

FLUKE®

80 Series III

Multimeters

사용자 설명서

October 1997 Rev. 3, 3/01 (Korean)

© 1997 – 2001 Fluke Corporation. All rights reserved. Printed in USA.

All product names are trademarks of their respective companies.

제한적 품질 보증 및 배상 책임의 제한

Fluke Corporation의 본 제품은 정상적인 사용과 서비스에서 재료 및 제작 상의 결함으로부터 제품의 수명이 다할 때까지 품질이 보증됩니다. 이 보증은 원 구입자 또는 인가된 **Fluke** 판매점의 최종 고객에게만 적용되며, 퓨즈, 배터리 또는 오용, 개조, 태만, 사고 또는 비정상 상태에서의 작동 및 취급에 기인한 손상은 포함되지 않습니다. **Fluke**는 90일 동안 소프트웨어가 적절한 **Fluke** 기계와 함께 기능적 사양에 따라 작동할 것과 결함없는 매체에 올바르게 기록되었음을 보증합니다.

Fluke는 소프트웨어가 오류나 중단없이 작동할 것을 보증하지 않습니다.

인가된 **Fluke** 판매점은 본 품질 보증을 사용하지 않은 새로운 제품에 대해 최종 고객에게 제공할 수 있지만 그 외의 어떤 보증도 **Fluke**를 대신하여 추가로 제공할 수 없습니다.

Fluke의 품질 보증 책임은 보증 기간내에 인가된 **Fluke** 서비스 센터에 반환된 결함 제품에 한해 **Fluke**의 결정에 따라 구입가 환불, 무상 수리 또는 결함 제품 대체에 한정됩니다.

품질 보증 서비스를 받으려면, 가까운 인가된 **Fluke** 서비스 센터에 연락하거나 또는 결함이 있는 제품을 문제에 대한 설명과 함께 운송료 및 보험 발신자 부담으로 (FCA 목적지) 가까운 인가된 **Fluke** 서비스 센터로 보내십시오 **Fluke**는 운송시 발생하는 손상에 대한 책임을 지지 않습니다. 보증 수리후, 제품은 운송료 발신자 부담으로 (FCA 목적지) 소비자에게 반송될 것입니다. 만약 검사결과 고장이 오용, 개조, 사고 또는 비정상적인 상태에서의 작동 및 취급에 기인한 것이라고 판단되면, **Fluke**는 수리 비용의 견적을 제공할 것이며 수리하기 전에 소비자의 허락을 받을 것입니다. 수리후, 제품은 소비자에게 반송될 것이며 수리 비용과 반한 운송료 (FCA 발송지)는 소비자에게 청구될 것입니다.

이 제품은 사용중인 국가의 인가된 **Fluke** 판매점에서 구입했거나 **Fluke** 국제 가격을 지불하고 구입했을 경우에 보증 서비스는 미국 외에서만 받을 수 있습니다. **Fluke** 국제 가격을 지불하지 않고 구입한 미국에서 다른 국가로 유출된 제품에 대한 보증 서비스는 해당 제품을 구매자 우송료 부담으로 미국으로 보내야만 받을 수 있습니다. **Fluke**는 제품을 구입한 국가가 아닌 다른 국가에서 서비스를 요청할 경우 구매자에게 수리/교체 부품 수입 비용을 청구할 권리를 보유합니다.

본 보증서는 구매자의 독점적이고 유일한 배상 방법이며 모든 다른 보증과 특정 목적에 대한 적합성 같은 여타의 명시적, 암시적 보증을 대신합니다. **Fluke**는 특별, 간접적, 부수적 또는 결과적인 손상 또는 손실에 대해서는 그것이 어떠한 원인 또는 이론에 기인하여 발행하였든 책임을 지지 않습니다.

암시된 보증 또는 부수적 또는 결과적인 손상을 제외 또는 제한하는 것을 금지하고 있는 일부 주나 국가에서는 이러한 배상 책임의 제한이 적용되지 않을 수도 있습니다. 만일 본 보증서의 어떤 부분이 자격있는 사법 재판소에 의해 무효 또는 시행 불가능하게 되었다해도 그 외 규정의 유효성 또는 시행성에는 영향을 미치지 않습니다.

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

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

제목	페이지
소개	1
안전 정보	1
미터의 기능	4
전원 켜기 옵션	11
자동 전원 끄기	11
Input Alert™ 기능	12
측정 작업	12
AC 및 DC 전압 측정	12
연속성 테스트	14
저항 측정	16
높은 저항 또는 누전 테스트를 위해 컨덕턴스를 사용하는 방법	18
커패시턴스 측정	18
다이오드 테스트	21
AC 또는 DC 전류 측정	22
주파수 측정	25
듀티 사이클 측정	27
펄스 폭 측정	28

아날로그 막대 그래프	28
모델 87 막대 그래프	28
모델 83 및 85 막대 그래프	29
4-1/2 Digit 모드 (모델 87)	29
MIN MAX 기록 모드	30
Touch Hold® 모드	32
상대 모드	32
줌 모드 (모델 83 및 85)	32
줌 모드 사용 (모델 83 및 85)	33
유지 관리	33
일반 유지 관리	33
퓨즈 테스트	34
배터리 교체	35
퓨즈 교체	35
서비스 및 부품	36
사양	41

표 목 록

표	제 목	페이지
1.	국제 전기 심볼.....	2
2.	입력.....	4
3.	로터리 스위치 위치.....	5
4.	누름 단추.....	6
5.	화면 표시 기능.....	9
6.	5 마이크로패러드 이상일 때의 커패시턴스 예상 값.....	20
7.	주파수 측정 기능 및 트리거 레벨.....	26
8.	MIN MAX 기능.....	31
9.	교체 부품.....	38
10.	액세서리.....	40
11.	모델 85 및 87 AC 전압 기능 사양.....	42
12.	모델 83 AC 전압 기능 사양.....	43
13.	DC 전압, 저항, 컨덕턴스 기능 사양.....	44
14.	전류 기능 사양.....	45
15.	커패시턴스 및 다이오드 기능 사양.....	47
16.	주파수 카운터 사양.....	47
17.	주파수 카운터 감도 및 트리거 레벨.....	48
18.	터미널의 전기적 특성.....	49
19.	MIN MAX 기록 사양.....	50

그림 목록

그림	제목	페이지
1.	화면 표시 기능(모델 87).....	8
2.	AC 및 DC 전압 측정	13
3.	연속성 테스트.....	15
4.	저항 측정	17
5.	커패시턴스 측정	19
6.	다이오드 테스트	21
7.	전류 측정	23
8.	듀티 사이클 측정	27
9.	전류 퓨즈 테스트	34
10.	배터리와 퓨즈 교체	37
11.	교체 부품	39

소개

⚠경고

미터를 사용하기 전에 “안전 정보”를 읽으십시오.

별도 표시된 곳을 제외하고, 본 설명서에 나오는 설명 및 지침은 시리즈 III 모델 83, 85, 87 및 87/E 멀티미터에 적용된다. 모든 그림에는 모델 87이 사용되었다.

안전 정보

이 미터는 다음 지시 사항들을 따릅니다.

- EN61010.1:1993
- ANSI/ISA S82.01-1994
- CAN/CSA C22.2 No. 1010.1-92
- 1000 V 과전압 카테고리 III, 오염 등급 2.
- 600 V 과전압 카테고리 IV, 오염 등급 2.
- UL3111-1

계측기를 사용하실 때 설명서에 지정된 방법을 따르지 않는다면 계측기의 안전 기능이 손상될 수 있습니다.

본 설명서의, 경고는 사용자에게 위험이 되는 상황 및 행동을 가리킨다. 주의는 테스트 중인 미터 또는 기기를 손상시킬 수 있는 상황 또는 행동을 가리킨다.

미터 및 본 설명서에 사용되는 국제 심볼은 표 1에 설명되어 있다.

⚠경고

감전 또는 개인 상해를 예방하려면 다음 지침을 준수한다.

- 손상된 미터는 사용하지 않는다. 미터를 사용하기 전 케이스를 검사하여 깨진 곳이나 빠진 플라스틱이 있는지 확인한다. 커넥터 주위의 절연 상태에 특별히 유의한다.
- 미터를 작동하기 전에 배터리 문이 닫혀있고 잠겨있는지 확인한다.
- 배터리 표시기에 (⚡)가 표시되면 즉시 배터리를 교체하십시오.

표 1. 국제 전기 심볼

	AC (교류 전류)		접지
	DC (직류 전류)		퓨즈
	AC 또는 DC		European Union 규정을 준수함
	이 기능에 관한 정보는 설명서 참조.		Canadian Standards Association 관련 규정을 준수함
	배터리		이중 절연
	TÜV Product Services에 의해 검증되고 라이선스됨.		

