

FLUKE®

Model 187 & 189

True RMS Multimeter

사용자 설명서

Korean

August 2000 Rev. 1, 1/01

© 2000, 2001 Fluke Corporation, All rights reserved. Printed in USA.

All product names are trademarks of their respective companies.

제한적 품질 보증

1996년 10월 1일 이후에 구입한 FLUKE 20, 70 및 180 DMM 제품은 제품 수명 동안 재료 및 세공에 있어서 하자가 없음을 보증합니다. 이 품질 보증은 퓨즈, 일회용 배터리, 그리고 DMM이 지정한 등급을 넘겨 사용함으로 인해 발생한 과압 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 기입해서 보내 주시기 바랍니다. 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 운송료 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
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
USA

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

목차

장	제목	페이지
1	시작하기 전에.....	1-1
	안전 정보.....	1-1
	Fluke 연락 방법.....	1-1
	기호.....	1-4
2	시작하기.....	2-1
	개요.....	2-1
	미터 켜기.....	2-1
	배터리 고려 사항.....	2-2
	자동 전원 차단.....	2-2
	자동 백라이트 Off.....	2-3
	저 배터리 알림.....	2-3
	로터리 스위치.....	2-4
	푸쉬버튼.....	2-5

범위 선택.....	2-10
디스플레이 정보.....	2-10
1차 디스플레이	2-10
2차 디스플레이	2-11
막대 그래프	2-11
입력 터미널 사용.....	2-17
디스플레이 홀드 사용.....	2-18
AutoHOLD 사용	2-18
MIN MAX 사용.....	2-19
FAST MN MX 사용	2-21
MIN MAX 또는 FAST MN MX에서 HOLD 사용	2-22
Relative 모드 사용 (REL)	2-22
3 측정하기	3-1
개요	3-1
전압 측정.....	3-1
AC 전압 측정.....	3-2
AC 전압 기능에서 dB 측정	3-3
DC 전압 측정	3-4
AC 및 DC 전압 측정.....	3-4
저항 측정.....	3-6
연속성 테스트	3-8
높은 저항 테스트를 위한 컨덕턴스 사용.....	3-9
정전 용량 측정	3-12
다이오드 테스트.....	3-13
온도 측정.....	3-15
전류 측정.....	3-16
Input Alert™ 기능.....	3-17

	AC 전류 측정	3-18
	DC 전류 측정	3-20
	주파수 측정	3-22
	듀티 사이클 측정	3-23
	펄스 폭 측정	3-25
4	메모리 및 통신 기능 사용	4-1
	개요	4-1
	메모리 유형	4-1
	저장 판독값 메모리	4-1
	기록 판독값 메모리	4-1
	저장 판독값 저장	4-2
	기록 시작	4-2
	기록 중지	4-2
	메모리 데이터 보기	4-3
	메모리 지우기	4-5
	통신 사용 (187 및 189)	4-5
5	기본 설정값 변경	5-1
	개요	5-1
	설정 옵션 선택	5-1
	온도 오프셋 조정	5-4
	디스플레이 해상도 선택 (3 1/2 또는 4 1/2 자리)	5-6
	전원 꺼짐 타임아웃 설정	5-6
	24시간 클럭 설정	5-7
	라인(메인) 주파수 설정	5-7
	제품 출하시 기본 설정으로 복원	5-8
	설정 옵션 저장	5-8

6	유지 보수	6-1
	개요	6-1
	일반 유지 보수	6-1
	퓨즈 테스트	6-1
	배터리 교체	6-3
	퓨즈 교체	6-5
	사용자-교체가능 부품	6-5
	문제점이 발생하면	6-5
7	사양	7-1
	안전 및 준수 사항	7-1
	외부 사양	7-2
	특징 요약	7-3
	기본 사양	7-4
	자세한 정확도 사양	7-5
	주파수 카운터 감도	7-11
	부담 전압 (A, mA, μ A)	7-11
	입력 임피던스	7-12

표 목차

표	제목	페이지
1-1.	안전 정보	1-2
1-2.	국제 전기 기호	1-4
2-1.	로터리 스위치 선택	2-6
2-2.	푸쉬버튼	2-8
2-3.	디스플레이 외형	2-13
3-1.	전류 측정	3-16
4-1.	보기 디스플레이	4-4
5-1.	기능별 설정 선택	5-2
5-2.	일반 설정 선택	5-3
6-1.	사용자-교체가능 부품	6-6

그림 목차

그림	제목	페이지
2-1.	AC 전압 디스플레이	2-2
2-2.	로터리 스위치	2-4
2-3.	푸쉬버튼	2-5
2-4.	디스플레이 외형	2-12
2-5.	입력 터미널	2-17
2-6.	디스플레이 HOLD 및 AutoHOLD.....	2-18
2-7.	MIN MAX AVG	2-20
2-8.	Relative 모드	2-21
3-1.	AC 전압 측정	3-2
3-2.	dBm 디스플레이	3-3
3-3.	AC 및 DC 디스플레이	3-5
3-4.	DC 전압 측정	3-6
3-5.	저항 측정	3-7
3-6.	연속성 테스트	3-10
3-7.	컨덕턴스 측정	3-11
3-8.	정전 용량 측정	3-13

3-9.	다이오드 테스트.....	3-14
3-10.	온도 측정	3-15
3-11.	AC 전류 측정	3-19
3-12.	DC 전류 측정	3-21
3-13.	주파수 측정을 가능하게 하는 기능.....	3-22
3-14.	Hz 디스플레이	3-23
3-15.	듀티 사이클 측정.....	3-24
3-16.	듀티 사이클 디스플레이	3-25
3-17.	펄스 폭 측정.....	3-26
3-18.	펄스 폭 디스플레이	3-27
4-1.	보기 디스플레이.....	4-4
5-1.	온도 오프셋 조정.....	5-5
6-1.	현재 퓨즈 테스트.....	6-2
6-2.	배터리 및 퓨즈 교체	6-4

제 1장 시작하기 전에

안전 정보

Fluke Model 187 & Model 189 True RMS Multimeters
(이후부터 “미터”라고 함)는 다음을 따릅니다.

- EN61010.1:1993
- ANSI/ISA S82.01-1994
- CAN/CSA C22.2 No. 1010.1-92
- 과전압 1000 V 카테고리(Category) III, 공해지수 2
- 과전압 600 V 카테고리(Category) IV, 공해지수 2
- UL 3111-1

미터는 본 설명서대로 사용하십시오. 그렇지 않으면
미터의 안전 기능이 손상될 수 있습니다. 표 1-1에 있는
안전 정보를 참조하십시오.

경고는 사용자에게 상해를 초래할 수 있는 상황 및
행동을 가리킵니다. 주의는 테스트 중에 미터나 장비가
손상될 수 있는 상황 및 행동을 가리킵니다.

Fluke 연락 방법

액세서리를 주문하고, 도움을 받거나 가장 가까운 Fluke
판매점이나 서비스 센터를 알고 싶으시면 다음 번호로
전화하십시오:

미국: 1-888-99-FLUKE (1-888-993-5853)

캐나다: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)

유럽: +31-402-678-200

일본: +81-3-3434-0181

싱가포르: +65-738-5655

기타 국가: +1-425-446-5500

우편 연락 주소:

Fluke Corporation
P.O. Box 9090,
Everett, WA 98206-9090
USA

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

World Wide Web으로 방문하십시오. www.fluke.com.

표 1-1. 안전 정보

⚠경고

감전이나 개인 상해를 예방하려면 다음의 지침을 따르십시오.

- 손상된 미터를 사용하지 않습니다. 미터를 사용하기 전에 케이스를 점검하십시오. 금이 갔거나 없어진 플라스틱이 있는지 봅니다. 커넥터 주위의 절연 상태에 각별히 신경을 씁니다.
- 손상된 절연체 또는 금속 노출이 있는지 테스트 리드를 조사합니다. 연속성을 위해 테스트 리드를 확인합니다. 미터를 사용하기 전에 손상된 테스트 리드를 교체하십시오.
- 제조업체에서 지정한 방법과 다르게 본 제품을 사용하면 장비에서 제공하는 보호 기능이 손상될 수 있습니다.
- 미터가 비정상적으로 작동하면 사용하지 않습니다. 보호대가 손상될 수 있습니다. 의심이 날 때는 미터를 수리합니다.
- 미터를 폭발성 가스, 증기 또는 먼지 주변에서 사용하지 않습니다.
- 터미널 사이 또는 터미널과 접지 사이에 미터에 표시된 정격 전압을 초과해서 쓰지 마십시오.
- 사용 전에 이미 알고 있는 전압을 측정함으로써 미터의 작동을 확인하십시오.
- 전류를 측정할 때 회로에 미터를 연결하기 전에 회로 전원을 끄십시오. 회로와 함께 일렬로 미터를 연속으로 배치해야 합니다.
- 미터를 수리할 때는 지정된 교체 부품만을 사용합니다.
- **30 V ac rms** 이상, 최대 **42 V**, 또는 **60 V dc**에서 작업할 때는 주의를 요합니다. 이런 전압은 충격 위험을 야기할 수 있습니다.
- 단독으로 작동하지 마십시오.

표 1-1. 안전 정보 (계속)

⚠경고

- 프로브를 사용할 때, 손가락을 프로브의 손가락 보호대 뒤에 둡니다.
- 측정 테스트 리드를 연결하기 전에 먼저 공용 테스트 리드를 연결합니다. 테스트 리드를 분리할 때는 측정 테스트 리드를 먼저 분리합니다.
- 배터리 문을 열기 전에 테스트 리드를 미터에서 제거합니다.
- 배터리 문이나 덮개의 일부가 제거되어 있거나 느슨한 상태에 있으면 미터를 작동하지 마십시오.
- 감전이나 개인 상해를 일으킬 수 있는 판독 값 오류를 예방하려면 배터리 표시 (+)가 나타나자마자 배터리를 갈아 끼워야 합니다.
- 미터에 전원을 공급할 때 미터 케이스에 정확히 설치되는 AA 배터리 타입만 사용하십시오.
- 화재나 감전의 위험이 있으므로 전기가 통하는 회로에 열전쌍을 연결하면 안됩니다.

주의

테스트 중인 미터나 장비의 손상을 방지하려면 다음의 지침을 따르십시오.

- 저항, 연속, 다이오드 또는 커패시턴스 테스트 전에, 회로 전원을 차단하고 모든 고 전압 커패시터를 방전합니다.
- 측정에 적합한 터미널, 기능 및 범위를 사용합니다.
- 전류를 측정하기 전에 미터의 퓨즈를 점검하고 회로에 미터를 연결하기 전에 회로로의 전원을 OFF시킵니다.

기호

미터와 설명서에 사용된 기호들은 표 1-2에서 설명하고 있습니다.

표 1-2. 국제 전기 기호

	AC (교류)		접지
	DC (직류)		퓨즈
	AC 및 DC		이중 절연
	배터리		이 기능에 관한 정보는 본 안내서 참고
	캐나다 표준 협회(Canadian Standards Association) 관계 지시 사항을 따릅니다.		유럽 연합(European Union) 지시 사항에 따릅니다.
	TÜV Product Services에 의해 검사되고 허가받음.		Underwriters Laboratories, Inc.

제 2장 시작하기

개요

이 설명서는 모델 187과 189의 작동에 대해 설명한 것이지만, 모든 그림과 예제는 모델 189를 사용하는 것을 기준으로 합니다. 모델 189의 추가 기능은 제 4장에 설명되어 있습니다. 이런 추가 기능에는 다음과 같은 것이 있습니다.

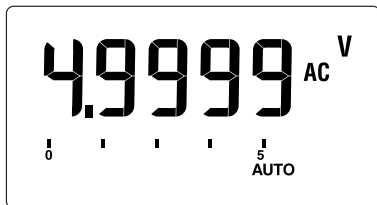
- 로터리 스위치에 **VIEW MEM** 위치 추가로 메모리 기능 향상.
- 기록
- 저장
- 메모리

미터 켜기

미터를 켜려면, 로터리 스위치를 **OFF**에서 임의의 스위치 설정으로 돌립니다.

AC 전압 기능(그림 2-1 참조)은 다음에 설명됩니다.
이 때 입력 단자에 연결할 필요는 없습니다.

전체 디스플레이를 보려면(모든 세그먼트에 불이 들어옴), **HOLD**를 누른 상태에서 미터를 켭니다. 전체 디스플레이를 보았으면 버튼에서 손을 놓습니다.



tc031f.eps

그림 2-1. AC 전압 디스플레이

배터리 고려 사항

미터는 네 개의 AA 알카라인 배터리를 사용합니다. 다음 단락은 배터리 전원을 보존하는데 사용하는 몇 가지 기술을 설명합니다.

자동 전원 차단

지정된 시간 내에 사용자가 로터리 스위치를 돌리거나 버튼을 누르지 않으면 디스플레이가 꺼지며 미터는 “슬립(sleep)” 모드로 들어갑니다. 슬립 모드에 있을 때, 아무 버튼이나 누르면 미터가 켜집니다. 이 경우 미터는 로터리 스위치를 사용해서 선택한 기능의 디스플레이 상태로 돌아가며 이전에 작동시킨 모든 버튼 기능(HOLD, Hz, 등)은 무효화됩니다.

자동 전원 차단 시간은 15분으로 미리 설정되어 있으며 Setup 메뉴(5장 참조)에서 최고 23시간 59분까지 지정할 수 있습니다. 시간을 0으로 설정하면, 미터는 사용자가 로터리 스위치를 OFF로 돌릴 때까지 계속 켜진 상태로 있으며, 배터리 전원의 소모가 많아집니다.

미터가 MIN MAX, FAST MN MX, AutoHOLD, 또는 LOGGING (모델 189)모드에 있는 경우 자동 전원 차단 기능이 작동하지 않습니다.

자동 백라이트 Off

☉를 눌러 백라이트 레벨(low, high, 또는 off)을 선택합니다. low 또는 high에서, 지정된 시간이 지나면 백라이트는 자동으로 꺼집니다. 이 시간도 15분으로 미리 설정되어 있으며 설정 메뉴에서 최대 99분까지 설정할 수 있습니다. 시간이 0으로 설정되어 있으면, 백라이트는 계속 켜져 있으며 ☉를 누르거나 미터를 꺼야만 백라이트가 꺼집니다.

참고

전원 차단 또는 백라이트 Off 설정 정보에 대한 내용은 제 5장을 참조하십시오.

저 배터리 알림

디스플레이의 왼쪽 상단 구석에 배터리 아이콘(+)이 계속 표시되면 배터리 전원이 부족한 상태이며 교체되어야 함을 알려 주는 것입니다.

⚠ 경고

잘못된 판독값을 읽어서 전기적 충격이나 개인적인 상해가 발생하는 것을 예방하려면, 배터리 아이콘(+)이 표시되는 즉시 배터리를 교체해야 합니다.

배터리 아이콘이 깜빡이는 것은 배터리 전원이 곧 끊어짐을 의미합니다. 이 상태에서는 백라이트를 사용할 수 없습니다. MIN MAX 및 FAST MN MX 기능이 꺼집니다. 모델 189에서는 기록 및 통신도 중지됩니다.

로터리 스위치

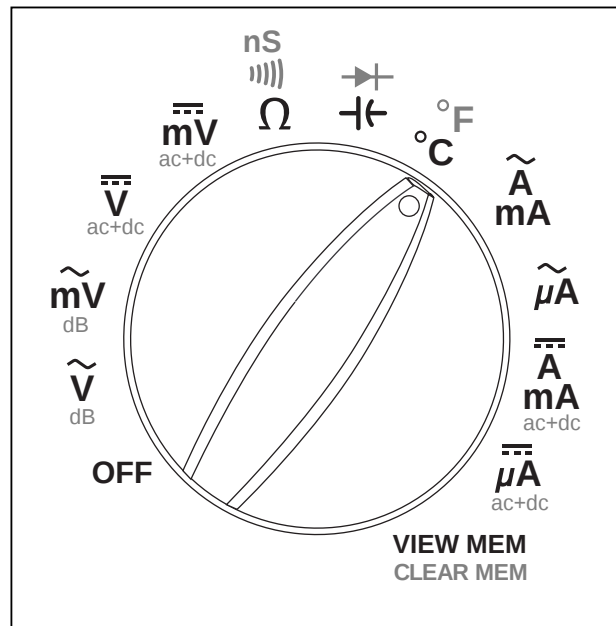
임의의 측정 기능을 선택해서 미터를 켭니다 (로터리 스위치 주변에 흰색 글씨로 구별됨). 미터는 해당 기능에 대한 표준 디스플레이를 보여줍니다 (범위, 측정 단위, 수정자, 등). 디스플레이는 설정에서 선택한 내용의 영향을 받습니다.

파란색 버튼을 사용하면 로터리 스위치의 2차 기능을 선택할 수 있습니다 (파란색 글씨로 표시되어 있습니다). 사용자는 다른 버튼을 사용해서 선택한 기능의 수정자를 선택할 수 있습니다.

로터리 스위치로 기능 사이를 전환하면, 새 기능의 디스플레이가 표시됩니다. 하나의 기능에서 선택한 버튼은 다른 기능에까지 영향을 미치지 않습니다.

모델 189에서는 **VIEW MEM** 스위치 위치를 사용할 수 있습니다. 더 자세한 내용은 제 4장을 참조하십시오.

로터리 스위치는 그림 2-2에 있습니다. 각 위치는 표 2-1에 설명되어 있습니다.



tc012f.eps

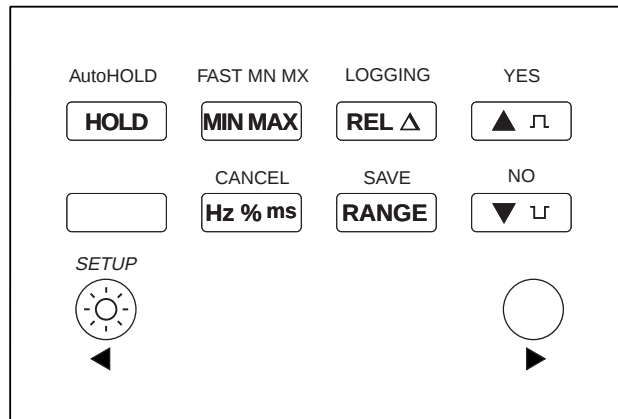
그림 2-2. 로터리 스위치

푸쉬버튼

버튼은 로터리 스위치로 선택된 기능을 강화시키는 특징을 가집니다. 버튼은 그림 2-3에 표시되어 있으며 표 2-2에 설명되어 있습니다.

파란색 버튼(○)를 사용하면 로터리 스위치의 일부 위치에 파란색으로 표시된 기능을 액세스할 수 있습니다. 표 2-1은 모든 파란색 버튼의 기능을 정의합니다.

버튼을 누를 때 노란색 버튼(□)과 함께 누르면 다른 추가 기능을 사용할 수 있습니다. 이 기능은 해당 키의 상단에 노란색으로 표시되어 있습니다. 표 2-2는 노란색 버튼의 기능을 정의합니다. 본 설명서에서는 노란색 버튼 기능을 버튼 누름 순서 다음에 괄호에 넣어서 표시합니다. 예를 들어, FAST MN MX 모드를 작동시키는 경우 **MIN MAX** (FAST MN MX)로 표시합니다.



tc013f.eps

그림 2-3. 푸쉬버튼

다음은 모델 187에서 사용할 수 없는 노란색 버튼 기능입니다: (YES), (NO), (LOGGING), (SAVE).

