80 Series V

Multimeters

사용 설명서

May 2004 Rev. 3, 3/25 (한국어)

제한적 품질 보증

FLUKE 20, 70, 80, 170 및 180 시리즈 DMM 제품은 제품 수명 동안 재료 및 세공에 있어서 하자가 없음을 보증합니다. 여기서 사용되는 "수명 동안" 이라 함은 Fluke의 본 제품 생산이 중단된 후 7년을 의미합니다. 그러나 보증 기간은 구입일로 부터 최소한 10년 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 10년 동안 LCD에 대해서도 품질이 보증됩니다. 그 기간이 지나면 DMM의 제품 수명 동안 당시의 부품 가격에 따른 별도 요금을 받고 LCD를 교체합니다.

원래 소유권을 설정하고 구입일을 증명하려면, 제품과 함께 제공된 등록 카드를 기입하여 보내 주시거나 http://www.fluke.com에 제품을 등록하여 주시기바랍니다. Fluke는 인증된 Fluke 판매처를 통해 합당한 가격으로 구입한 제품에 결함이 생긴 경우, 자체 판단 하에 무상 수리, 교체, 또는 환불해 드립니다. Fluke는 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. Fluke는 운송시 발생하는 손상에 대해서는 책임을 지지 않습니다. 품질 보증에 따라 수리 또는 교체한 제품을 고객에게 돌려보낼 때의 운송비는 Fluke가 부담합니다. 품질 보증이 적용되지 않는 수리를 하는 경우, Fluke는 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. Fluke는 데이터 손실을 포함한 특별한, 간접적, 부수적 또는 결과적인 손상이나 손실에 대해서는 그것이 어떠한 원인이나 이론에 기인하여 발생하였든 책임을 지지 않습니다. 인증된 대리점은 어떠한 보증도 FLUKE를 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
6920 Seaway Blvd
Everett WA
98203

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

2/02

목차

제목 페이지

개요

⚠⚠경고

미터를 사용하기 전에 "안전 정보"를 읽으십시오.

명시된 경우를 제외하고, 이 설명서의 내용은 시리즈 V 모델 83 및 87 멀티미터(이하 "미터")에 적용됩니다. 모든 그림에 모델 87이 사용되었습니다.

Fluke 연락 방법

Fluke Corporation 은 전 세계에서 사업을 운영하고 있습니다. 지역 연락처 정보는 www.fluke.com 웹 사이트에서 확인할 수 있습니다.

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

+1-425-446-5500

fluke-info@fluke.com.

안전 정보

일반 안전 정보는 제품과 함께 제공된 Fluke 안전 정보에 있습니다. 해당하는 경우 구체적인 안전 정보가 나열됩니다.

본 설명서에서 **경고**는 사용자가 위험에 처할 수 있는 상황 및 행동을 가리킵니다. **주의**는 테스트 중에 미터나 장비가 손상될 수 있는 상황 및 행동을 가리킵니다.

⚠주의

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

- **저항, 연속성, 다이오드 또는 정전 용량을 테스트하기 전에 회로 전원을 차단하고 모든 고압 커패시터를 방전시키십시오.**
- **측정 시에는 항상 적합한 터미널, 기능 및 범위를 사용하십시오.**
- **전류를 측정하기 전에 미터의 퓨즈를 점검하십시오. ("퓨즈 테스트" 참조)**
- **최적의 기술 성능을 위해 제품을 항상 홀스터 내에 두십시오.**

미터의 기능

표 1~4에는 미터의 기능이 간략하게 요약되어 있습니다.

표 1. 입력

터미널	설명
A	0 A - 10.00 A 전류(최대 30초 동안 20 A의 과부하), 전류 주파수 및 듀티 사이클 측정을 위한 입력
mA µA	0 µA - 400 mA 전류 측정(18시간 동안 600 mA)과 전류 주파수 및 듀티 사이클을 위한 입력
COM	모든 측정에 대한 반환 터미널
V Ω	전압, 연결성, 저항, 다이오드, 정전 용량, 주파수, 온도(87) 및 듀티 사이클 측정을 위한 입력

표 2. 로터리 스위치의 위치

스위치 위치	기능
임의의 위치	미터가 켜져 있을 때 미터의 모델 번호가 잠깐 디스플레이에 나타납니다.
LO $\tilde{\mathrm{V}}$	AC 전압 측정 로 패스 필터(LO)를 사용하려면 를 누릅니다(87 전용).
$\overline{\mathrm{V}}$	DC 전압 측정
$\overline{\mathrm{mV}}$	600 mV dc 전압 범위 온도()를 측정하려면 를 누릅니다(87 전용).
))) Ω ⊣⊢	연속성 테스트를 하려면))) 를 누릅니다. Ω 저항 측정 정전 용량을 측정하려면 를 누릅니다.
→⊢	다이오드 테스트
m$\tilde{\mathrm{A}}$ A $\overline{}$	AC 전류 측정, 0 mA ~ 10.00 A dc 전류를 측정하려면 를 누릅니다(0 mA ~ 10.00 A).
μ$\tilde{\mathrm{A}}$ $\overline{}$	AC 전류 측정, 0 μA ~ 6000 μA dc 전류를 측정하려면 를 누릅니다(0 μA ~ 6000 μA).

표 3. 누름 버튼

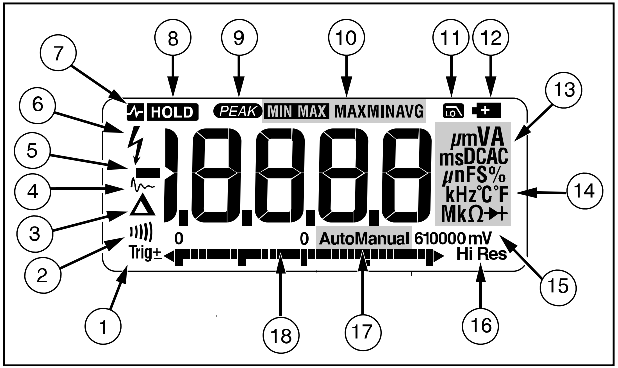
버튼	스위치 위치	기능
(노란색)	•))) Ω ⊣⊢	정전 용량을 선택합니다.
	🌡 mV ⎓	온도를 선택합니다(87 전용).
	LO ⏻ Ṽ	로 패스 필터 기능을 선택합니다(87 전용).
	mÃ A ⎓	dc 및 ac 전류 사이에서 전환합니다.
	μÃ ⎓	dc 및 ac 전류 사이에서 전환합니다.
	전원 켜기	자동 전원 끄기 기능을 비활성화합니다(미터는 보통 30분 안에 꺼짐). ( )를 놓을 때까지 미터에 "PoFF"가 표시됩니다.
MIN MAX	임의의 스위치 위치	최소 및 최대 값 기록을 시작합니다. MIN, MAX, AVG(평균) 및 현재 판독값이 차례로 표시됩니다. 1초 동안 누르고 있으면 MIN MAX가 취소됩니다.
	전원 켜기	미터의 캘리브레이션 모드를 활성화하고 암호를 묻는 메시지를 표시합니다. 미터에 "CAL"이 표시되고 캘리브레이션 모드로 들어갑니다. *80 Series V 교정 설명서*를 참조하십시오.
RANGE	임의의 스위치 위치	선택한 기능에 대해 사용할 수 있는 범위들 사이에서 전환합니다. 자동 범위로 돌아가려면 버튼을 1초 간 누르십시오.
	🌡 mV ⎓	°C와 °F 사이에서 전환합니다.
	전원 켜기	미터의 스무딩 기능을 활성화합니다. (RANGE)를 놓을 때까지 미터에 "S---"가 표시됩니다.

표 3. 누름 버튼(계속)

버튼	스위치 위치	기능
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.
	전원 켜기	모든 LCD 세그먼트를 켭니다.
☼	임의의 스위치 위치	백라이트를 켜서 더 밝게 만든 후 끕니다. 모델 87의 경우 1초 동안 ☼를 누르면 HiRes 디지트 모드로 들어갑니다. 디스플레이에 “HiRes” 아이콘이 나타납니다. 3-1/2 디지트 모드로 돌아가려면 1초 동안 ☼를 누릅니다. HiRes=19,999
ı)))	연속성 ı)))Ω⊣⊢	연속성 신호음을 켜고 끕니다.
	MIN MAX 기록	피크(250 µs) 및 정상(100 ms) 응답 시간 사이에서 전환합니다.
	Hz, 듀티 사이클	포지티브 슬로프 또는 네거티브 슬로프에서 트리거하도록 미터를 설정합니다.
	전원 켜기	모든 신호음을 끕니다. ı)))를 놓을 때까지 미터에 “bEEP”가 표시됩니다.