- 배터리 문을 열기 전에 미터에서 테스트 리드를 제거한다.
- 손상된 절연체 또는 노출된 금속이 있는지 테스트 리드를 검사한다. 테스트 리드의 연속성을 검사한다. 미터를 사용하기 전에 손상된 테스트 리드를 교환한다.
- 만약 미터가 비정상적으로 작동하면 사용을 중지한다. 보호 기능이 손상되었을 수 있다. 의심되는 부분이 있으면 미터의 수리를 의뢰한다.
- 미터를 폭발성 가스, 증기 또는 먼지 주변에서 작동하지 않는다.
- 미터에 전력을 공급하기 위해 올바르게 설치된 하나의 9 V 배터리만을 사용한다.
- 미터를 수리할 때 지정된 교체 부품만을 사용한다.

주의

미터 또는 테스트 중인 기기의 손상을 예방하려면 다음 지침을 준수한다.

- 저항, 연속성, 다이오드 또는 커패시턴스를 테스트하려면 먼저 회로 전원을 차단하고 모든 고전압 커패시터를 방전한다.
- 측정에 맞는 올바른 터미널, 기능 및 범위를 사용한다.
- 전류를 측정하기 전 미터의 퓨즈를 검사한다. (“퓨즈 테스트” 참조.)

개인 상해를 예방하려면, 다음 지침을 준수한다.

- 30 V ac rms, 42 V ac 피크 또는 60 V dc 이상의 전압에서 작업시 주의한다. 이러한 전압은 감전을 유발할 수 있다.
- 프로브를 사용할 때는 손가락을 손가락 보호대 뒤에 위치시킨다.
- 라이브(live) 테스트 리드를 연결하기 전에 공유 테스트 리드를 연결한다. 테스트 리드의 연결을 해제할 때에는 라이브 테스트 리드를 먼저 해제한다.
- 혼자서 작업하지 않는다.
- 전류 측정시, 미터를 회로에 연결하기 전에 회로의 전원을 차단한다. 미터를 회로에 직렬로 연결해야 함을 기억한다.

미터의 기능

표 2부터 5는 미터의 기능을 간단히 설명하며, 기능의 더 자세한 설명을 볼 수 있는 페이지 번호가 표시되어 있다.

표 2. 입력

터미널	설명	페이지
A	0 A에서 10.00 A의 전류 측정을 위한 입력	22
mA μ A	0 μ A에서 400 mA의 전류 측정을 위한 입력	22
COM	모든 측정을 위한 반환 터미널	적용 안됨
V Ω 	전압, 연속성, 저항, 다이오드, 커패시턴스, 주파수 및 듀티 사이클 측정을 위한 입력	V: 12 Ω : 16  : 21  : 18 주파수: 25 듀티 사이클: 27

표 3. 로터리 스위치 위치

스위치 위치	기능	페이지
$\tilde{V}$	AC 전압 측정	12
$\bar{V}$	DC 전압 측정	12
$\bar{mV}$	400 mV dc 전압 범위	12
Ω	연속성 테스트	14
	Ω 저항 측정	16
	커패시턴스 측정	18
$\rightarrow$	다이오드 테스트	21
mA A	0 mA부터 10.00 A까지의 DC 또는 AC 전류 측정	22
μA	0 μA 부터 4000 μA 까지의 DC 또는 AC 전류 측정	22

표 4. 누름 단추

단추	기능	단추 기능	페이지
 (파란색 단추)	 mA/A, μ A 전원 켜기	커패시턴스 선택. dc 및 ac 전류 사이를 전환. 자동 전원-끄기 기능 비 활성화.	18 22 11
	 모든 스위치 위치 전원 켜기	최소 및 최고 값 기록 시작. MIN, MAX, AVG (평균), 및 현재 판독값을 차례로 표시한다. MIN MAX 기록을 위한 고 정확도 1 초 응답 시간을 활성화한다.	30 30
	 모든 스위치 위치 전원 켜기	선택한 기능에 사용 가능한 범위를 변경. 자동 범위로 돌아가려면, 단추를 1초간 누른다. 수동으로 범위를 선택하면 미터는 Touch Hold®, MIN MAX 및 REL (상대) 모드를 종료한다. 서비스 전용.	사양의 범위 참조. 적용 안됨
	모든 스위치 위치 MIN MAX 기록 주파수 카운터	Touch Hold는 화면의 현재 판독값을 포착한다. 새로운 안정된 판독값이 탐지되면, 미터는 신호음을 발하며 새로운 판독값을 표시한다 기록된 값을 삭제하지 않고 기록을 중지 및 시작. 주파수 카운터 중지 및 시작.	32 30 25

표 4. 누름 단추 (계속)

단추	기능	단추 기능	페이지
 모델 87: 노란색 단추  모델 83, 85: 회색 단추	모든 스위치 위치	백라이트 켜거나 끄. 모델 87에서, 노란색 단추를 1초간 누르면 4-1/2 digit 모드로 변환된다. 3-1/2 digit 모드로 돌아가려면, 모든 화면 개체가 표시될 때까지 단추를 누른다 (약 1초).	적용 안됨 29
	연속성  MIN MAX 기록 전원 켜기	연속성 신호음 켜기 또는 끄기. 모델 87에서는, 250 μ s 및 100 ms 또는 1 s로 반응 시간을 변경. 모든 기능의 신호음 비 활성화.	14 30 적용 안됨
 (상대 모드)	모든 스위치 위치 전원 켜기	표시된 판독값을 이어지는 판독값의 레퍼런스로 저장. 화면은 영 (0)으로 설정되며, 이어지는 모든 판독값은 저장된 판독값을 뺀 나머지가 표시된다. 모델 83 및 85에서는, 막대 그래프를 위한 확대 모드를 활성화한다.	32 32
	모든 스위치 위치 전원 켜기	주파수 카운터 시작. 다시 누르면 듀티 사이클 모드로 변환. 400 mV dc 범위에서 >4000 M Ω 입력 임피던스 제공.	25 27 적용 안됨

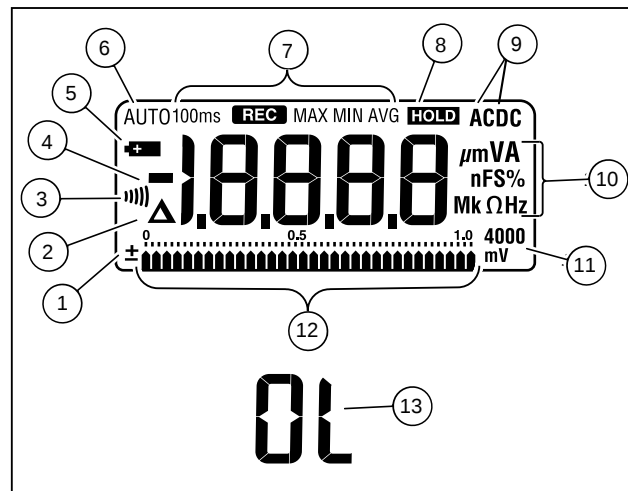


그림 1. 화면 표시 기능 (모델 87)

iy1f.eps

표 5. 화면 표시 기능

번호	기능	의미	페이지
①	$\pm$	아날로그 막대 그래프의 극성 표시기.	28
②	$\triangle$	상대 (REL) 모드 활성 상태.	32
③	)	연속성 신호음 켜짐.	14
④	—	판독값이 음(-)수임을 표시. 상대 모드에서, 이 기호는 표시된 입력이 저장된 레퍼런스보다 작음을 나타낸다.	32
⑤		배터리가 낮음.  경고: 판독에 오차가 있을 경우 감전 사고 또는 인명 피해를 일으킬 수 있으므로 배터리 표시가 나타나면 즉시 배터리를 교체하십시오.	35
⑥	AUTO	미터가 자동 범위 모드에 있으며 최상의 해상도를 가진 범위를 자동 선택한다.	적용 안됨
⑦	100 ms  MAX MIN AVG	최소-최대 기록 모드 표시기.	30
⑧		Touch Hold 활성 상태.	32
⑨	AC DC	전압이나 전류의 ac 또는 dc 표시기. AC 전압 및 전류는 rms (root mean square) 값으로 표시된다.	12, 22

표 5. 화면 표시 기능 (계속)

번호	기능	의미	페이지
⑩	A, μA, mA	A: 암페어 (amps). 전류의 단위. μ A: 마이크로암페어. 1×10^{-6} 또는 0.000001 암페어. mA: 밀리암페어. 1×10^{-3} 또는 0.001 암페어.	22
	V, mV	V: 볼트. 전압의 단위. mV: 밀리볼트. 1×10^{-3} 또는 0.001 볼트.	12
	μF, nF	F: 패러드. 커패시턴스의 단위. μ F: 마이크로패러드. 1×10^{-6} 또는 0.000001 패러드. nF: 나노패러드. 1×10^{-9} 또는 0.000000001 패러드.	18
	nS	S: 지멘스. 컨덕턴스의 단위. nS: 나노지멘스. 1×10^{-9} 또는 0.000000001 지멘스.	18
	%	퍼센트. 듀티 사이클 측정 단위.	27
	Ω, MΩ, kΩ	Ω : 옴. 저항의 단위. M Ω : 메가옴. 1×10^6 또는 1,000,000 옴. k Ω : 킬로옴. 1×10^3 또는 1000 옴.	16
	Hz, kHz, MHz	Hz: 헤르츠. 주파수의 단위. kHz: 킬로헤르츠. 1×10^3 또는 1000 헤르츠. MHz: 메가헤르츠. 1×10^6 또는 1,000,000 헤르츠.	25

표 5. 화면 표시 기능 (계속)

번호	기능	의미	페이지
⑪	4000 mV	현재 선택된 범위를 표시.	각 기능의 범위에 대한 사양 참조.
⑫	아날로그 막대 그래프	현재 입력의 아날로그 표시 제공.	28
⑬	OL	선택된 범위에 비해 입력 (또는 상대 모드일 경우 상대 값)이 너무 크다. 듀티 사이클 측정의 경우 입력 시그널이 높거나 낮게 지속되면 OL 이 표시된다.	듀티 사이클: 27

전원 켜기 옵션

단추를 누른 상태에서 미터의 전원을 켜면 전원 켜기 옵션이 활성화 된다. 표 4에는 사용 가능한 전원 켜기 옵션을 포함되어 있다. 이 옵션은 미터의 뒷면에도 열거되어 있다.