표 2-1. 로터리 스위치 선택

위치	로터리 스위치 기능	○ 파란색 키 기능
$\text{dB} \sim \text{V}$	0 V에서 1000.0 V 범위의 AC 전압 측정	AC상의 dB, dB상의 AC
$\text{dB} \sim \text{mV}$	0 mV에서 3000.0 mV 범위의 밀리볼트 측정	AC상의 dB, dB상의 AC
$\text{ac+dc} \sim \text{V}$	0 V에서 1000.0 V 범위의 DC 전압 측정	DC상의 AC (1차 디스플레이에 AC, 2차 디스플레이에 DC), AC상의 DC, ac+dc
$\text{ac+dc} \sim \text{mV}$	0 mV에서 3000.0 mV 범위의 DC 밀리볼트 측정	DC상의 AC (1차 디스플레이에 AC, 2차 디스플레이에 DC), AC상의 DC, ac+dc
$\text{nS} \sim \Omega$	0 Ω에서 500.0 MΩ 범위의 저항 측정	연속성 테스트 0 nS에서 50.00 nS 범위의 컨덕턴스 측정
$\rightarrow \vdash$ $\vdash \leftarrow$	0.001 nF에서 50 mF 범위의 정전 용량 측정	다이오드 테스트
$^{\circ}\text{C}$ $^{\circ}\text{F}$	온도 측정	$^{\circ}\text{C}$ 와 $^{\circ}\text{F}$ 사이를 전환.

표 2-1. 로터리 스위치 위치 (계속)

위치	로터리 스위치 기능	○ 파란색 키 기능
A mA ~	0 mA에서 20.000 A 범위의 AC 전류 측정	없음
μA ~	0 μA에서 5000.0 μA 범위의 AC 전압 측정	없음
A mA ac+dc	0 mA에서 20.000 A 범위의 DC 전류 측정	DC상의 AC (1차 디스플레이에 AC, 2차 디스플레이에 DC), AC상의 DC, ac+dc
μA μA ac+dc	0 μA에서 5000.0 μA 범위의 DC 전류 측정	DC상의 AC (1차 디스플레이에 AC, 2차 디스플레이에 DC), AC상의 DC, ac+dc
VIEW MEM	(모델 189 전용) 액세스 데이터는 미터의 메모리에 있습니다. 더 자세한 내용은 제 4장을 참조하십시오.	CLEAR MEM. 더 자세한 정보는 제 4장을 참조하십시오.

표 2-2. 푸쉬버튼

버튼	설명	노란색 버튼 기능	설명
참고 “노란색 버튼 기능”을 사용하려면, 를 누릅니다. 상자와 24시간 클럭이 디스플레이의 하단 구석에 나타나며 1차 디스플레이가 정지되면서 두 번째 버튼을 누를 수 있는 시간을 줍니다.			
	누르면 백라이트가 켜지거나 꺼집니다. 또한, 설정에서, 화살표 기능(<)을 사용해서 목록의 이전 자리 또는 항목을 선택합니다.	SETUP 	누르면 설정 선택 사항을 액세스합니다. 누르면 설정 선택 사항을 저장하고 다음 선택 사항으로 진행합니다.
HOLD	누르면 표시된 값이 동결됩니다. 다시 누르면 디스플레이가 해제됩니다.	AutoHOLD HOLD	누르면 AutoHOLD가 시작합니다. 최종적으로 안정된 판독값이 디스플레이됩니다.
MIN MAX	누르면 최소, 최대, 그리고 평균값을 보존합니다. 연속적으로 누르면 최대, 최소, 그리고 평균값을 표시합니다. 중지하려면 Hz % ms (CANCEL)을 누릅니다.	Fast MN MX MIN MAX	누르면 FAST MN MX 모드를 시작하는데, 여기서 단시간 이벤트들의 최소 및 최대 값이 저장됩니다.
REL Δ	누르면 현재의 판독값을 오프셋 래퍼런스로 저장합니다. 그 뒤의 판독값은 이 값에 대한 상대적인 차이값만 보여줍니다. 다시 누르면 래퍼런스에 대한 차이값을 백분율로 보여줍니다.	LOGGING REL Δ	기록을 시작하거나 중지하려면 누르십시오(모델 189). 중지를 하려면 + Hz % ms (CANCEL)을 누르십시오.

표 2-2. 푸쉬버튼 (계속)

버튼	설명	노란색 버튼 기능	설명
	• 설정에서, 숫자를 증가시킵니다. • 카운터 기능에서, 양의 펄스 슬로프를 선택합니다. • 저항 연속성에서, 단선된 경우 경고음을 선택합니다. • VIEW MEM에 대해서는 제 4장을 참조하십시오. (모델 189)	(없음)	
	• 설정에서, 숫자를 감소시킵니다. • 카운터 기능에서, 음의 펄스 슬로프를 선택합니다. • 저항 연속성에서, 단선된 경우 경고음을 선택합니다. • VIEW MEM에 대해서는 제 4장을 참조하십시오. (모델 189)	(없음)	
	AUTO를 종료하고 MANUAL 범위 설정으로 들어갑니다. MANUAL에서, 다음 입력 범위를 선택합니다. AUTO로 돌아가려면  Hz % ms (CANCEL)을 누릅니다.	 	누르면 현재의 범위 설정을 저장합니다.(모델 189).
	계속 누르면 주파수, 듀티 사이클, 그리고 펄스 폭 등을 선택할 수 있습니다.	  	모든 ○ (파란색 키) 기능 및 기타 모든 버튼 기능을 취소합니다.
 	파란색 버튼 누르면 로터리 스위치에 파란색으로 표시된 기능을 액세스합니다. 설정에서, 화살표 기능(>)을 사용해서 목록의 다음 숫자 또는 항목을 선택합니다.	(없음)	

범위 선택

[RANGE]를 눌러 고정 범위 또는 자동 범위 기능을 선택합니다.

참고

사용자는 **[RANGE]**를 정전 용량, 다이오드 테스트 및 온도 기능에 사용하거나 **REL**, **MIN MAX**, 및 **FAST MN MX** 기능과 함께 사용할 수 없습니다. 이러한 선택 사항은 모두 특정한 고정 범위를 사용합니다.

자동 범위 설정(디스플레이의 **AUTO**에 불이 들어옴) 기능은 새로운 기능을 선택하면 항상 기본적으로 작동됩니다. 자동 범위에서, 미터는 가능한 가장 낮은 입력 범위를 선택해서 가능한 가장 높은 정밀도(해상도)로 판독값이 표시되도록 합니다.

AUTO에 이미 불이 들어와 있는 경우, **[RANGE]**를 눌러 현재 범위의 **MANUAL** 범위 설정으로 들어갑니다. 이 경우 **[RANGE]**를 누를 때마다 다음 수동 범위를 선택할 수 있습니다. **[] Hz % ms** (**CANCEL**)을 누르면 자동 범위 설정으로 돌아갑니다.

디스플레이 정보

디스플레이 외형은 그림 2-4에 있으며 표 2-3에서 설명됩니다. 디스플레이의 주요 외형은 다음 단락에서 설명됩니다.

참고

[HOLD]를 누른 상태에서 미터의 전원을 켜면 디스플레이의 모든 세그먼트를 볼 수 있습니다(그림 2-4에 있음). 전체 디스플레이를 끄려면 **[HOLD]**를 놓습니다.

1차 디스플레이

1차 디스플레이는 일반적으로 로터리 스위치 기능에 대한 현재의 판독값을 보여줍니다. 이런 기능의 대부분에서, 1차 디스플레이가 4자리 또는 5자리를 표시하도록 설정할 수 있습니다. 디스플레이 자릿수에 대한 더 자세한 내용은 제 5장을 참조하십시오. 이 디스플레이의 기타 사용처는 다음과 같습니다.

- **AutoHOLD**: 가장 최근에 읽은 판독값.
- **MIN MAX**: 최대, 최소, 또는 평균 값.

- dB (AC 전압 기능에서): dBm 또는 dBV 값.
- REL: 현재 판독값과 저장된 래퍼런스 판독값의 차이.
- 설정: 다양한 메시지 (제 5장 참조).
- 과부하 상태: OL이 표시됨.
- 오류 상태.

2차 디스플레이

2차 디스플레이는 1차 디스플레이가 다른 기능(MIN MAX, REL Δ , 등)을 보여줄 때 현재의 판독값을 보여줍니다.

여러 기능이 작동 중이면, 2차 디스플레이는 이 기능 중 하나의 값을 표시합니다. 예를 들어, 1차 디스플레이에 dB이 표시된 상태에서 2차 디스플레이에 Hz가 표시될 수 있습니다.

막대 그래프

막대 그래프는 측정된 입력을 아날로그 형태로 보여줍니다. 대부분의 측정 기능에서, 막대 그래프는 초당 40회 갱신됩니다. 이 응답은 디지털 디스플레이보다 훨씬 빠르기 때문에, 막대 그래프는 피크 및 영점 조정 작업과 급속히 변하는 입력 관찰에 유용합니다. 막대 그래프는 온도, 정전 용량, DC 상의 AC, AC 상의 DC, 및 AC+DC 기능에는 사용할 수 없습니다.

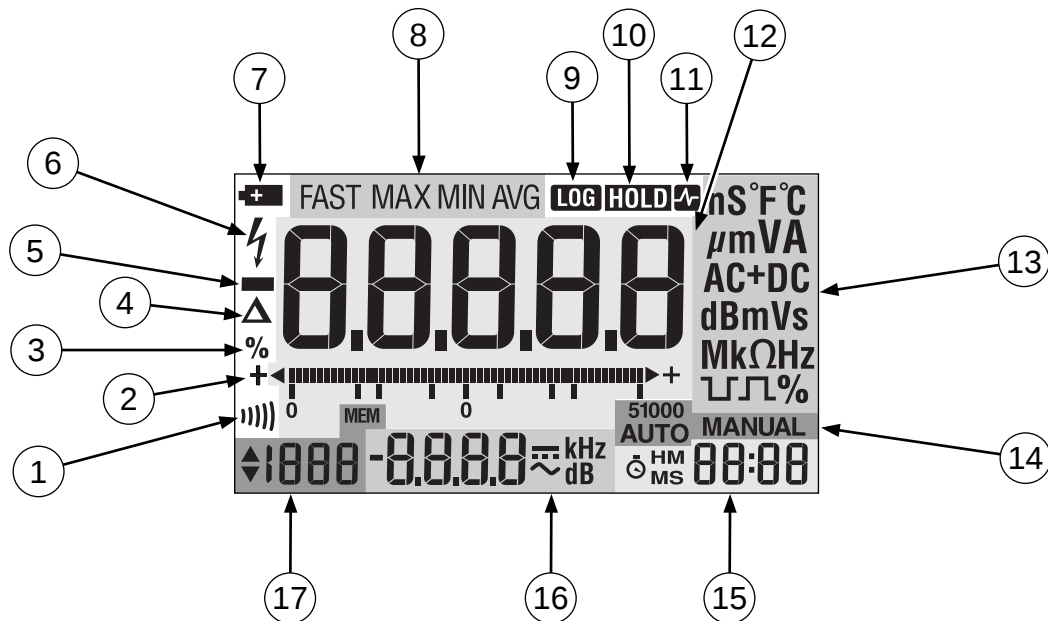


그림 2-4. 디스플레이 외형

tc011f.eps

표 2-3. 디스플레이 외형

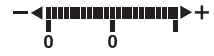
번호	외형	설명
①		연속성 테스트 기능이 선택됩니다.
②	  	막대 그래프. 정상 작동에서 0(영)은 왼쪽에 있습니다. Relative % 에서 0은 가운데에 있고, 음의 값은 왼쪽에, 양의 값은 오른쪽에 있습니다. 막대 그래프의 왼쪽 극성 표시기에는 입력 신호의 극성이 나타납니다. 두 극성 표시기 모두 REL% 모드를 나타냅니다. 막대 그래프의 화살표 왼쪽은 과부하 상태를 나타냅니다. 셋업 모드에서 설정을 선택하기 위해  및  을 사용할 때는 두 개의 화살표가 모두 나타납니다(막대 그래프 없이).
③	%	1차 디스플레이에 Relative 모드의 백분율 차이가 표시됩니다. 2차 디스플레이에는 래퍼런스 값이 표시됩니다.
④		Relative (REL Δ) 모드가 작동 중입니다. 1차 디스플레이가 2차 디스플레이에 있는 래퍼런스 값에 의해 수정되었습니다.
⑤		음수 판독값을 표시합니다. Relative 모드에서, 이 기호는 현재의 입력이 저장된 래퍼런스보다 낮다는 것을 나타냅니다.
⑥		입력 터미널에는 30 V 이상의 AC 또는 DC 전류가 있을 수 있습니다.

표 2-3. 디스플레이 외형 (계속)

번호	외형	설명
⑦		배터리가 다 되었습니다. 저 배터리. 깜박이면, 배터리 수명이 거의 다 되어서 기록과 백라이트가 작동되지 않습니다. ⚠ 경고 전기 감전이나 개인 상해를 일으킬 수 있는 잘못된 판독값을 피하려면, 저 배터리 표시가 나타나자마자 배터리를 교체해야 합니다.
⑧	FAST MIN MAX AVG	FAST MN MX 모드가 작동됩니다. () 최소 판독값을 표시 합니다. 최대 판독값을 표시 합니다. 평균 판독값을 표시 합니다.
⑨	LOG	판독값이 메모리에 저장됩니다 (모델 189 전용). ( + )
⑩	HOLD	미터가 홀드(HOLD) 모드에 있습니다. ()
⑪	HOLD 	자동 홀드(AutoHOLD)가 작동 중입니다. ( + )
⑫	0.0.0.0.0 OL	1차 디스플레이 (4-1/2 자리)
		과부하 입력.

표 2-3. 디스플레이 외형 (계속)

번호	외형	설명
⑬		측정 단위
	V, mV	V: 볼트 전압 단위. mV: 밀리볼트 1×10^{-3} 또는 0.001 볼트.
	dBm, dBV	AC 전압 기능에서, 판독값은 1 mW (dBm) 상하의 전력 데시벨 또는 1 V (dBV) 상하의 전압 데시벨로 표시됩니다.
	AC+DC	DC 전압 및 DC 전류 기능에서, 판독값은 전체 AC 및 DC 측정값의 RMS를 나타냅니다.
	Ω, kΩ, MΩ	Ω : 옴, 저항 단위. k Ω : 킬로옴 1×10^3 또는 1000 옴. M Ω : 메그옴 1×10^6 또는 1,000,000 옴.
	nS	S: Siemens. 컨덕턴스 단위. nS: 나노지멘스. 1×10^{-9} 또는 0.000000001 지멘스.
	nF, μF, mF	F: 패러드. 정전 용량 단위. nF: 나노패러드 1×10^{-9} 또는 0.000000001 패러드. μ F: 마이크로패러드 1×10^{-6} 또는 0.000001 패러드. mF: 밀리패러드 1×10^{-3} 또는 0.001 패러드.
	$^{\circ}$C, $^{\circ}$F	섭씨 또는 화씨 온도.
	A, mA, μA	A: 암페어(amps) 전류 단위. mA: 밀리암페어. 1×10^{-3} 또는 0.001 암페어. μ A: 마이크로암페어 1×10^{-6} 또는 0.000001 암페어.

표 2-3. 디스플레이 외형 (계속)

번호	외형	설명
⑬	Hz, kHz, MHz	Hz: 헤르츠. 주파수 단위. kHz: 킬로헤르츠. 1×10^3 또는 1000 헤르츠. MHz: 메가헤르츠. 1×10^6 또는 1,000,000 헤르츠.
⑭	51000 AUTO MANUAL	범위. 숫자는 사용중인 범위를 디스플레이합니다.
⑮	 MS 00:00  HM 00:00	시간 디스플레이 – HOLD, AutoHOLD, MIN MAX, FAST MN MX 등과 함께 사용됩니다(SAVE 및 LOGGING 모델 189). 경과 시간 디스플레이 (🕒 on): 분:초 형식으로 최대 59:59까지 표시하는데 MIN, MAX, 또는 LOGGING이 시작된 후 경과된 시간이 60분 미만인지 확인하는데 사용됩니다. 항상 MIN, MAX, AVG에서 사용됩니다. 1시간 후 시간:분을 표시합니다. 24시간 디스플레이 (🕒 off): 시:분 형식으로 최대 99:59까지 표시합니다. 24시간 클럭 설정에 대한 내용은, 제 5장을 참조하십시오.
⑯	0.0.0.0	2차 디스플레이
⑰	 1000 MEM	메모리 색인 디스플레이(모델 189). dBm 래퍼런스 저항으로도 사용합니다. 설정을 증가 또는 감소시키기 위해  및  을 사용할 때는  가 나타납니다.

입력 터미널 사용

전류를 제외한 모든 기능은 $\Omega \rightarrow \nabla$ TEMPERATURE 및 COM 입력을 사용합니다. 전류 기능은 아래의 입력을 사용합니다.

- $\text{mA} \sim$ 또는 $\frac{\text{A}}{\text{mA}}$ 기능: 400 mA 에서 20 A까지 A 및 COM 입력을 사용합니다. 400 mA 이하의 입력에 대해서는 mA/ μ A 및 COM을 사용합니다.
- $\mu\text{A} \sim$ 또는 $\frac{\mu\text{A}}{\text{mA}}$ 기능: 5000.0 μ A 이하의 입력에 대해 mA/ μ A 및 COM을 사용합니다.

테스트 리드가 mA/ μ A 또는 A 터미널에 연결되어 있고, 로터리 스위치가 현재 측정 중인 위치에 올바르게 설정되어 있지 않은 경우 Input Alert™가 경고를 내며 1차 디스플레이에 "LEADS"이 표시됩니다. 이 경고는 리드가 전류 터미널에 연결된 상태에서 전압, 연속성, 저항, 정전 용량, 또는 다이오드 값을 측정하지 못하도록 하기 위한 것입니다.

그림 2-5는 입력 터미널을 보여줍니다.

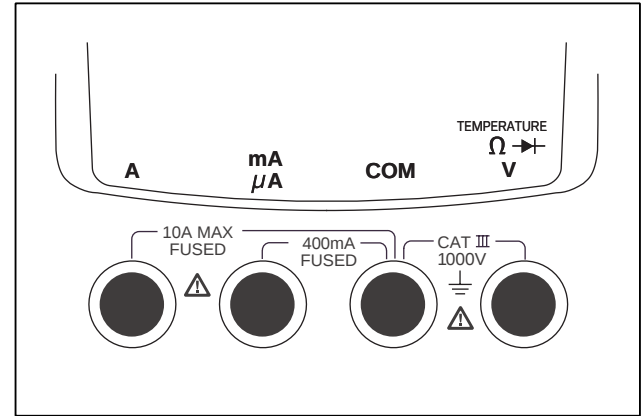


그림 2-5. 입력 터미널

디스플레이 홀드 사용

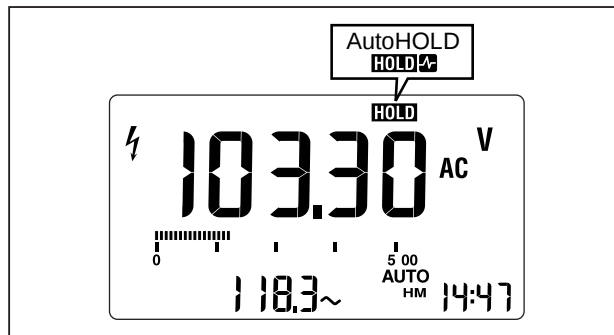
디스플레이 홀드 모드로 들어가서 현재의 판독값과 타임 스탬프를 동결하려면 **HOLD** 를 누릅니다. 새로운 판독값은 2차 디스플레이에 나타납니다. 그림 2-6을 참조하십시오. 디스플레이 홀드 모드를 종료하려면, **HOLD** 를 다시 누릅니다.