표 3. 누름 버튼(계속)

버튼	스위치 위치	기능
REL Δ (상대 모드)	임의의 스위치 위치 **전원 켜기**	표시된 판독값을 이어지는 판독값의 레퍼런스로 저장합니다. 화면이 제로화되고 이어지는 모든 판독값에서 저장된 판독값을 뺀 값이 표시됩니다. 막대 그래프에 대한 줌 모드를 활성화합니다. REL Δ을 놓을 때까지 미터에 “2rEL”이 표시됩니다.
Hz %	임의의 스위치 위치(다이오드 테스트 제외) **전원 켜기**	주파수를 측정하려면 Hz %를 누릅니다 주파수 카운터를 시작합니다. 다시 누르면 듀티 사이클 모드로 들어갑니다. mV dc 기능이 사용될 때 미터의 높은 임피던스 모드를 활성화합니다. Hz %를 놓을 때까지 미터에 “Hi Z”가 표시됩니다.



aom1_af.emf

그림 1. 디스플레이 기능(모델 87)

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 표시기 켜짐
③	Δ	상대(REL) 모드가 활성 상태임
④		스무딩이 활성 상태임
⑤	−	음수 판독값을 나타냅니다. 상대 모드에서 이 기호는 현재 입력이 저장된 레퍼런스보다 작다는 것을 나타냅니다.
⑥	ϟ	높은 입력 전압이 있다는 것을 나타냅니다. 입력 전압이 30 V 이상(ac 또는 dc)인 경우에 나타납니다. 로 패스 필터 모드와 cal, Hz 및 듀티 사이클 모드에서도 나타납니다.
⑦	HOLD	AutoHOLD가 활성 상태임
⑧	HOLD	Display Hold가 활성 상태임
⑨	PEAK	미터가 Peak Min Max 모드에 있고 응답 시간이 250 μs라는 것을 나타냅니다(87 전용).
⑩	MIN MAX MAX MIN AVG	최소-최대 기록 모드 표시기
⑪	LO	로 패스 필터 모드(87 전용). “로 패스 필터(87) ”를 참조하십시오.
⑫	+	배터리 잔량이 부족함. ⚠⚠**경고: 잘못된 판독 시 감전이나 부상을 당할 위험이 있으므로 배터리 표시가 나타나면 즉시 배터리를 교체하십시오.**

표 5. 디스플레이 기능(계속)

번호	기능	의미
⑬	**A, µA, mA**	암페어(amps), 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
	AC DC	교류, 직류
⑭	**°C, °F**	섭씨 온도, 화씨 온도
⑮	**610000 mV**	선택된 범위를 표시합니다
⑯	**HiRes**	미터가 고해상도(Hi Res) 모드에 있습니다. HiRes=19,999
⑰	**Auto**	미터가 자동 범위 모드에 있으며 최적의 해상도를 갖는 범위를 자동으로 선택합니다.
	Manual	미터가 수동 범위 모드에 있습니다.

번호	기능	의미
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, 주파수 카운터 기능, 온도 또는 피크 min max에 대해서는 그래프를 사용할 수 없습니다. 자세한 내용은 "막대 그래프"를 참조하십시오. 막대 그래프에는 "줌 모드"에 설명된 줌 기능도 있습니다.
--	OL	과부하 조건이 감지되었습니다.

디스플레이 메시지	
bAtt	즉시 배터리를 교체하십시오.
d iSC	정전 용량 기능에서 테스트할 커패시터에 전하량이 너무 많습니다.
EEPr Err	잘못된 EEPROM 데이터. 미터를 수리하십시오.
CAL Err	잘못된 캘리브레이션 데이터. 미터를 캘리브레이션하십시오.
LEAd	⚠테스트 리드 경고. 테스트 리드가 **A** 또는 **mA/µA** 터미널에 있고 로터리 스위치가 사용할 터미널에 맞지 않게 설정되어 있을 때 표시됩니다.
F8-Err	잘못된 모델. 미터를 수리하십시오.
OPEn	개방형 열전쌍이 발견되었습니다.

전원 켜기 옵션

버튼을 누른 상태에서 미터의 전원을 켜면 전원 켜기 옵션이 활성화됩니다. 표 4에 전원 켜기 옵션이 나와 있습니다.

자동 전원 끄기

사용자가 30분 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 4를 참조하십시오.

Input Alert™ 기능

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

⚠ 주의

리드가 전류 터미널에 연결된 상태에서 전류가 공급되는 회로에 프로브를 병렬로 연결하면 테스트 중인 회로가 손상되고 미터의 퓨즈가 끊어집니다. 미터의 전류 터미널 저항은 매우 낮아서 미터가 마치 단락 회로처럼 동작하기 때문에 이러한 현상이 발생하는 것입니다.

측정

이 절에서는 미터를 사용해서 측정하는 방법에 대해 설명합니다.

AC 및 DC 전압 측정

모델 87에는 트루 rms 판독 기능이 있습니다. 이 기능을 이용하면 왜곡된 사인파뿐 아니라 사각파, 삼각파, 계단파 등 다른 파형(dc 오프셋 없음)에 대해서도 정확한 판독이 가능합니다.

미터의 전압 범위는 600.0 mV, 6.000 V, 60.00 V, 600.0 V 및 1000 V입니다. 600.0 mV dc 범위를 선택하려면 로터리 스위치를 mV로 돌리십시오.

ac 또는 dc 전압을 측정하려면 그림 2를 참조하십시오.

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 메모한 다음 수동으로 ac 범위와 같거나 더 높은 dc 전압 범위를 선택합니다. 이 방법을 이용하면 입력 보호 회로가 작동하지 않게 되므로 dc 측정 정확도가 향상됩니다.

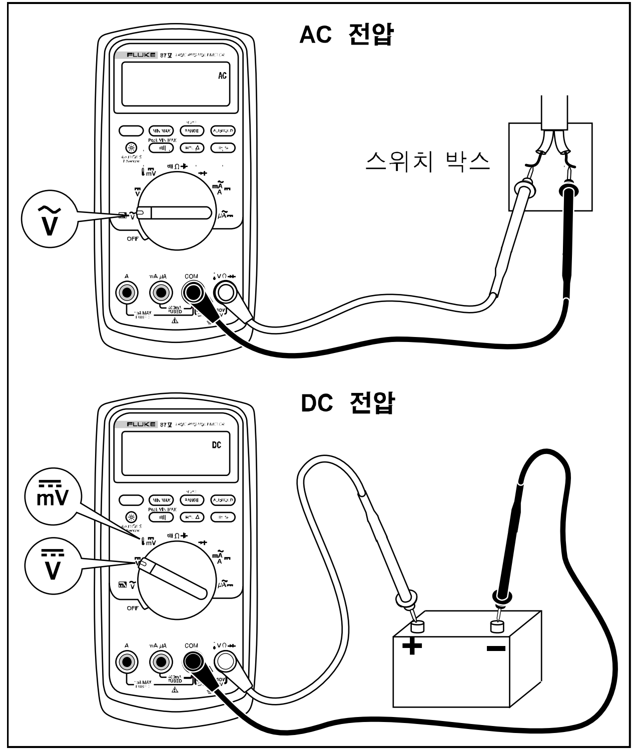


그림 **2. AC** 및 **DC** 전압 측정

True RMS 미터의 제로 입력 동작(87)

True RMS 미터는 왜곡된 파형을 정확하게 측정하지만, AC 기능에서 입력 리드가 단락된 경우에는 미터가 1과 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 AC의 3 % 미만 또는 18 mV AC
- AC 전류: 60 mA AC의 3 % 미만 또는 1.8 mA AC
- AC 전류: 600 µA AC의 3 % 미만 또는 18 µA AC

로 패스 필터(87)

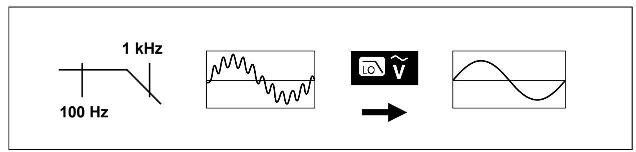
87 모델에는 ac 로 패스 필터가 장착되어 있습니다. ac 전압이나 ac 주파수를 측정할 때 ( )를 누르면 로 패스 필터 모드( )가 활성화됩니다. 미터는 선택된 ac 모드에서 측정을 계속하지만 1 kHz 이상의 원치 않는 전압을 차단하는 필터를 통해 신호가 변환됩니다(그림 3 참조). 따라서 측정 정확도가 1 kHz 미만으로 줄어든 상태에서 낮은 주파수의 전압만 통과합니다. 로 패스 필터를 사용하면 보통 인버터에 의해 생성되고 가변 주파수 모터가 구동하는 합성 사인파에 대한 측정 성능을 높일 수 있습니다.

⚠⚠경고

감전이나 부상의 위험이 있으므로 위험한 전압이 있는지 확인하는 데에는 로 패스 필터 옵션을 사용하지 마십시오. 표시된 값보다 큰 전압이 존재할 수 있습니다. 우선 필터를 사용하지 않고 전압을 측정하여 위험 전압이 있는지 여부를 확인한 다음필터 기능을 선택하십시오.

주

로 패스 모드에서 미터는 수동 모드로 들어갑니다. RANGE 버튼을 눌러서 범위를 선택합니다. 로 패스 모드에서는 자동으로 범위를 지정할 수 없습니다.



aom11f.emf

그림 3. 로 패스 필터

온도 측정(87)

미터는 K형 열전쌍(제품과 함께 제공됨)의 온도를 측정합니다. (RANGE)를 누르면 섭씨 온도(°C)와 화씨 온도(°F) 중에서 선택할 수 있습니다.

⚠ 주의

미터나 기타 장비의 손상을 방지하기 위해 미터의 규격이 -200.0 °C ~ +1090.0 °C(-328.0 °F ~ 1994.0 °F)이면 제공된 K형 열전쌍의 규격은 260 °C라는 점에 유의하십시오. 온도가 이 범위를 벗어나는 경우에는 더 높은 온도 규격의 열전쌍을 사용해야 합니다.

표시 범위는 -200.0 °C ~ +1090.0 °C (-328.0 °F ~ 1994.0 °F)입니다. 판독값이 이 범위를 벗어나면 미터 디스플레이에 **OL**이 표시됩니다. 연결된 열전쌍이 없는 경우, 미터의 일련 번호가 90710501보다 크면 OPEn이 표시되고 90710501보다 작으면 OL이 표시됩니다.

주

일련 번호를 찾으려면 홀스터에서 미터를 꺼내십시오. 일련 번호는 미터 뒷면에 있습니다.

온도를 측정하려면 다음을 수행하십시오.

1. K형 열전쌍을 미터의 **COM** 및 🌡V Ω⊸⊢ 터미널에 연결합니다.
2. 로터리 스위치를 🌡 **mV** 로 돌립니다.
3. ( )를 눌러 온도 모드로 들어갑니다.
4. (RANGE)를 눌러 Celsius 또는 Fahrenheit를 선택합니다.

