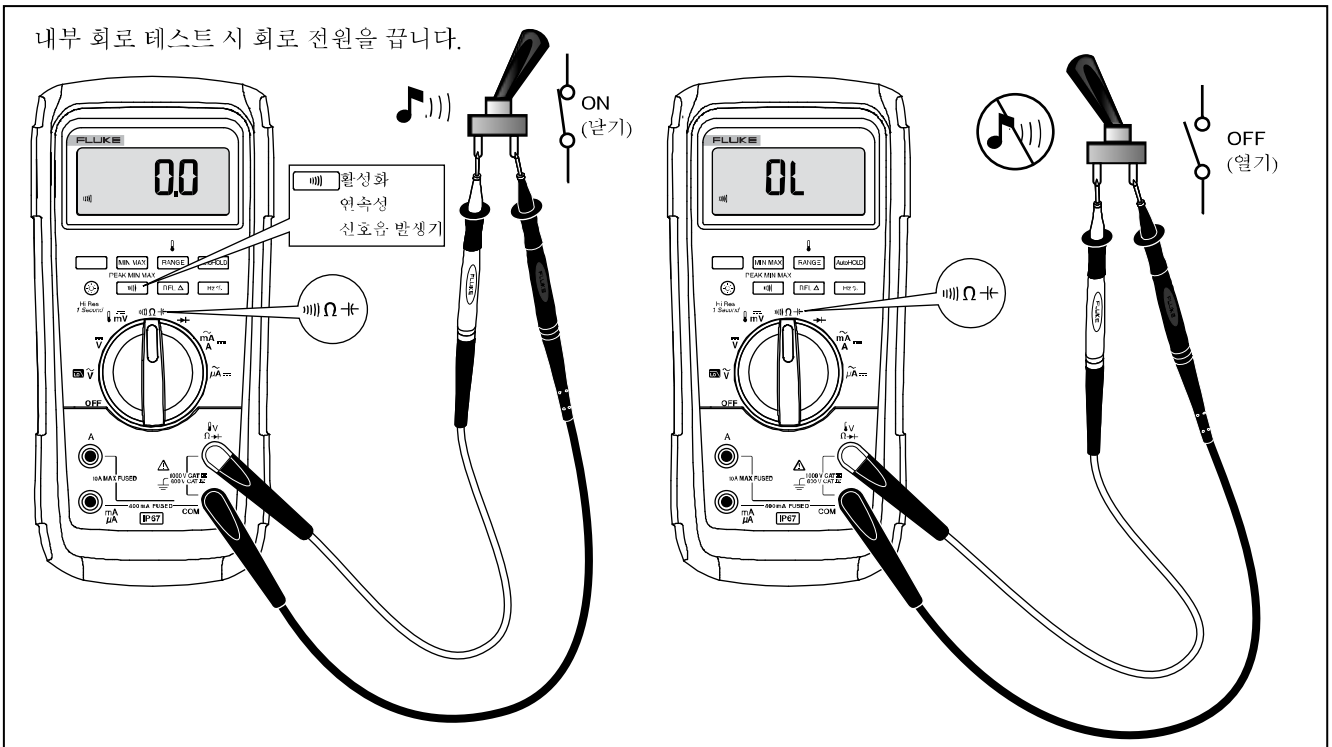
감전, 화재 또는 상해를 방지하려면 전원 연결을 끊고 모든 고전압 커패시터를 방전시킨 후 저항, 연속성, 정전 용량 또는 다이오드 접합을 측정합니다.

연속성 테스트에서는 회로가 완전하면 신호음이 울립니다. 신호음이 울리기 때문에 사용자는 디스플레이를 보지 않고도 연속성 테스트를 신속하게 수행할 수 있습니다.

연속성을 테스트하려면 미터를 그림 4 처럼 설정합니다.

연속성 신호음을 켜거나 끄려면 [))))]를 누르십시오.

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



gbc103.emf

그림 4. 연속성 테스트

저항 측정

⚠⚠ 경고

감전, 화재 또는 상해를 방지하려면 전원 연결을 끊고 모든 고전압 커패시터를 방전시킨 후 저항, 연속성, 정전 용량 또는 다이오드 접합을 측정합니다.

미터는 회로를 따라 적은 전류를 보냄으로써 저항을 측정합니다. 이 전류는 프로브들 사이의 가능한 모든 경로에 흘러 들어가므로 저항 판독값은 프로브 사이에 있는 모든 경로의 총 저항입니다.

미터의 저항 범위는 600.0 Ω, 6.000 KΩ, 60.00 kΩ, 600.0 kΩ, 6.000 MΩ, 50.00MΩ입니다.

저항을 측정하려면 미터를 그림 5 과 같이 설정하십시오.

다음은 저항 측정 시 유용한 정보입니다.

- 회로 내 저항기의 측정된 값은 종종 저항기의 정격 값과 다릅니다.
- 테스트 리드 때문에 저항 측정 시 0.1Ω에서 0.2Ω까지의 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 기능 때문에 포워드-바이어스 실리콘 다이오드 또는 트랜지스터 접합에 전도를 일으키기에 충분한 전압이 발생할 수 있습니다. 이 문제가 생길 것으로 의심되면 [RANGE]를 눌러 다음으로 높은 범위에 있는 낮은 전류를 적용해 본 후, 값이 더 높으면 그 값을 사용하십시오. 일반적인 단락 회로 전류에 대해서는 사양 절의 '입력 특성' 표를 참조하십시오.

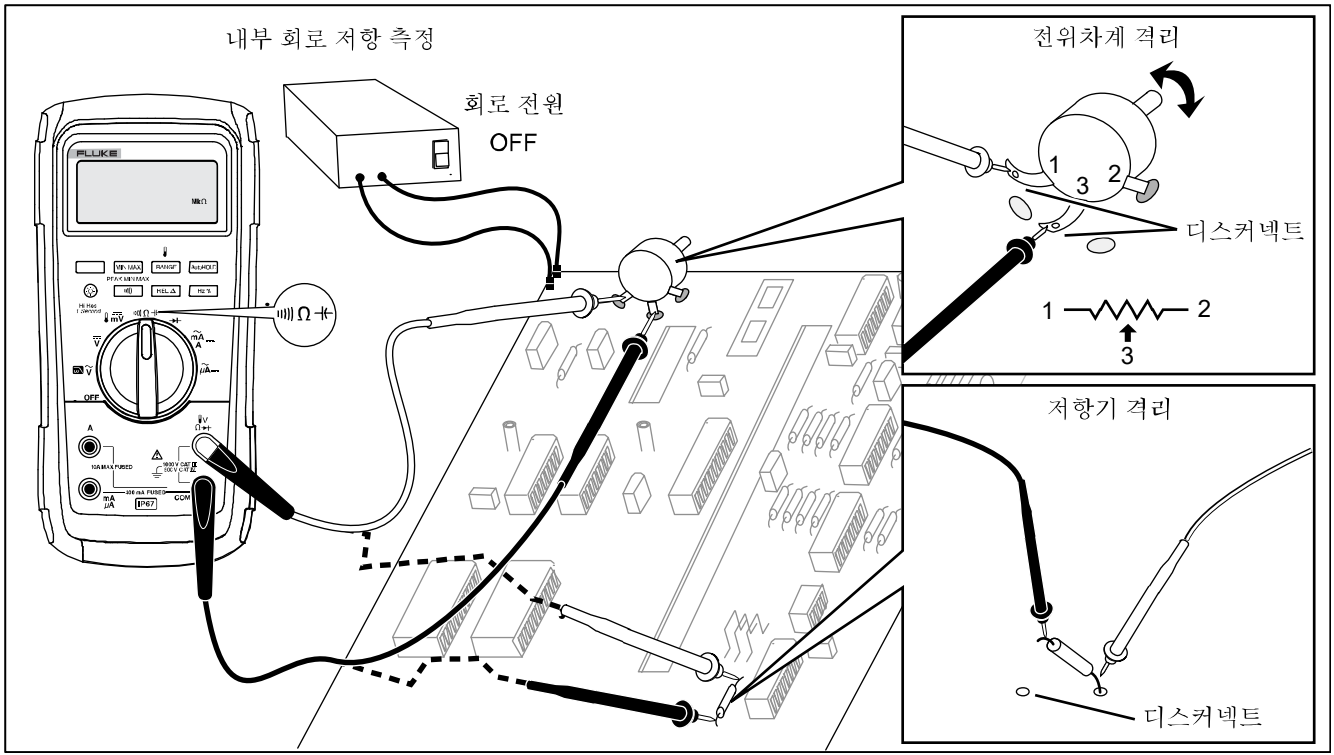

내부 회로 저항 측정
회로 전원
OFF
전위차계 격리
1
3
2
디스커넥트
1
2
3
저항기 격리
디스커넥트
FLUKE
OFF
gbc106.emf