주의

자동 범위 설정으로 인해 막대 그래프와 2차 디스플레이의 정전 용량 및 음 값에 다른 단위가 표시될 수 있습니다.

MIN MAX 모드에서 디스플레이 홀드는 MIN MAX 작동을 끄고 있는 토글처럼 기능합니다.

모델 189에서, 데이터 기록 중에는 디스플레이 홀드를 사용할 수 없습니다. 모델 189에서는 **RANGE** (SAVE)를 눌러 동결된 판독값을 메모리에 저장할 수 있습니다.



tc040f.eps

그림 2-6. 디스플레이 HOLD 및 AutoHOLD

AutoHOLD 사용

△경고

AutoHOLD 모드는 불안정하거나 노이즈가 있는 판독값을 포착하지 않습니다. 회로에 전원이 없는 것을 확인하는데 AutoHOLD 모드를 사용하지 마십시오.

 **HOLD** (AutoHOLD)를 누르면 AutoHOLD 모드로 들어갑니다. AutoHOLD 모드는 현재의 판독값과 타임스탬프를 동결시킵니다. 새로운 판독값은 2차 디스플레이에 나타납니다. 그림 2-6을 참조하십시오. 미터가 새로운 안정된 판독값을 감지하면(지난번 안정된 판독값보다 4 % 이상 변경된 경우), 신호음을 울린 다음 1차 디스플레이에 새로운 판독값을 표시합니다. **HOLD**를 눌러 1차 디스플레이를 강제로 업데이트할 수 있습니다.

테스트 리드를 제거하면(입력을 개방시킴), 미터는 최종 동결된 1차 디스플레이를 유지합니다.

MIN MAX이 작동 중인 경우에는 AutoHOLD를 사용할 수 없습니다. 모델 189에서는, 데이터 기록 중에 AutoHOLD를 초기화할 수 없지만, AutoHOLD가 작동 중일 때는 기록 작업을 초기화할 수 있습니다.

AutoHOLD 모드를 종료하려면,  **HOLD** (AutoHOLD)를 다시 누릅니다.

MIN MAX 사용

MIN MAX 모드는 입력값의 최소 (MIN) 및 최대 (MAX) 값을 저장합니다. 입력이 저장된 최소값보다 낮거나 저장된 최대값보다 높은 경우, 미터는 경고음을 울린 다음 새 값을 저장합니다. 또한 MIN MAX 모드는 모드가 작동한 이후의 모든 판독값 평균(AVG)을 계산합니다.

MIN MAX을 눌러서 MIN MAX 모드로 들어갑니다. 최대(MAX) 판독값이 먼저 디스플레이됩니다.

MIN MAX을 계속 누르면 최소(MIN), 평균(AVG)을 차례로 보여준 다음 최대 판독값으로 돌아갑니다.

MIN MAX 모드에서는 2차 디스플레이가 현재의 측정 값을 계속 보여 줍니다.

MIN MAX 모드를 시작한 이후에 소요된 경과 시간은 모든 디스플레이의 오른쪽 하단에 표시됩니다. 그림 2-7 을 참조하십시오.

MIN MAX 모드를 종료하려면,  Hz % ms (CANCEL)을 누르거나 로터리 스위치를 다른 위치로 돌리면 됩니다.
또한,  가 깜빡일 때 (저 배터리 상태) MIN MAX 모드는 자동으로 꺼집니다.

참고

*미터를 끄면 MIN MAX 모드에 저장된 최소, 최대,
그리고 평균값이 손실됩니다.*

MIN MAX 모드는 간헐성 판독값을 포착하거나, 사용자가 자리를 비운 사이 최대 측정값을 저장하거나, 또는 테스트 중에 다른 장비를 다루기 때문에 미터를 볼 수 없는 경우에 측정값을 저장할 때 사용됩니다. 평균 판독값은 불안정한 입력을 평균하거나, 전력 소모를 계산하거나, 또는 회로가 작동중인 시간의 백분율을 추정하는데 유용합니다.

MIN MAX 모드는 대부분의 계측 기능에서 50 ms 이상 지속되는 신호 이벤트를 저장하는데 적합합니다. 다음 기능에서는 신호 이벤트가 500 ms 이상이어야 합니다: 연속성, 컨덕턴스, 정전 용량, 온도, Hz, 듀티 사이클, 그리고 펄스 폭.

FAST MN MX 사용

FAST MN MX는 250 μ s 만큼 짧은 과도 신호를 포착할 수 있습니다. 그러나, 정확도가 떨어지며, 단지 3-1/2 디스플레이 자리수만 허용됩니다.

[] [MIN MAX] 을 누르면 FAST MN MX 기능이 시작합니다. 일반 MIN MAX와 마찬가지로, [MIN MAX] 을 누르면 최대 최소 그리고 평균 1차 디스플레이로 차례로 순환합니다. 새로운 최소 또는 최대 값이 포착되면 미터는 신호음을 울립니다. FAST MN MX를 종료하려면 [] [Hz % ms] (CANCEL)을 누르거나 로터리 스위치를 돌리면 됩니다.

저 배터리 상태(+) 가 깜빡임)에서는 FAST MN MX를 사용할 수 없습니다.

ac 측정 기능에서, MAX와 MIN 값은 피크값이고 AVG는 rms 값입니다. 이것은 Crest Factor (peak/rms)의 계산을 위해 한 번의 표시로 필요한 정보를 모두 나타냅니다.

다음 기능에서는 긴 응답 시간이 필요하기 때문에, FAST MN MX를 사용할 수 없습니다: 저항, 다이오드 검사, 컨덕턴스, 연속성, 정전 용량, 온도, DC 상의 AC, AC+DC, Hz, 듀티 사이클, 그리고 펄스 폭.

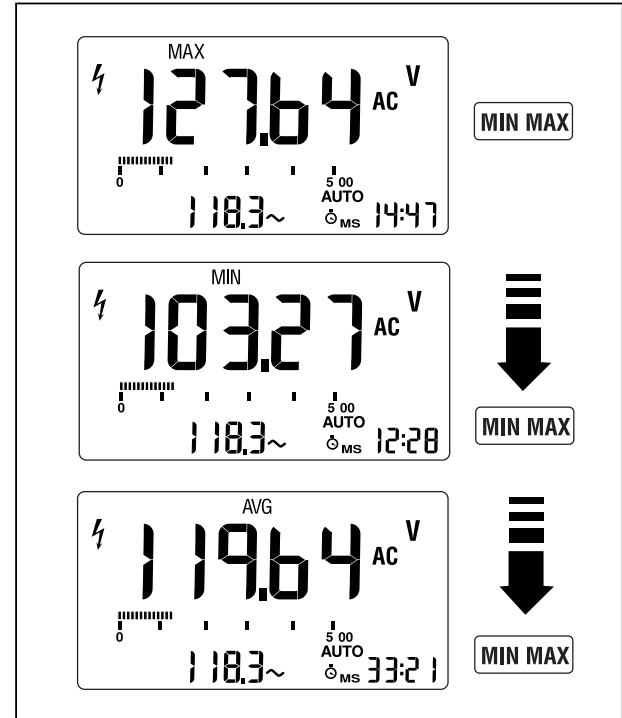


그림 2-7. MIN MAX AVG

tc033f.eps

MIN MAX 또는 FAST MN MX에서 HOLD 사용

사용자는 MIN MAX 모드 중 하나가 작동 중이면 **HOLD** 버튼을 눌러 HOLD 모드를 사용할 수 있습니다. HOLD 모드가 작동 중이면 더 이상 최소, 최대, 또는 평균 값이 갱신되지 않습니다.

HOLD 버튼을 수초간 누르고 있으면 Hold 모드가 종료됩니다.

Relative 모드 사용 (REL)

Relative 모드(**REL Δ**)를 선택하면 미터는 디스플레이를 영점 조정하며 현재의 판독값을 다음 측정 작업의 래퍼런스로 저장합니다.

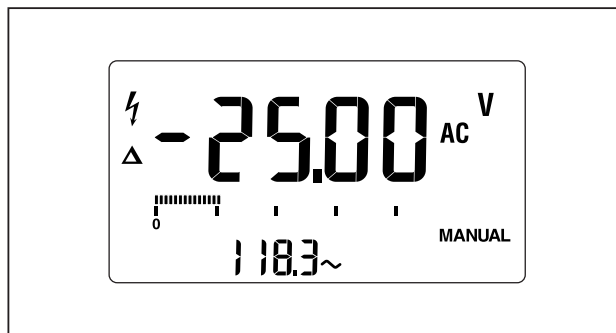
- REL Δ** 버튼을 한번 눌러서 Relative 모드를 선택합니다. (사용자가 Relative 모드를 입력하면 미터는 수동 범위로 들어갑니다.)

래퍼런스는 2차 디스플레이에 표시됩니다. 래퍼런스와 새 측정값 사이의 차이는 1차 디스플레이에 표시됩니다. 그림 2-8을 참조하십시오.

- REL Δ** 버튼을 다시 눌러서 REL% 모드를 입력하여 래퍼런스 판독값의 $\pm 10\%$ 로 차이를 디스플레이합니다.

REL%에서 **Δ%**가 디스플레이에 나타납니다.

- 또 다시 **REL Δ** 버튼을 누르면 Relative 모드를 종료합니다.



tc039f.eps

그림 2-8. Relative 모드

제 3장 측정하기

개요

제 3장은 측정하는 방법을 설명합니다. 대부분의 측정 기능은 로터리 스위치를 사용하여 선택할 수 있습니다.

흰색 글씨 또는 기호는 기본 기능을 나타냅니다. 파란 글씨나 기호는 대체 기능을 나타냅니다. 파란 버튼을 눌러 대체 기능에 액세스합니다.

로터리 스위치가 전압 또는 전류의 위치에 있을 때는 주파수와 관련된 기능(Hz, 듀티 사이클 및 펄스 폭)을 선택할 수 있습니다.

전압 측정

전압은 두개의 포인트 간의 전위 차이입니다. AC(교류) 전압의 극성은 시간에 따라 변화하지만, DC(직류) 전압은 시간에 대해 일정합니다.

전압 기능에서 사용할 수 있는 범위는 다음과 같습니다.

- $\text{dB } \tilde{V}_{ac+dc} \overline{\overline{V}}$
 5.0000 V, 50.000 V, 500.00 V, 1000.0 V
- $\text{dB } \tilde{mV}_{ac+dc} \overline{\overline{mV}}$
 50.000 mV, 500.00 mV, 그리고 5000.0 mV

5000.0 mV 범위에서 3000 mV 정도의 AC 또는 DC를 측정하면 과부하(OL)가 표시됩니다. 5.0000 V 범위 대신 5000.0 mV 범위가 사용되어, 눈금 지정이 1000 단위로 제한된 멀티 볼트 출력 Fluke 액세서리에 대해 직접 읽을 수 있는 디스플레이의 역할을 합니다. 예를 들어, Fluke 80i-1000 Current Clamp는 최대 1000 암페어까지 측정되는 전류의 암페어 당 1 mV ac를 출력합니다.

전압을 측정할 때, 미터는 회로와 병렬로 연결된 10 M Ω (10,000,000 Ω) 임피던스와 유사한 역할을 하게 됩니다. 이러한 로딩 효과 때문에 고 임피던스 회로를 측정할 때 오류가 발생할 수 있습니다. 대부분의 경우, 회로의 임피던스가 10 k Ω (10,000 Ω) 이하일 때 오류는 무시할 만 합니다(0.1 % 이하).

AC 전압 측정

미터는 AC 전압을 rms (root mean square) 판독값으로 표시합니다. rms 값은 측정되는 전압이 저항에서 발생시키는 열과 동일한 열을 발생시키는 DC 등가 전압입니다. 사용자의 멀티미터는 트루 RMS 판독값을 특징으로 하는데, 이것은 사각파, 삼각파, 그리고 계단파 등과 같은 DC 오프셋이 없는 기타 파형 및 사인파 측정에 대해 정확합니다. DC 오프셋된 AC를 구하려면 ac+dc V를 사용하십시오. dc 오프셋을 가진 ac는 ac+dc $\bar{V}$ 를 사용하십시오.

그림 3-1처럼 AC 전압을 측정하도록 미터를 설치하십시오.

이 기능에서 모든 푸시버튼 기능을 사용할 수 있습니다. 파란색 버튼(○)을 사용하면 데시벨(dBm 또는 dBV)을 측정할 수 있는데, 이것은 다음 장에 설명됩니다.

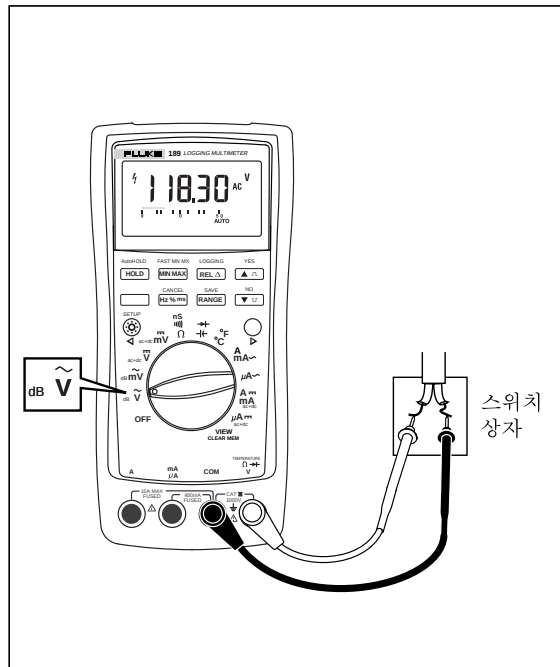


그림 3-1. AC 전압 측정

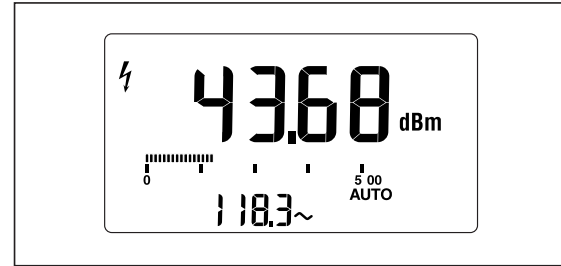
act001f.eps

AC 전압 기능에서 dB 측정

두 개의 AC 전압 기능을 사용하면 판독값을 정해진 레벨의 상하 편차 형태로 dB(데시벨) 단위로 표시할 수 있습니다.

다음 절차를 따라 dB 측정을 설정하십시오.

1. AC 전압 측정값이 래퍼런스 포인트로 사용되도록 합니다.
2. $\bigcirc$ 를 눌러 dB을 선택합니다. dBm (또는 dBV) 값이 1차 디스플레이에 표시되며 AC 전압 판독값이 2차 디스플레이에 표시됩니다. 일반적인 dB 디스플레이는 그림 3-2에 있습니다.
3. $\bigcirc$ 를 다시 눌러 AC 전압과 dB 판독값을 전환합니다. $\bigcirc$ 를 다시 누르면 dB이 꺼집니다.



tc032f.eps

그림 3-2. dBm 디스플레이

일반적으로, dB은 dBm로 측정되는데, 이것은 1 밀리와트에 대한 데시벨 측정값을 말합니다. 이 계산을 할 때 미터는 저항을 600 Ω 으로 가정합니다. 이 저항을 미터 설정 성능을 사용하여 1에서 1999 Ω 사이의 값으로 설정할 수 있습니다(제 5장 참조). 600 Ω 이상의 다른 값으로 설정할 때, dBm 래퍼런스 저항이 색인 디스플레이에 나타납니다. (그림 2-4의 항목 17을 참조 하십시오.)

참고

dBm가 표시되면, 래퍼런스 저항 값이 측정되는 시스템의 임피던스와 거의 일치하는지 확인하십시오.

dB은 다음 공식에 따라 계산됩니다.

$$dB = 20 * \log_{10} \left[\frac{V_x}{V_r} \right]$$

- dBm에 대해, Vr은 에서 래퍼런스 저항에 걸리는 전압입니다. 예를 들어, Vr은 600 Ω 래퍼런스 저항(R)에서 0.7746 V 입니다.
- dBV에서 래퍼런스 전압(Vr)은 1 V 입니다.

DC 전압 측정

그림 3-4처럼 DC 전압을 측정하도록 미터를 설치하십시오. 모든 푸쉬버튼 기능을 표준 DC 전압을 읽는 작업에 사용할 수 있습니다.

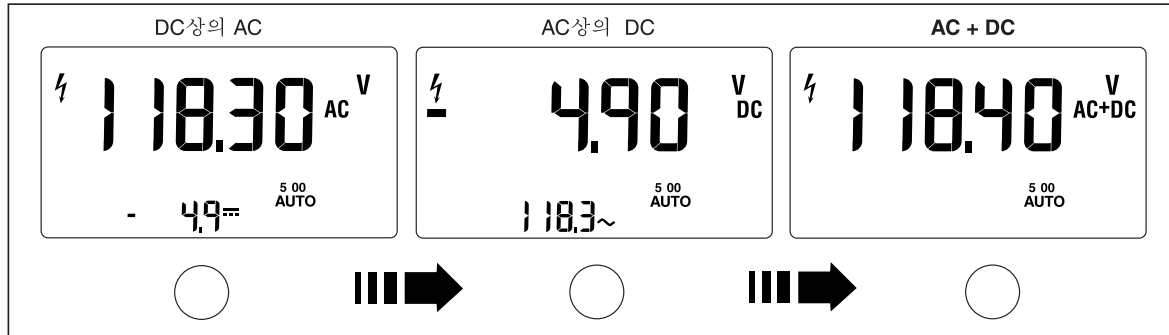
AC 및 DC 전압 측정

DC 전압 기능을 선택하면, 미터는 신호의 AC 및 DC 구성 요소를 독립적으로 표시하거나 서로 합쳐진 AC + 1 (rms) 값을 표시할 수 있습니다.

AC 및 DC 신호 구성요소를 독립적으로 선택하려면:

- ○를 한 번 눌러 AC 전압을 1차 디스플레이에 표시하고 DC 전압을 2차 디스플레이에 표시합니다(DC상의 AC).
- ○를 다시 누르면 디스플레이가 반전됩니다 (AC상의 DC).
- ○를 세번째 누르면 1차 디스플레이에 ac+dc rms 값을 디스플레이합니다. (FAST MN MX는 이 상태에서 사용할 수 없습니다.)
- ○를 네번째 누르면 일반적 dc 전압 디스플레이로 돌아갑니다.