연속성 테스트

⚠주의

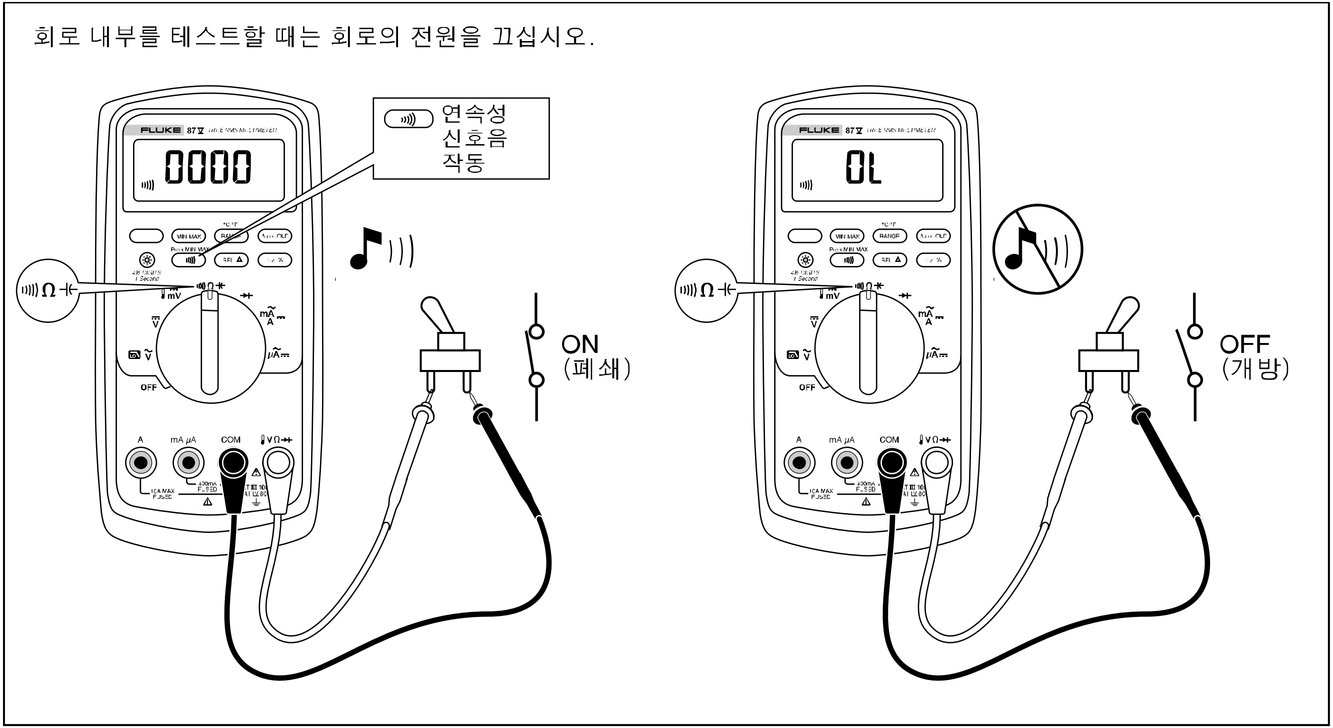
미터 또는 테스트 중인 장비가 손상될 수 있으므로 저항을 측정하기 전에 회로의 전원을 차단하고 고압 커패시터를 방전시키십시오.

연속성 테스트에서는 회로에 문제가 없으면 신호음이 울립니다. 이 신호음 때문에 사용자는 디스플레이를 보지 않고도 연속성 테스트를 신속하게 수행할 수 있습니다.

연속성을 테스트하려면 미터를 그림 4처럼 설정합니다.

연속성 신호음을 켜거나 끄려면 (·))))를 누르십시오.

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



atl4f.emf

그림 **4.** 연속성 테스트

저항 측정

⚠주의

미터 또는 테스트 중인 장비가 손상될 수 있으므로 저항을 측정하기 전에 회로의 전원을 차단하고 고압 커패시터를 방전시키십시오.

미터는 회로를 따라 적은 전류를 보냄으로써 저항을 측정합니다. 이 전류는 프로브 사이의 가능한 모든 경로에 흘러 들어가므로 저항 판독값은 프로브들 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 5처럼 설정하십시오.

다음은 저항 측정 시 유용한 정보입니다.

- 회로 내 저항기의 측정된 값은 종종 저항기 자체의 값과 다릅니다.
- 테스트 리드 때문에 저항 측정 시 0.1 Ω에서 0.2 Ω까지의 오차가 추가로 발생할 수 있습니다. 리드를 테스트하려면 프로브 팁을 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 RANGE를 눌러 다음으로 높은 범위에 있는 낮은 전류를 적용해 본 후, 값이 더 높으면 그 값을 사용하십시오. 표 18을 참조하십시오.

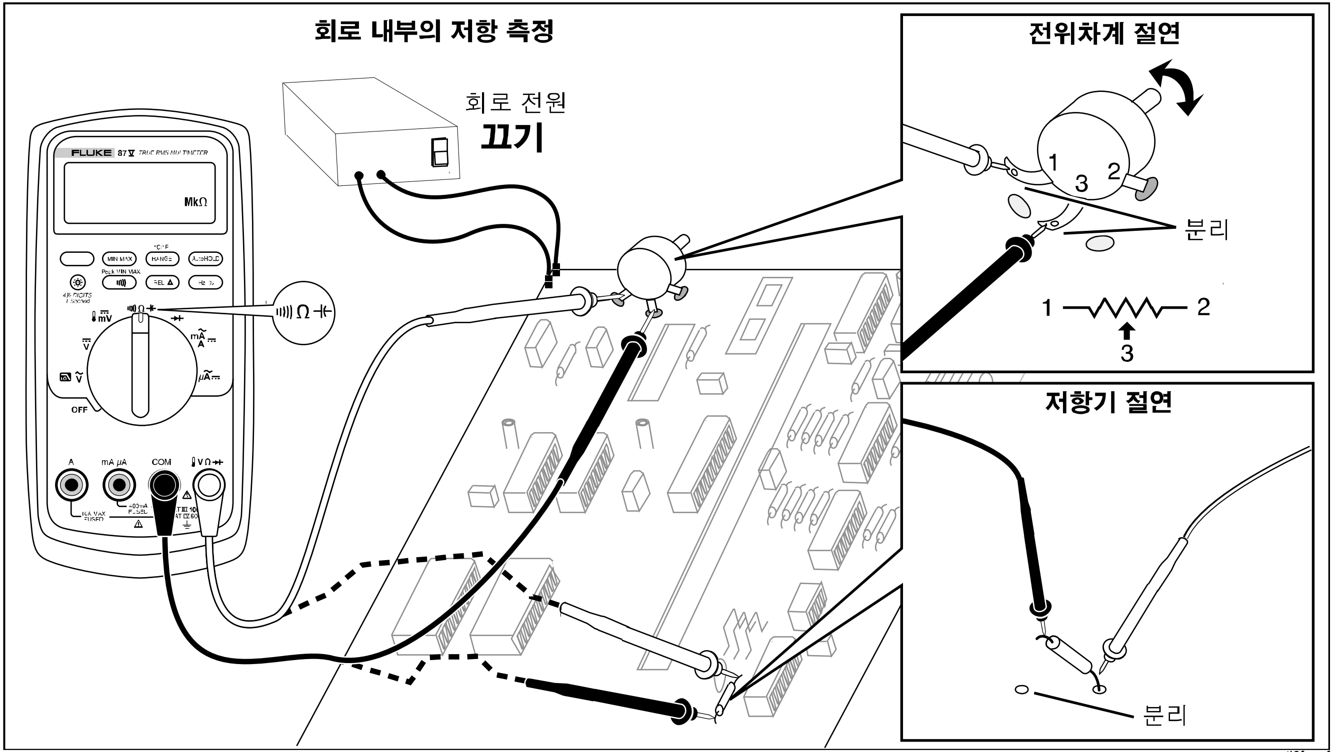

회로 내부의 저항 측정
회로 전원
끄기
FLUKE 87 V TRUE RMS MULTIMETER
MkΩ
MIN MAX
RANGE
AutoHOLD
REL
Hz %
OFF
A
mA µA
COM
VΩ
전위차계 절연
1
3
2
분리
1
2
3
저항기 절연
분리
atl6f.emf

그림 **5.** 저항 측정

높은 저항 또는 누출 테스트에서 컨덕턴스 사용

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 5처럼 저항 측정에 맞도록 미터를 설정한 다음 디스플레이에 nS가 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

⚠주의

미터 또는 테스트 중인 장비가 손상될 수 있으므로 정전 용량을 측정하기 전에 회로의 전원을 차단하고 고압 커패시터를 방전시키십시오. dc 전압 기능을 사용하면 커패시터를 확실하게 방전시킬 수 있습니다.

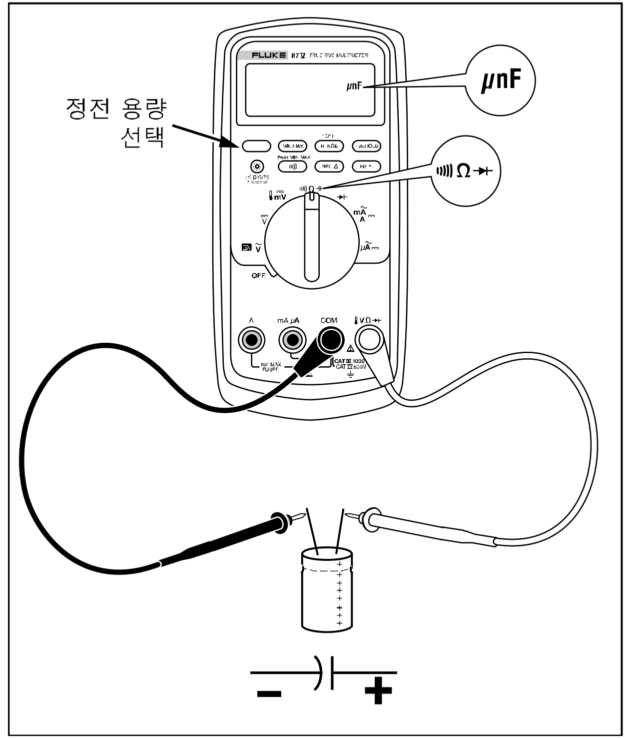
미터의 정전 용량 범위는 10.00 nF, 100.0 nF, 1.000 µF, 10.00 µF, 100.0 µF, 9999 µF입니다.