자동 전원 끄기

사용자가 30분간 로터리 스위치를 돌리거나 단추를 누르지 않으면 미터의 전원은 자동으로 꺼진다. 자동 전원 끄기를 비 활성화 하려면, 파란색 단추를 누르면서 미터 전원을 켜다. 자동 전원 끄기는 MIN MAX 기록 모드에서는 언제나 비활성화 된다.

Input Alert™ 기능

만약 테스트 리드는 **mA/μA** 또는 **A** 터미널에 꽂아져 있는데, 로터리 스위치는 **mA/μA** 또는 **A** 위치에 설정되어 있지 않다면, 미터는 새소리 신호음을 내어 이를 경고해 준다. 이 경고는 리드가 전류 터미널에 연결된 상태에서 전압, 연속성, 저항, 커패시턴스 또는 다이오드 값을 측정하는 것을 막기 위한 것이다. 리드가 전류 터미널에 연결되어 있을 때 프로브를 전력이 공급되는 회로에 병렬로 연결하면, 이것은 테스트 중인 회로를 손상시키고 미터의 퓨즈를 끊어지게 할 수 있다. 이 것은 미터의 전류 터미널 저항이 매우 낮기때문에 미터가 회로 단락처럼 작용하기 때문이다.

측정 작업

이어지는 내용은 미터를 사용한 측정 방법을 설명한다.

AC 및 DC 전압 측정

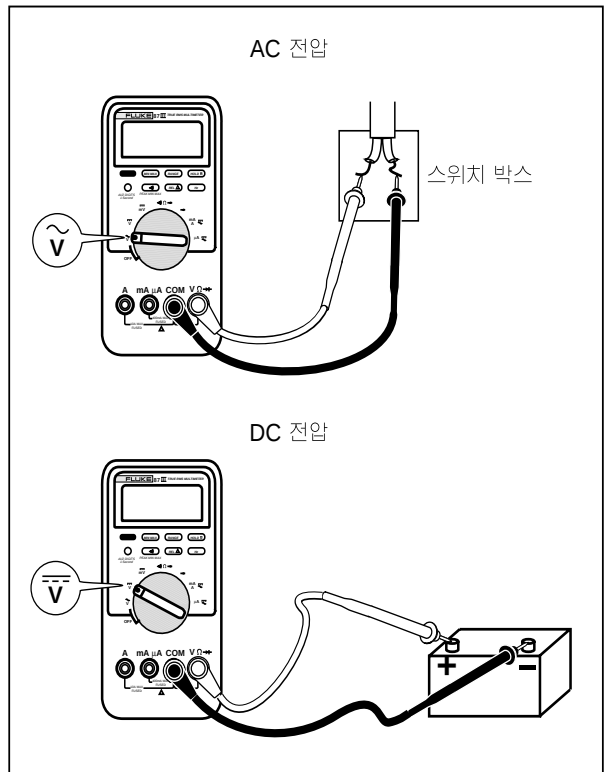
전압이란 두 접점 사이의 전위차를 말한다. **ac** (교류) 전압의 극성은 시간에 따라 변하지만, 반대로 **dc** (직류) 전압의 극성은 변함이 없다. 미터는 **ac** 전압 값을 **rms** (root mean square) 판독값으로 제공한다. **rms** 값이란 측정된 사인파 전압으로 저항의 열의 동일한 양을 만들어낸 **dc** 전압과 같은 것이다. 모델 85와 87은 트루 **rms** 판독 기능이 있는데 이 것은 사각파, 삼각파 및 계단파와 같은 다른 파형 (**dc** 오프셋 없는)에 대해서도 정확한 판독값을 제공한다.

미터의 전압 범위는 400 mV, 4 V, 40 V, 400 V 및 1000 V이다. 400 mV **dc** 범위를 선택하려면, 로터리 스위치를 mV로 돌린다.

ac 또는 **dc** 전압을 측정하려면, 그림 2와 같이 미터를 설정하고 연결한다.

다음은 전압 측정을 위한 몇가지 유용한 정보이다.

- 전압 측정시 미터는 회로와 병렬로 약 $10\text{ M}\Omega$ ($10,000,000\ \Omega$) 임피던스를 가지게 된다. 이러한 부하 효과는 고 임피던스 회로에서 측정 오류를 발생시킨다. 만일 회로의 임피던스가 $10\text{ k}\Omega$ ($10,000\ \Omega$) 이하이면, 대부분의 경우 이 오류는 무시해도 된다 (0.1% 이하).
- ac 전압의 dc 오프셋 측정시 더 나은 정확도를 얻으려면, ac 전압을 먼저 측정한다. 즉 ac 전압의 측정값을 기록한 다음, ac 범위와 동일하거나 높은 dc 전압 범위를 수동으로 선택한다. 이 절차는 입력 보호 회로가 작동되지 않게 함으로 dc 측정의 정확도를 향상시킨다.



jm2f.eps

그림 2. AC 및 DC 전압 측정

연속성 테스트

주의

미터 또는 테스트 중인 기기의 손상을 예방하려면
연속성을 테스트하기 전에 회로 전원을 차단하고 고전압
커패시터를 방전한다.

연속성은 전류가 흐를 수 있는 완전 경로가 존재함을 나타낸다.
연속성 테스트에는 회로가 완전할 때 울리는 신호음 기능이 있다.
신호음 기능은 화면을 볼 필요 없이 빠른 연속성 테스트를
가능하게 한다.

연속성을 테스트하려면, 미터를 그림 3과 같이 설정 한다.

 을 눌러 연속성 신호음을 켜거나 끈다.

연속성은 가끔 발생하는 최소 1 밀리 초 (0.001초)의 개방과 단락을
감지한다. 감지할 때마다 미터는 짧은 신호음을 낸다.

회로내 테스트는 회로 전원을 끄고 실행한다.

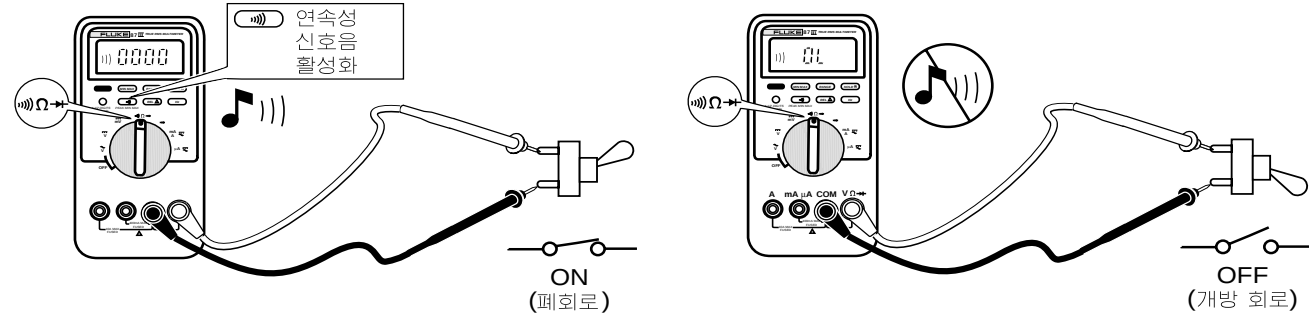


그림 3. 연속성 테스트

jm4f.eps

저항 측정

주의

미터 또는 테스트 중인 기기의 손상을 예방하려면 저항을 테스트하기 전에 회로 전원을 차단하고 고전압 커패시터를 방전한다.

저항은 전류 흐름의 역이다. 저항의 단위는 옴 (Ω) 이다. 미터는 회로에 적은 전류를 보냄으로 저항을 측정한다. 이 전류는 프로브 사이의 모든 가능한 경로에 흐름으로, 저항 판독값은 프로브 사이의 모든 경로의 총 저항이다.