그림 3-3은 몇 가지 전형적인 디스플레이를 보여 줍니다.

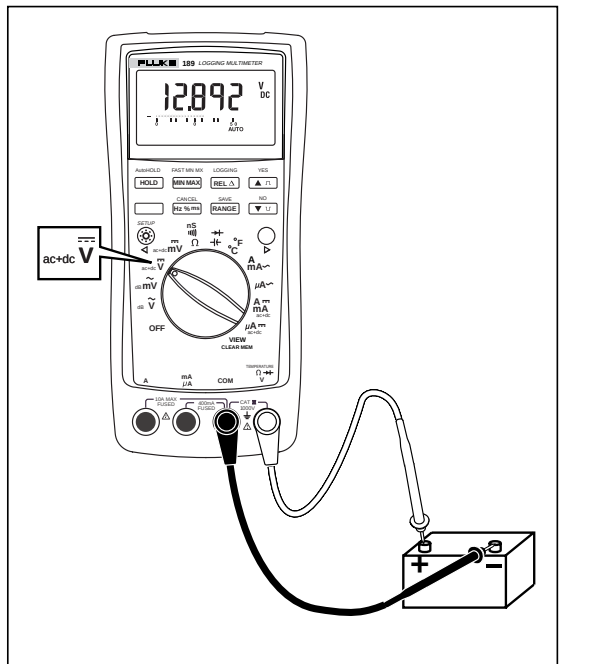


ts024f.eps

그림 3-3. AC 및 DC 디스플레이

미터가 DC 상의 AC, 또는 AC 상의 DC를 보여주는 경우, 다음의 푸쉬버튼 기능을 사용할 수 없습니다.

- AutoHOLD (☐ HOLD)
- MIN MAX (MIN MAX)
- FAST MN MX (☐ MIN MAX)
- Hz (Hz % ms)
- Relative (REL Δ)
- LOGGING (☐ REL Δ)



ach002f.eps

그림 3-4. DC 전압 측정

저항 측정

주의

미터 또는 테스트 중인 장비에 발생 가능한 손상을 예방하기 위해, 저항을 측정하기 전에 전류 전원을 제거하고 모든 고압 커패시터를 방전시키십시오.

저항은 전류의 흐름을 방해하는 것입니다. 저항 단위는 옴 (Ω) 입니다. 미터는 회로에 소량의 전류를 흘려 보내 저항을 측정합니다.

미터의 저항 범위는 500.00 Ω , 5.0000 k Ω , 50.000 k Ω , 500.00 k Ω , 5.0000 M Ω , 30.000 M Ω 및 500.0 M Ω 입니다.

저항을 측정하려면, 미터를 그림 3-5처럼 설치하십시오.

저항 측정 작업에는 모든 푸쉬버튼을 사용할 수 있습니다. 파란색 키를 누르면 연속성 및 컨덕턴스 측정 모드를 순환하는데, 이것에 대해서는 이 장의 후반부에 설명됩니다.

주의

Ohms 모드에서 디스플레이에 음수(-) 표시가 있으면 전압이 남아있음을 가리킵니다. 이렇게 되면 판독값이 잘못될 수 있습니다.

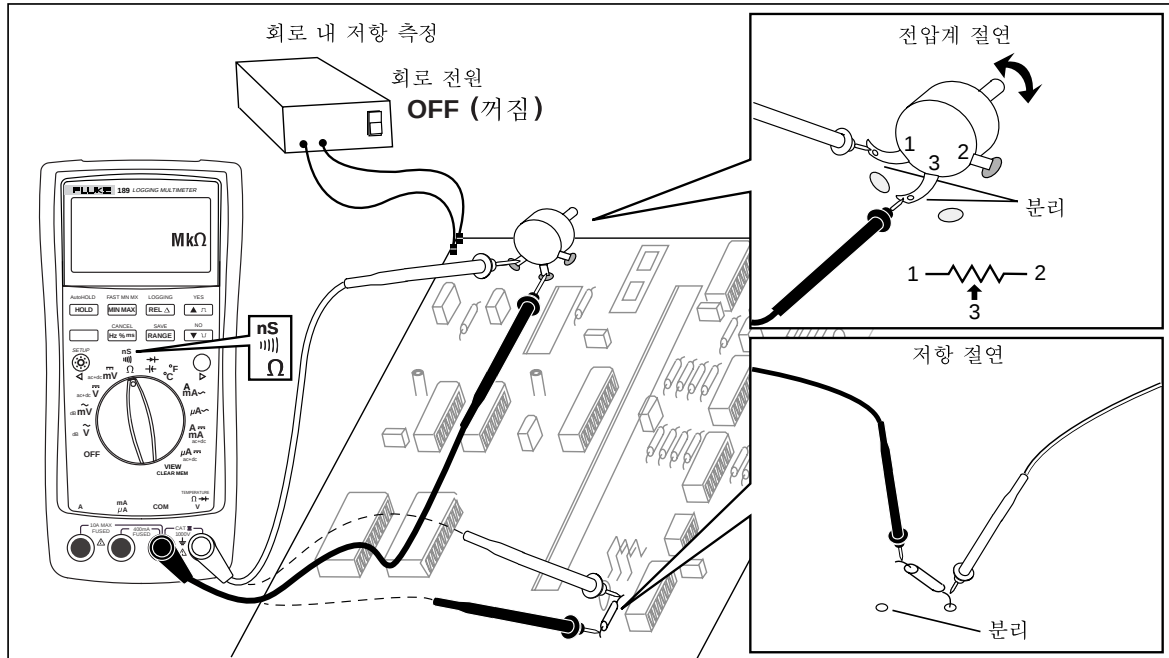


그림 3-5. 저항 측정

act004f.eps

저항 측정 시에 다음 사항들을 명심하십시오.

- 미터의 테스트 전류는 프로브의 팁 사이에 형성되는 가능한 모든 경로를 따라 흐르기 때문에, 회로 상의 저항을 측정한 값은 저항의 정격 값과 다를 수 있습니다.
- 테스트 리드는 저항 측정 작업에 $1\ \Omega$ 에서 $0.2\ \Omega$ 까지의 오류를 추가로 발생시킬 수 있습니다. 리드를 테스트하려면, 프로브 팁에 손을 대고 리드의 저항을 읽습니다. 필요하다면, **REL** 버튼을 눌러 이 값이 자동으로 감산 되도록 할 수 있습니다.

저항 기능은 포워드 바이어스 실리콘 다이오스 또는 트랜지스터 접합점이 컨덕턴스를 가지기에 충분한 전압을 제공하는 경우도 있습니다. 이것을 방지하려면 내부 회로 저항 측정에는 $30\ M\Omega$ 또는 $500\ M\Omega$ 범위를 사용하지 마십시오.

연속성 테스트

주의

미터 또는 테스트 중인 장비에 발생 가능한 손상을 예방하기 위해, 저항을 측정하기 전에 전류 전원을 제거하고 모든 고압 커패시터를 방전시키십시오.

연속성이란 전류가 흐를 수 있는 완전한 경로가 있음을 의미합니다. 연속성 테스트는 회로가 완전히 폐회로가 되면 신호음이 들리도록 되어 있습니다. 신호음이 들리기 때문에 사용자는 디스플레이를 볼 필요 없이 연속성 테스트를 빨리 진행할 수 있습니다.

연속성 기능은 1 밀리초 (0.001 초) 만큼 짧은 시간 지속되는 간헐적인 단선 및 단락 회로를 검지합니다. 이렇게 짧은 시간에 연결이 확인되면 미터는 짧은 신호음을 울립니다.

연속성을 선택하려면, 로터리 스위치를 저항 위치로 돌린 다음 파란색 버튼을 한 번 누르면 됩니다. 그러면 디스플레이에 연속성 기호(蜂)가 표시됩니다. 연속성은 수동 범위 설정을 사용하며 자동 범위 설정은 사용할 수 없습니다. 연속성 테스트 설치에 대한 지시 사항은 그림 3-6을 참조하십시오.

연속성 검사는 상태의 시각적인 정보(일반적으로 단선 회로에서는 0에 가까운 저항값으로 표시하고 단락 회로에서는 OL로 표시합니다)와 함께 입력 저항이 낮은 경우에 신호음도 같이 울립니다.

연속성에서, 단락이란 측정값이 전체 범위의 5 % 미만인 경우를 의미합니다. 수동으로 더 높은 범위를 선택하면 이 임계치를 높게 설정할 수 있습니다.

사용자는 다음과 같은 방법으로 단락 회로에서 신호음을 울릴지 단선 회로에서 신호음을 울릴지 선택할 수 있습니다.

-  을 누르면 단선 회로에서 신호음이 울립니다.
-  을 누르면 단락 회로에서 신호음이 울립니다.

연속성이 선택된 경우에는 Hz () 및 FAST MN MX () 기능을 사용할 수 없습니다. 다른 모든 푸쉬버튼은 사용할 수 있습니다. 파란색 키를 누르면 저항, 연속성, 그리고 컨덕턴스 순서대로 순환합니다.

높은 저항 테스트를 위한 컨덕턴스 사용

저항을 역으로 한 컨덕턴스는 회로가 전기를 통과시키는 정도를 의미합니다. 컨덕턴스가 높으면 저항이 낮은 것입니다.

컨덕턴스의 단위는 지멘스(S) 입니다. 미터의 50 nS 범위는 나노지멘스 단위로 컨덕턴스를 측정합니다 (1 nS = 0.000000001 지멘스). 매우 작은 컨덕턴스는 매우 높은 저항에 해당되기 때문에, nS 범위는 최대 100,000 MΩ 또는 100,000,000,000 Ω까지의 저항을 측정할 수 있도록 합니다(1 nS = 1,000 MΩ).

컨덕턴스를 측정하려면, 그림 3-7처럼 설치한 다음 디스플레이에 nS가 표시될 때까지 파란색 키를 누르면 됩니다.

컨덕턴스를 측정하는 경우, 다음 푸쉬버튼 작동을 사용할 수 없습니다.

- Frequency ()
- FAST MN MX ()
- 수동 범위 ()

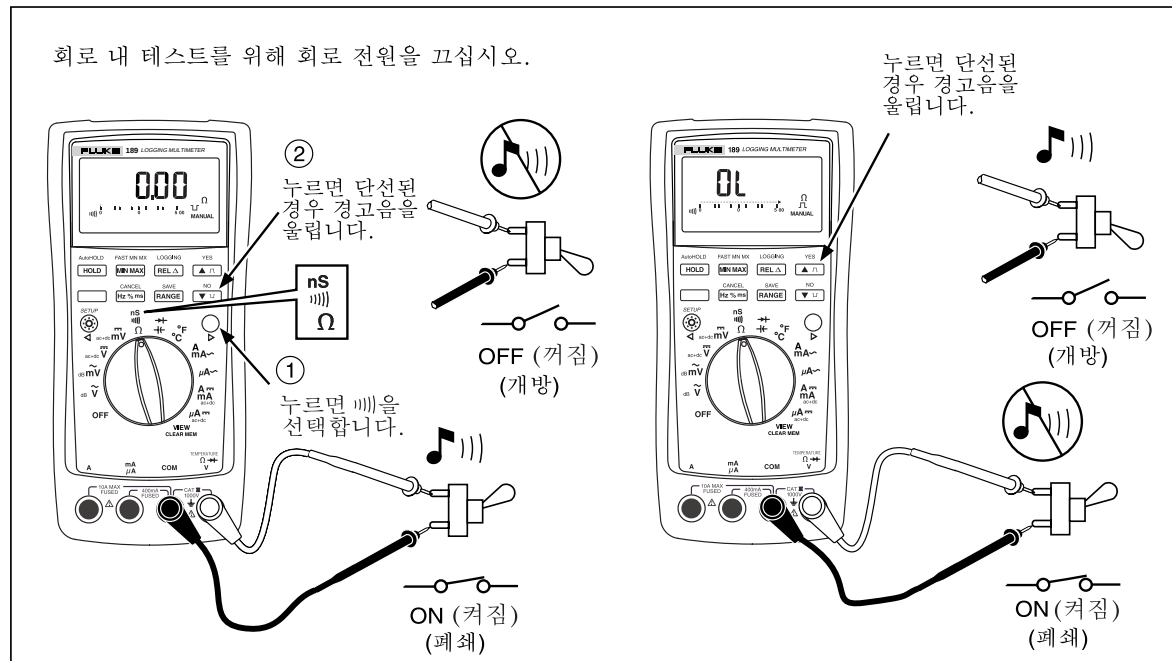
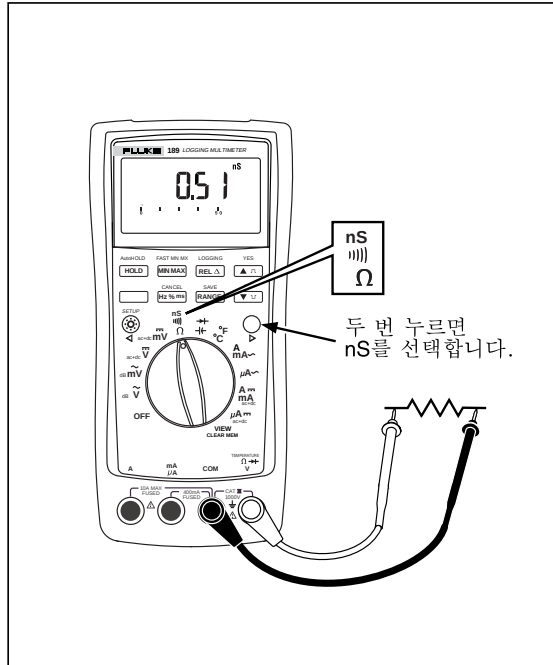


그림 3-6. 연속성 테스트

act003f.eps



act023f.eps

그림 3-7. 컨덕턴스 측정

다음은 컨덕턴스 측정에 대한 정보입니다.

- 높은 저항 판독값은 전기적 노이즈에 영향을 받기 쉽습니다. 평균화 기능을 사용해서 가장 노이즈가 심한 판독값을 평균합니다. 디스플레이에 **AVG**가 표시될 때까지 **MIN MAX**를 누릅니다.
- 보통 테스트 리드를 개방하면 잔류 컨덕턴스 판독값이 있습니다. 정확한 판독값을 얻으려면, 테스트 리드를 개방한 상태에서 **REL Δ**를 눌러 잔류값을 감산 시킵니다.

정전 용량 측정

주의

미터 또는 테스트 중인 장비에 발생 가능한 손상을 예방하기 위해, 정전 용량을 측정하기 전에 전류 전원을 제거하고 모든 고압 커패시터를 방전시키십시오. DC 전압을 사용해서 커패시터를 확실하게 방전시키십시오.

정전 용량은 전기 전하를 저장하는 소자의 성능입니다. 정전 용량의 단위는 패라드 (F) 입니다. 대부분의 커패시터는 나노패라드(nF)에서 마이크로패라드(μ F)의 범위를 가집니다.

미터는 정해진 시간 동안 정해진 전류로 커패시터를 충전하고, 그 결과 발생하는 전압을 측정한 다음 정전 용량을 계산해 냅니다. 100 μ F를 넘는 커패시터는 충전하는데 수초가 걸립니다. 커패시터 충전은 최대 3 V까지 입니다.

미터의 정전 용량 범위는 1 nF, 10 nF, 100 nF, 1 μ F, 10 μ F, 100 μ F, 1 mF, 10 mF 그리고 50 mF입니다.

정전 용량을 측정하려면 그림 3-8처럼 미터를 설정합니다. 파란색 키를 누르면 정전 용량과 다이오드 테스트 사이를 전환해서 선택합니다.

정전 용량을 측정할 때, 다음 푸쉬버튼 기능을 사용할 수 없습니다.

- Frequency (Hz % ms)
- FAST MN MX (MIN MAX)

다음은 정전 용량 측정에 대한 정보입니다.

- 비슷한 값의 측정 속도를 높이려면, RANGE를 눌러 적절한 범위를 수동으로 선택합니다.
- 극소값 커패시터의 측정값 정확도를 개선시키려면, 테스트 리드를 개방한 상태에서 REL Δ 를 눌러 미터와 리드의 잔류 정전 용량을 감산 시킵니다.

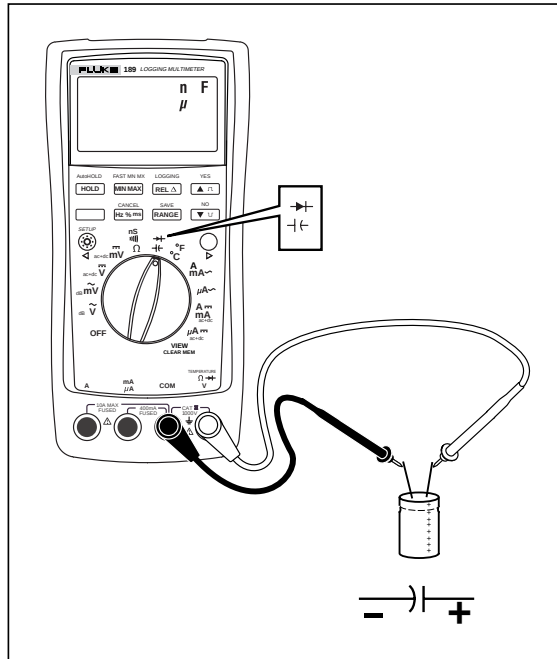


그림 3-8. 정전 용량 측정

ach005f.eps

다이오드 테스트

주의

미터 또는 테스트 중인 장비에 발생 가능한 손상을 예방하기 위해, 다이오드를 테스트하기 전에 전류 전원을 제거하고 모든 고압 커패시터를 방전시키십시오.

다이오드 테스트를 사용해서 다이오드, 트랜지스터, 실리콘 제어 정류기(SCR), 그리고 기타 반도체 장치를 점검하십시오. 테스트는 반도체의 접합부를 통해 전류를 흘려 보낸 다음, 접합부의 전압 강하를 측정합니다. 전형적인 접합부 상태일 때 전압 강하는 0.5 V에서 0.8 V 까지입니다. 다이오드 테스트에서는 비퍼가 작동합니다. 비퍼는 정상 접합에서는 간략한 신호음을 내고 쇼트가 감지되면 계속 울립니다.

회로 밖에서 다이오드를 테스트하려면, 그림 3-9와 같이 미터를 설치하십시오.

회로 내에서, 비슷한 다이오드는 여전히 0.5 V 에서 0.8 V 까지의 포워드 바이어스 판독값을 나타내지만 리버스 바이어스 판독값은 프로브 끝 사이에 존재하는 기타 다른 경로의 저항에 따라 변할 수 있습니다.

파란색 키를 누르면 다이오드 테스트와 정전 용량 사이를 전환합니다. 다이오드 테스트는 고정 범위를 가지기 때문에, **RANGE** 를 사용할 수 없습니다.