정전 용량을 측정하려면 미터를 그림 6처럼 설정합니다.

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

참고

*테스트할 커패시터에 전하량이 너무 많으면 디스플레이에 "***diSC***"가 표시됩니다.*



atl10f.emf

그림 6. 정전 용량 측정

다이오드 테스트

⚠주의

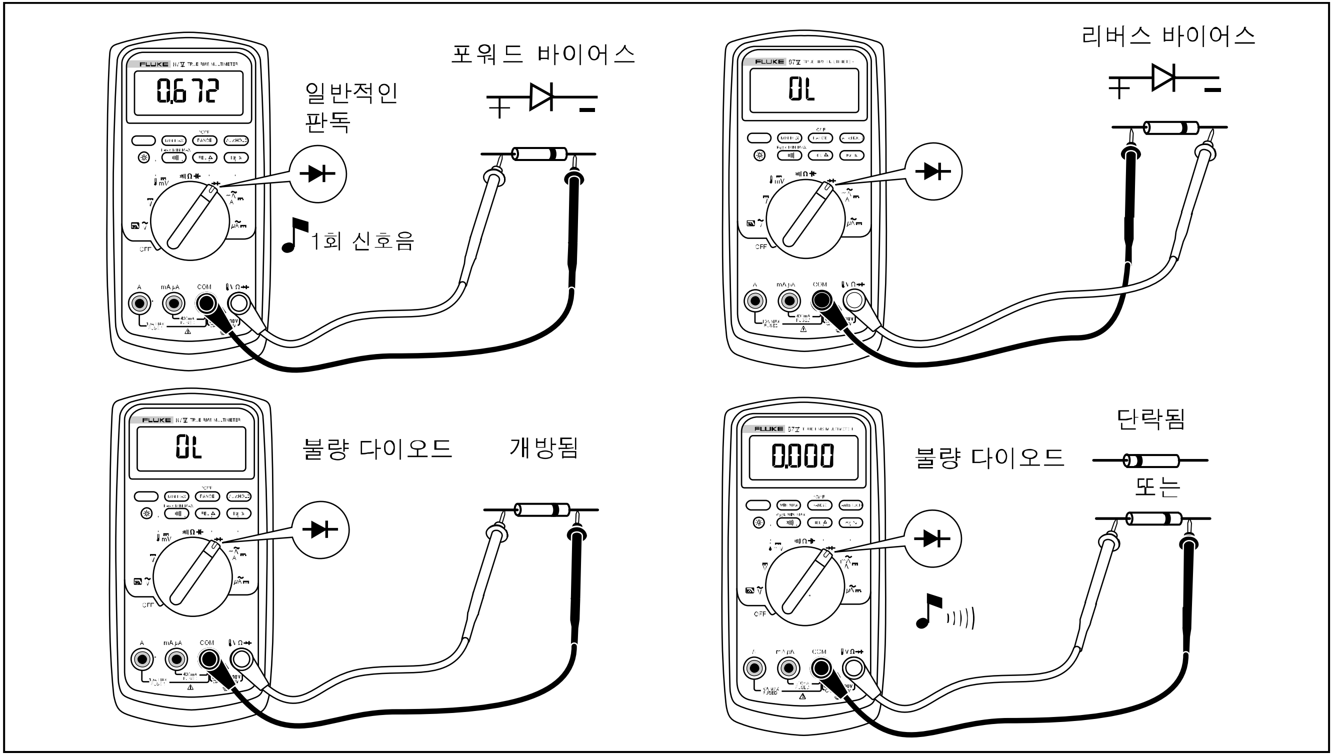
미터 또는 테스트 중인 장비가 손상될 수 있으므로 다이오드를 측정하기 전에 반드시 회로의 전원을 차단하고 모든 고압 커패시터를 방전시키십시오.

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 접합부는 0.5 V와 0.8 V 사이에서 강하합니다.

회로에서 다이오드를 테스트하려면 미터를 그림 7처럼 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 V에서 0.8 V까지의 포워드-바이어스 값을 읽지만 리버스-바이어스 판독값은 프로브 팁들 간 다른 경로의 저항에 따라 변할 수 있습니다.

다이오드가 양호(0.85 V 미만)하면 짧은 신호음이 울리고 판독값이. 100 V 이하이면 긴 신호움이 울립니다. 이 판독값은 회로가 단락되었음을 나타냅니다. 다이오드가 개방되어 있으면 디스플레이에 “OL”이 표시됩니다.



atl9f.emf

그림 7. 다이오드 테스트

AC 또는 DC 전류 측정

⚠⚠경고

감전이나 부상의 위험이 있으므로 접지 대 개방 회로의 전위차가 1000 V를 초과하면 내부 회로의 전류를 측정하지 마십시오. 이러한 측정 작업 중에 퓨즈가 끊어지면 미터가 고장나거나 사용자가 부상을 입을 수 있습니다.

⚠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 테스트할 회로를 차단하고 미터를 회로와 직렬로 연결합니다.

미터의 전류 범위는 600.0 μA, 6000 μA, 60.00 mA, 400.0 mA, 6000 mA, 10 A입니다. AC 전류는 rms 값으로 표시됩니다.

전류를 측정하려면 그림 8을 참조하면서 다음 단계를 따르십시오.

1. 회로의 전원을 끄고 모든 고압 커패시터를 방전시킵니다.

2. 검정색 리드를 **COM** 터미널에 연결합니다. 전류 세기가 6 mA와 400 mA 사이인 경우 빨간색 리드를 **mA/μA** 터미널에 연결하고 전류 세기가 400 mA보다 크면 빨간색 리드를 **A** 터미널에 연결합니다.

주

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

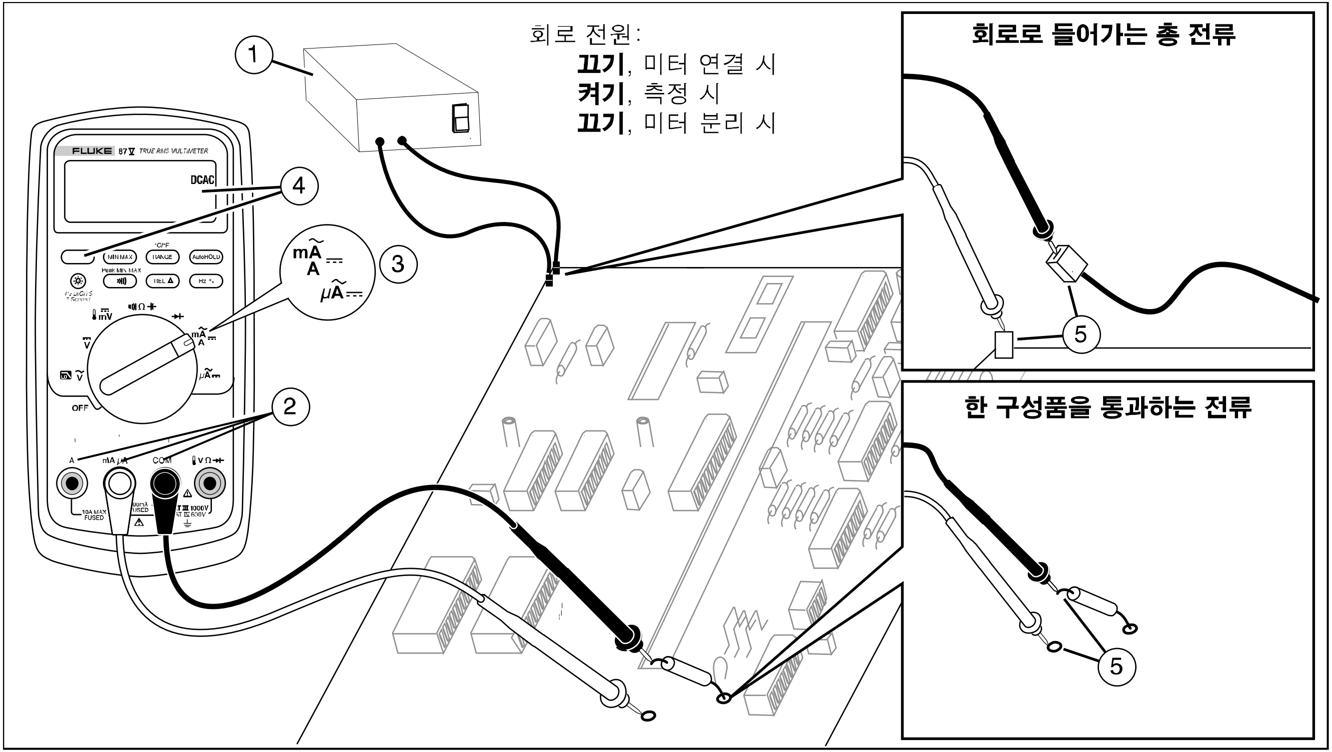

회로 전원:
끄기, 미터 연결 시
켜기, 측정 시
끄기, 미터 분리 시
회로로 들어가는 총 전류
한 구성품을 통과하는 전류
1
2
3
4
5
5
FLUKE 87 V TRUE RMS MULTIMETER
DCAC
MIN MAX
RANGE
AutoHOLD
REL
Hz
OFF
A
mA µA
COM
10A MAX FUSED
atl7f.emf

그림 **8.** 전류 측정

3. **A** 터미널을 사용하고 있는 경우 로터리 스위치를 mA/A로 조정합니다. **mA/µA** 터미널을 사용하는 경우에는 전류가 6000 µA(6 mA) 미만이면 로터리 스위치를 µA로 조정하고 6000 µA를 초과하면 mA/A로 조정합니다.
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 0이고 미터가 올바로 설정되었으면 “퓨즈 테스트” 부분을 참조해 미터의 퓨즈를 테스트하십시오.
- 전류 미터는 그 자체로 약간의 전압 강하를 발생시키는데, 이 전압 강하가 회로의 작동에 영향을 줄 수 있습니다. 이 부담 전압은 표 14의 사양 목록을 사용해서 계산할 수 있습니다.