그림 5. 저항 측정

높은 저항 또는 누출 테스트에서 컨덕턴스 사용 방법

컨덕턴스는 저항의 역수로, 회로가 전기를 통과시키는 정도를 의미합니다. 컨덕턴스가 높으면 저항이 낮습니다.

미터의 60 nS 범위는 나노지멘스 단위로 컨덕턴스를 측정합니다(1 nS = 0.000000001 지멘스). 컨덕턴스가 매우 작으면 저항은 아주 높기 때문에 nS 범위를 이용하면 최대 100,000 MΩ의 구성 요소 저항을 판별할 수 있습니다(1/1 nS = 1,000 MΩ).

컨덕턴스를 측정하려면 그림 5 에서와 같이 저항 측정에 맞도록 미터를 설정한 다음 디스플레이에 nS 가 표시될 때까지 RANGE 를 누르십시오.

다음은 컨덕턴스 측정 시 유용한 정보입니다.

- 높은 저항 판독값은 전기 노이즈의 영향을 받기 쉽습니다. MIN MAX 판독값 모드로 들어가서 평균(AVG) 판독값으로 이동하면 노이즈 판독을 상당 부분 줄일 수 있습니다.
- 일반적으로 테스트 리드가 개방된 상태에서는 잔류 컨덕턴스가 판독됩니다. 이때 상대(REL) 모드를 선택해서 잔류 값을 빼면 정확한 판독이 가능합니다.

정전 용량 측정

⚠⚠ 경고

감전, 화재 또는 상해를 방지하려면 전원 연결을 끊고 모든 고전압 커패시터를 방전시킨 후 저항, 연속성, 정전 용량 또는 다이오드 접합을 측정합니다.

미터의 정전 용량 범위는 10.00 nF, 100.0 nF, 1.000 µF, 10.00 µF, 100.0 µF 및 9999 µF 입니다.

정전 용량을 측정하려면 그림 6 에서와 같이 미터를 설정합니다.

1000 nF 미만 측정 시 정확도를 향상시키려면 상대(REL) 모드를 사용하여 미터와 리드의 잔류 정전 용량을 빼십시오.

참고

*테스트하는 커패시터에 전하량이 너무 많으면 디스플레이에 "***disc***"가 표시됩니다.*

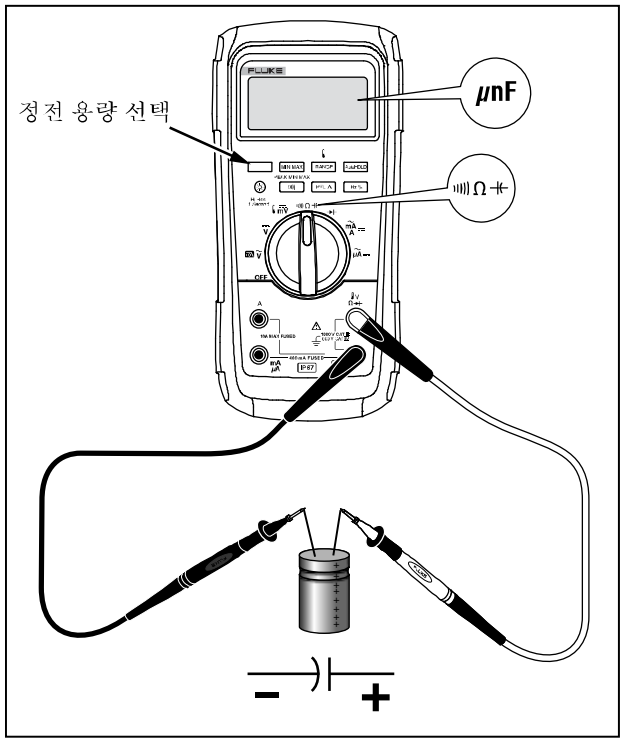


그림 6. 정전 용량 측정

다이오드 테스트

⚠⚠ 경고

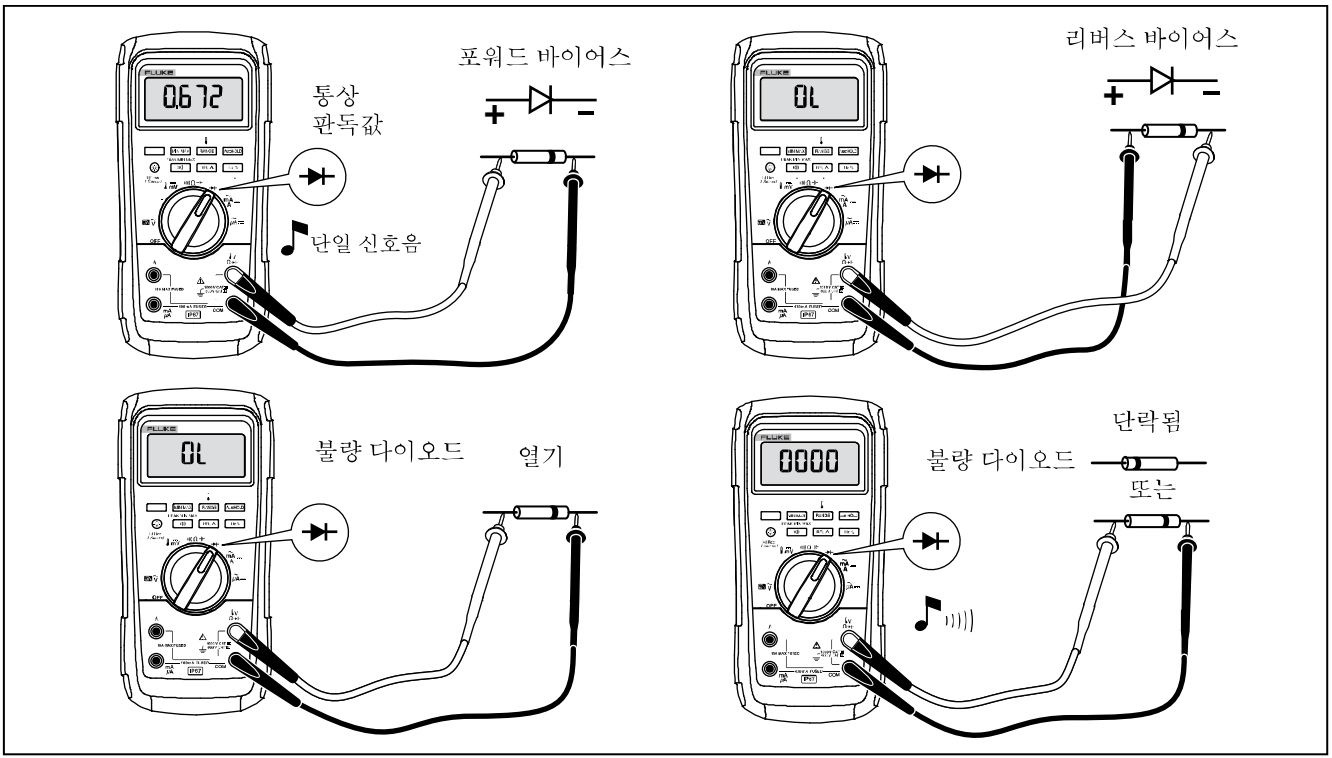
감전, 화재 또는 상해를 방지하려면 전원 연결을 끊고 모든 고전압 커패시터를 방전시킨 후 저항, 연속성, 정전 용량 또는 다이오드 접합을 측정합니다.