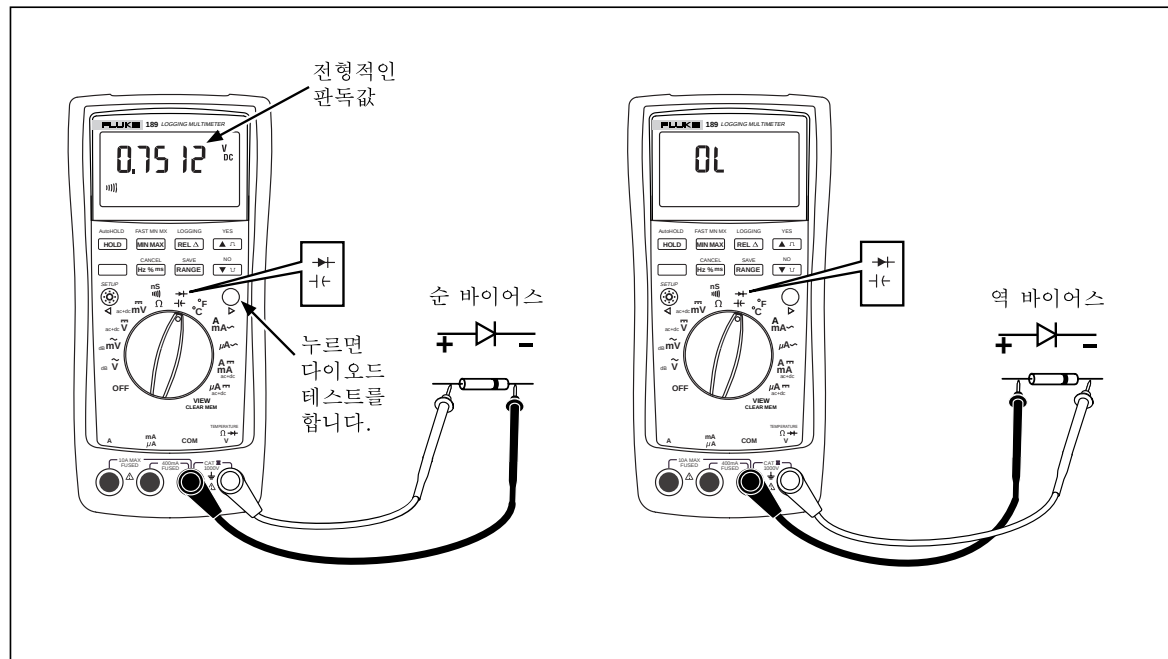


그림 3-9. 다이오드 테스트

act006f.eps

온도 측정

온도를 측정하려면 그림 3-10과 같이 미터를 설치하십시오. 미터는 최종 사용된 온도 단위로 온도를 측정합니다 (섭씨 °C 또는 화씨 °F). 사용자가 온도 기능을 선택한 경우, 파란색 버튼을 눌러 단위를 변경할 수 있습니다. 사용자가 단위를 변경하기 전까지 미터는 기존의 선택된 단위를 기억합니다.

1차 디스플레이에는 온도 또는 'OPEN' (열전쌍이 개방된 상태) 메시지가 표시됩니다. 입력을 단축시키면 미터 터미널에 온도가 표시됩니다.

2차 디스플레이에는 0이 아닌 모든 온도 오프셋이 표시됩니다. 이 오프셋은 설치하는 동안 보정값 역할을 합니다. 자세한 내용은 제 5장을 참조하십시오.

온도 측정을 하는 동안에는 다음 푸쉬 버튼들은 사용할 수 없습니다.

- Frequency (Hz % ms)
- FAST MN MX (MIN MAX)
- 범위 (RANGE)

⚠경고

화재나 감전의 위험이 있으므로 전기가 통하는 회로에 열전쌍을 연결하면 안됩니다.

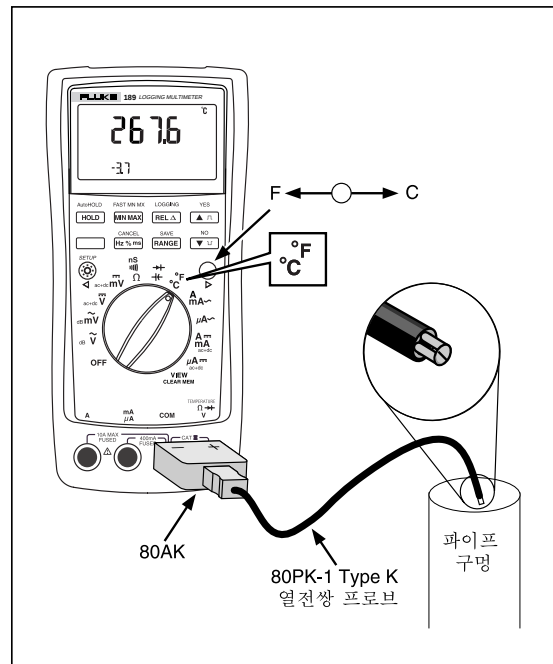


그림 3-10. 온도 측정

act010f.eps

전류 측정

⚠경고

접지에 대한 개방 회로 전위가 **1000 V**를 초과하는 경우에는 내부 회로 전류를 측정하지 마십시오. 이런 측정 작업을 진행하는 동안 퓨즈가 끊어지면 미터에 고장이 발생하거나 사용자가 상해를 입을 수 있습니다.

주의

미터나 측정 중인 장비의 손상을 예방하려면, 전류를 측정하기 전에 미터의 퓨즈를 점검하십시오. 측정 작업에 적합한 터미널, 기능, 그리고 범위를 사용하십시오. 리드가 전류 터미널에 연결된 경우 프로브를 회로 또는 소자와 병렬로 연결하지 마십시오.

전류는 전도체를 통한 전자의 흐름입니다. 전류를 측정하려면, 테스트하려는 회로를 개방한 다음, 미터를 회로와 직렬로 연결해야 합니다.

AC 또는 DC 전류를 측정하려면, 다음 절차를 따르십시오.

1. 회로로의 전원을 끕니다. 모든 고 전압 커패시터를 방전시킵니다.
2. 검은 색 리드를 **COM** 터미널에 연결합니다. 빨간색 리드를 표 3-1에 나타난 측정 범위에 적합한 입력에 삽입합니다.

참고

미터의 **440 mA** 퓨즈가 끊어지는 것을 예방하려면, 전류가 **400 mA** 미만인 것을 확인하는 경우에만 **mA/μA** 터미널을 사용하십시오.

표 3-1. 전류 측정

로터리 스위치	입력	범위
A mA~ 또는 A _{ac+dc}	A	5.0000 A 10.000 A (10 A에서 표시값이 깜빡이고, 20 A에서는 과부하(OL)가 표시됨)
	mA μA	50.000 mA 500.00 mA
μA~ 또는 μA _{ac+dc}	mA μA	500.00 μA 5000.0 μA

3. **A** 터미널을 사용한다면, 로터리 스위치를 mA/A로 조정합니다. mA/ μ A 터미널을 사용한다면, 5000 μ A (5 mA) 미만의 전류에 대해 로터리 스위치를 μ A로 조정하고 5000 μ A를 초과하는 전류에 대해 mA/A로 조정합니다.
4. 테스트할 회로를 개방합니다. 빨간색 프로브는 개방된 선로의 양 단자 중에서 양극이라 생각되는 단자에 대고, 검은 색 프로브는 음극이라고 생각되는 단자에 댁니다. 리드를 서로 바꾸면 판독값이 음수로 표시되지만, 미터에 손상이 발생하지는 않습니다.
5. 회로의 전원을 켜 다음 디스플레이를 읽습니다. 디스플레이의 오른쪽에 표시되는 단위에 주의하십시오(μ A, mA, 또는 A).
6. 회로의 전원을 끄고 모든 고 전압 커패시터를 방전합니다. 미터를 제거하고 회로를 정상 작동 상태로 복구시킵니다.

Input Alert™ 기능

테스트 리드가 mA/ μ A 또는 A 터미널에 연결되어 있고, 로터리 스위치가 현재 측정 중인 위치에 올바르게 설정되어 있지 않은 경우 Input Alert™가 경고음을 내며 1차 디스플레이에 "LEAdS"이 표시됩니다.

이러한 Input Alert 는 리드가 전류 터미널에 연결된 상태에서 전압, 연속성, 저항, 정전 용량, 또는 다이오드 값을 측정하지 못하도록 하기 위한 것입니다.

리드가 전류 터미널에 연결된 상태에서 프로브를 전류가 공급되는 회로에 병렬로 연결하면 테스트하는 회로에 손상이 발생하며 미터의 퓨즈가 끊어집니다. 미터의 전류 터미널 저항은 매우 낮아서 미터가 마치 단락 회로처럼 되기 때문에 이런 현상이 발생합니다.

주의

PMW(펄스 폭 모듈레이션) 모터 드라이브와 같은 높은 전기 소음이 있는 상황에서도 경고음을 들을 수 있습니다.

다음은 전류 측정에 대한 정보입니다.

- 미터를 제대로 설치했는데 디스플레이에 **LEADS**가 표시되면, 제 6장에 있는 “퓨즈 테스트”에 설명된 내용에 따라 미터의 퓨즈를 테스트하십시오.
- 전류 미터는 그 자체적으로 약간의 전압 강하를 발생시키는데, 이것이 회로의 작동에 영향을 줄 수 있습니다. 제 7장의 부담 전압(A, mA, μ A) 절에 나온 값을 사용해서 현재의 부담 전압을 계산할 수 있습니다.

AC 전류 측정

전류를 측정하려면, 그림 3-11과 같이 미터를 설치하십시오.

AC 전류 측정에서는 파란색 푸쉬버튼을 사용할 수 없습니다. 기타 다른 푸쉬버튼은 모두 사용할 수 있습니다.

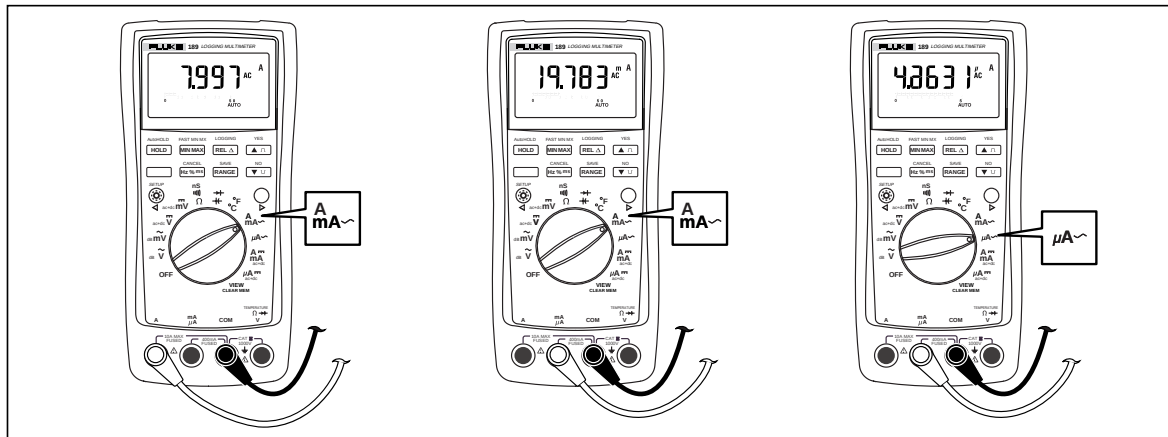


그림 3-11. AC 전류 측정

act008f.eps

DC 전류 측정

DC 전류를 측정하려면, 그림 3-12 처럼 미터를 설정합니다.

사용자는 개별적인 DC와 AC 전류 신호 구성요소를 볼 수 있습니다.

- 1차 디스플레이에 교류 전류를 표시하고 2차 디스플레이에 직류 전류를 표시하려면 $\bigcirc$ 를 한 번 누르십시오(AC 위에 DC).
- $\bigcirc$ 를 다시 누르면 디스플레이가 반전됩니다(ac상의 dc)

위의 두 가지 상태에서는, 다음의 푸쉬버튼 기능을 사용할 수 없습니다.

Display HOLD ($\boxed{\text{HOLD}}$)

AutoHOLD ($\boxed{}$ $\boxed{\text{HOLD}}$)

MIN MAX ($\boxed{\text{MIN MAX}}$)

FAST MN MX ($\boxed{}$ $\boxed{\text{MIN MAX}}$)

Hz ($\boxed{\text{Hz \% ms}}$)

Relative ($\boxed{\text{REL } \Delta}$)

LOGGING 및 SAVE (모델 89)

- $\bigcirc$ 를 또 다시 누르면 1차 디스플레이에 ac + dc rms 값이 디스플레이됩니다. (이 상태에서는 FAST MN MX를 사용할 수 없습니다.)
- $\bigcirc$ 를 다시 누르면 일반 DC 전압 디스플레이로 돌아옵니다.

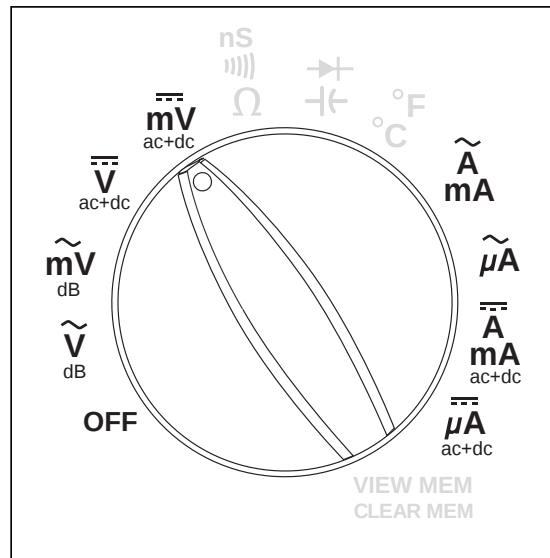
주파수 측정

주파수는 매 초마다 신호가 몇 회의 주기를 완료하는지 나타내는 것입니다. 미터는 신호가 매 초마다 임계 레벨을 통과하는 회수를 카운트해서 전압 또는 전류 신호의 주파수를 측정합니다.

그림 3-13는 주파수 측정을 가능하도록 하는 기능을 강조 표시한 것입니다.

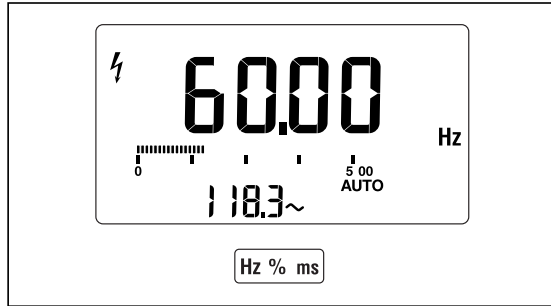
주파수를 측정하려면, 해당 기능을 선택하고 미터를 신호원에 연결한 다음, **[Hz % ms]**을 누릅니다.

미터는 500.00 Hz, 5.0000 kHz, 50.000 kHz, 그리고 999.99 kHz 의 네 개의 주파수 범위 중 하나로 자동 범위 설정을 합니다. 그림 3-14는 일반적인 주파수 디스플레이를 보여줍니다.



tc021f.eps

그림 3-13. 주파수 측정을 가능하게 하는 기능



tc026f.eps

그림 3-14. Hz 디스플레이

특정 푸쉬버튼이 주파수 측정 시에 사용되지 않는 경우 미터는 신호음을 울려서 사용자에게 알려줍니다. 다음은 일반적인 규칙입니다.

- Relative (**REL** Δ), HOLD (**HOLD**), 그리고 MIN MAX (**MIN MAX**)를 사용할 수 있습니다.
- FAST MN MX (**FAST MN MX**)는 사용되지 않습니다.

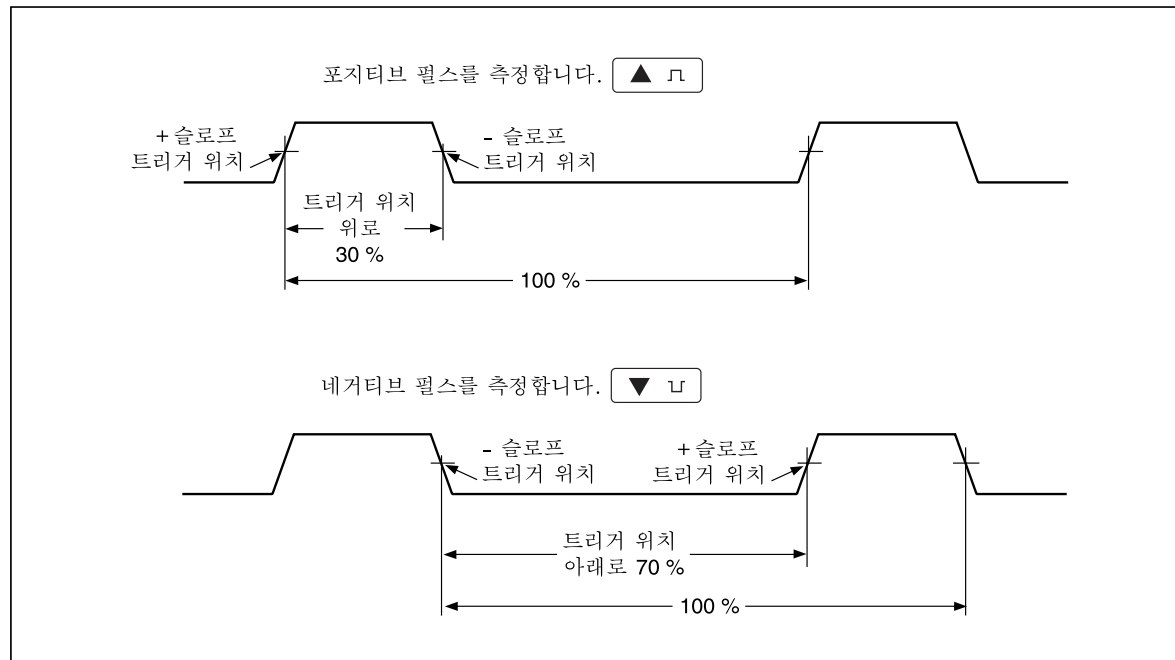
다음은 주파수 측정에 대한 정보입니다.

- 판독값이 0 Hz 이거나 불안정하면, 입력 신호가 트리거 레벨의 아래 또는 근처에 있는 것입니다. 더 낮은 범위를 선택하면 보통 이 문제를 해결할 수 있는데, 이것은 미터의 감도를 증가시킵니다.
- 판독값이 예상했던 값의 배수이면 입력 신호에 이상이 있는 것입니다. 왜곡은 주파수 카운터를 다중 트리거링 시킬 수 있습니다. 더 높은 전압 범위를 선택하면 미터의 감도가 줄어들게 되어 이 문제가 해결됩니다. 일반적으로 표시된 가장 낮은 주파수가 정확한 값입니다.

듀티 사이클 측정

듀티 사이클(또는 듀티 팩터)은 한 사이클 동안 신호가 트리거 레벨의 상하에 있는 시간의 백분율을 말합니다. (그림 3-15).