미터의 저항 범위는 400 Ω , 4 k Ω , 40 k Ω , 400 k Ω , 4 M Ω , 및 40 M Ω 이다.

저항을 측정하려면 그림 4와 같이 설정한다.

다음은 저항 측정시 유용한 정보이다.

- 미터의 테스트 전류는 프로브 끝 사이의 모든 가능한 경로에서 흐르기 때문에 회로상 특정 저항의 측정 값은 알려진 저항 값과 다를 수 있다.
- 테스트 리드는 0.1 Ω 에서 0.2 Ω 의 저항 측정 오류를 낼 수 있다. 리드를 테스트하려면, 프로브 끝을 서로 연결해서 리드의 저항 값을 측정한다. 만약 필요하다면 상대 (REL) 모드를 사용해서 자동적으로 이 값을 판독값에서 뺄 수 있다.
- 저항 기능은 포워드-바이어스 실리콘 다이오드 또는 트랜지스터 접합을 할 수 있는 충분한 전압을 발생해서 전기가 통하게 할 수 있다. 이것을 피하기 위해 회로 내부 저항 측정 시 40 M Ω 범위를 사용하지 않는다.

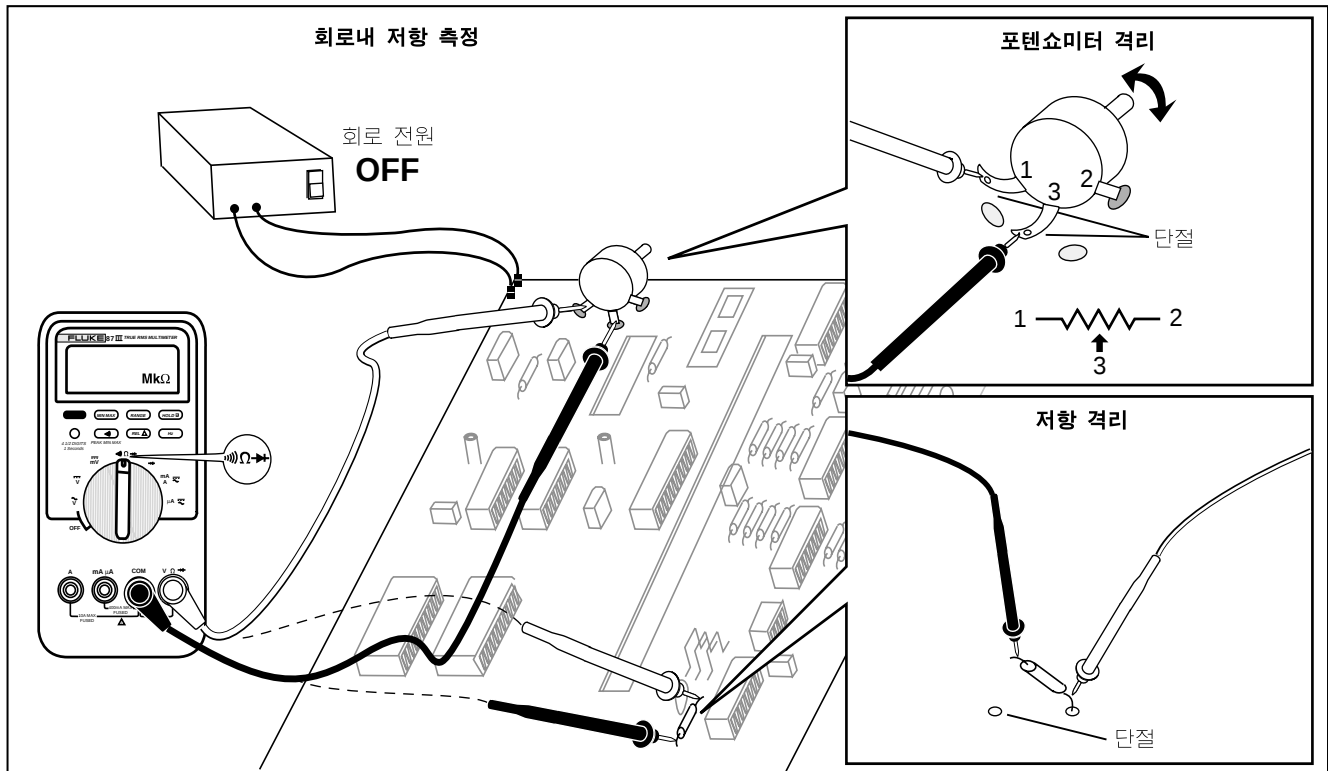


그림 4. 저항 측정

jm6f.eps

높은 저항 또는 누전 테스트를 위해 컨덕턴스를 사용하는 방법

컨덕턴스, 즉 역 저항은 회로의 전류를 흐르게 하는 능력이다. 높은 컨덕턴스 값은 낮은 저항 값을 나타낸다.

컨덕턴스 단위는 지멘[Siemen (S)]이다. 미터의 40 nS 범위는 컨덕턴스를 나노지멘으로 측정한다. (1 nS = 0.000000001 Siemens). 이러한 미세한 컨덕턴스라도 극히 높은 저항을 나타내기 때문에 nS 범위로 부품의 100,000 MΩ, 또는 100,000,000,000 Ω (1/1 nS = 1,000 MΩ)까지의 저항을 측정할 수 있다.

컨덕턴스를 측정하려면, 다음과 같이 저항 측정과 동일하게 미터를 설정한 후 (그림 4) nS 표시기가 화면에 나타날 때까지 **(RANGE)** 을 누른다.

다음은 컨덕턴스 측정 시 유용한 정보이다.

- 높은 저항 측정은 전기 노이즈에 민감하다. 측정시 노이즈를 줄이려면 MIN MAX 기록 모드로 들어가서 평균 (AVG) 판독을 선택한다.
- 테스트 리드가 개방되었을 때 일반적으로 잔류 컨덕턴스가 있다. 정확한 판독을 위해 상대 (REL) 모드를 선택해서 잔류 값을 뺀다.

커패시턴스 측정

주의

미터 또는 테스트 중인 기기의 손상을 예방하려면 커패시턴스를 테스트하기 전에 회로 전원을 차단하고 고전압 커패시터를 방전한다. **dc** 전압 기능을 사용해서 커패시터가 방전되었는지 확인한다.

커패시턴스는 부품의 전기 충전을 저장할 수 있는 능력이다. 커패시턴스의 단위는 패러드[farad (F)]이다. 대부분의 커패시터는 나노패러드에서 마이크로패러드 범위에 있다.

미터는 커패시터를 알려진 전압으로 일정 기간 동안 충전해서 결과 전압을 측정해 커패시턴스를 계산해서 측정한다. 측정은 각 범위 당 약 1초가 소요된다. 커패시터 충전은 1.2 V까지 될 수 있다.

미터의 커패시턴스 범위는 5 nF, 0.05 μ F, 0.5 μ F, 및 5 μ F 이다.

커패시턴스를 측정하려면 그림 5와 같이 미터를 설정한다.

다음은 커패시턴스를 측정하는데 유용한 정보이다.

- 유사한 값을 측정하는 속도를 높이려면 **RANGE** 을 눌러 적절한 범위를 수동으로 선택한다.
- 5 nF 보다 적은 측정의 정확도를 향상시키려면 상대 (REL) 모드를 사용해 미터와 리드의 잔류 커패시턴스를 뺀다.

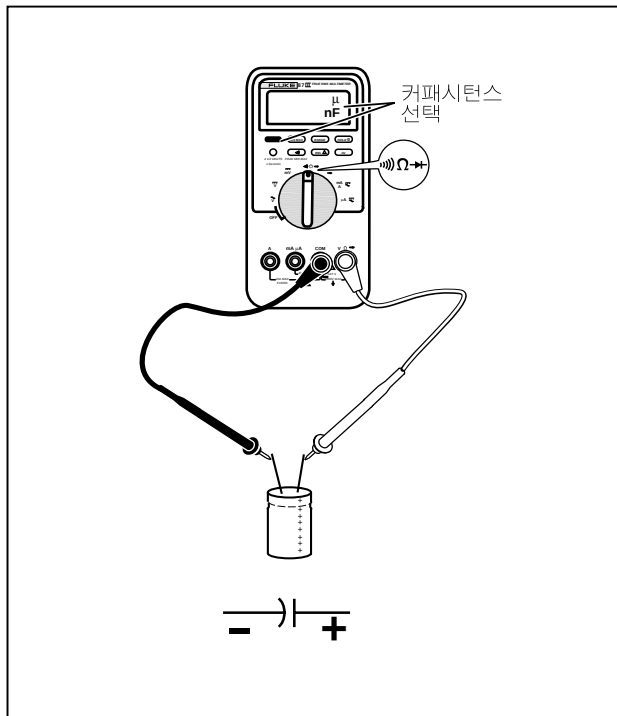


그림 5. 커패시턴스 측정

jm10f.eps

- 5 μF 이상의 커패시턴스 값을 예상하려면 다음과 같이 미터의 저항 기능에 의해 제공된 전류를 사용한다.
 1. 미터를 저항 측정으로 설정한다.
 2. **(RANGE)** 을 눌러 측정하려는 커패시턴스의 범위를 선택한다. (표 6 참조.)
 3. 커패시터를 방전한다.
 4. 미터의 리드를 커패시터를 가로질러 위치시킨 후 디스플레이에 **OL** 표시가 나타날 때까지의 시간을 측정한다.
 5. 위의 4 번에서 측정한 충전 시간과 컬럼 6의 적절한 μF /충전 시간 초를 곱한다. 결과 값은 커패시턴스의 예상 마이크로패러드 (μF) 값이다.