다이오드 테스트를 사용해서 다이오드, 트랜지스터, 실리콘 제어 정류기(SCR) 및 기타 반도체 장치를 점검하십시오. 이 기능은 전류를 접합부로 보내서 접합부의 전압 강하를 측정하는 방식으로 반도체 접합부를 테스트합니다. 양질의 실리콘 접합부에서는 0.5V-0.8V 범위로 전압이 강하합니다.

회로에서 다이오드를 테스트하려면 미터를 그림 7 처럼 설정하십시오. 반도체 부품에 대한 포워드-바이어스 판독을 할 경우 빨간색 테스트 리드는 부품의 양극 터미널에 연결하고 검정색 테스트 리드는 부품의 음극 터미널에 연결합니다.

회로 내에서 양호한 다이오드는 0.5 V 에서 0.8 V 까지의 포워드-바이어스 값을 읽지만 리버스-바이어스 판독값은 프로브 팁들 간 다른 경로의 저항에 따라 변할 수 있습니다.

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



gbc109.emf

그림 7. 다이오드 테스트

AC 또는 DC 전류 측정

⚠⚠ 경고

감전, 화재 또는 상해를 방지하려면 전류 측정 시 회로 전원을 제거한 후 회로에 제품을 연결합니다. 제품을 회로에 직렬로 연결하십시오.

⚠주의

미터 또는 테스트 중인 장비의 손상을 방지하려면:

- **전류를 측정하기 전에 미터의 퓨즈를 검사하십시오.**
- **측정에는 항상 적합한 터미널, 기능 및 범위를 사용하십시오.**
- **리드가 전류 터미널에 연결된 경우 프로브를 회로 또는 소자와 병렬로 연결하지 마십시오.**

전류를 측정하려면 테스트 중인 회로를 차단하고 미터를 회로와 직렬로 연결합니다.

미터의 전류 범위는 600.0 µA, 6000 µA, 60.00 mA, 400.0 mA, 6.000 A, 10.00 A 입니다.

전류를 측정하려면 그림 8 을 참조하면서 다음 단계를 따르십시오.

1. 회로의 전원을 끕니다. 모든 고압 커패시터를 방전시킵니다.
2. 검정색 리드를 **COM** 터미널에 넣습니다. 0 mA~400 mA 회로의 경우, 빨간색 리드를 **mA/µA** 터미널에 넣습니다. 전류 세기가 400 mA 보다 크면 빨간색 리드를 **A** 터미널에 넣습니다.

참고

*미터의 **400 mA** 퓨즈가 파열될 수 있으므로 전류가 연속해서 **400 A** 보다 작거나 **18** 시간 이하 동안 **600 mA** 보다 작은 경우에만 **mA/µA** 터미널을 사용하십시오.*

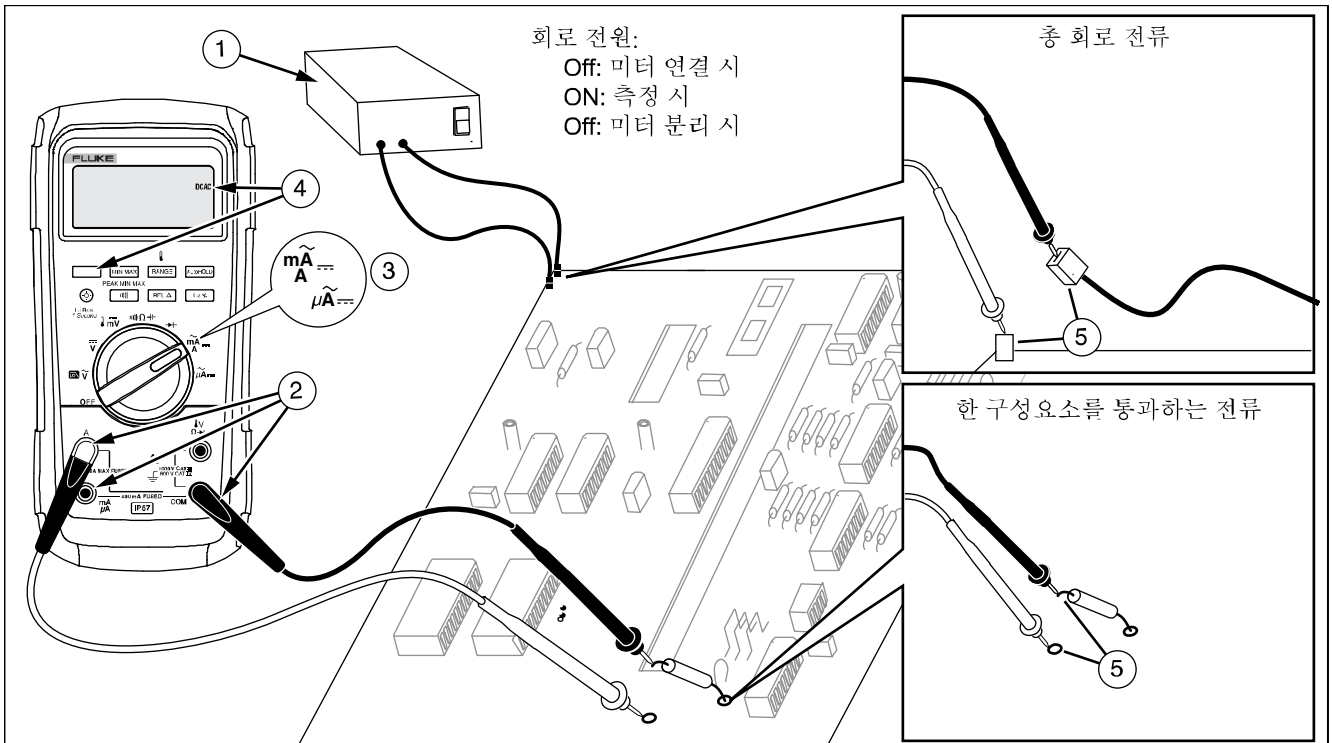

회로 전원:
Off: 미터 연결 시
ON: 측정 시
Off: 미터 분리 시
총 회로 전류
한 구성요소를 통과하는 전류
1
2
3
4
5
5
FLUKE
DCAC
RANGE
COM
IP67
gbc107.emf

그림 8. 전류 측정

3. **A** 터미널을 사용하는 경우 로터리 스위치를 mA/A 로 설정하십시오. **mA/µA** 터미널을 사용할 때 로터리 스위치를 전류가 6000 µA(6 mA) 미만인 경우 $\mu\widetilde{A}\overline{\overline{\cdots}}$(으)로 설정하고 전류가 6000 µA 를 초과할 경우 $\overset{\text{mA}}{\underset{\text{A}}{\sim}}$(으)로 설정합니다.
4. dc 전류를 측정하려면 [ ]를 누릅니다.
5. 테스트할 회로 경로를 차단합니다. 검정색 프로브를 차단 회로의 음극쪽에 대고 빨간색 프로브는 양극쪽에 댑니다. 리드를 바꿔서 대면 판독값이 음수로 표시되지만 미터가 손상되지는 않습니다.
6. 회로의 전원을 켠 다음 디스플레이를 읽습니다. 디스플레이의 오른쪽에 표시되는 단위에 주목하십시오(µA, mA 또는 A).
7. 회로의 전원을 끄고 모든 고압 커패시터를 방전시킵니다. 미터를 제거하고 정상적으로 작동하도록 회로를 복원합니다.