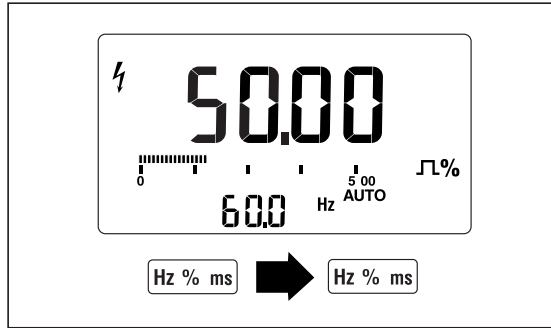
듀티 사이클 모드는 로직 및 스위칭 신호가 켜지거나 꺼지는 시간을 측정하는데 최적입니다. 전자식 연료 분사 시스템과 스위칭 전력 공급기 같은 시스템은 다양한 폭을 가진 펄스에 의해 제어되는데, 이것은 듀티 사이클을 측정하면 확인할 수 있습니다.



ts009f.eps

그림 3-15. 듀티 사이클 측정

듀티 사이클을 측정하려면, 주파수를 측정할 수 있도록 미터를 설치한 다음, [Hz % ms]을 두 번째 누릅니다. 사용자는 [Δ π]을 눌러 포지티브 슬로프에서 트리거하거나 [▽ v]을 눌러 네거티브 슬로프에서 트리거해서 미터가 사용하는 레벨을 선택할 수 있습니다. 일반적인 듀티 사이클은 그림 3-16에 있습니다.



tc027f.eps

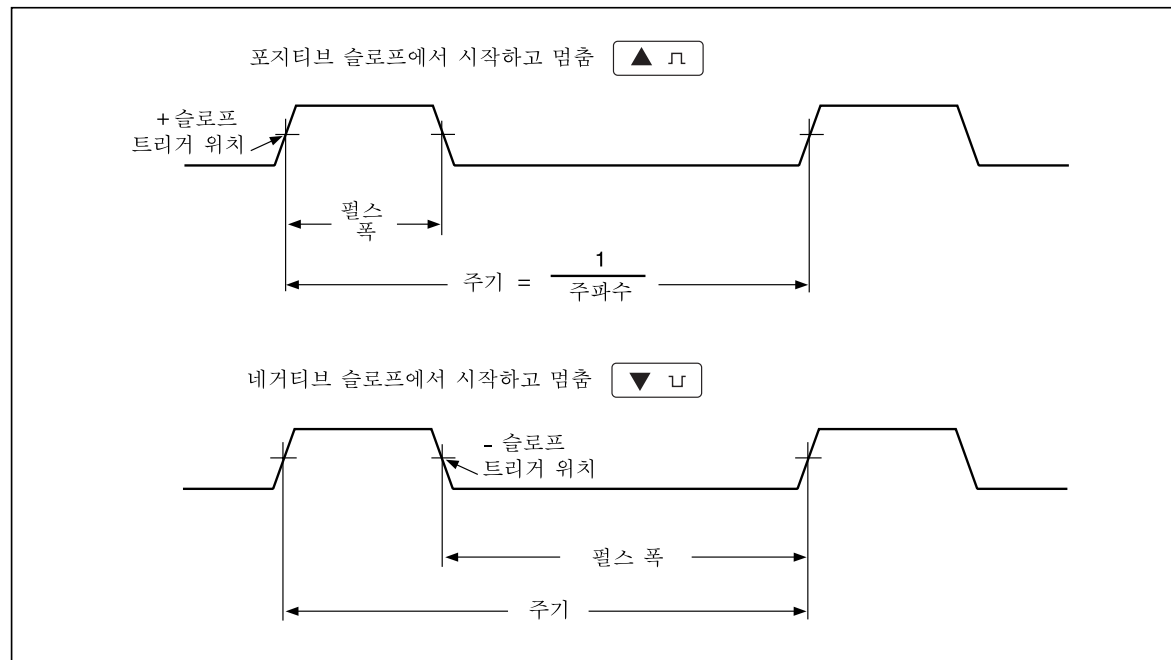
그림 3-16. 듀티 사이클 디스플레이

5 V 논리 신호에는 5 V dc 범위를 사용합니다. 자동차의 12 V 스위칭 신호에는 50 V dc 범위를 사용합니다. 사인파에서는, 다중 트리거링이 발생하지 않는 가장 낮은 AC 또는 DC 범위가 사용됩니다. 수동으로 선택한 낮은 입력 범위가 종종 자동으로 선택된 입력 범위보다 측정 결과가 더 나을 수 있습니다.

만약 듀티 사이클이 불안정하면, AVG 경보 장치가 작동하고 2차 디스플레이에 평균 판독값이 표시될 때까지 [MIN MAX]을 누르십시오.

펄스 폭 측정

펄스 폭 기능은 주어진 주기 동안 신호가 높거나 낮은 시간을 측정할 수 있도록 합니다. 그림 3-17을 참조하십시오. 측정된 파형은 주기성을 가져야 합니다. 다시 말하면 이것의 패턴이 동일한 시간 간격으로 반복되어야 합니다.



ts020f.eps

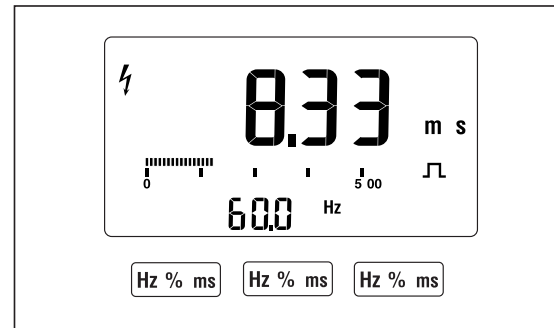
그림 3-17. 펄스 폭 측정

미터는 500.00 또는 1000.0 ms 범위 내에서 펄스 폭을 측정합니다.

펄스 폭을 측정하려면, 주파수를 측정하도록 미터를 설치한 다음, **Hz % ms** 을 두 번 더 누릅니다. 듀티 사이클

기능처럼, Δn 을 눌러 포지티브 슬로프에서 트리거하거나 ∇n 을 눌러 네거티브 슬로프에서 트리거해서 미터가 사용하는 레벨을 선택할 수 있습니다. 일반적인 펄스 폭 디스플레이는 그림 3-18와 같습니다.

사용자는 평균화 기능을 사용해서 펄스 폭 안정성을 개선시킬 수 있습니다. 디스플레이에 "AVG"가 표시될 때까지 MIN MAX 을 누르십시오.



c028f.eps

그림 3-18. 펄스 폭 디스플레이

제 4장 메모리 및 통신 기능 사용

개요

4장에서는 미터에서 지원되는 메모리와 통신 기능의 사용법에 대해 설명합니다.

주의

메모리, 기록 및 저장 기능은 **189 모델에만** 적용됩니다.

메모리 유형

미터기에는 다음과 같은 두 가지 유형(**저장 판독값**과 **기록 판독값**)의 메모리 데이터가 있습니다.

저장 판독값 메모리

저장 판독값은 1차 및 2차 판독값과 기능, 타임 스탬프, 그리고 다양한 기능을 효과적으로 표시하는 디스플레이 아이콘으로 구성됩니다.

기록 판독값 메모리

기록 구간(Log Int)은 미터기나 **FlukeView Forms** 를 사용하여 설정됩니다. 미터기의 디스플레이에 각 기록 구간에 대한 평균 판독값이 나타나며, 계획된 기록 구간에는 안정 및 불안정 기록 판독값이 포함될 수 있습니다. 불안정 기록 판독값은 **AutoHOLD** 기능이 정의한 불안정한 이벤트를 나타냅니다. 사양을 참조하십시오.

보다 자세한 기록 정보를 제공하기 위해, 미터기는 안정 및 불안정 기록 판독값의 각 집합에 대해 높은 값, 낮은 값, 평균값을 저장합니다. 사용자는 **FlukeView Forms** 를 사용하여 이러한 기록 판독값에 접근할 수 있습니다.

일부 기록 판독값에는 **FlukeView Forms** 소프트웨어가 실행되는 PC를 사용해서만 접근할 수 있습니다. **FlukeView Forms** 는 그래픽 형식이나 표 형식으로 화면에 표시하고, 데이터를 인쇄 및 저장합니다.

저장 판독값 저장

현재 화면에 표시된 판독값을 저장 판독값 메모리에 추가하려면  **RANGE** (SAVE)을 누릅니다.

- **SAVEd** 가 잠시 나타나서 작동 중임을 확인시켜 주며, 색인 번호 디스플레이가 1씩 증가합니다.
- 저장 판독값 메모리에 사용할 수 있는 여유 공간이 없으면 **Full** 이 표시됩니다(100개의 판독값이 저장된 후에).

나중에 원래 화면에 표시된 것과 같은 저장 판독값을 볼 수 있습니다. 1차 및 2차 판독값과 기능, 타임 스탬프, 그리고 디스플레이 아이콘이 모두 저장 판독값 메모리에 저장됩니다. (막대 그래프는 저장되지 않습니다.) 예를 들어, dB 수정자가 선택된 상태에서 원래의 판독값이 AC 전압으로 표시되어 있다면, 저장 판독값은 저장된 dB 값을 포함하게 됩니다.

기록 시작

기록을 시작하려면  **REL Δ** (LOGGING)를 누릅니다.

LOG 이 디스플레이에 나타납니다. 기록 구간은 15분으로 미리 설정되어 있습니다.

기록 구간을 변경하려면 제 5장의 “설정 옵션 선택 및 편집”을 참조하십시오. 기록 구간은 최저 1초에서 최고 99분까지 가능합니다. 최소한 288개 구간(15분 간격으로 3일분)을 위한 충분한 미터기 메모리가 있습니다.

FlukeView Forms 를 사용하여 PC 메모리에 추가적인 기록 데이터를 저장합니다.

참고

미터기에서는 기록 판독값 메모리가 비어 있는 경우에만 구간 기록을 시작할 수 있습니다. 아래의 “메모리 지우기” 설명을 참조하십시오.

기록 중지

다음과 같은 경우 기록이 중지됩니다.

-  **Hz % ms** (CANCEL)을 누를 때.
- 저 배터리 상태()를 알리는 등이 깜빡일 때.
- 기록 판독값 메모리가 가득 찼을 때.
- 로터리 스위치의 위치를 변경할 때.

메모리 데이터 보기

다음 절차를 이용하면 메모리 데이터를 볼 수 있습니다.

참고

메모리 데이터를 보려면 현재의 기능으로부터 로터리 스위치를 돌려야 합니다. 스위치를 돌릴 때 선택 사항은 유지되지 않습니다. 메모리 데이터를 본 후에 미터기를 원래 기능으로 돌려 놓으려면 로터리 스위치를 돌리기 전의 기능과 사용 가능한 선택 사항을 알고 있어야 합니다.

1. 측정 소스에서 입력 리드의 연결을 끊습니다.

⚠경고

전기 충격을 피하기 위해, 메모리 데이터를 보기 전에 측정 소스의 테스트 리드 연결을 끊으십시오.

2. 로터리 스위치를 **VIEW MEM** 위치로 돌립니다.

3. 1차 디스플레이에 메모리 데이터가 나타납니다. **VIEW MEM** 디스플레이에 대한 자세한 설명은 그림 4-1을 참조하십시오.

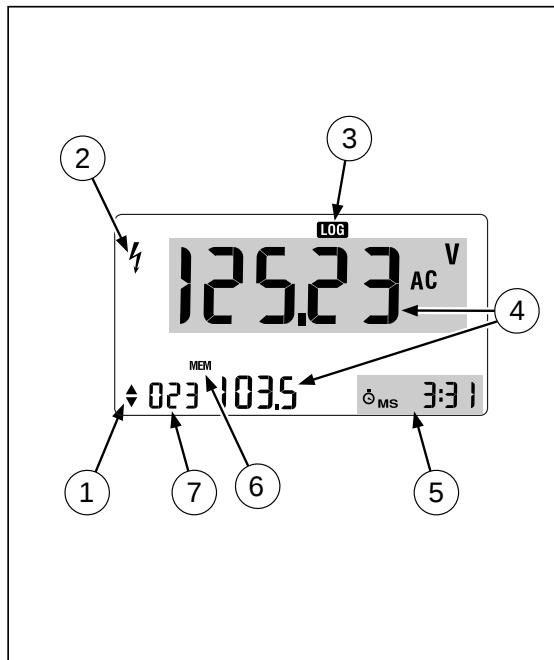
4. 1차 디스플레이 데이터가 기록 판독값이면 **LOG**이 디스플레이에 나타납니다. 두 가지 유형의 메모리 데이터간에 이동이 가능합니다.

저장 판독값을 보려면 **[RANGE]**(SAVE)을 누릅니다.

기록 판독값을 보려면 **[REL Δ]**(LOGGING)를 누릅니다.

더 자세한 기록 판독값 정보를 보려면, *FlukeView Forms* 소프트웨어를 사용하십시오.

5. 디스플레이의 왼쪽 하단 구석에 있는 인덱스는 화면에 표시된 메모리 데이터를 숫자로 식별합니다. **[Δ n]**와 **[▽ n]**를 누르면 추가 메모리 데이터를 볼 수 있습니다.
6. 두 가지 유형의 메모리 데이터 사이에서 이동하려면 단계 4와 5를 반복합니다.
7. 메모리 보기를 종료하려면 로터리 스위치를 다른 위치로 돌립니다. 미터기가 새 기능 위치에 대한 기본 선택으로 돌아간다는 사실을 기억하십시오.



tc035f.eps

그림 4-1. 보기 디스플레이

표 4-1. 보기 디스플레이

번호	항목	설명
①	◆ 화살표 아이콘	높거나 낮은 인덱스 번호의 선택에 $\triangle \nabla$ 나 $\nabla \triangleright$ 을 사용함을 나타냅니다.
②	⚡ 기호	입력 단자에 위험 전압이 있을 수 있습니다.
③	LOG	기록 구간 평균값이 화면에 표시되는지 식별합니다. Off 상태일 때 저장 판독값이 표시됩니다.
④	메모리 데이터	기록 판독값이나 2차 판독값이 표시됩니다.
⑤	타임 디스플레이	타임 스탬프(⌚ off) 또는 경과 시간(⌚ on) 디스플레이를 나타냅니다.
⑥	MEM	보기 기능 작동 중 켜져 있습니다.
⑦	인덱스 번호	보여지는 데이터 항목을 식별합니다.

메모리 지우기

다음 두 가지 방법으로 메모리를 지울 수 있습니다.

- 먼저 로터리 스위치가 **VIEW MEM** 위치에 있으면 파란색 버튼(○)을 눌러서 **CLEAR MEM** 기능을 실행합니다. **[LrP]**이 디스플레이에 나타납니다.

이때 현재 사용 중인 메모리를 지우려면 **[Δn]** (YES)를 누르고, 지우기 절차를 중지하려면 **[▽u]** (NO)를 누르라는 메시지가 나타납니다. 디스플레이는 지울 메모리 유형을 다음과 같이 정의합니다.

LOG 는 기록 판독값 메모리를 지웁니다.

MEM 은 저장 판독값 메모리를 지웁니다.

- 기록을 시작하려 할 때와 기록 판독값 메모리가 비어 있지 않을 때에는 부수적인 지우기 절차가 필요합니다.

[LrP]이 디스플레이에 나타납니다. 기록 판독값 메모리를 지우고 새로운 데이터 기록을 시작하려면, **[Δn]** (YES)를 누릅니다.

지우기 작업을 중지하고 기록을 시작하지 않으려면 **[▽u]** (NO)을 누르십시오.

저장 판독값 메모리가 가득 찬 상태에서 미터기 판독값을 저장하려고 하면, **Full** 이 디스플레이에 표시됩니다. 계속 진행하기 전에 **VIEW MEM** 기능을 사용하여 저장 판독값 메모리를 지워야 합니다.

통신 기능 사용 (187 및 189)

PC-to-meter IR(적외선) 통신 링크를 사용할 때에는 **FlukeView Forms** 설치 안내서 또는 온라인 도움말을 참조하십시오.

IR 통신 링크나 **FlukeView Forms** 소프트웨어를 사용하여 미터의 메모리 내용을 PC로 옮길 수 있습니다.

주의

187과 189 모델은 FlukeView Forms가 실행되는 연결된 컴퓨터에 실시간으로 기록합니다.

189 모델의 경우 사용자가 내부 메모리에 기록하고 컴퓨터에 나중에 연결하여 다운로드할 수 있습니다.

FlukeView Forms 를 사용하면 데이터를 표준(기본) 또는 사용자 정의 형식으로 만들 수 있습니다. 이 형식을 이용해서 데이터를 표나 그래프 형식으로 나타낼 수 있을 뿐만 아니라 사용자의 의견도 볼 수 있습니다. 이 형식을 ISO-9000 및 기타 문서화 요구 사항을 충족시키는데 사용할 수 있습니다.

제 5장 기본 설정값 변경

개요

미터는 출고시 만들어진 설정 옵션들을 변경하여 미터의 기본 작동 설정을 변경할 수 있게 합니다.

다수의 이러한 설정 옵션들은 일반적인 미터 작동에 영향을 주며, 모든 기능에서 활성화합니다. 나머지 설정 옵션들은 하나의 기능 또는 여러 개의 기능에만 한정됩니다.

이 장에 설명된 다음 절차를 통해 이러한 설정들을 저장하고 Setup 모드에서 변경할 수 있습니다.

설정 옵션 선택

Setup 모드를 입력하려면, 미터를 켜고  (SETUP)를 누릅니다.

Setup 모드에서  (SETUP)를 각각 누르면 가장 최근의 선택으로 변경 사항을 저장하고 다음 옵션으로 넘어갑니다.

각 설정 옵션은 표 5-1 및 표 5-2에 보이는 것처럼 순서대로 1차 디스플레이에 나타납니다.

표 5-1의 옵션들은 전제 조건이 부합될 때만 사용 가능합니다. 표 5-2의 옵션들은 모든 기능에 대해 사용 가능합니다. (직렬 전압을 측정할 때 표 5-1에 있는 어떤 전제 조건도 요구되지 않고, 표 5-2에 보이는 선택 사항들만 나타나게 됩니다.)

Setup 모드를 종료하려면  Hz % ms (CANCEL)을 누릅니다. 먼저  를 눌러 가장 최근의 선택을 확실히 저장하십시오.

표 5-1. 기능별 설정 선택

선택	전제 조건	옵션	선택 (◀ ▶)	제품 출하시 기본 설정
000.0 °C 또는 000.0 °F	온도 (°C) 가 선택됨.	온도 오프셋 조정	000.0 °에서 ±100.0 °C (180.0 °F) -◀▶를 사용해 숫자를 증가시키거나 감소시킵니다. ◀▶ 을 사용해 숫자를 선택합니다. 선택된 숫자가 깜박입니다.	000.0 °C (또는 °F)
l Int	모델 189만 가능.	기록 구간	MM:SS -◀▶를 사용해 분이나 초 값을 증가시키거나 감소시킵니다. ◀▶ 을 사용해 분이나 초를 선택합니다. 선택된 값이 깜박입니다.	15:00
db rEF	AC 전압 (dB $\tilde{V}$ 또는 dB mV)이 선택됨.	dB 유형	dbm 또는 dB V (m 또는 V 깜박거림) ◀ ▶ 을 사용해 선택합니다.	dBV
db rEF	AC 전압 (dB $\tilde{V}$ 또는 dB mV) 및 dBm 이 선택됨.	dBm 참조	0001 Ω에서 1999 Ω -◀▶를 사용해 숫자를 증가시키거나 감소시킵니다. ◀▶ 을 사용해 숫자를 선택합니다.	0600 Ω

표 5-2. 일반 설정 선택

선택	옵션	선택	제품 출하시 기본 설정
bEEP	신호음 발생기	YES 또는 no (깜박거림) ◀ ▶ 을 사용해 선택합니다.	YES
0000	디스플레이 숫자	0000 (4) 또는 00000 (5) ◀ ▶ 을 사용해 선택합니다.	00000
bl off	백라이트 타임아웃	MM:SS - ◆를 사용해 분이나 초 값을 증가 또는 감소시킵니다. ◀ ▶ 을 사용해 분이나 초를 선택합니다. 선택된 값이 깜박입니다. 값을 00:00 으로 설정하면 타임아웃이 실행되지 않습니다.	15:00
PrOff	전원 꺼짐 타임 아웃	HH:MM - ◆를 사용해 시간이나 분 값을 증가 또는 감소시킵니다. ◀ ▶ 을 사용해 시간이나 분을 선택합니다. 선택된 값이 깜박입니다.	00:15
Hour	24시간 클럭	HH:MM - ◆를 사용해 시간이나 분 값을 증가 또는 감소시킵니다. ◀ ▶ 을 사용해 시간이나 분을 선택합니다. 선택된 값이 깜박입니다.	00:00
50-60	라인/메인 주파수	60 또는 50 (깜박거림) - ◀ ▶ 을 사용해 선택합니다.	60
FctY	최초의 기본 설정값 복원	YES 또는 no (깜박거림) - ◀ ▶ 을 사용해 선택합니다.	no

선택 및 편집 설정 옵션은 다음과 같습니다.