표 6. 5 마이크로패러드 이상일 때의 커패시턴스 예상 값

커패시턴스 예상 값	권장 범위*	μF /충전 시간 초
10 μF 까지	4 $\text{M}\Omega$	0.3
11 μF 에서 100 μF	400 $\text{k}\Omega$	3
101 μF 에서 1000 μF	40 $\text{k}\Omega$	30
1001 μF 에서 10,000 μF	4 $\text{k}\Omega$	300
10,000 μF 에서 100,000 μF	400 Ω	3000
*이 범위는 예상 커패시턴스 값에 대해 완전 충전 시간을 3.7초와 33.3초 사이로 설정한다. 만약 커패시터가 시간을 잴 수 없을 정도로 빨리 충전되면 다음 저항 범위를 선택한다.		

다이오드 테스트

주의

미터 또는 테스트 중인 기기의 손상을 예방하려면
다이오드를 테스트하기 전에 회로 전원을 차단하고
고전압 커패시터를 방전한다.

다이오드 테스트를 사용해서 다이오드, 트랜지스터, 실리콘
컨트롤 정류기 (SCR), 및 기타 반도체 기기를 검사할 수 있다.
이 기능은 전류를 접합부로 보내서 접합부의 전압 하강을
측정하므로 반도체 접합을 테스트한다. 양호한 실리콘 접합은
0.5 V - 0.8 V 사이로 하강한다.

회로에 있는 다이오드를 테스트하려면, 그림 6과 같이 미터를
설정한다. 반도체 부품의 포워드-바이어스 판독은 빨간색 테스트
리드를 부품의 양극 터미널에 연결하고 검은색 테스트 리드는
부품의 음극 터미널에 연결한다.

회로에서, 양호한 다이오드는 0.5 V - 0.8 V의 포워드-바이어스
판독값을 낼 수 있으나 리버스-바이어스는 프로브 끝 사이의 다른
경로로 인해 판독값이 다를 수 있다.

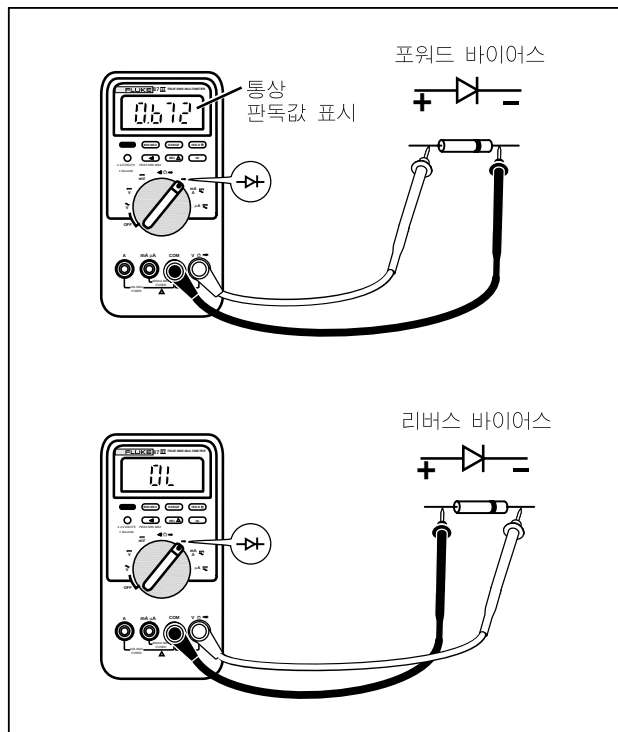


그림 6. 다이오드 테스트

jm9f.eps

AC 또는 DC 전류 측정

⚠경고

접지로의 개방·회로 전위가 **1000 V** 이상일 때 절대로 회로 내 전류 측정을 시도하지 않는다. 이러한 측정 도중 만약 퓨즈가 끊어지면 미터가 손상되거나 상해를 입을 수 있다.

주의

미터 또는 테스트 중인 기기의 손상을 예방하려면 전류를 측정하기 전에 미터의 퓨즈를 확인한다. 측정을 위한 적절한 터미널, 기능, 및 범위를 사용한다. 리드가 전류 터미널에 연결되었을 때 프로브를 절대로 회로를 가로 질러(평행으로) 연결하지 않는다.

전류는 컨덕터를 통하는 전자의 흐름이다. 전류를 측정하려면, 테스트하려는 회로를 차단하고 미터를 회로와 직렬로 연결한다.

미터의 전류 범위는 $400\ \mu\text{A}$, $4000\ \mu\text{A}$, $40\ \text{mA}$, $400\ \text{mA}$, $4000\ \text{mA}$, 및 $10\ \text{A}$ 이다. AC 전류는 rms 값으로 표시된다.

전류를 측정하려면 그림 7을 참조하여 다음과 같이 한다.

1. 회로의 전원을 차단하고 고전압 커패시터를 방전한다.
2. 검은색 리드를 COM 터미널에 넣는다. $4\ \text{mA}$ 와 $400\ \text{mA}$ 사이의 전류는 빨간색 리드를 mA/ μA 터미널에 넣는다. $400\ \text{mA}$ 이상의 전류는 빨간색 리드를 A 터미널에 넣는다.

주

미터의 $400\ \text{mA}$ 퓨즈의 끊어짐을 방지하려면 전류가 $400\ \text{mA}$ 이하를 확신할 때만 mA/ μA 터미널을 사용한다.