다음은 전류 측정 시 유용한 정보입니다.

- 전류 판독값이 0 이고 미터가 올바로 설정되었으면 “퓨즈 테스트” 부분을 참조해 미터의 퓨즈를 테스트하십시오.
- 전류 미터는 그 자체적으로 약간의 전압 강하를 발생시키는데, 이것이 회로의 작동에 영향을 줄 수 있습니다. 이 부담 전압은 '입력 특징' 표에 정리된 사양 값을 사용하여 계산할 수 있습니다.

주파수 측정

미터는 신호가 매 초마다 임계 레벨을 통과하는 횟수를 카운트하는 방식으로 전압 또는 전류 신호의 주파수를 측정합니다.

표 6 에 다양한 범위의 미터 전압과 전류 기능을 사용하여 주파수를 측정하는 응용 방법과 트리거 레벨이 요약되어 있습니다.

주파수를 측정하려면 미터를 신호 소스에 연결하고 Hz % 를 누르십시오.)))) 스위치를 누르면 디스플레이 왼쪽에 있는 기호처럼 트리거 슬로프가 +와 - 사이에서 바뀝니다("듀티 사이클" 아래의 그림 9 참조). AutoHOLD 을(를) 누르면 카운터가 시작하거나 중지합니다.

미터는 다음 5 가지 범위 중 하나를 자동으로 선택합니다: 199.99 Hz, 1999.9 Hz, 19.999 kHz, 199.99 kHz 및 200 kHz 이상. 주파수가 10 Hz 미만이면 입력 주파수에 따라 디스플레이가 갱신됩니다. 0.5 Hz 미만이면 디스플레이가 불안정할 수 있습니다.

다음은 주파수 측정 시 유용한 정보입니다.

- 판독값이 0 Hz 이거나 불안정하면 입력 신호가 트리거 레벨 미만이거나 그 레벨 근처에 있는 것입니다. 더 낮은 범위를 선택하면 보통 미터의 감도가 높아져 이 문제가 해결됩니다. V̄ 기능에서 범위가 낮으면 트리거 레벨도 낮습니다.

판독값이 예상치의 배수이면 입력 신호에 이상이 있는 것입니다. 왜곡은 주파수 카운터의 트리거링을 여러 번 발생시킬 수 있습니다. 높은 전압 범위를 선택하여 미터의 감도를 낮추면 이 문제가 해결될 수도 있습니다. 또한 dc 범위를 선택해서 트리거 레벨을 높일 수도 있습니다. 일반적으로 표시된 가장 낮은 주파수가 정확한 값입니다.

표 6. 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 정도로 진폭을 크게 줄입니다.)
$mV\overline{\overline{\cdots}}$	600 mV	40 mV	이 표 앞에 나오는 측정 정보를 참조하십시오.
$\overline{\overline{V}}$	6 V	1.7 V	5 V 논리 신호(TTL).
$\overline{\overline{V}}$	60 V	4 V	자동화 스위칭 신호.
$\overline{\overline{V}}$	600 V	40 V	이 표 앞에 나오는 측정 정보를 참조하십시오.
$\overline{\overline{V}}$	1000 V	100 V	
))) Ω ⊣⊢ ⊣◀	이 기능에 대해서는 주파수 카운터의 특성이 없거나 지정되어 있지 않습니다.		
A~	모든 범위	±스케일의 5 %	AC 전류 신호.
$\mu A\overline{\cdots}$	600 µA, 6000 µA	30 µA, 300 µA	이 표 앞에 나오는 측정 정보를 참조하십시오.
$mA\overline{\cdots}$	60 mA, 400 mA	3.0 mA, 30 mA	
$A\overline{\cdots}$	6 A, 10 A	0.30 A, 3.0 A	

듀티 사이클 측정

듀티 사이클(또는 듀티 팩터)은 한 사이클 동안 신호가 트리거 레벨보다 크거나 작게 유지된 시간의 비율을 의미합니다(그림 9). 듀티 사이클 모드는 논리 및 스위칭 신호가 켜지거나 꺼지는 시간을 측정하기에 적합합니다. 전자식 연료 분사 장치와 스위칭 전력 공급기 등의 시스템은 폭이 변하는 펄스에 의해 제어됩니다. 이러한 가변 폭 펄스는 듀티 사이클을 측정하면 확인할 수 있습니다.

듀티 사이클을 측정하려면 주파수를 측정할 수 있도록 미터를 설정한 후 Hz 를 두 번 누릅니다. 주파수 기능과 마찬가지로))))) 를 눌러 미터 카운터의 슬로프를 변경할 수 있습니다.

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

듀티 사이클 판독이 불안정하면 MIN MAX 를 누른 후 AVG(평균) 표시로 이동하십시오.

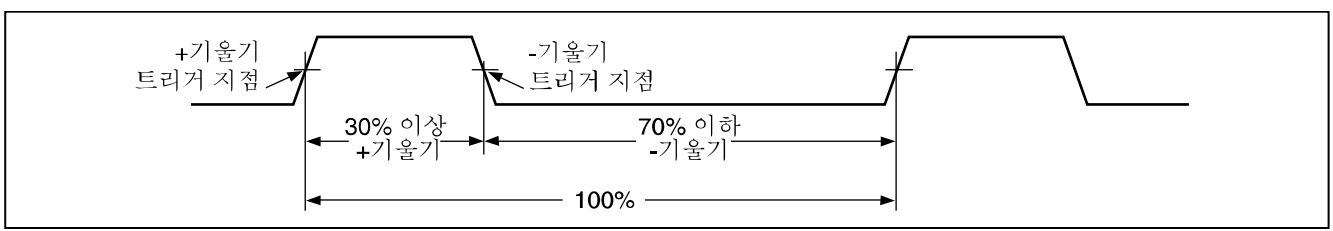


그림 9. 듀티 사이클 측정 구성 요소

펄스 폭을 결정하는 방법

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

1. 신호의 주파수를 측정합니다.
2. [Hz %]를 두 번 눌러 신호의 듀티 사이클을 측정합니다. [))))]를 눌러서 신호의 양 또는 음 펄스를 선택합니다(그림 9 참조).
3. 다음 공식을 사용하여 펄스 폭을 결정합니다.

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

막대 그래프

아날로그 막대 그래프는 판독값을 초과하지 않으면서 아날로그 미터의 바늘처럼 작동합니다. 막대 그래프는 초당 40 번 업데이트됩니다. 그래프는 디지털 표시보다 10 배나 빨리 응답하기 때문에 피크와 널을 조정하고 빠르게 변하는 입력을 관찰할 때 유용합니다. 정전 용량, 주파수 카운터 기능, 온도 또는 피크 min max 에 대해서는 그래프가 표시되지 않습니다.

켜져 있는 세그먼트의 수는 측정된 값을 나타내며, 이는 선택된 범위의 전체 스케일 값에 상대적입니다.

예를 들어, 60 V 범위에서 기본 스케일 눈금은 0, 15, 30, 45 및 60 V 입니다. 입력값이 -30 V 이면 음의 부호가 켜지고 세그먼트가 스케일의 중간 부분까지 이동합니다.

막대 그래프에는 “줌 모드”에 설명된 줌 기능도 있습니다.

줌 모드(전원 켜기 옵션 전용)

Rel Zoom 막대 그래프를 사용하려면:

1. 미터를 켠 상태에서 [REL Δ]을(를) 길게 누릅니다. 디스플레이에 "rEL"이(가) 표시됩니다.
2. [REL Δ]을 다시 눌러 상대 모드를 선택합니다.
3. 이제 막대 그래프의 중앙에 0 이 표시되며 막대 그래프의 감도는 10 배씩 증가합니다. 저장된 레퍼런스 값보다 측정된 값이 더 큰 음수 값이면 좌측으로 세그먼트가 작동하고 측정된 값이 더 큰 양수 값이면 우측으로 세그먼트가 작동합니다.