- 로터리 스위치를 측정 기능으로 돌립니다.
-  를 눌러 다음 설정 옵션으로 진행하고 현재의 선택을 저장합니다.
- 값을 증가시키려면 을 누르고 값을 감소시키려면 을 누릅니다.
-  (<)을 누르면 이전의 숫자 또는 선택으로 되돌아 갑니다.
-  (>)을 누르면 다음 숫자나 선택으로 진행합니다.
- 활동 중일 때는 변경된 다른 숫자나 선택이 깜박입니다.
-   (Hz % ms) (CANCEL)을 누르면 설정 작업을 종료합니다. (먼저  를 눌러 최종 선택 사항을 저장하십시오.)

온도 오프셋 조정

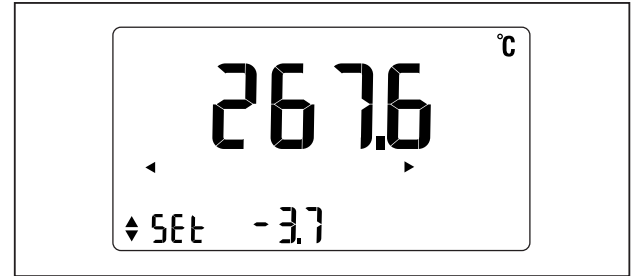
미터가 온도 측정 기능에 있으면 온도 프로브의 오프셋을 설정하는 다음의 절차를 따르십시오.

1. 로터리 스위치를 온도(°C°F)로 돌립니다.
2. 온도 프로브와 프로브 어댑터를 미터의 **COM** 및 **V** 입력에 연결합니다.
3. 온도 프로브와 정확한 온도계를 래그 배스(즉, 등온 액체가 담긴 용기)에 둡니다.
4.  를 눌러 **Setup** 모드와 온도 조정을 입력합니다.

1차 디스플레이가 온도 프로브에서 측정된 값을 보여 줍니다. 이 값은 다른 이전에 저장된 오프셋(2차 디스플레이에 보임)에 의해 조정됩니다. 그림 5-1을 참조하십시오.

필요한 경우, 1차 디스플레이의 온도가 래그 배스 (lag bath) 온도계에 표시된 온도와 같아질 때까지 온도 오프셋을 조정합니다.

1. ○ (▷) 을 누르면 다음 숫자로 진행하고 ⊗ (<) 을 누르면 이전 숫자로 되돌아갑니다.
2. △ n 또는 ▽ u 을 누르면 숫자 값을 증가하거나 감소시킵니다.
3. [] ⊗ 를 눌러 변경 사항을 저장합니다.
4. [] Hz % ms 을 눌러 Setup을 종료합니다.



tc041f.eps

그림 5-1. 온도 오프셋 조정

디스플레이 해상도 선택 (3 1/2 또는 4 1/2 자리)

더 많은 기능을 위해 미터가 측정값을 3-1/2 자리로 디스플레이 할지 4-1/2 자리로 디스플레이 할지 선택할 수 있습니다.

- 3-1/2 자리 설정은 응답 시간은 빠르지만 해상도가 낮아집니다.
- 4-1/2 자리 설정은 응답 시간은 느리지만 해상도가 높아집니다. 4-1/2 자리 디스플레이는 연속성, 컨덕턴스, 정전 용량, FAST MN MX를 제외한 나머지 모든 기능을 사용할 때 유용합니다.

디스플레이 해상도를 선택하려면:

1. **8888 (3-1/2 숫자용)** 또는 **88888 (4-1/2 숫자용)**이 디스플레이에 표시될 때까지  를 누릅니다.
2. 선택을 변경하려면  (<) 또는  (>)을 누릅니다.
3.  를 눌러 선택을 저장하고 다음 설정 선택을 진행합니다.

전원 꺼짐 타임아웃 설정

1. 디스플레이에 **Pr OFF**가 나타날 때까지  를 누릅니다.

시간과 분 단위로 현재의 전원 꺼짐 시간이 디스플레이의 오른쪽 하단 구석에 4자리 숫자로 표시됩니다. 최대 타임아웃 설정은 23시간 59분입니다. 최소 설정(00:00)은 전원 꺼짐 타임아웃이 작동하지 않도록 합니다.
2. 숫자 사이에서  (진행함) 또는  (되돌아감)를 누릅니다.
3. 원하는 숫자가 선택되었으면(깜박거림),   (증가) 또는   (감소)을 누릅니다.
4. 원하는 자리수로 설정했으면  를 눌러 설정 사항을 저장하고 다음 설정 선택으로 진행합니다.

24시간 클럭 설정

미터는 HOLD, AutoHOLD, MIN MAX, FAST MN MX, SAVE, 및 LOGGING 작업 중에 24시간 클럭 측정값을 타임 스탬프로 사용합니다.

최대 23:59 까지 가능한 시간과 분을 설정할 수 있습니다.

주의

미터는 모든 MIN MAX 판독값에 대해 경과 시간을 사용합니다. 경과 시간은 분:초의 단위로 최대 59:59까지 표시되며 그 다음에는 시간:분 단위로 바뀝니다.

24시간 클럭을 변경하려면:

1. 디스플레이에 Hour 가 나타날 때까지  를 누릅니다. 그러면 디스플레이 하단 오른쪽 구석에 있는 시간이 깜박이기 시작합니다.
2.  또는  을 눌러 시간 값을 증가시키거나 감소 시킵니다.

3. ()을 눌러 분 설정을 진행합니다. 분이 깜박이기 시작합니다.
4.  또는  을 눌러 분 값을 증가시키거나 감소시킵니다.
5.  를 눌러 선택사항을 저장하고, 다음 선택으로 진행합니다.

라인(메인) 주파수 설정

미터는 배터리 전원에서만 작동하지만 라인 (메인) 전원의 주파수(50 또는 60 Hz)를 기입하는 것이 중요합니다. 이것은 미터가 관련 노이즈를 걸러 내도록 합니다.

라인(메인) 주파수를 변경하려면:

1. 디스플레이에 50-60 이 나타날 때까지  를 누릅니다.
2.  또는  을 눌러 선택 및 정확한 주파수를 변경합니다.
3.  를 눌러 선택을 저장하고 다음 선택을 진행합니다.

제품 출하시 기본 설정으로 복원

미터는 공장에서 설정 옵션들이 미리 설정되어서 나옵니다. 이 제품 출하시 설정은 표 5-1과 표 5-2에 있습니다. 다음과 같이 하면 이 설정값을 항상 다시 복원할 수 있습니다.

1. 디스플레이에 **Fcty** 이 나타날 때까지  를 누릅니다.

2.  를 눌러 **YES**를 선택하고  를 눌러 **no**를 선택합니다.

YES를 선택하면 모든 설정 옵션이 제품 출하 시의 기본 설정으로 전환된다는 것을 기억하십시오. 개인적으로 선택 사항을 구분할 수 없습니다.

3.  를 누르면 설정 절차를 종료하고 선택 사항을 실행합니다.

단계 2에서 **YES**를 선택하면 모든 제품 출하 시의 기본 설정 값이 복원됩니다.

no를 선택하면 **Setup** 모드에서 만들어진 선택 사항들이 실행됩니다.

설정 옵션 저장

각 설정 옵션에서  를 누르면 선택 사항을 저장하고 다음 옵션으로 진행합니다.

최종 옵션을 저장한 경우, 이 절차는 설정 모드를 종료합니다.

현재 옵션을 저장하지 않고 **Setup** 모드를 종료하려면 **Hz % ms** (**CANCEL**)을 누릅니다.

이전에  를 사용해 저장한 선택 사항들은 계속 보존됩니다.

제 6장 유지 보수

개요

이 장에서는 조작자가 수행하는 기본적인 유지보수에 대해 설명합니다. 캘리브레이션 및 성능 테스트 정보가 필요하시면 **187 & 189 Service Manual (PN154337)**를 주문하십시오.

일반 유지 보수

케이스를 중성 세제와 물에 적신 천으로 정기적으로 닦아주십시오. 용제나 연마제를 사용하지 마십시오.

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

1. 미터를 끄고 모든 테스트 리드를 제거합니다.
2. 터미널 안에 있을 수 있는 먼지를 흔들어 털어냅니다.

3. 형값을 알코올에 적십니다. 각 터미널의 안팎을 걸레질 합니다.

퓨즈 테스트

전류를 측정하기 전에, 그림 6-1처럼 해당 퓨즈를 테스트하십시오. 테스트 결과 판독값이 표시된 값과 다르면, 미터를 서비스 받으십시오.

⚠경고

감전이나 개인적인 상해를 피하기 위해 배터리 또는 퓨즈를 교체하기 전에 테스트 리드와 모든 입력 신호를 제거하십시오. 손상 또는 상해를 방지하기 위해 제 7장에 표시된 전류, 전압, 및 정격 반응 속도를 가진 특수한 교체 퓨즈만을 설치해야 합니다.

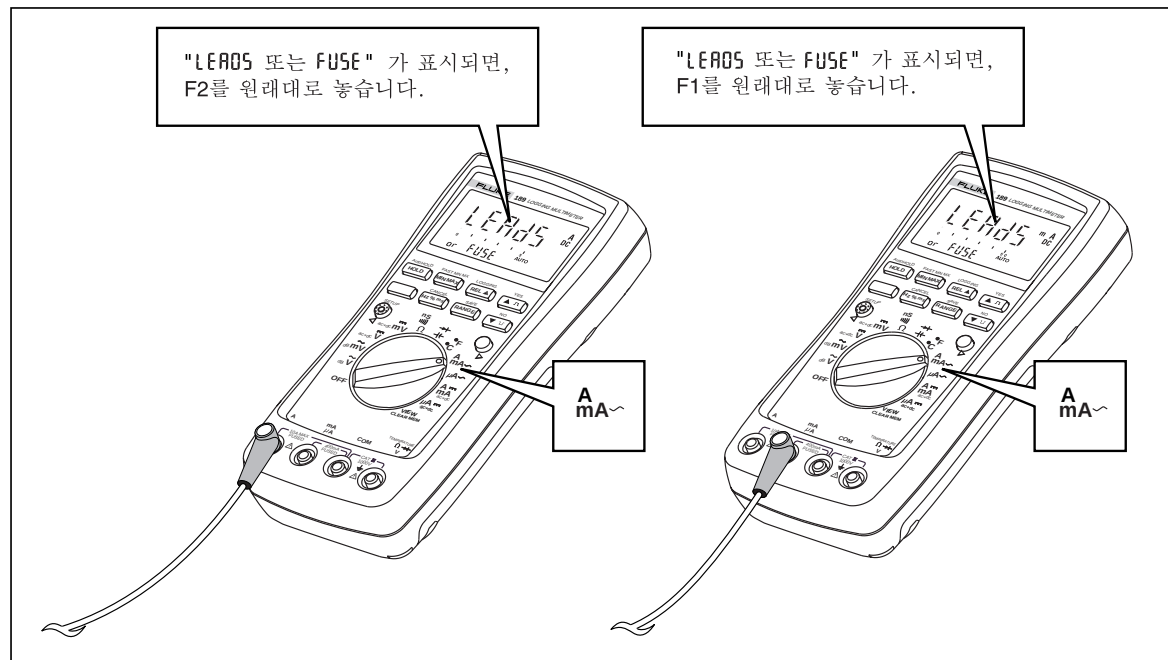


그림 6-1. 현재 퓨즈 테스트

act038f.eps

배터리 교체

4개의 AA 배터리(NEDA 15A, 또는 IEC LR6)를 사용해서 배터리를 교체합니다.

경고

감전이나 개인 상해를 일으킬 수 있는 판독 값 오류를 예방하려면 배터리 표시(+■)가 나타나자마자 배터리를 갈아 끼워야 합니다.

다음과 같이 배터리를 교체하십시오(그림 6-2를 참조하십시오).

1. 로터리 스위치를 OFF에 두고 테스트 리드를 터미널로부터 제거합니다.
2. 표준 드라이버를 사용해 배터리 문 나사를 시계 반대 방향으로 돌려서 배터리 문을 제거합니다.
3. 배터리를 교체하고 배터리 덮개를 원위치 시킵니다. 나사를 시계방향으로 4분의 1 돌려서 문을 단단히 잠급니다.

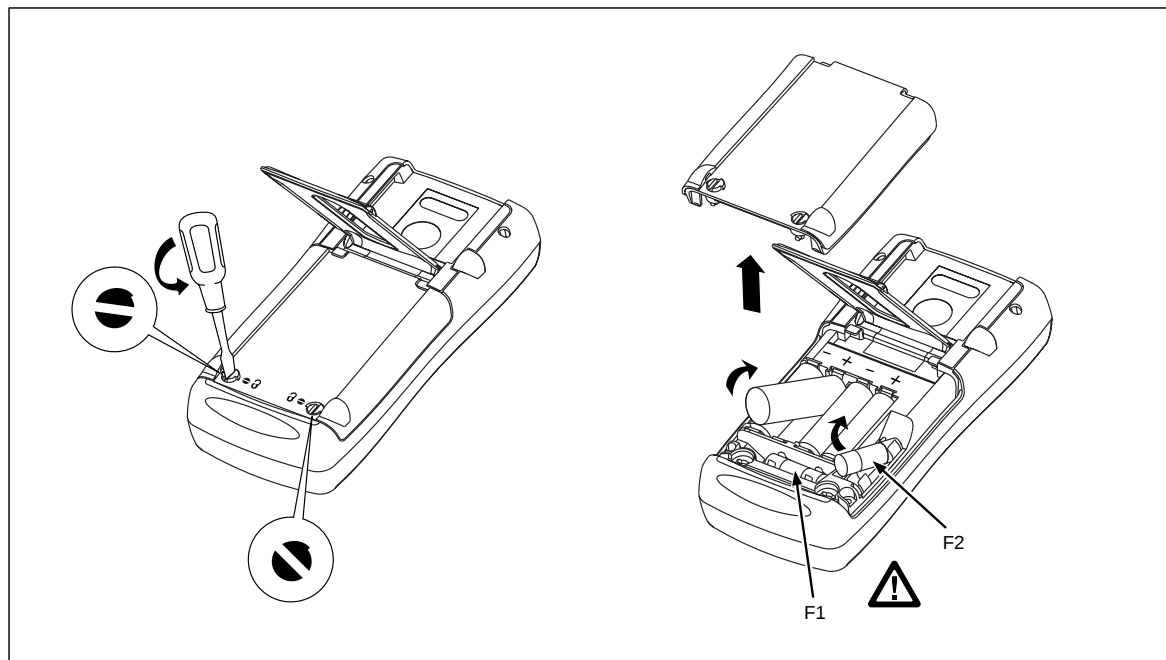


그림 6-2. 배터리 및 퓨즈 교체

tc037f.eps

퓨즈 교체

⚠경고

미터에 전기 충격이나 손상이 가해지는 것을 방지하려면, 표 6-1에 지정된 교체 퓨즈만을 사용하십시오.

그림 6-2를 참조하면서, 다음과 같이 미터의 퓨즈를 교체하십시오.

1. 로터리 스위치를 OFF에 두고 테스트 리드를 터미널로부터 제거합니다.
2. 표준 드라이버를 사용해 배터리 액세스 도어를 시계 반대 방향으로 돌려서 배터리 문을 제거합니다.
3. 풀려있는 퓨즈의 한쪽 끝을 천천히 들어 올린 다음 밀어서 받침대로부터 빼내어 퓨즈를 제거합니다.
4. 제 7 장에 표시된 전류, 전압, 및 정격 반응 속도를 가진 특수한 교체 퓨즈만을 설치해야 합니다.
5. 배터리 문을 재설치합니다. 나사를 시계방향으로 4분의 1 돌려서 문을 단단히 잠급니다.

사용자 교체가 가능 부품

사용자가 교체할 수 있는 부품의 목록은 표6-1에 있습니다. 이 부품들은 Fluke에 연락하여 주문할 수 있습니다. 1장의 “Fluke 연락 방법”을 참조하십시오.

문제점이 발생하면

미터가 올바르게 작동하지 않는 것처럼 보일 때:

1. 손상이 있는지 케이스를 점검합니다. 손상이 발견되면, Fluke에 연락하십시오. 제 1장에 있는 “Fluke 연락 방법”을 참조하십시오.
2. 배터리, 퓨즈, 테스트 리드를 점검하고 필요하다면 교체하십시오.
3. 이 설명서를 참고해서 기계가 정상적으로 작동하는지 확인하십시오.
4. 미터가 여전히 작동하지 않으면 해당 지역의 Fluke 문의처에서 알려드리는 곳으로 제품을 안전하게 포장해서 우송료를 선불한 상태로 보내십시오. 문제점에 대한 설명을 같이 보내 주십시오. Fluke는 수송 중에 일어난 손상에 대해서는 책임을 지지 않습니다.

보증 기간 동안 미터는 무료로 수리 또는 교환됩니다(Fluke의 판단에 따라). 보증 기간은 등록 카드를 참조하십시오.