주파수 측정

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

표 5에 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 측정” 아래의 그림 9 참조). (AutoHOLD)를 누르면 카운터가 시작하거나 중지합니다.

미터는 다음 5가지 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 Hz이거나 불안정하면 입력 신호가 트리거 레벨 미만이거나 그 레벨 근처에 있는 것입니다. 더 낮은 범위를 선택하면 보통 미터의 감도가 높아져 이 문제가 해결됩니다. $\tilde{\mathrm{V}}$ 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 5. 주파수 측정의 기능과 트리거 레벨

기능	범위	트리거 레벨의 근사값	일반적인 응용 분야
Ṽ	6 V, 60 V, 600 V, 1000 V	스케일의 ± 5 %	대부분의 신호.
Ṽ	600 mV	± 30 mV	고주파수 5 V 논리 신호. (V⎓ 기능의 dc-커플링은 고주파수 논리 신호를 감쇠시켜 트리거링을 방해할 수 있을 정도로 진폭을 크게 줄입니다.)
mV⎓	600 mV	40 mV	이 표 앞에 나오는 측정 정보를 참조하십시오.
V⎓	6 V	1.7 V	5 V 논리 신호(TTL).
V⎓	60 V	4 V	자동화 스위칭 신호.
V⎓	600 V	40 V	이 표 앞에 나오는 측정 정보를 참조하십시오.
V⎓	1000 V	100 V	
·))) Ω ⊣⊢ ▶⊢ 🌡	이 기능에 대해서는 주파수 카운터의 특성이 없거나 지정되어 있지 않습니다.		
A~	모든 범위	스케일의 ± 5 %	AC 전류 신호.
µA⎓	600 µA, 6000 µA	30 µA, 300 µA	이 표 앞에 나오는 측정 정보를 참조하십시오.
mA⎓	60 mA, 400 mA	3.0 mA, 30 mA	
A⎓	6 A, 10 A	0.30 A, 3.0 A	

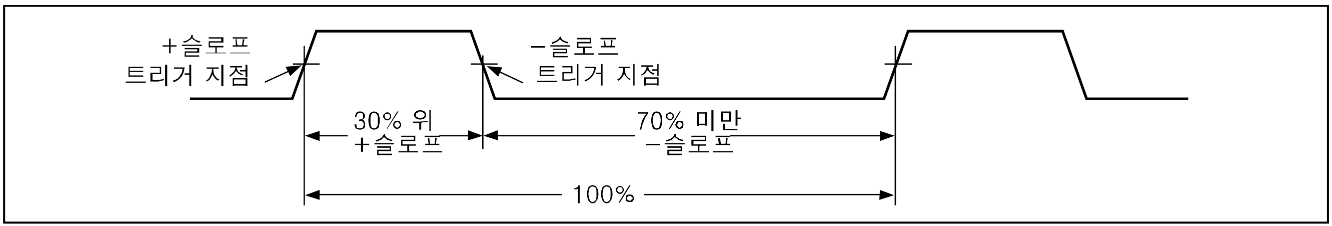
듀티 사이클 측정

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 가변 폭 펄스에 의해 제어됩니다. 이러한 가변 폭 펄스는 듀티 사이클을 측정하면 확인할 수 있습니다.

듀티 사이클을 측정하려면 주파수를 측정할 수 있도록 미터를 설정한 후 Hz를 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 10배 정도 큽니다.)

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



iy3f.emf

그림 **9.** 듀티 사이클 측정 구성 요소

펄스 폭 결정

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 1초에 40회 갱신됩니다. 그래프는 디지털 표시보다 10배나 빨리 응답하기 때문에 피크와 널을 조정하고 빠르게 변하는 입력을 관찰할 때 유용합니다. 정전 용량, 주파수 카운터 기능, 온도 또는 피크 min max에 대해서는 그래프가 표시되지 않습니다.

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

예를 들어, 60 V 범위에서 기본 스케일 눈금은 0, 15, 30, 45 및 60 V입니다. 입력값이 -30 V이면 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 길게 누릅니다. 디스플레이에 "2rEL"이 표시됩니다.
2. (REL Δ)을 다시 눌러 상대 모드를 선택합니다.
3. 이제 막대 그래프의 중앙에 0이 표시되며 막대 그래프의 감도는 10배씩 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 0이 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 0이 표시됩니다. 양 또는 음 피크를 조정할 때에는 막대 그래프의 길이가 0의 우측 또는 좌측으로 길어집니다. 범위 초과 기호가 켜지면(◀ ▶) (REL Δ)을 두 번 눌러서 새 레퍼런스를 설정한 후 조정을 계속하십시오.

HiRes 모드(모델 87)

모델 87 미터에서 ☼를 1초 간 누르면 미터가 고해상도 모드(HiRes)인 4-1/2 디지트 모드로 들어갑니다. 정상적인 해상도보다 10배 높은 해상도로 판독값이 표시되며 최대 디스플레이 카운트는 19,999입니다. 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 1초 동안 ☼를 누르십시오.

MIN MAX 기록 모드

MIN MAX 모드는 최소 및 최대 입력 값을 기록합니다. 입력이 기록된 최소 값 이하 또는 기록된 최대 값 이상이 되면 미터는 신호음을 울리고 새로운 값을 기록합니다. 이 모드는 간헐적으로 판독값을 읽거나, 부재중일 때 최대 판독값을 기록하거나, 테스트 중인 장비를 작동 중 미터를 계속 보고 있지 못할 때 사용할 수 있습니다. MIN MAX 모드는 MIN MAX 모드가 활성화된 후에 읽은 모든 판독값의 평균도 계산할 수 있습니다. MIN MAX 모드를 사용하려면 표 6의 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. 모델 83의 응답 시간은 100밀리초이며 모델 87의 경우 100밀리초이고 피크 때는 250 μs입니다. 250 μs 응답 시간의 경우 디스플레이에 “PEAK”가 표시됩니다.

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

100 ms 모드에서 표시되는 실제 평균 값(AVG)은 사용자가 기록을 시작한 후에 읽는 모든 값의 수학적 적분입니다(과부하는 무시됨).

평균 판독값은 불안정한 입력을 일정하게 만들거나 전력 소비량을 계산하거나 회로가 작동한 시간의 백분율을 계산하는 데 유용합니다.

Min Max는 100 ms 이상 지속되는 신호 극단을 기록합니다.

Peak는 250 μs 이상 지속되는 신호 극단을 기록합니다.

스무드 기능(전원 켜기 옵션 전용)

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

스무드 기능을 사용하려면:

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

표 6. MIN MAX 기능

버튼	MIN MAX 기능
MIN MAX	MIN MAX 기록 모드로 들어갑니다. 미터는 MIN MAX 모드로 들어가기 전 표시된 범위에서 고정됩니다. (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	모델 87에만 해당: 100 ms 또는 250 μs 응답 시간을 선택합니다. (250 μs 응답 시간을 선택하면 디스플레이에 PEAK가 표시됩니다.) 저장된 값은 지워집니다. 250 μs가 선택된 경우에는 현재 값과 AVG(평균) 값을 사용할 수 없습니다.
AutoHOLD	저장된 값을 지우지 않고 기록을 중지합니다. 다시 누르면 기록이 재개됩니다.
MIN MAX (1초 간 누름)	MIN MAX 모드에서 나갑니다. 저장된 값은 지워집니다. 미터는 선택된 범위에서 그대로 유지됩니다.

AutoHOLD 모드

⚠⚠경고

> **감전이나 부상의 위험이 있으므로 회로에 전원이 공급되지 않는지 확인하기 위해 AutoHOLD 모드를 사용하면 안됩니다. AutoHOLD 모드는 불안정하거나 노이즈가 있는 판독값을 캡처하지 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 누를 때 선택된 범위로 미터가 설정됩니다. (REL Δ)을 다시 누르면 이 모드에서 나갑니다.

상대 모드에서 표시되는 판독값은 항상 현재 판독값과 저장된 레퍼런스 값의 차이입니다. 예를 들어, 저장된 레퍼런스 값이 15.00 V이고 현재 판독값이 14.10 V이면 디스플레이에 -0.90 V가 표시됩니다.

유지보수

⚠⚠경고

감전이나 부상의 위험이 있으므로 이 설명서에 나오지 않은 수리나 서비스 작업은 *80 Series V 교정 설명서*에 설명된 것처럼 자격 있는 전문가가 수행해야 합니다.

일반적인 유지보수

케이스를 중성 세제와 물에 적신 천으로 정기적으로 닦아주십시오. 용제나 연마제는 사용하면 안됩니다.

터미널 안의 먼지나 습기는 측정값에 영향을 줄 수 있으며 잘못된 입력 경고 기능을 작동시킬 수 있습니다. 다음과 같이 터미널을 청소하십시오.

1. 미터를 끄고 테스트 리드를 모두 제거합니다.
2. 터미널 안에 있는 먼지를 흔들어서 털어냅니다.
3. 청소 및 윤활용 세척제(예: WD-40)에 새 걸레를 담근 후 꺼내서 각 터미널 주변을 닦습니다. 윤활제는 습기 때문에 터미널의 입력 경고 기능이 작동하는 것을 방지합니다.