줌 모드 사용

상대 모드에서는 막대 그래프의 줌 모드 감도가 향상되므로 제로 및 피크 조정을 빠르고 정확하게 수행할 수 있습니다.

제로 조정의 경우 미터를 원하는 기능으로 설정하고 테스트 리드를 단락시킨 후 [REL Δ]을 누르고 리드를 테스트 중인 회로에 연결하십시오. 그 다음, 리드를 테스트 중인 회로에 연결한 후 0 이 표시될 때까지 회로의 부품들을 조정합니다. 줌 막대 그래프의 가운데 세그먼트만 켜집니다.

피크 조정의 경우 미터를 원하는 기능으로 설정하고 리드를 테스트 중인 회로에 연결한 후 [REL Δ]을 누르십시오. 디스플레이에 0 이 표시됩니다. 양 또는 음 피크를 조정함에 따라 막대 그래프의 길이가 0 의 우측 또는 좌측으로 길어집니다. 범위 초과 기호(◀ ▶)가 켜지면 [REL Δ]을 두 번 눌러서 새 레퍼런스를 설정한 후 조정을 계속하십시오.

HiRes 모드

☼을(를) 1 초 동안 누르면 고분해능(HiRes) 4-1/2 디지트 모드로 들어갑니다. 정상적인 분해능보다 10 배 높은 분해능으로 판독값이 표시되며 최대 디스플레이 카운트는 19,999 입니다. HiRes 모드는 정전 용량, 주파수 카운터 기능, 온도 및 250 µs(피크) MIN MAX 모드를 제외한 모든 모드에서 사용이 가능합니다.

3-1/2 디지트 모드로 돌아가려면 1 초 동안 ☼을(를) 누릅니다.

MIN MAX 기록 모드

MIN MAX 모드는 최소 및 최대 입력 값을 기록합니다. 입력값이 기록된 최소 값보다 낮아지거나기록된 최대 값보다 높아지면 미터는 신호음을 울리고 새로운 값을 기록합니다. 이 모드는 간헐적으로 판독값을 읽거나, 부재중일 때 최대 판독값을 기록하거나, 테스트 중인 장비를 작동하느라고 미터를 계속 관찰하지 못할 때 판독값을 기록하기 위해 사용할 수 있습니다. MIN MAX 모드는 MIN MAX 모드가 활성화된 후에 읽은 모든 판독값의 평균도 계산할 수 있습니다. MIN MAX 모드를 사용하려면 표 7 의 기능을 참조하십시오.

응답 시간은 기록할 새 값으로 입력이 유지되는 시간의 길이입니다. 응답 시간이 짧을수록 캡처하는 이벤트 길이도 짧아지지만 정확도는 감소합니다. 응답 시간을 변경하면 기록된 모든 판독값이 지워집니다. 미터의 응답 시간은 100 밀리초 및 250 µs(피크)입니다. 디스플레이의 "PEAK"을(를) 누르면 250 µs 응답 시간이 표시됩니다.

전원 공급 장치 서지와 유입 전류를 기록하고 간헐적인 고장을 찾는 데는 100 밀리초 응답 시간이 가장 적합합니다.

표시되는 실제 평균값(AVG)은 기록을 시작한 이후에 읽은 모든 판독값의 산술 평균입니다 (과부하는 무시됨). 평균 판독값은 불안정한 입력을 일정하게 만들거나 전력 소비량을 계산하거나 회로가 작동 중인 시간의 백분율을 계산하는 데 유용합니다.

Min Max 는 100 ms 이상 지속되는 신호 극단을 기록합니다.

피크는 250 µs 이상 지속되는 신호 극단을 기록합니다.

스무드 기능(전원 켜기 옵션 전용)

입력 신호가 갑작스럽게 변할 때 “스무딩” 기능이 디스플레이에 판독값을 일정하게 유지해줍니다.

스무드 기능을 사용하려면:

1. 미터를 켠 상태에서 RANGE을(를) 길게 누릅니다. RANGE를 놓을 때까지 디스플레이에 S---가 표시됩니다.
2. 디스플레이 왼쪽에 스무드 아이콘(∿)이 나타나 스무딩 기능이 사용 중임을 알려줍니다.

표 7. MIN MAX 기능

버튼	MIN MAX 기능
MIN MAX	MIN MAX 기록 모드로 들어갑니다. 미터는 MIN MAX 모드로 들어가기 전 표시된 범위로 설정됩니다. (MIN MAX 모드로 들어가기 전에 원하는 측정 기능과 범위를 선택하십시오.) 새로운 최소 또는 최대 값이 기록될 때마다 신호음이 울립니다.
MIN MAX (MIN MAX 모드에 있을 때)	최대(MAX), 최소(MIN), 평균(AVG) 및 현재 값 사이에서 이동합니다.
PEAK MIN MAX	100 ms 또는 250 µs 응답 시간을 선택합니다 (디스플레이의 "PEAK"을(를) 누르면 250 µs 응답 시간이 표시됩니다.). 저장된 값은 지워집니다. 250 µs 가 선택된 경우에는 현재 값과 AVG(평균) 값을 사용할 수 없습니다.
AutoHOLD	저장된 값을 지우지 않고 기록을 중지합니다. 다시 누르면 기록이 재개됩니다.
MIN MAX (1 초 간 누름)	MIN MAX 모드에서 나갑니다. 저장된 값은 지워집니다. 미터는 선택된 범위로 그대로 유지됩니다.

AutoHOLD 모드

⚠⚠ 경고

감전, 화재 및 상해를 방지하려면:

- **회로에 전원이 없는 것을 확인하는데 AutoHOLD 모드를 사용하지 마십시오. AutoHOLD 모드는 불안정하거나 노이즈가 있는 판독값을 캡처하지 않습니다.**
- **알 수 없는 전위를 측정할 때는 HOLD(고정) 기능을 사용하지 마십시오. HOLD (고정) 기능이 켜져 있으면 다른 전위를 측정할 때 디스플레이가 변경되지 않습니다.**

AutoHOLD 모드는 현재 디스플레이의 판독값을 읽습니다. 새롭고 안정된 판독값이 감지되면 미터는 신호음을 울리고 새로운 판독값을 표시합니다. AutoHOLD 모드에 들어가거나 그 모드에서 나오려면 AutoHOLD 를 누르십시오.

상대 모드

상대 모드(REL Δ)를 선택하면 미터는 디스플레이를 제로화하며 현재의 판독값을 다음 측정 작업의 레퍼런스로 저장합니다. REL Δ 을(를) 누를 때 선택된 범위로 미터가 고정됩니다. REL Δ 을(를) 다시 누르면 이 모드에서 나갑니다.

상대 모드에서 표시되는 판독값은 항상 현재 판독값과 저장된 레퍼런스 값의 차이입니다. 예를 들어, 저장된 레퍼런스 값이 15.00 V 이고 현재 판독값이 14.10 V 이면 디스플레이에 -0.90 V 가 표시됩니다.

유지보수

⚠⚠ 경고

감전, 화재 및 상해를 방지하려면:

- **제품을 청소하기 전에 입력 신호를 차단하십시오.**
- **커버를 분리한 상태 또는 케이스가 열린 상태로 제품을 작동시키지 마십시오. 위험한 전압에 노출될 수 있습니다.**
- **지정된 교체 부품만 사용하십시오.**
- **인증된 기술자에게 제품 수리를 의뢰하십시오.**

일반적인 유지보수

젖은 천과 중성 세제로 케이스를 정기적으로 닦아주십시오. 용제나 연마제는 사용하지 마십시오.

터미널 안의 먼지나 습기는 측정값에 영향을 줄 수 있으며 잘못된 Input Alert 기능을 작동시킬 수 있습니다. 다음과 같이 터미널을청소하십시오.