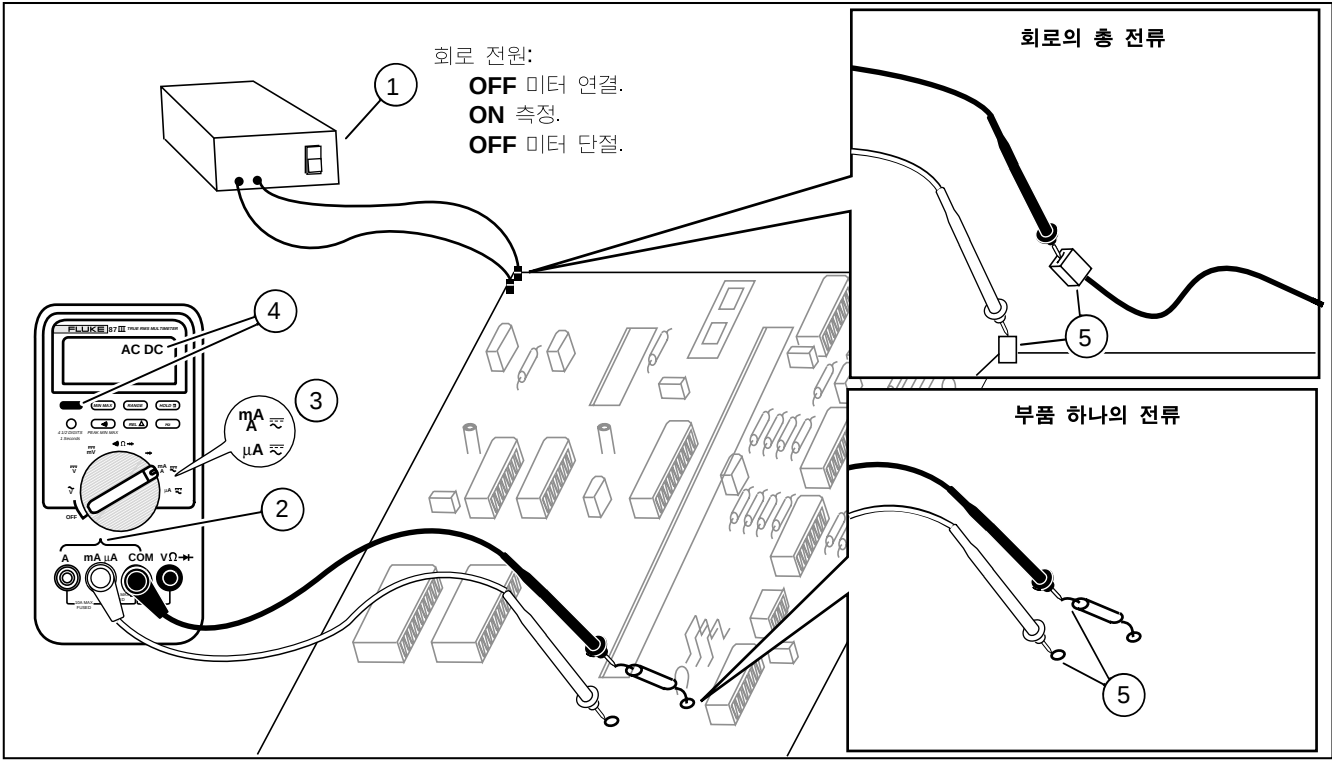


그림 7. 전류 측정

jm7f.eps

3. 만약 A 터미널을 사용하려면 로터리 스위치를 mA/A로 설정한다. 만약 mA/ μ A 터미널을 사용할 때 로터리 스위치를 4000 μ A (4 mA)이하의 전류에는 μ A로 4000 μ A 이상의 전류에는 mA/A로 돌린다.
4. ac 전류를 측정하려면 파란색 단추를 누른다.
5. 테스트할 회로 경로를 차단한다. 빨간색 프로브는 차단 경로의 양극 쪽에, 검은색 프로브는 음극 쪽에 연결한다. 리드를 바꾸면 음(-) 판독값이 나오지만 미터에는 손상을 입히지 않는다.
6. 회로에 전원을 켜 후 디스플레이를 읽는다. 디스플레이의 오른 쪽에 나오는 단위를 주시한다 (μ A, mA, 또는 A).
7. 회로 전원을 끈 후 고전압 커패시터를 방전한다. 미터를 제거한 후 회로를 정상 상태로 되돌린다.

다음은 전류 측정 시의 유용한 정보이다.

- 만약 전류 판독값이 0이고 미터가 올바르게 설정되었다면 “퓨즈 테스트” 부분을 참조해 미터의 퓨즈를 테스트한다.
- 전류 미터는 미터기 자체 내에 통하는 전압을 약간 내림으로 회로 작동에 영향을 줄 수 있다. 이 버튼 전압을 표 14의 사양 목록을 사용해 계산할 수 있다.

주파수 측정

주파수는 매 초마다 시그널이 완성하는 주기의 수이다. 미터는 매 초마다 시그널이 임계 레벨을 지나는 수를 계산해서 전압 또는 전류 시그널의 빈도수를 측정한다.

표 7은 미터의 전압 및 전류 기능을 사용해서 주파수 측정에 대한 트리거 레벨과 용도를 요약한다.

주파수를 측정하려면 미터를 시그널 소스에 연결한 다음  을 누른다.  스위치를 누르면 디스플레이 왼쪽의 심볼이 표시되며 트리거 슬로프(trigger slope)는 + 와 - 사이를 오간다. (그림 8의 “듀티 사이클 측정” 참조).  을 누르면 카운터를 시작하거나 중지한다.

미터는 다음의 5 가지 범위 중 하나를 자동으로 선택한다.
199.99 Hz, 1999.9 Hz, 19.999 kHz, 199.99 kHz, 및 200 kHz 이상.
 10 Hz 이하의 주파수는 입력 주파수에 따라 디스플레이가 업데이트 된다. 0.5 Hz 와 0.3 Hz 사이에서의 디스플레이는 불안정할 수 있다. 0.3 Hz 이하에서 디스플레이는 0.000 Hz를 표시한다.

다음은 주파수 측정 시의 유용한 정보이다.

- 판독값이 0 Hz 이거나 불안정하면 입력 시그널은 트리거 레벨에 가깝거나 그보다 낮을 수 있다. 일반적으로 이 문제는 낮은 범위를 선택해서 미터의 감도를 높임으로 해결할 수 있다. ∇ 기능에서 낮은 범위는 또한 낮은 트리거 레벨을 갖는다.
- 만약 판독값이 예상 값의 배수이면 입력 시그널이 왜곡 되었을 수 있다. 왜곡은 주파수 카운터의 다수 트리거링(triggerings)을 야기할 수 있다. 이 문제는 높은 전압 범위를 선택해서 미터의 감도를 낮춤으로 해결될 수도 있다. 또한 dc 범위를 선택해서 트리거 레벨을 높여볼 수 있다. 일반적으로 가장 낮은 주파수 판독값이 정확한 값이다.

표 7. 주파수 측정 기능 및 트리거 레벨

기능	범위	근사치 트리거 레벨	전형적인 용도
$\tilde{V}$	4 V, 40 V, 400 V, 1000 V	0 V	대부분의 시그널.
$\tilde{V}$	400 mV	0 V	고 주파수 5 V 논리 시그널. ($\tilde{V}$ 기능의 dc-커플링은 고 주파수 논리 시그널을 감쇠시켜서 진폭을 충분히 감소시키므로 트리거링을 간섭한다.)
$\overline{\tilde{V}}$	400 mV	40 mV	이 표 후에 나오는 유용한 측정 정보 참조.
$\overline{\tilde{V}}$	4 V	1.7 V	5 V 논리 시그널 (TTL).
$\overline{\tilde{V}}$	40 V	4 V	자동차 스위치 시그널.
$\overline{\tilde{V}}$	400 V	40 V	이 표 후에 나오는 유용한 측정 정보 참조.
$\overline{\tilde{V}}$	1000 V	400 V	
	주파수 카운터 특성은 이 기능에 대해 지정되지 않았음.		
$A\sim$	모든 범위	0 A	AC 전류 시그널.
$\mu A\overline{\sim}$		400 μA	이 표 후에 나오는 유용한 측정 정보 참조.
$mA\overline{\sim}$		40 mA	
$A\overline{\sim}$		4 A	

듀티 사이클 측정

듀티 사이클(또는 듀티 요인)은 한 사이클 동안에 시그널이 트리거 레벨의 위나 아래에 있는 시간의 퍼센트이다 (그림 8). 듀티 사이클 모드는 논리 및 스위칭 시그널의 on 또는 off 시간을 측정하도록 최적화 되었다. 전자 연료 분사 시스템과 스위칭 전원 공급 장치는 다양한 폭의 펄스에 의해 조절되며 이는 듀티 사이클을 측정해서 확인할 수 있다.

듀티 사이클을 측정하려면 미터를 주파수 측정으로 설정한 후, Hz를 두 번째 누른다. 주파수 기능과 마찬가지로 미터 카운터의 슬로프 () 을 눌러 변경할 수 있다.

5 V 논리 시그널은 4 V dc 범위를 사용한다. 자동차의 12 V 스위칭 시그널은 40 V dc 범위를 사용한다. 사인파는 다수 트리거링을 야기하지 않는 가장 낮은 범위를 사용한다. (일반적으로, 왜곡 없는 시그널은 선택된 전압 범위 진폭의 10 배가 될 수 있다.)

만약 듀티 사이클 판독이 불안정하면 MIN MAX를 누른 후 AVG (평균) 디스플레이로 설정한다.

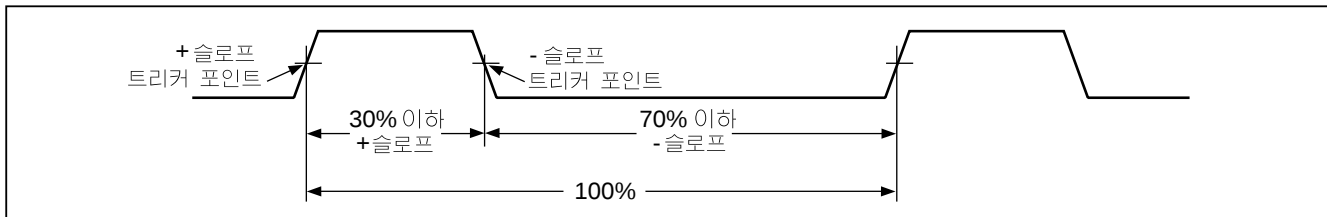


그림 8. 듀티 사이클 측정

jm3f.eps

펄스 폭 측정

주기적 파형에 대해 (모양은 동일한 주기로 반복한다.) 시그널이 높거나 낮은 시간을 다음과 같은 방법으로 측정할 수 있다.

1. 시그널의 주파수를 측정한다.
2.  을 두 번 눌러 시그널의 듀티 사이클을 측정한다.
 을 눌러 시그널의 양극 또는 음극 펄스 측정을 선택한다. (그림 8 참조.)
3. 펄스 폭은 다음 공식을 사용해 계산한다.

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

아날로그 막대 그래프

아날로그 막대 그래프는 판독값을 초과하지 않으면서 아날로그 미터의 바늘과 같이 작동한다. 막대 그래프는 초당 40 번 업데이트되며 디지털 디스플레이 보다 10 배로 빨리 응답하므로 피크(피크)와 널(null) 조정 시 및 빨리 변하는 입력 관찰에 유용하다.