표 6-1. 사용자-교체가능 부품

설명	참조 표식	부품 번호	수량
액세스 도어,배터리/퓨즈	MP 14	666446	1
Tilt-Stand	MP8	659026	1
Accessory Mount	MP9	658424	1
⚠ 퓨즈, 0.44 A, (44/100 A, 440 mA), 1000 V, FAST	F1	943121	1
⚠ 퓨즈, 11 A, 1000 V, FAST	F2	803293	1
배터리, 1.5 V, 0-15 mA, AA 알카라인	H8, H9, H10, H11	376756	4
패스너, 배터리/퓨즈 액세스 도어	H12, H13	948609	2
나사, Phillip-Head	H4, H5, H6, H7	832246	4
AC70A 악어 클립 (검정색)	MP38	738047	1
AC70A 악어 클립 (빨간색)	MP39	738120	1
TL71 정각 테스트 리드 세트	MP34	802980	1
시작 설명서	(TM1-TM5)	(각주 참조)	5
CD-ROM (사용 설명서 포함)	(TM6)	1576992	1
시작하기 설명서 주문 번호: 영어=1547486; 프랑스어, 독일어, 이탈리아어, 네덜란드어=1555282; 덴마크어, 핀란드어, 노르웨이어, 스웨덴어=1555307; 프랑스어, 스페인어, 포르투갈어=1555294; 중국어 간체, 중국어 번체, 한국어, 일본어, 타이어=1555282			

제 7 장 사양

안전 및 준수 사항

터미널과 접지 사이의 최대 전압	1000 V DC 또는 rms AC
준수 사항 - 듀얼 정격	1000 V 과전압 범주 III(공해 지수 2)에 대한 IEC 1010-1 및 IEC 664-1 에서 600 V 과전압 범주(공해 지수 2)에 대한 IEC 664-1 준수 *
인증서(인증 완료 및 인증 중)	표준 CSA/CAN C22.2 No. 1010.1-92 를 준수한 CSA 표준 UL 3111 을 준수한 UL 표준 EN 61010 Part 1-1993 을 준수한 TÜV
서지 보호	IEC 1010.1-92에 대해 8 kV 피크 인증
⚠ 퓨즈 보호(mA 또는 μ A 입력에 대한)	0.44 A (44/100 A, 440 mA), 1000 V, FAST 퓨즈
⚠ 퓨즈 보호(A 입력에 대한)	11 A, 1000 V, FAST 퓨즈
마크	CE,  , UL 및 TÜV
* 과전압(설치) 범주는 지정된 공해 지수에 제공되는 임펄스 저항 전압(Impulse Withstand Voltage) 보호 레벨을 의미합니다. - 과전압 범주 III 장비는 고정 설치되는 장비입니다. 이러한 장비로는 개폐기 및 다상 모터 등이 있습니다. - 과전압 범주 IV 장비는 원래 설치 장소에서 사용하기 위한 장비입니다. 이러한 장비로는 전기 계기와 1 차 과전류 보호 장비가 있습니다.	

외부 사양

디스플레이(LCD)	디지털: 50000/5000 카운트 1차 디스플레이, 5000 카운트 2차 디스플레이; 업데이트 4회/초. 아날로그: 51개의 세그먼트, 업데이트 40회/초.
작동 온도	-20 °C 에서 +55 °C
저장 온도	-40 °C 에서 +60 °C
온도 계수	0.05 x (지정된 정확도) / °C (18 °C 미만 또는 28 °C 초과)
상대 습도	0 %에서 90 % (0 °C에서 35 °C) 0 %에서 70 % (35 °C에서 55 °C)
고도	작동: EN61010 CAT III에 따라, 0-2000미터 높이에서 1000 V; CAT IV, 600 V EN61010 CAT II, 1000 V, EN61010 CAT III에 따라, 0-3000미터, 600 V, CAT IV, 300 V 보관: 10000미터
배터리 유형	4 AA 알카라인, NEDA 15 A 또는 LR6
배터리 수명	통상 72 시간 (백라이트가 꺼진 상태로)
충격 진동	Class II 장비용 Per MIL-T-PRF 28800
전자기 호환성 (EMC)	민감도 및 방출: EN61326-1에 따른 상업용 제한
크기	10.0 cm x 20.3 cm x 5.0 cm (3.94 in x 8.00 in x 1.97 in) (부속 장착물은 포함 안한 경우)
무게	545 그램 (1.2 lbs.)
케이스 밀봉	IP-42에 대해 IEC 529, Section 3
보증 기간	제품 수명
캘리브레이션 간격	1 년

특징 요약

특징	설명
이중 디지털 디스플레이 아날로그 막대 그래프	1차: 50,000 카운트 2차: 5,000 카운트 막대 그래프: 51개의 세그먼트, 업데이트 40회/초
2 가지 밝기로 조절되는 백라이트	빛이 약한 곳의 판독값이 잘 보이도록 하기 위한 밝은 흰색 백라이트
고속 자동 범위	미터가 자동적으로 최상의 범위를 즉각 선택합니다.
100 kHz로 정해진 AC+DC 트루 rms, ac rms	AC 전용, AC 와 DC 이중 디스플레이 또는 AC+DC 판독값을 위한 선택 사항
dBm, dBV	dBm에 대한 사용자 선택 임피던스 참조
AutoHOLD	디스플레이에서 판독값을 유지합니다.
연속성/개방성 테스트	저항이 임계값보다 낮음을 알리거나 순간 개방 회로가 있음을 나타내기 위해 신호음을 냅니다.
고속 막대 그래프	피크화와 영점화를 위한 51개의 세그먼트
듀티 사이클/펄스 폭	신호가 on 또는 off 상태인지를 % 또는 천분의 1초 단위로 측정합니다.
MIN MAX 모드 24시간 타임 스탬프가 있는 FAST MN MX	최대, 최소, 또는 평균 값을 기록합니다. MAX 또는 MIN용 24시간 클럭, AVG 용 경과 시간. FAST MN MX는 250 μ sec까지 피크를 캡처합니다.
케이스를 열지 않은 채 캘리브레이션	내부 조정 불필요
배터리/퓨즈 액세스 도어	캘리브레이션을 유지하면서 교환 가능한 배터리 또는 퓨즈
고충격 오버몰드 케이스	보호용 가죽 케이스 사용

기본 사양

기능	범위/설명
DC 전압	0 에서 1000 V
AC 전압, 트루 RMS	2.5 mV 에서 1000 V – 100 kHz 대역폭
기본 정확도	DC 전압: 0.025 % AC 전압: 0.4 %
DC 전류	0 에서 10 A (30초 동안 20 A)
AC 전류, 트루 RMS	25 μ A 에서 10 A (30초 동안 20 A)
저항	0 에서 500 M Ω
컨덕턴스	0 에서 500 nS
정전 용량	0.001 nF 에서 50 mF
다이오드 테스트	3.1 V
온도	-200 °C 에서 1350 °C (-328 °F 에서 2462 °F)
주파수	0.5 Hz 에서 1000 kHz
LOGGING 구간 (모델 189만 해당)	최소 288개의 간격이 저장될 수 있습니다. 선택 사양인 PC 소프트웨어를 통해서만 볼 수 있도록, 최대 704의 불안정 이벤트 값(AutoHOLD 참조)이 LOGGING 메모리에 자동으로 추가됩니다. 신호가 안정적이면 추가 간격은 최대 995개까지 기록됩니다.
SAVE 판독값 (모델 189만 해당)	최대 100개의 판독값을 LOGGING 메모리와는 별도의 메모리에 저장할 수 있습니다. 이 판독값은 VIEW MEM을 사용하여 볼 수 있습니다.

자세한 정확도 사양

정확도는 18 °C – 28 °C(64 °F – 82 °F), 상대 습도 90 %까지의 환경에서, 캘리브레이션 후 1년 동안 유효합니다. 정확도 사양은 다음과 같습니다:

$$\pm ([\text{판독값의 \%}] + [\text{최소 유효 숫자 수}])$$

AC mV, AC V, AC μ A, AC mA 및 AC A 사양은 ac 커플 및 트루 rms이며, 5 % 범위에서 100 % 범위까지 유효합니다. 전체 배율에서 1.5이고 절반 배율에서 3.0이 되는 3000 mV 및 1000 V 범위를 제외하고, AC 최상 인수는 전체 배율에서 최대 3.0까지 가능합니다.

			정확도				
기능	범위	해상도	45 Hz-1 kHz	20-45 Hz	1 kHz-10 kHz	10 kHz-20 kHz	20 kHz-100 kHz
AC mV ^{1,2}	50.000 mV	0.001 mV	0.4 % + 40	2 % + 80	5 % + 40	5.5 % + 40	15 % + 40
	500.00 mV	0.01 mV	0.4 % + 40	2 % + 80	5 % + 40	5.5 % + 40	8 % + 40
	3000.0 mV	0.1 mV	0.4 % + 40	2 % + 80	0.4 % + 40	1.5 % + 40	8 % + 40
AC V ^{1,2}	5.0000 V	0.0001 V	0.4 % + 40	2 % + 80	0.4 % + 40	1.5 % + 40	8 % + 40
	50.000 V	0.001 V	0.4 % + 40	2 % + 80	0.4 % + 40	1.5 % + 40	8 % + 40
	500.00 V	0.01 V	0.4 % + 40	2 % + 80	0.4 % + 40	지정되지 않음	지정되지 않음
	1000.0 V	0.1 V	0.4 % + 40	2 % + 80	0.4 % + 40	지정되지 않음	지정되지 않음
dBV	-52에서 -6	0.01 dB	0.1 dB	0.2 dB	0.5 dB	0.5 dB	1.4 dB
	-6에서 +34	0.01 dB	0.1 dB	0.2 dB	0.1 dB	0.2 dB	0.8 dB
	+34에서 +60	0.01 dB	0.1 dB	0.2 dB	0.1 dB	지정되지 않음	지정되지 않음
1. 5,000 카운트 모드의 경우, 최소 유효 숫자수(카운트)를 10으로 나눕니다. 2. 도선이 단락된 상태에서 8~180개의 숫자로 되어 있는 나머지 판독값은 공인된 정확도에 범위의 5 % 이상 영향을 미치지 않습니다.							

Model 187 & 189

사용자 설명서

			정확도			
기능	범위	해상도	45-1 kHz	20-45 Hz	1-20 kHz	20 kHz-100 kHz
AC μ A	500.00 μ A	0.01 μ A	0.75 % + 20	1 % + 20	0.75 % + 20	6 % + 40
	5,000.0 μ A	0.1 μ A	0.75 % + 5	1 % + 5	0.75 % + 10	2 % + 40
AC mA	50.000 mA	0.001 mA	0.75 % + 20	1 % + 20	0.75 % + 20	9 % + 40
	400.00 mA	0.01 mA	0.75 % + 5	1 % + 5	1.5 % + 10	4 % + 40
AC A	5.0000 A	0.0001 A	1.5 % + 20	1.5 % + 20	6 % + 40	지정되지 않음
	10.000 A ¹	0.001 A	1.5 % + 5	1.5 % + 5	5 % + 10	지정되지 않음
1. 최대 35 °C까지는 지속적으로 10 A이고, 10분 미만 동안 35 °C에서 55 °C 사이값임. 최대 30초 동안 20 A 과부하를 받음.						

기능	범위	해상도	정확도	정확도 듀얼 디스플레이 AC 또는 AC+DC ³		
			DC	20 - 45 Hz	45 Hz - 1 kHz	1 kHz-20 kHz
DC mV	50.000 mV	0.001 mV	0.1 % + 20	2 % + 80	0.5 % + 40	6 % + 40
	500.00 mV	0.01 mV	0.03 % + 2			2 % + 40
	3000.0 mV	0.1 mV	0.025 % + 5			
DC V	5.0000 V	0.0001 V	0.025 % + 10 ²			지정되지 않음
	50.000 V	0.001 V	0.03 % + 3 ²			
	500.00 V	0.01 V	0.1 % + 2 ²			지정되지 않음
	1000.0 V	0.1 V	0.1 % + 2 ²			지정되지 않음
DC μA	500.00 μA	0.01 μA	0.25 % + 20	1 % + 20	1.0 % + 20	2 % + 40
	5,000.0 μA	0.1 μA	0.25 % + 2	1 % + 10	0.75 % + 10	2 % + 40
DC mA	50.000 mA	0.001 mA	0.15 % + 10	1 % + 20	0.75 % + 20	2 % + 40
	400.00 mA	0.01 mA	0.15 % + 2	1 % + 10	1 % + 10	3 % + 40
DC A	5.0000 A	0.0001 A	0.5 % + 10	2 % + 20	2 % + 20	6 % + 40
	10.000 A ¹	0.001 A	0.5 % + 2	1.5 % + 10	1.5 % + 10	5 % + 10
1. 최대 35 °C 까지는 지속적으로 10 A 이고, 10 분 미만 동안 35 °C 에서 55 °C 사이값임. 최대 30 초 동안 20 A 과부하를 받음. 2. 듀얼 디스플레이 DC 또는 AC+DC 에서는 20 카운트. 3. AC mV 및 V 에 대해 알려면 AC 변환 메모를 참조하십시오.						

기능	범위	해상도	정확도
저항 ¹	500.00 Ω	0.01 Ω	0.05 % + 10 ³
	5.0000 kΩ	0.0001 kΩ	0.05 % + 2
	50.000 kΩ	0.001 kΩ	0.05 % + 2
	500.00 kΩ	0.01 kΩ	0.05 % + 2
	5.0000 MΩ	0.0001 MΩ	0.15 % + 4 ²
	30.000 MΩ	0.001 MΩ	1 % + 4 ²
	100.0 MΩ	0.1 MΩ	3 % + 2 ⁴
	500.0 MΩ	0.1 MΩ	10 % + 2 ⁴
컨덕턴스	50.00 nS	0.01 nS	1 % + 10

1. 5,000 카운트 모드의 경우, 최소 유효 숫자수(카운트)를 10으로 나눕니다.

2. 상대 습도가 70 %보다 큰 경우, 저항 정확도는 1 MΩ 이상에서 0.5 % 이며 10 MΩ 이상에서 2.5 %입니다.

3. 상대 모드(REL Δ)를 사용해서 나머지 판독값을 0으로 만듭니다.

4. 위에 설명한 정확도를 얻으려면 스위치를 컨덕턴스 모드로 돌리고 개방 회로 판독값이 0.10 nS 미만인지 확인하십시오.

기능	범위	해상도	정확도
정전 용량 ²	1.000 nF	0.001 nF	2 % + 5
	10.00 nF	0.01 nF	1 % + 5
	100.0 nF	0.1 nF	
	1.000 μ F	0.001 μ F	
	10.00 μ F	0.01 μ F	
	100.0 μ F	0.1 μ F	
	1000 μ F	1 μ F	
	10.0 mF	0.01 mF	
	50.00 mF	0.01 mF ³	3 % + 10
다이오드 테스트 ¹	3.1000 V	0.0001 V	2 % + 20

1. 5,000 카운트 모드의 경우, 최소 유효 숫자수(카운트)를 10으로 나눕니다.

2. 필름 커패시터 또는 더 나은 제품의 경우, 상대 모드(REL Δ)를 사용하여 1.000 nF 와 10.00 nF 범위에서 나머지를 제로화합니다.

3. 아주 경미한 자리는 10 mF 이상에서는 작동하지 않습니다.

기능	범위	해상도	정확도
주파수	500.00 Hz	0.01 Hz ¹	$\pm (0.0050 \% + 1)$
	5.0000 kHz	0.0001 kHz	
	50.000 kHz	0.001 kHz	
	999.99 kHz	0.01 kHz	
듀티 사이클	10.00 %에서 90.00 %	0.01 %	$\pm ((\text{전압 범위/입력 전압}) \times 300 \text{ 카운트})^{5,6}$
펄스 폭	499.99 ms	0.01 ms	$\pm (3 \% \times (\text{전압 범위/입력 전압}) + 1 \text{ 카운트})^{5,6}$
	999.9 ms	0.1 ms	
온도	-200에서 +1350 °C	0.1 °C	$\pm (\text{판독값의 } 1 \% + 1 \text{ }^{\circ}\text{C})^{2,3}$
	-328에서 +2462 °F	0.1 °F	$\pm (\text{판독값의 } 1 \% + 1.8 \text{ }^{\circ}\text{F})^{2,3}$
MIN MAX AVG	응답: 80 %에 대해 100 ms		지정된 정확도: 변경이 200 ms 이상 지속되면 ± 12 카운트 (AC 포함시, 변경이 350 ms 이상 지속되고 입력 전류가 전류 범위의 25 % 이상이면 ± 40 카운트)
FAST MN MX	250 μs^4		최대 5,000 카운트(전범위) 판독값까지 지정 정확도 ± 100 카운트. 이 이상의 피크 판독값(20,000 카운트까지)의 경우 지정 정확도는 전체 판독값의 $\pm 2 \%$

1. 판독값은 0.5 Hz 미만 신호에 대해 0.00입니다.

2. 작동 주기와 펄스 폭은 14.5 Hz 이상의 반복 파형으로 작동합니다.

3. 정확도 사양은 사용자 조정가능 온도 오프셋에 상대적이며, 주위 온도가 $\pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 내에서 안정되어 있다고 가정합니다.

4. 반복되는 피크: 단일 이벤트의 경우 2.5 ms. DC 기능 설정을 20 Hz 이하로 사용하십시오. 50 mV 범위는 지정되지 않음.

5. VDC, 500 mVDC 및 3000 mVDC 기능을 제외한 5 Hz 이상의 주파수: 0.5 Hz에서 1 kHz. 신호는 트리거 레벨을 중심으로 정렬됩니다.

6. 범위/입력 비율은 전류 기능에도 적용됩니다. 10 A 범위에 대해 5 % 또는 500 카운트.

주파수 카운터 감도

입력 범위	VAC 감도 근사값 (RMS 사인파) ¹		VAC 대역폭 ³	VDC 트리거 단계 근사값 ¹	VDC 대역폭 ³
	15 Hz 에서 100 kHz ²	500 kHz ²			
50 mV	5 mV	10 mV	1 MHz	-5 mV & 5 mV	1 MHz
500 mV	20 mV	20 mV	1 MHz	5 mV & 65 mV	1 MHz
3000 mV	500 mV	2000 mV	800 kHz	140 mV & 200 mV	90 kHz
5 V	0.5 V	2.0 V	950 kHz	1.4 V & 2.0 V	14 kHz
50 V	5 V	5.0 V	1 MHz	0.5 V & 6.5 V	> 400 kHz
500 V	20 V	20 V	1 MHz	5 V & 65 V	> 400 kHz
1000 V	100 V	100 V	> 400 kHz	5 V & 65 V	> 400 kHz

1. 최대 입력 = 10 x 범위 (1000 V max). 저 주파수 및 진폭에서 잡음은 정확도에 영향을 미칠 수 있습니다.
 2. 0.5 Hz 및 1000 kHz 까지 감소된 민감도에서 사용할 수 있습니다.
 3. 전체 눈금이 있는 일반 주파수 대역폭 (또는 최고 2×10^7 V-Hz 제품) RMS 사인파.

부담 전압 (A, mA, μ A)

기능	범위	부담 전압 (통상)
mA - μ A	500.00 μ A	102 μ V / μ A
	5000 μ A	102 μ V / μ A
	50.000 mA	1.8 mV / mA
	400.00 mA	1.8 mV / mA
A	5.0000 A	0.04 V / A
	10.000 A	0.04 V / A

입력 임피던스

기능	입력 임피던스 (공칭)					
전압, mV	10 MΩ, 100 pF 미만					
	일반 모드 거부			정상 모드 거부		
DC 전압, mV	DC 및 50 Hz, 또는 60 Hz ± 0.1 %에서 100 dB 이상			50 Hz 또는 60 Hz ± 0.1 %에서 90 dB 이상		
AC 전압, mV	> 90 dB dc 에서 60 Hz					
	개방 회로 테스트 전압			풀스케일 전압		
				5 MΩ까지		30 MΩ + nS
옴	5 V 미만			500 mV		3.1 V
다이오드 테스트	5 V 미만			3.1000 V		
	통상적인 단락 회로 전류					
	500 Ω	5 kΩ	50 kΩ	500 kΩ	5 MΩ	30 MΩ
옴	1 mA	100 μA	10 μA	1 μA	0.1 μA	0.1 μA
다이오드 테스트	1 mA (일반적)					