1. 미터를 끄고 테스트 리드를 모두 제거합니다.
2. 터미널 안에 있는 먼지를 흔들어서 털어냅니다.
3. 깨끗한 천에 중성 세제와 물을 적십니다. 각 터미널 주변을 닦습니다. 물과 세제가 터미널에서 제거되도록 압축 공기캔을 사용하여 각 터미널을 건조시킵니다.

퓨즈 테스트

그림 10 과 같이 미터가 Ω 기능에 있을 때 테스트 리드를 V Ω 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 사라지고 OL 또는 저항 판독값이 미터 디스플레이에 나타날 때까지 리드를 약간 뒤로 빼내십시오. 저항 값은 그림 10 와 같아야 합니다. 테스트 결과 판독값이 표시된 값과 다르면 미터를 수리하십시오.

⚠⚠ 경고

감전, 화재 및 상해를 방지하려면:

- **지속적인 아크 플래시 예방을 위해 끊어진 퓨즈를 동일한 용량의 퓨즈로 교체하십시오.**
- **지정된 교체 퓨즈만 사용하십시오.**

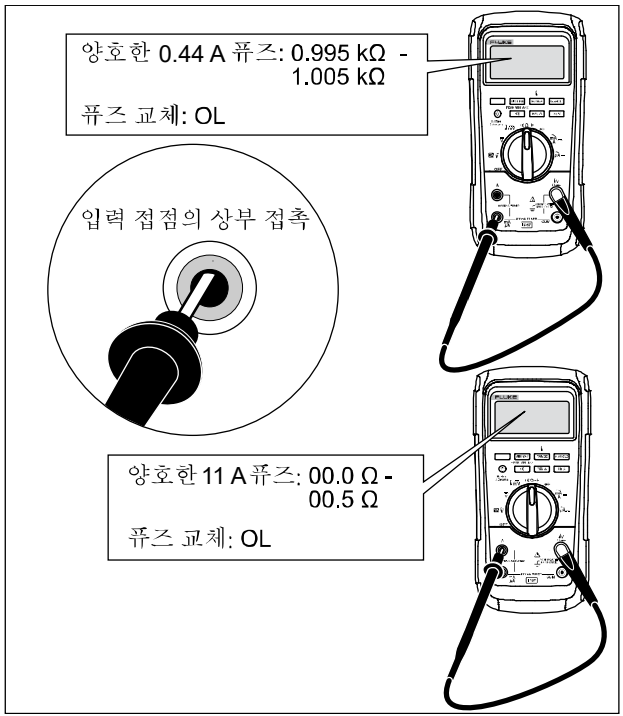


그림 10. 전류 퓨즈 테스트

배터리 교체 방법

배터리를 AA 배터리 3 개로 교체합니다 (IEC LR6).

⚠⚠ 경고

감전, 화재 및 상해를 방지하려면:

- **배터리에는 화상을 입거나 폭발할 수 있는 위험한 화학물질이 포함되어 있습니다. 화학물질에 노출된 경우 물로 깨끗이 씻어낸 후 의사의 진료를 받으십시오.**
- **배터리의 전해액이 새는 경우 사용하기 전에 제품을 수리하십시오. 배터리 누출은 감전 위험을 초래하거나 제품을 손상할 수 있습니다.**
- **배터리 셀/팩을 열기나 화기 근처에 두지 마십시오. 직사광선이 닿는 곳에 두지 마십시오.**
- **MSHA 에서는 세 개의 Energizer P/N E91 또는 세 개의 Duracell P/N MN1500 1.5V, "AA" 알카라인 배터리만 함께 사용하도록 승인하였습니다. 모든 배터리 셀은 공해가 없는 장소에서 해당하는 부품 번호 셀에 맞게 교체해야 합니다.**

다음과 같이 배터리를 교체하십시오(그림 11 참조):

1. 로터리 스위치를 OFF 로 돌리고 터미널에서 테스트 리드를 제거합니다.

2. 케이스 하단에서 십자 나사 6 개를 제거하고 배터리 도어(①)를 분리합니다.

   참고

   배터리 도어를 들어 올릴 때 고무 캐스킷이 배터리함 배리어에 부착된 상태를 유지해야 합니다.

3. 배터리 3 개를 제거하고 모두 AA 알칼라인 배터리(②)로 교체합니다.
4. 배터리함 개스킷(③)이 배터리함 배리어 외측 가장자리 주위에 제대로 장착되어 있는지 확인합니다.
5. 배터리함 배리어와 배터리함을 나란히 맞춰서 배터리 도어를 재장착합니다.
6. 십자 나사 6 개를 끼워 도어를 고정시킵니다.

퓨즈 교체 방법

그림 11 을 참조하면서, 다음과 같이 미터의 퓨즈를 교체하십시오.

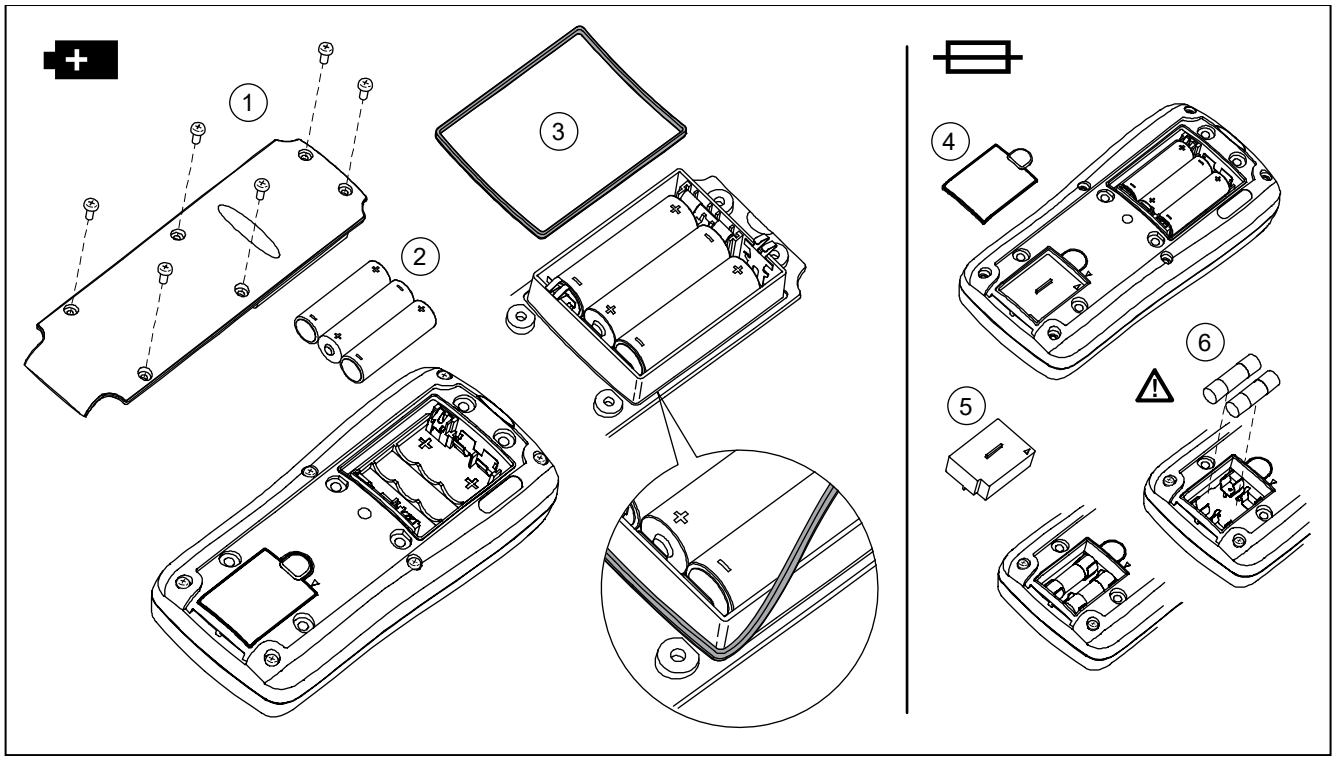
1. 로터리 스위치를 OFF 로 돌리고 터미널에서 테스트 리드를 뺍니다.
2. 위에 나온 '배터리 교체 방법' 절 아래 2 단계를 참조하여 배터리 도어를 분리합니다.
3. 퓨즈함에서 퓨즈함 씰(④)을 제거합니다.
4. 퓨즈함에서 퓨즈함 도어(⑤)를 가볍게 들어 올립니다.
5. 풀려 있는 쪽을 살짝 들어 올린 후 밀어서 퓨즈를 브래킷(⑥) 밖으로 빼냅니다.
6. 표 8 에 나온 암페어수, 전압 및 속도 규격을 갖는 퓨즈로만 교체합니다. 440-mA 퓨즈는 10-A 퓨즈보다 짧습니다. 퓨즈를 제자리에 끼우려면 PCB 에서 각 퓨즈 아래 있는 표시를 기록해 두십시오.
7. 퓨즈 도어의 화살표를 케이스 하단의 화살표에 맞추고 도어를 퓨즈함쪽으로 내려서 퓨즈함 도어를 다시 장착합니다.
8. 퓨즈함 씰의 탭을 케이스 하단 테두리에 맞춰서 퓨즈함 씰을 다시 끼웁니다. 씰(④)이 제대로 안착되었는지 확인합니다.
9. 앞서 '배터리 교체' 절에서 설명한 4-6 단계를 참조하여 배터리 도어를 다시 장착합니다.