모델 87 막대 그래프

모델 87 막대 그래프에는 32 세그먼트가 있다. 디스플레이의 포인터 위치는 디지털 디스플레이의 마지막 3 자리 수를 가리킨다. 예를 들어 500 Ω, 1500 Ω, 및 2500 Ω 입력에 대해 포인터는 스케일의 0.5 가까이에 있다. 만약 마지막 3 자리 수가 999이면, 포인터는 스케일의 맨 오른쪽에 있다. 숫자가 000을 지나면 포인터는 디스플레이의 왼쪽으로 돌아 간다. 그래프 왼쪽의 극성 표시는 입력 극성을 나타낸다.

모델 83 및 85 막대 그래프

모델 83 및 85 막대 그래프에는 43 세그먼트가 있다. 발광된 세그먼트 수는 선택된 범위의 전 스케일에 대해 상대적이다. 그래프 왼쪽의 극성 표시는 입력 극성을 나타낸다. 예를 들어, 만약 40 V 범위가 선택되었으면 스케일의 "4"는 40 V를 나타낸다. -30 V 입력은 음극(-) 심볼과 스케일의 "3"까지 세그먼트를 발광한다.

만약 입력이 수동으로 선택된 범위에서 4096 카운티거나 초과하면 모든 세그먼트가 발광되고 막대 그래프 오른쪽에 ▶가 나타난다. 그래프는 커패시턴스나 주파수 카운터 기능과는 사용할 수 없다.

모델 83 및 85 막대 그래프에는 또한 "줌(Zoom) 모드"에서 설명된 것처럼 줌 기능이 있다.

4-1/2 digit 모드 (모델 87)

모델 87 미터에서 노란색 단추를 1 초간 누르면 미터는 고 해상도 모드인 4-1/2 digit 모드로 들어 간다. 판독값은 평상시 해상도보다 10 배가 높게 표시되며 최대 19,999 카운트까지 표시한다. 디스플레이는 초당 1번 업데이트 된다. 4-1/2 digit 모드는 커패시턴스, 250 μ s 및 100 ms MIN MAX 모드를 제외하고 전 모드에서 작동한다.

3-1/2 digit 모드로 돌아가려면, 노란색 단추를 모든 디스플레이 세그먼트가 발광될 때까지 누른다(약 1 초).

MIN MAX 기록 모드

MIN MAX 모드는 최소 및 최대 입력 값을 기록한다. 입력이 기록된 최소 값 이하 또는 기록된 최대 값 이상이 되면 미터는 신호음을 내며 새로운 값을 기록한다. 이 모드는 간헐적으로 판독값을 읽거나, 부재중일 때 최대 판독값을 기록하거나, 시험 중인 장비를 작동 중 미터를 계속 보고 있지 못할 때 사용될 수 있다. MIN MAX 모드는 MIN MAX 모드가 활성화된 후에 읽은 모든 판독값의 평균을 계산할 수도 있다. MIN MAX 모드를 사용하려면 표 8의 기능을 참조한다.

응답 시간은 입력이 기록되기 위해 새로운 값에서 머물러야 하는 시간이다. 짧은 응답 시간은 짧은 이벤트를 읽을 수 있으나 정확도는 감소된다. 응답 시간을 변경하면 모든 기록된 판독값은 지워진다. 모델 83 및 85는 100 밀리초와 1초 응답 시간을 가진다. 모델 87은 1초, 100 밀리초, 그리고 250 μ s (피크) 응답 시간을 가진다. 250 μ s 응답 시간은 디스플레이에 "1 ms"라고 표시된다.

100 밀리초 응답 시간은 전원 공급 장치 서지, 유입 전류, 및 간헐적 고장을 찾는 데 가장 적합하다. 이 응답 시간은 아날로그 디스플레이의 업데이트 시간 뒤에 표시된다.

고 정확도 1 초 응답 시간은 미터에서 완전한 정확도를 얻을 수 있으며 전원 공급 드리프트, 라인 전압 변화, 또는 라인 전압, 온도, 부하, 기타 변수가 변경될 때의 회로 성능 검사에 가장 적합하다.

100 ms 와 1 s 모드에서 표시된 실제 평균 값 (AVG) 은 사용자가 기록 시작 후에 판독한 모든 값의 수학적 적분이다. 평균 판독은 불안정한 입력을 고르게 하거나, 전원 소비를 계산하거나, 회로가 활성화된 시간 퍼센트를 추정하는데 유용하다.

표 8. MIN MAX 기능

단추	MIN MAX 기능
MIN MAX	MIN MAX 기록 모드로 들어간다. 미터는 MIN MAX 모드로 들어가기 전에 표시된 범위에서 기록한다. (MIN MAX 모드로 들어가기 전에 원하는 측정 기능과 범위를 선택한다.) 새로운 최소 또는 최대 값이 기록될 때마다 미터는 신호음을 낸다.
MIN MAX (MIN MAX 모드에 있을 때)	최소 (MIN), 최대 (MAX), 및 평균 (AVG) 값을 스크롤한다.
 PEAK MIN MAX	모델 87에만 해당: 100 ms 또는 250 μ s 응답 시간을 선택한다. (250 μ s 응답 시간은 디스플레이에 "1 ms"로 표시된다.) 저장된 값은 지워진다. 250 μ s 이 선택되었을 때 현재 및 AVG (평균) 값은 사용할 수 없다.
[HOLD]	저장된 값을 지우지 않고 기록을 중지한다. 다시 눌러서 기록을 재개한다.
MIN MAX (1 초간 누름)	MIN MAX 모드에서 나간다. 저장된 값은 지워진다. 미터는 선택된 범위에 있다.
미터를 켤 때 MIN MAX 을 누름	1 s 고 정확도 응답 시간을 선택한다. 추가 정보는 "MIN MAX 기록 모드"를 참조한다. 주파수 카운터에 대한 MIN MAX 판독값은 고 정확도 모드에서만 기록된다.

Touch Hold® 모드

⚠경고

Touch Hold 모드는 불안정하거나 잡음이 많은 판독을 읽을 수 없다. 회로에 전원이 있는지를 알기 위해

Touch Hold 모드를 사용하지 않는다.

Touch Hold 모드는 현재 디스플레이의 판독값을 읽는다. 새로운 안정된 판독값이 감지되면 미터는 신호음을 내며 새로운 값을 표시한다. Touch Hold 모드를 켜거나 끄려면 **[HOLD]** 을 누른다.

상대 모드

상대 모드(**[RELΔ]**)을 선택하면 디스플레이를 0으로 만들고 현재 판독값을 이 후 측정 값에 대한 참조를 위해 저장한다.

미터는 **[RELΔ]** 을 눌렀을 때 선택되었던 범위를 사용한다.

[RELΔ] 을 다시 눌러 이 모드에서 나간다.

상대 모드에서 표시된 판독값은 항상 현재 판독값과 저장된 참조 값의 차이이다. 예를 들어, 저장된 참조 값이 15.00 V 이고 현재 판독값이 14.10 V 이면, 디스플레이에 -0.90 V 가 표시된다.

모델 87에서 상대 모드는 아날로그 디스플레이의 작동을 변경하지 않는다.

쥬 모드 (모델 83 및 85)

모델 83 또는 85에서 상대 모드를 선택하면 막대 그래프는 쥬 모드로 들어간다. 쥬 모드에서 그래프의 중앙은 0을 표시하며 막대 그래프의 감도는 10배로 올라간다. 저장된 참조 값보다 측정된 값이 더 음수이면 중앙으로부터 좌측의 세그먼트가 발광된다. 측정된 값이 더 양수 이면 중앙으로부터 우측의 세그먼트가 발광된다.

줌 모드 사용 (모델 83 및 85)

높아진 막대 그래프의 줌 모드의 감도와 함께, 상대 모드는 0 및 피크 조정을 빠르고 정확하게 할 수 있다.

영(0) 조정은, 미터를 원하는 기능으로 설정하고 테스트 리드를 서로 달게 한 후 (RELΔ) 을 누른다. 그 다음 리드를 테스트 중인 회로에 연결한 후 0이 표시될 때까지 회로의 부품들을 조정한다. 줌 막대 그래프의 중앙 세그먼트만 발광되어야 한다.

피크 조정은 미터를 원하는 기능으로 설정하고 리드를 테스트 중인 회로에 연결한 후 (RELΔ) 을 누른다. 디스플레이는 0을 표시한다. 양 또는 음 피크를 조정할 때 막대 그래프의 길이는 0의 우측 또는 좌측으로 길어진다. 범위 초과 심볼이 켜지면 (◀ ▶), (RELΔ) 을 두 번 눌러 새로운 참조 값을 설정한 후 계속 조정한다.

유지 관리

이 설명서에서 언급되지 않는 정비나 서비스는 자격 요원에 의해 *80 Series III Service Manual* 을 참조해 실행한다.

일반 유지 관리

주기적으로 적신 천과 약성 세제를 사용해 케이스를 닦는다. 연마제나 용제를 사용하지 않는다.

먼지나 습기가 터미널에 쌓이면 판독에 영향을 줄 수 있으며 Input Alert 기능을 잘못 활성화시킬 수 있다. 다음과 같이 터미널을 청소한다.