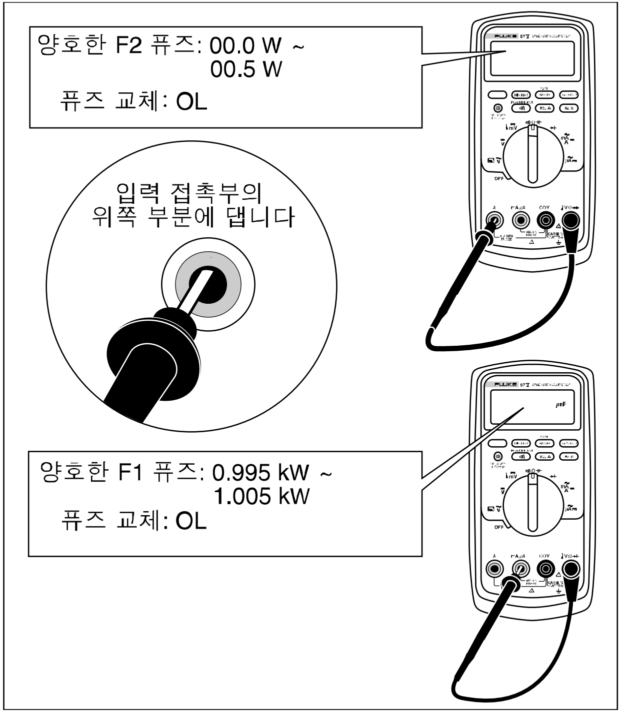
퓨즈 테스트

테스트 리드가 **mA/µA** 또는 **A** 터미널에 꽂혀 있고 로터리 스위치가 비-전류 기능으로 돌려져 있는 경우 해당 전류 터미널에 연결된 퓨즈의 상태가 양호하면 미터에서 새소리가 나고 "LEAd"가 깜박입니다. 미터에서 새소리가 나지 않고 "LEAd"가 깜박이지 않으면 퓨즈가 불량한 것이므로 교체해야 합니다. 교체할 수 있는 퓨즈에 대해서는 표 8을 참조하십시오.

퓨즈의 품질을 테스트하려면:
전류를 측정하기 전에 그림 10처럼 해당 퓨즈를 테스트하십시오. 테스트 결과 판독값이 표시된 값과 다르면 미터를 서비스받으십시오.

⚠⚠경고

감전이나 부상의 위험이 있으므로 배터리나 퓨즈를 교체하기 전에 테스트 리드와 모든 입력 신호를 제거하십시오. 손상이나 부상을 방지하기 위해 퓨즈 교체 시에는 표 7에 나온 규격의 암페어, 전압 및 속도를 갖는 퓨즈만 사용하십시오.



atl5f.emf

그림 10. 현재 퓨즈 테스트

배터리 교체

배터리 교체 시에는 9 V 배터리(NEDA A1604, 6F22 또는 006P)를 사용하십시오.

⚠⚠경고

감전이나 부상을 일으킬 수 있는 판독 오차를 방지하기 위해 배터리 부족 표시()가 나타나면 즉시 배터리를 교체해야 합니다. 디스플레이에 "bAtt"가 표시된 경우에는 배터리를 교체해야 미터가 정상 작동합니다.

다음과 같이 배터리를 교체하십시오(그림 11 참조).

1. 로터리 스위치를 OFF로 돌리고 터미널에서 테스트 리드를 제거합니다.
2. 표준 일자 드라이버를 사용해서 배터리 도어 나사를 시계 반대 방향으로 1/4바퀴 돌려서 배터리 도어를 제거합니다.
3. 배터리를 교체하고 배터리 도어를 닫습니다. 나사를 시계 방향으로 1/4바퀴 돌려서 도어를 단단히 잠급니다.

퓨즈 교체

그림 11을 참조하면서, 다음과 같이 미터의 퓨즈를 교체하십시오.

1. 로터리 스위치를 OFF로 돌리고 터미널에서 테스트 리드를 제거합니다.
2. 표준 일자 드라이버를 사용해서 배터리 도어 나사를 시계 반대 방향으로 1/4바퀴 돌려서 배터리 도어를 제거합니다.
3. 케이스 하단에서 3개의 십자 나사를 제거한 후 케이스를 뒤집습니다.
4. 배터리함 내부에서 입력 터미널이 있는 케이스 상판을 살짝 들어서 하판과 분리합니다.
5. 풀려 있는 쪽을 살짝 들어 올린 후 밀어서 브라켓에서 빼내어 퓨즈를 제거합니다.
6. 표 7에 보여진 암페어, 전압 및 속도 규격을 갖는 퓨즈로 교체합니다.
7. 로터리 스위치와 회로 보드 스위치가 OFF 위치에 있는지 확인합니다.
8. 케이스 상판을 다시 덮고 개스켓이 정확히 끼워지는지 확인하면서 케이스를 LCD(품목 ①) 위에 끼웁니다.
9. 3개의 나사를 끼워서 배터리 도어를 덮습니다. 나사를 시계 방향으로 1/4바퀴 돌려서 도어를 단단히 잠급니다.

제품 폐기

제품 폐기는 전문적이고 환경적으로 건전한 방식으로 해야 합니다.

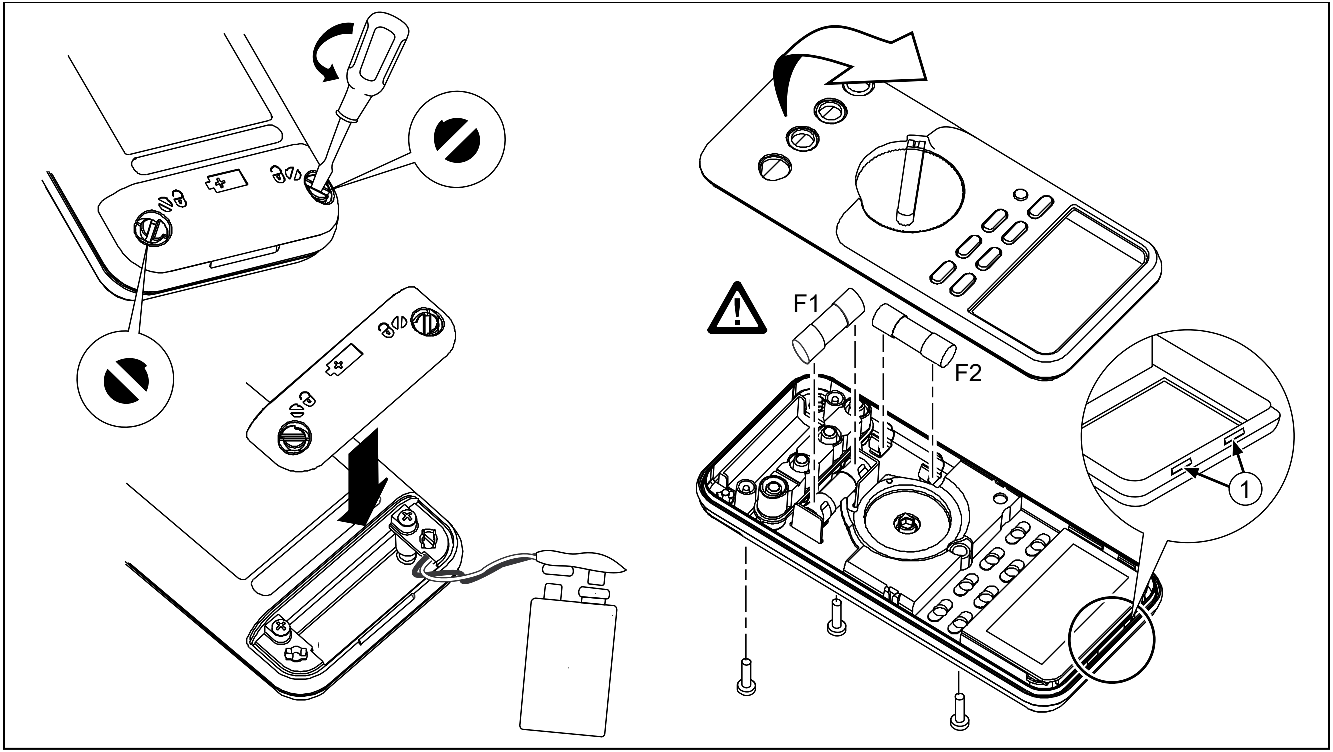
- 폐기하기 전에 제품의 개인 식별 데이터를 삭제하십시오.
- 전기 시스템에 통합되지 않은 배터리는 폐기하기 전에 제거하고 별도로 폐기하십시오.
- 이 제품에 일체형 배터리가 있는 경우 전체 제품을 전기 폐기물로 버립니다.

서비스 및 부품

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

교체 부품과 액세서리는 표 7과 9 및 그림 12에 나와 있습니다.

부품과 액세서리를 주문하려면 “Fluke 연락 방법”을 참조하십시오.



aom12f.emf

그림 **11.** 배터리 및 퓨즈 교체

표 7. 교체 부품

품목	설명	수량	Fluke 부품 또는 모델 번호
BT1	배터리, 9 V	1	2139179
BT2	케이블 어셈블리, 9 V 배터리 스냅	1	2064217
F1⚠	퓨즈, 0.440 A, 1000 V, FAST	1	943121
F2⚠	퓨즈, 11 A, 1000 V, FAST	1	803293
H2-4	나사, 케이스	3	832246
H5-9	나사, 하판 실드	5	448456
J1-2	탄성계 커넥터	2	5593343
MP2	실드, 상판	1	2073906
MP4	실드, 하판	1	2074025
MP5	케이스 상판(PAD XFER), 창(83-5) 포함	1	2074002
MP5	케이스 상판(PAD XFER), 창(87-5) 포함	1	2073992
MP5	케이스 상판(PAD XFER), 창(88-5) 포함	1	2115202
MP6	케이스 하판	1	2073871
MP8	손잡이, 스위치(PAD XFER)	1	2100482
MP9	멈춤쇠, 손잡이	1	822643
MP10-11	미끄럼 방지 패드	2	824466
MP13	충격 흡수기	1	828541
MP15	홀스터	1	2074033
MP22	배터리 도어	1	2073938
MP27-MP30	접점 RSOB	4	1567683
MP31	마스크, LCD(PAD XFER)(83-5)	1	2073961
MP31	마스크, LCD(PAD XFER)(87-5)	1	2073950
MP31	마스크, LCD(PAD XFER)(88-5)	1	2112410
MP41	하우징, RSOB	1	2073945

⚠안전을 위해 정확한 교체품만 사용하십시오.