서비스 및 부품

미터가 고장나면 배터리와 퓨즈를 확인하십시오. 올바른 미터 사용법은 이 설명서를 참조하십시오.

교체 부품과 액세서리는 표 8 와 그림 12 에 나와 있습니다.

부품과 액세서리를 주문하려면 “Fluke 연락 방법”을 참조하십시오.

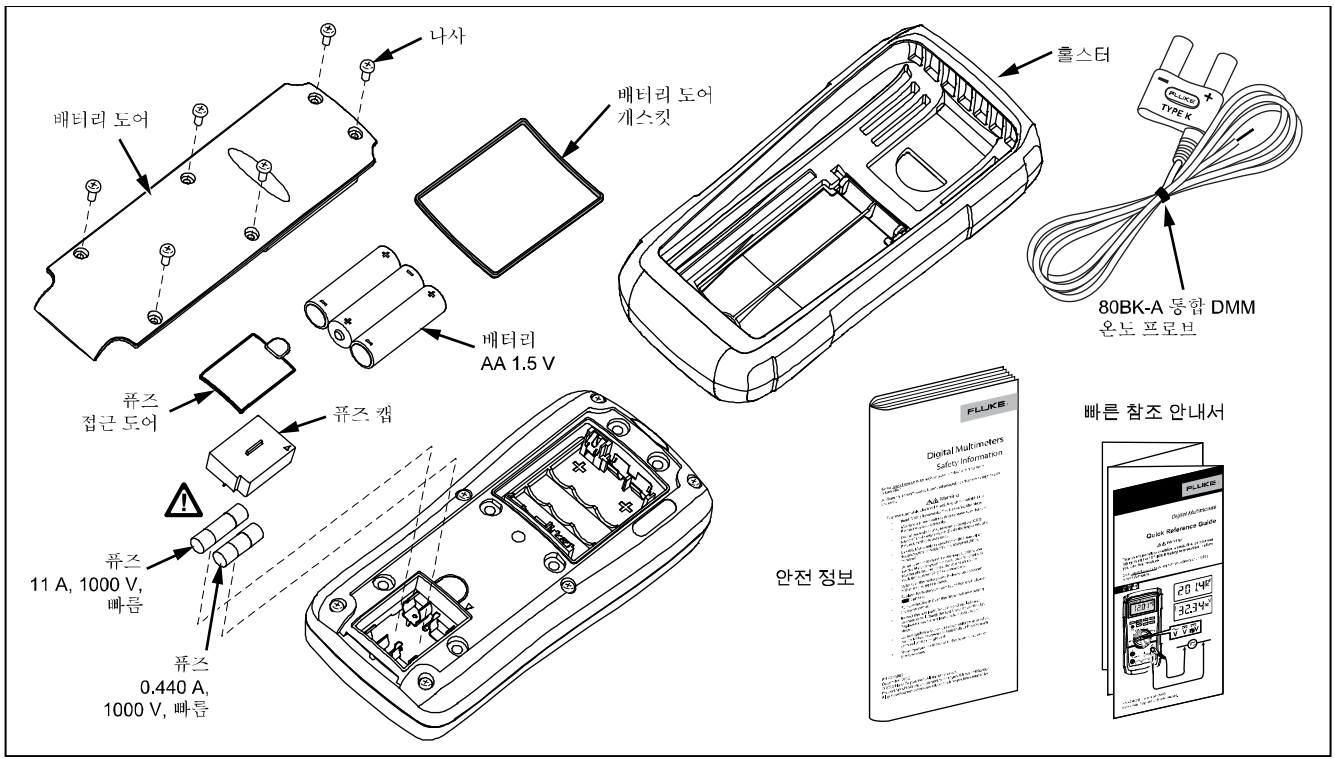


gaq10.emf

그림 11. 배터리 및 퓨즈 교체

표 8. 교체 부품

설명	수량	Fluke 부품 또는 모델 번호
배터리, AA 1.5 V	3	376756
퓨즈, 0.440 A, 1000 V, FAST	1	943121
퓨즈, 11 A, 1000 V, FAST	1	803293
퓨즈 액세스 도어	1	3400480
나사	6	3861068
개스킷, 배터리 도어	1	3439087
퓨즈 캡	1	3440546
홀스터	1	3321048
배터리 도어	1	3321030
앨리게이터 클립	1(두 세트 중)	다양함[1]
테스트 리드	1(두 세트 중)	다양함[1]
통합 DMM 온도 프로브	1	80BK-A
빠른 참조 안내서	1	5160944
안전 정보	1	5160959
⚠ 안전을 위해 정확한 교체품만 사용하십시오. [1] 해당 지역에서 구입할 수 있는 테스트 리드 및 앨리게이터 클립에 대한 자세한 정보는 www.fluke.com 을 참조하십시오.		



gbc111.emf

그림 12. 교체 부품

일반 사양

터미널과 접지 사이의

최대 전압 ..... 1000 V rms

mA 또는 µA 입력에 대한 퓨즈 보호 ..... 0.44A, 1000V, IR 10kA

A 입력에 대한 퓨즈 보호 ..... 11A, 1000V, IR 17kA

디스플레이

디지털 ..... 6000 카운트, 고분해능 모드에서 초당 4 회 19,999 카운트를 업데이트

막대 그래프 ..... 33 세그먼트, 초당 40 회 업데이트

고도

작동 시 2,000m

보관 시 ..... 10,000 m

온도

작동 시 ..... -15 °C~55 °C~-40 °C(20 °C 에서 가져올 때 20 분 동안)

보관 시 ..... -55 °C~85 °C(배터리 불포함)
-55 °C ~ 60 °C (배터리 포함)

온도 계수 ..... 0.05 X(지정된 정확도) / °C(18 °C 미만 또는 28 °C 초과)

안전 ..... IEC 61010-1: 공해 지수 2
IEC 61010-2-033: CAT III 1000V / CAT IV 600V

전자기 호환성(EMC) ..... 3 V/M 의 RF 필드에서의 정확도 = 지정된 정확도 +20 카운트(단, 600 µA dc 범위 총 정확도 = 지정된 정확도 +60 카운트 제외). 온도는 지정되지 않음.