표 7. 교체 부품(계속)

품목	설명	수량	Fluke 부품 또는 모델 번호
AC175	앨리게이터 클립, 검은색	1	4239092
AC175	앨리게이터 클립, 빨간색	1	4239050
TL75	테스트 리드 세트	1	855705
MP81	열전쌍 어셈블리, K형, 비드식, 몰드된 이중 바나나 플러그, 코일식	1	1273113
MP390-391	접근 도어 패스너	2	948609
해당 없음	경사 직립형	1	2074040
U5	LCD, 4.5 DIGIT,TN, 트랜스플렉티브, 막대 그래프, OSPR80	1	2065213
CR6	라이트 파이프	1	2074057
S2	키패드	1	2105884
TM1	80 Series V 다국어 안전 정보	1	4271753
TM2	80 시리즈 V 빠른 참조 카드	1	2101986

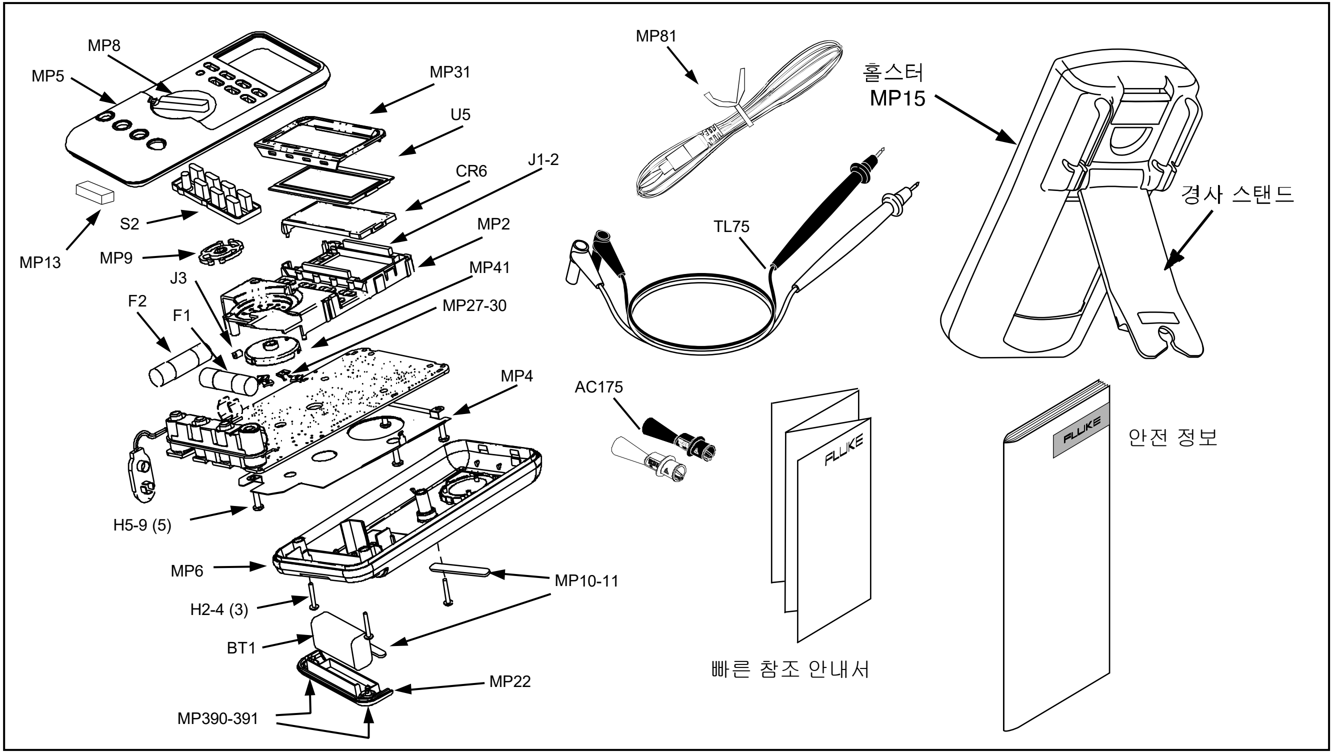


그림 12. 교체 가능한 부품

표 8. 액세서리

품목	설명
AC175	TL175 또는 TL75 테스트 리드 세트용 앨리게이터 클립
TL175	테스트 리드 세트
AC220	안전 손잡이, 폭이 넓은 앨리게이터 클립
TPAK	ToolPak 자기 걸이
H87	홀스터, 노란색
C25	이동 케이스, 소프트
TL76	4 mm 직경 테스트 리드
TL220	산업용 테스트 리드 세트
TL224	테스트 리드 세트, 방열 실리콘
TP1	테스트 프로브, 일자 블레이드, 협폭
TP4	테스트 프로브, 4 mm 직경, 협폭
Fluke 액세서리는 공인 Fluke 대리점에서 구입할 수 있습니다.	

사양

디스플레이: 디지털: 6000 카운트, 초당 4회 갱신; (모델 87의 경우 고해상도 모드에서 19,999 카운트).

아날로그 막대 그래프: 33 세그먼트, 초당 40회 갱신. 주파수: 19,999 카운트, 10 Hz 이상에서 초당 3회 갱신

온도 계수: 0.05 x (지정된 정확도)/ °C(<18 °C 또는 > 28 °C)

배터리 수명: 400시간, 알카리 배터리(백라이트를 끈 상태에서)

크기(HxWxL): 1.25인치 x 3.41인치 x 7.35인치(3.1 cm x 8.6 cm x 18.6 cm)

홀스터와 Flex-Stand를 포함한 크기: 2.06인치 x 3.86인치 x 7.93인치(5.2 cm x 9.8 cm x 20.1 cm)

중량: 12.5온스(355 g)

홀스터와 Flex-Stand를 포함한 중량: 22.0온스(624 g)

안전 사양

안전 사양은 제품과 함께 제공된 인쇄된 안전 정보에 있습니다.

상세 사양

모든 상세 사양의 경우:

정확도는 캘리브레이션 후 1년 동안 최대 상대 습도가 90 %이고 온도가 18° C ~ 28° C 범위인 상태에서의 ±([판독값의 %] + [최소 유효 자릿수])로 지정됩니다. 4 ½-디지트 모드의 모델 87의 경우 최소 유효 자릿수(카운트)에 10을 곱합니다. AC 변환은 ac 커플링되며 범위의 3 % ~ 100 %에서 유효합니다. 모델 87은 트루 rms 응답 기기입니다. AC 파고율은 최대 스케일에서 3까지이고, 절반 스케일에서는 6까지입니다. 비-사인파의 경우 통상적으로 최대 3의 파고율에 대해 -(2 % 판독값+ 2 % 최대 스케일)을 더합니다.

달리 언급하지 않는 한 모든 범위는 다음과 같습니다. 3V/M의 RF 필드에서의 총 정확도 = 지정된 정확도 + 20카운트(단, 600 µA dc 범위 총 정확도 = 지정된 정확도 + 60카운트 제외). 온도는 지정되지 않습니다.

RF 에너지를 전송하는 일부 모바일 장치는 3V/m를 훨씬 초과하는 수준을 전송할 수 있으며 민감한 전자 회로를 손상시킬 수 있습니다. 최상의 성능을 위해 사용 중 3V/m 이상의 RF 에너지를 전송하는 장치가 측정기로부터 30cm 이내에 있지 않도록 하십시오.

표 9. 모델 87 AC 전압 기능 사양

<table>
<tr><th>기능</th><th>범위</th><th>분해능</th><th colspan="6">정확도</th></tr>
<tr><td rowspan="7">$\tilde{V}$ [2,4]</td><td></td><td></td><td>45-65 Hz</td><td>30-200 Hz</td><td>200-440 Hz</td><td>440 Hz-1 kHz</td><td>1-5 kHz</td><td>5 - 20 kHz [1]</td></tr>
<tr><td>600.0 mV</td><td>0.1 mV</td><td>± (0.7 % + 4)</td><td rowspan="5" colspan="3">±(1.0 % + 4)</td><td rowspan="3">± (2.0 % + 4)</td><td rowspan="3">± (2.0 % + 20)</td></tr>
<tr><td>6.000 V</td><td>0.001 V</td><td rowspan="4">± (0.7 % + 2)</td></tr>
<tr><td>60.00 V</td><td>0.01 V</td></tr>
<tr><td>600.0 V</td><td>0.1 V</td><td>± (2.0 % + 4) [3]</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">로 패스 필터</td><td>45-65 Hz와 동일</td><td>±(1.0 % + 4)</td><td>+1 % + 4
-6 % - 4 [5]</td><td>지정되지 않음</td><td>지정되지 않음</td><td>지정되지 않음</td></tr>
</table>

1. 범위의 10 % 미만인 경우 12 카운트를 더합니다.
2. 이 미터는 True RMS 응답 미터입니다. 입력 리드가 ac 기능에서 서로 단락된 경우 미터에 1 - 30 카운트 사이의 잔류 판독값이 표시될 수 있습니다. 잔류 판독값이 30 카운트인 경우 범위의 3 % 이상인 판독값에 대한 변화는 2자릿수에 불과합니다. REL을 사용하여 이 판독값을 오프셋하면 이후 측정에서 훨씬 더 큰 상수 오류가 발생할 수 있습니다.
3. 주파수 범위: 1 kHz ~ 2.5 kHz.
4. 리드가 단락된 상태에서 최대 13개의 숫자로 되어 있는 나머지 판독값이 공인된 정확도 범위에 미치는 영향은 3 % 미만입니다.
5. 필터가 사용 중일 때 사양은 -1%(200 Hz)에서 -6%(440 Hz)로 증가합니다.

표 10. 모델 83 AC 전압 기능 사양

기능	범위	분해능	정확도		
			50 Hz - 60 Hz	**30 Hz-1 kHz**	**1 kHz-5 kHz**
$\tilde{V}$[1]	600.0 mV	0.1 mV	± (0.5 % + 4)	± (1.0 % + 4)	± (2.0 % + 4)
	6.000 V	0.001 V	± (0.5 % + 2)	± (1.0 % + 4)	± (2.0 % + 4)
	60.00 V	0.01 V	± (0.5 % + 2)	± (1.0 % + 4)	± (2.0 % + 4)
	600.0 V	0.1 V	± (0.5 % + 2)	± (1.0 % + 4)	± (2.0 % + 4)[2]
	1000 V	1 V	± (0.5 % + 2)	± (1.0 % + 4)	지정되지 않음

1. 200 카운트 판독 미만인 경우 10 카운트를 더합니다.
2. 주파수 범위: 1 kHz ~ 2.5 kHz.

표 11. DC 전압, 저항 및 컨덕턴스 기능 사양

기능	범위	분해능	정확도	
			모델 83	모델 87
V (DC)	6.000 V 60,00 V 600,0 V 1000 V	0.001 V 0.01 V 0.1 V 1 V	± (0.1 % + 1) ± (0.1 % + 1) ± (0.1 % + 1) ± (0.1 % + 1)	± (0.05 % + 1) ± (0.05 % + 1) ± (0.05 % + 1) ± (0.05 % + 1)
mV (DC)	600,0V	0.1 mV	± (0.3 % + 1)	± (0.1 % + 1)
Ω	600.0 Ω 6.000 kΩ 60.00 kΩ 600.0 kΩ 6.000 MΩ 50.00 MΩ	0.1 Ω 0.001 kΩ 0.01 kΩ 0.1 kΩ 0.001 MΩ 0.01 MΩ	± (0.4 % + 2)[1] ± (0.4 % + 1) ± (0.4 % + 1) ± (0.7 % + 1) ± (0.7 % + 1) ± (1.0 % + 3)[2]	± (0.2 % + 2)[1] ± (0.2 % + 1) ± (0.2 % + 1) ± (0.6 % + 1) ± (0.6 % + 1) ± (1.0 % + 3)[2]
nS	60.00 nS	0.01 nS	± (1.0 % + 10)[1]	± (1.0 % + 10)[1]

1. 오프셋 보정을 위해 REL Δ 기능을 사용할 때
2. 50 MΩ 범위에서 30 MΩ 이상을 측정할 때와 60 nS 범위에서 33 nS 미만의 20 카운트를 측정할 때 판독값의 0.5 %를 더합니다.

표 12. 온도 사양(87 전용)

온도	분해능	정확도[1, 2]
-200 °C ~ +1090 °C -328 °F ~ +1994 °F	0.1 °C 0.1 °F	1 % + 10 1 % + 18

1. 열전쌍 프로브 오차는 포함하지 않습니다.
2. 정확도 사양에서는 외부 온도가 ± 1 °C 범위 내에서 안정적이라고 가정합니다. 외부 온도가 ± 5 °C 만큼 변하면 1시간 후 정확도가 적용됩니다.

표 13. 전류 기능 사양

기능	범위	분해능	정확도		부담 전압(통상)
			모델 83[1]	모델 87[2, 3]	
mA A~ (45 Hz ~ 2 kHz)	60.00 mA	0.01 mA	± (1.2 % + 2)[5]	± (1.0 % + 2)	1.8 mV/mA
	400.0 mA[6]	0.1 mA	± (1.2 % + 2)[5]	± (1.0 % + 2)	1.8 mV/mA
	6,000 A	0.001 A	± (1.2 % + 2)[5]	± (1.0 % + 2)	0.03 V/A
	10.00 A[4]	0.01 A	± (1.2 % + 2)[5]	± (1.0 % + 2)	0.03 V/A
mA A⎓	60.00 mA	0.01 mA	± (0.4 % + 4)	± (0.2 % + 4)	1.8 mV/mA
	400.0 mA[6]	0.1 mA	± (0.4 % + 2)	± (0.2 % + 2)	1.8 mV/mA
	6,000 A	0.001 A	± (0.4 % + 4)	± (0.2 % + 4)	0.03 V/A
	10.00 A[4]	0.01 A	± (0.4 % + 2)	± (0.2 % + 2)	0.03 V/A
µA ~ (45 Hz ~ 2 kHz)	600.0 µA	0.1 µA	± (1.2 % + 2)[5]	± (1.0 % + 2)	100 µV/µA
	6000 µA	1 µA	± (1.2 % + 2)[5]	± (1.0 % + 2)	100 µV/µA
µA⎓	600.0 µA	0.1 µA	± (0.4 % + 4)	± (0.2 % + 4)	100 µV/µA
	6000 µA	1 µA	± (0.4 % + 2)	± (0.2 % + 2)	100 µV/µA

1. 모델 83에 대한 AC 변환은 ac 커플링 방식이며 사인파 입력의 rms 값으로 캘리브레이션됩니다.
2. 모델모델 87에 대한 AC 변환은 ac 커플링 방식이고 True RMS 응답을 하며 범위의 3 % ~ 100 %에서 유효합니다. 단, 400 mA 범위(범위의 5 % ~ 100 %)와 10 A 범위(범위의 15 % ~ 100 %)의 경우는 예외입니다.
3. 모델 87은 True RMS 응답 미터입니다. 입력 리드가 ac 기능에서 서로 단락된 경우 미터에 1 - 30 카운트 사이의 잔류 판독값이 표시될 수 있습니다. 잔류 판독값이 30 카운트인 경우 범위의 3 % 이상인 판독값에 대한 변화는 2자릿수에 불과합니다. REL을 사용하여 이 판독값을 오프셋하면 이후 측정에서 훨씬 더 큰 상수 오류가 발생할 수 있습니다.
4. ⚠ >10 A 정확도가 지정되지 않았습니다. 듀티 사이클: 10A 연속 작동 최대 35° C, 20 분 작동, 5 분 꺼짐 35° C~55° C, >10A~20A, 30 초 켜짐, 5 분 꺼짐
5. 판독값이 200 카운트 미만이면 10 카운트를 더합니다.
6. 연속 400 mA; 최대 18시간 동안 600 mA.

표 14. 정전 용량 및 다이오드 기능 사양

기능	범위	분해능	정확도
	10.00 nF 100.0 nF 1.000 μF 10.00 μF 100.0 μF 9999 μF	0.01 nF 0.1 nF 0.001 μF 0.01 μF 0.1 μF 1 μF	± (1 % + 2)[1] ± (1 % + 2)[1] ± (1 % + 2) ± (1 % + 2) ± (1 % + 2) ± (1 % + 2)
	3,000 V	0.001 V	± (2 % + 1)
1. 필름 캐패시터 이상인 경우 상대 모드를 사용하여 잔류를 제로화합니다.			

표 15. 주파수 카운터 사양

기능	범위	분해능	정확도
주파수 (0.5 Hz ~ 200 kHz, 펄스 폭 > 2 μs)	199.99 1999.9 19.999 kHz 199.99 kHz > 200 kHz	0.01 Hz 0.1 Hz 0.001 kHz 0.01 kHz 0.1 kHz	± (0.005 % + 1) ± (0.005 % + 1) ± (0.005 % + 1) ± (0.005 % + 1) 지정되지 않음

표 **16.** 주파수 카운트 감도 및 트리거 레벨

입력 범위[1]	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 범위	정확도		
0.0 ~ 99.9 %	상승 시간이 1 μs 미만인 경우 ± (kHz당 0.2% + 0.1 %) 이내		

1. 지정된 정확도에 대한 최대 입력 = 10X 범위 또는 1000 V.

표 **17.** 터미널의 전기 특성

기능	과부하 보호[1]	입력 임피던스 (공칭)	공통 모드 거부율 (1 kΩ 언밸런스)		정상 모드 거부					
V⎓	1000 V rms	10 MΩ < 100 pF	50 Hz 또는 60 Hz에서 120 dB 이상		60 Hz 또는 50 Hz에서 50 dB 이상					
mV⎓	1000 V rms	10 MΩ < 100 pF	50 Hz 또는 60 Hz에서 120 dB 이상		60 Hz 또는 50 Hz에서 50 dB 이상					
Ṽ	1000 V rms	10 MΩ < 100 pF(ac 커플링)	dc, 60 Hz에서 60 dB 이상							
		개방 회로 테스트 전압	최대 스케일 전압		일반적인 단락 회로 전류					
			To 6.0 MΩ	**50 MΩ or 60 nS**	**600 Ω**	**6 k**	**60 k**	**600 k**	**6 M**	**50 M**
Ω	1000 V rms	< 7.9 V dc	< 4.1 V dc	< 4.5 V dc	1 mA	100 µA	10 µA	1µA	1 µA	0.5 µA
▶⊢	1000 V rms	< 7.9 V dc	3,000 V dc		보통 1.0 mA					

1. 최대 10^6 V Hz

표 18. MIN MAX 기록 사양

모델	공칭 응답	정확도
83	100 ms, 최대 80 %까지	200 ms를 초과하는 시간 변화에 대해 지정된 정확도 ± 12 카운트 (신호음이 켜진 상태의 ac에서는 ± 40 카운트임)
87	100 ms, 최대 80 %까지 (dc 기능)	200 ms를 초과하는 시간 변화에 대해 지정된 정확도 ± 12 카운트
	120 ms, 최대 80 %까지 (ac 기능)	350 ms를 초과하는 변화 및 범위의 25 %를 초과하는 입력에 대해 지정된 정확도 ± 40 카운트
	250 µs(피크) (모델 87 전용)[1]	250 µs를 초과하는 시간 변화에 대해 지정된 정확도 ± 100 카운트 (6000 카운트 이상에서 판독할 경우 ±100 카운트를 더합니다) (로 패스 필터에서 판독할 경우 ±100 카운트를 더합니다)

1. 반복적인 피크에 대해: 단일 이벤트에 대한 1 ms.