국제 ..... IEC 61326-1: 휴대용 전자기 환경
CISPR 11: 그룹 1, Class A

그룹 1: 장비는 자체 내부 기능에 필요한, 전도적으로 커플링된 무선 주파수 에너지를 의도적으로 생성 및/또는 사용합니다.

Class A: 장비는 가정용 외의 다른 모든 용도로 적합하며 주거용 건물의 저전압 전력 공급 네트워크에 직접 연결할 수 있습니다. 장비에는 방사성 장해 및 전도로 인해 기타 환경에서 전자기 호환성을 확인하는 데 있어 잠재적인 문제가 있을 수 있습니다.

주의: 이 장비는 거주 환경에서는 사용할 수 없으며 이러한 환경에서의 주파수 수신에 대한 적절한 보호를 제공하지 않을 수 있습니다.

이 장비를 테스트 대상에 연결하면 CISPR 11에서 요구하는 레벨을 초과하는 방사가 발생할 수 있습니다.

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 간주합니다. 3 V/M 의 RF 필드에서의 정확도 = 지정된 정확도 +20 카운트(단, 600 µA dc 범위 총 정확도 = 지정된 정확도 +60 카운트 제외). 온도가 지정되지 않음

상대 습도.....0 %~95 %(0 °C~35 °C)
0 %~70 %(35 °C~55 °C)

배터리 유형.....AA 알칼라인 배터리 3 개, IEC LR6, MSHA 에서는 세 개의 Energizer P/N E91 또는 세 개의 Duracell P/N MN1500 1.5V, AA 알카라인 배터리만 함께 사용하도록 승인하였습니다.

배터리 수명.....백라이트 없이 통상 800 시간(알칼라인)

진동.....클래스 2 기기에 대한 MIL-PRF-28800 준수

크기(H x W x L).....1.8 인치 x 3.7 인치 x 7.7 인치(4.6 cm x 9.4 cm x 19.7 cm)

홀스터 포함 크기.....2.4 인치 x 4.3 인치 x 8.5 인치(6.0 cm x 10.1 cm x 21.5 cm)

중량.....1.14 lb(517.1 g)

보관 케이스 및 Flex-Stand 를 포함한 중량.....1.54 lb (698.5 g)

IP(Ingress Protection) 등급.....IEC 60529: IP67

MSHA 승인 번호.....18-A100015-0

상세 사양

모든 상세 사양의 경우:

정확도를 산출하는 기준은 18 °C 에서 28 °C 까지의 작동 온도 및 0 %에서 95 %까지의 상대 습도 상태에서 캘리브레이션한 후 2 년입니다. 정확도 사양은 ±([판독값의 %] + [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.

<table>
<tr><th rowspan="2">범위</th><th rowspan="2">분해능</th><th colspan="6">정확도</th></tr>
<tr><th>45 – 65 Hz</th><th>15 – 200 Hz</th><th>200 – 440 Hz</th><th>440 Hz – 1 kHz</th><th>1 – 5 kHz</th><th>5 – 20 kHz</th></tr>
<tr><td>600.0 mV</td><td>0.1 mV</td><td rowspan="2">±(0.7 % + 4)</td><td rowspan="3" colspan="3">±(1.0 % + 4) [1]</td><td>±(2 % + 4)</td><td>±(2 % + 20) [2]</td></tr>
<tr><td>6.000 V</td><td>0.001 V</td><td rowspan="2">±(2 % + 4) [3]</td><td>지정되지 않음</td></tr>
<tr><td>60.00 V</td><td>0.01 V</td><td rowspan="3">±(0.7 % + 2)</td><td>지정되지 않음</td></tr>
<tr><td>600.0 V</td><td>0.1 V</td><td>지정되지 않음</td><td>지정되지 않음</td></tr>
<tr><td>1000 V</td><td>1 V</td><td>지정되지 않음</td><td>지정되지 않음</td></tr>
<tr><td colspan="2">저역 통과 필터</td><td>±(1.0 % + 4) [1]</td><td>+1.0 % + 4
(-6.0 % + 4) [4]</td><td>지정되지 않음</td><td>지정되지 않음</td><td>지정되지 않음</td></tr>
</table>

[1] 30 Hz 미만인 경우, 스무딩 기능을 사용합니다. 20 Hz 미만인 경우 0.6 %를 추가합니다.

[2] 범위의 10 % 미만인 경우 12 카운트를 추가합니다.

[3] 주파수 범위: 1~2.5 kHz

[4] 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	± (0.1 % + 1)
V dc	6.000 V	0.001 V	± (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	±(0.2 % + 2) [2]
	6.000kΩ	0.001 kΩ	± (0.2 % + 1)
	60.00 kΩ	0.01kΩ	
	600.0 kΩ	0.1 kΩ	
	6.000 MΩ	0.001 MΩ	
	50.00 MΩ	0.01 MΩ	±(1.0 % + 1) [1]
nS	60.00 nS	0.01 nS	±(1.0 % + 10) [1,2]

[1] 50 MΩ 범위에서 30 MΩ이상을 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

온도

범위	분해능	정확도 [1,2]
-200 °C ~ +1090 °C -328 °F ~ +1994 °F	0.1 °C 0.1 °F	±(1.0 % + 10) ±(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 [1] (45 Hz ~ 2 kHz)	
µA ac	600.0 µA	0.1 µA	100 µV/µA	±(1.5 % + 2)	±(1.0 % + 2)
	6000 µA	1µA	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 에서, 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	1µA	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 연속성. 최대 18 시간 동안 600 mA

[2] 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 에서, 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)
10.00µF	0.01µF	
100.0µF	0.1µF	
9999µF	1µF	

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

다이오드

범위	분해능	정확도
2.000 V	0.001 V	±(1.0 % + 1)

주파수

범위	분해능	정확도
199.99 Hz	0.01 Hz	±(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 µs 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 µs 미만인 경우 ± (kHz 당 0.2 % + 0.1 %) 이내.
[1] 0.5 Hz ~ 200 kHz, 펄스 폭 2 µs 초과. 펄스 폭 범위는 신호 주파수의 주파수에 따라 결정됩니다.	

입력 특징

기능	과부하 보호[1]	입력 임피던스(공칭)	공통 모드 거부율 (1kΩ 언밸런스)		정상 모드 거부					
V⎓	1000 V rms	10 MΩ <100 pF	50Hz 또는 60 Hz 에서 120 dB 이상		60 Hz 또는 50 Hz 에서 60 dB 이상					
mV⎓	1000 V rms		50Hz 또는 60 Hz 에서 120 dB 이상		60 Hz 또는 50 Hz 에서 60 dB 이상					
Ṽ	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 MΩ까지	**50 MΩ 또는 60 nS**	**600 Ω**	**6 kΩ**	**60 kΩ**	**600 kΩ**	**6 MΩ**	**50 MΩ**
Ω	1000 V rms	<2.8 V dc	<850 mV dc	<1.3 V dc	500 µA	100 µA	10 µA	1 µA	0.2 µA	0.1 µA
⊣▶⊢	1000 V rms	<2.8 V dc	2.200 V dc		보통 1.0 mA					
[1] 10^6 V Hz 최대										

MIN MAX 기록

공칭 응답	정확도
100 ms, 80 %까지 (dc 기능)	200 ms 를 초과하는 시간 변화에 대해 지정된 정확도 ± 12 회
120 ms, 80 %까지 (ac 기능)	350 ms 를 초과하는 변화 및 범위의 25 %를 초과하는 입력에 대해 지정된 정확도 ± 40 카운트
250 µs(피크) [1]	250 µs 를 초과하는 시간 변화에 대해 지정된 정확도 ± 100 카운트 (6000 카운트 이상에서 판독할 경우 ± 100 카운트를 더합니다) (저역 통과 필터에서 판독할 경우 ± 100 카운트를 더합니다)
[1] 반복적인 피크에 대해: 단일 이벤트에 대한 1 ms.	