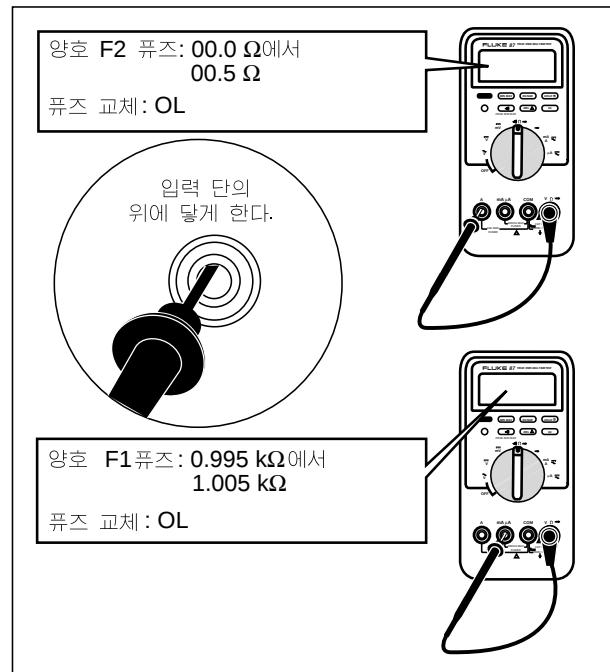
1. 미터를 끄고 모든 테스트 리드를 제거한다.
2. 터미널에 있을지 모르는 먼지를 털어서 제거한다.
3. WD-40과 같은 청소 및 윤활유를 면봉에 묻힌 후 각 터미널을 닦는다. 윤활유는 터미널을 절연해서 습기 때문에 Input Alert 기능이 활성화되는 것을 방지한다.

퓨즈 테스트

전류를 측정하기 전에 그림 9와 같이 적절한 퓨즈를 테스트한다.
보여진 것 이외의 판독값이 나오면 미터를 서비스한다.

⚠경고

감전이나 개인 상해를 방지하려면 배터리나 퓨즈를
교체하기 전 테스트 리드와 입력 시그널을 제거한다.
손상이나 상해를 예방하려면 표 9에 있는 지정된 정격
암페어, 전압, 속도의 교체 퓨즈만을 사용한다.



jm5f.eps

그림 9. 전류 퓨즈 테스트

배터리 교체

배터리는 9 V 로 교체한다(NEDA A1604, 6F22, 또는 006P).

⚠경고

판독에 오차가 있을 경우 감전 사고 또는 인명 피해를 일으킬수 있으므로 배터리 표시 (+)가 나타나면 즉시 배터리를 교체하십시오.

다음과 같이 배터리를 교체한다 (그림 10 참조)

1. 로터리 스위치를 OFF 로 돌린 후 터미널에서 테스트 리드를 제거한다.
2. 표준 일자 드라이버를 사용해서 배터리 문의 나사를 시계 반대 방향으로 4 분의 1 정도 돌려서 배터리 문을 제거한다.
3. 배터리를 교체하고 배터리 문을 닫는다. 나사를 시계 방향으로 4 분의 1 정도 돌려서 닫는다.

퓨즈 교체

그림 10을 참조해서 미터의 퓨즈를 검사하거나 다음과 같이 교체한다.

1. 로터리 스위치를 OFF 로 돌린 후 터미널에서 테스트 리드를 제거한다.
2. 표준 일자 드라이버를 사용해서 배터리 문의 나사를 시계 반대 방향으로 4 분의 1 정도 돌려서 배터리 문을 제거한다.
3. 케이스 밑의 십자 나사 세 개를 제거한 후 케이스를 뒤집는다.
4. 입력 터미널이 있는 케이스 상판을 주의해 들어서 하판과 분리한다.
5. 퓨즈의 한쪽 끝을 빼내면서 퓨즈를 제거한다.
6. 표 9에 있는 지정된 정격 암페어, 전압, 속도의 교체 퓨즈만을 사용한다.

7. 로터리 스위치와 회로 보드 스위치가 OFF에 있는지 확인한다.
8. 개스킷이 정확히 놓여있는지 확인하면서 케이스 상판을 LCD 위로 정확히 끼운다. (항목 ①).
9. 세 개의 나사와 배터리 문을 재설치 한다. 나사를 시계 방향으로 4 분의 1 정도 돌려서 닫는다.

서비스 및 부품

미터가 고장나면 배터리와 퓨즈를 확인한다. 이 설명서를 참조해 적절한 사용법을 검토한다.

교체 부품과 액세서리는 표 9, 10 및 그림 11에 나와 있다.

Fluke에 연락하려면 다음 중 하나의 전화번호를 사용한다.

미국: 1-888-99-FLUKE (1-888-993-5853)

캐나다: 1-888-36-FLUKE (1-800-363-5853)

유럽: +31 402-678-200

일본: +81-3-3434-0181

싱가포르: +65-738-5655

기타 국가: +1-425-356-5500

또는 Fluke의 웹 사이트 www.fluke.com을 방문한다.

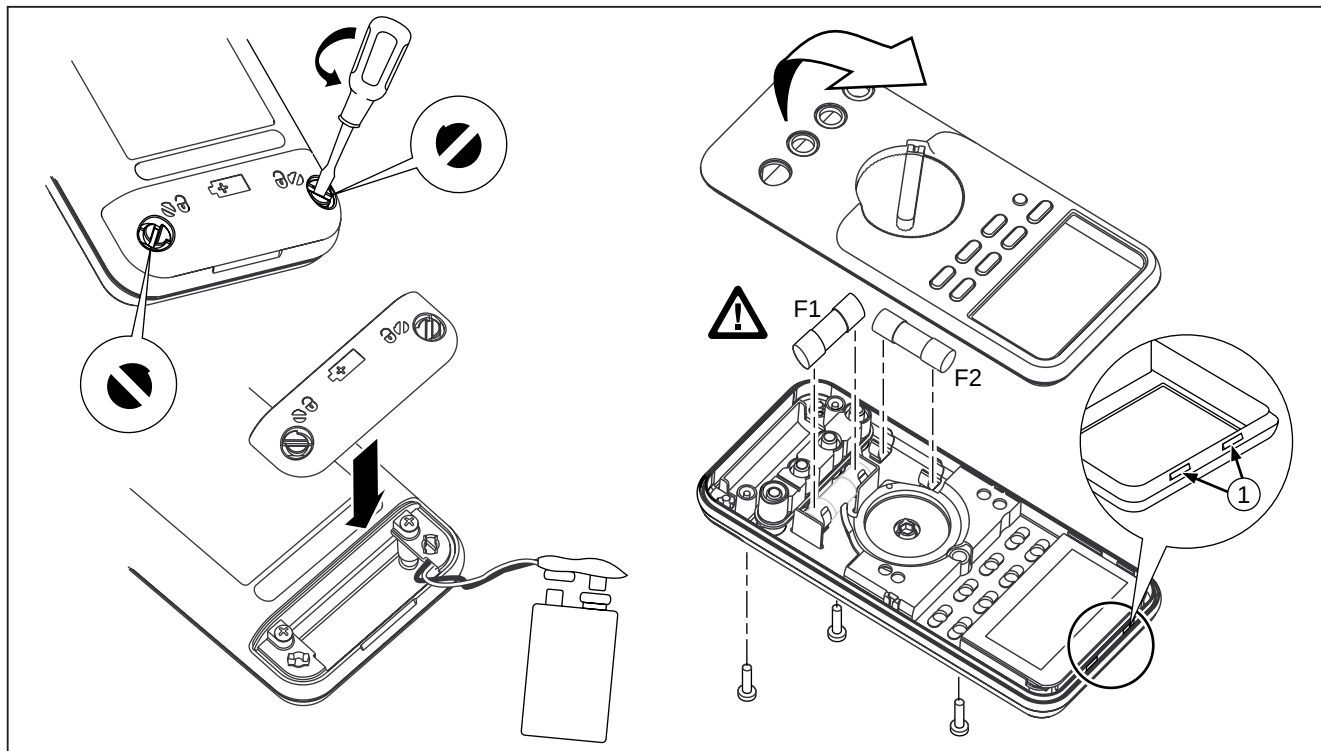


그림 10. 배터리와 퓨즈 교체

iy12f.eps

표 9. 교체 부품

항목	설명	Fluke 부품 또는 모델 번호	수량
BT1	배터리, 9 V	614487	1
F1 ▲	퓨즈, 0.440 A, 1000 V, FAST	943121	1
F2 ▲	퓨즈, 11 A, 1000 V, FAST	803293	1
H1	나사, 케이스	832246	3
MP1	미끄럼 방지 패드	824466	2
MP2	입력/출력 소켓 O-링	831933	1
TM1	CD-ROM (사용자 설명서 포함)	1611720	1
TM2	시작하기 설명서	1611712	1
TM3	Fluke 80 Series III 빠른 참조 카드	688168	1
TM4	서비스 설명서	688645	옵션
▲ 안전을 위해 동일한 교체 부품만을 사용한다			

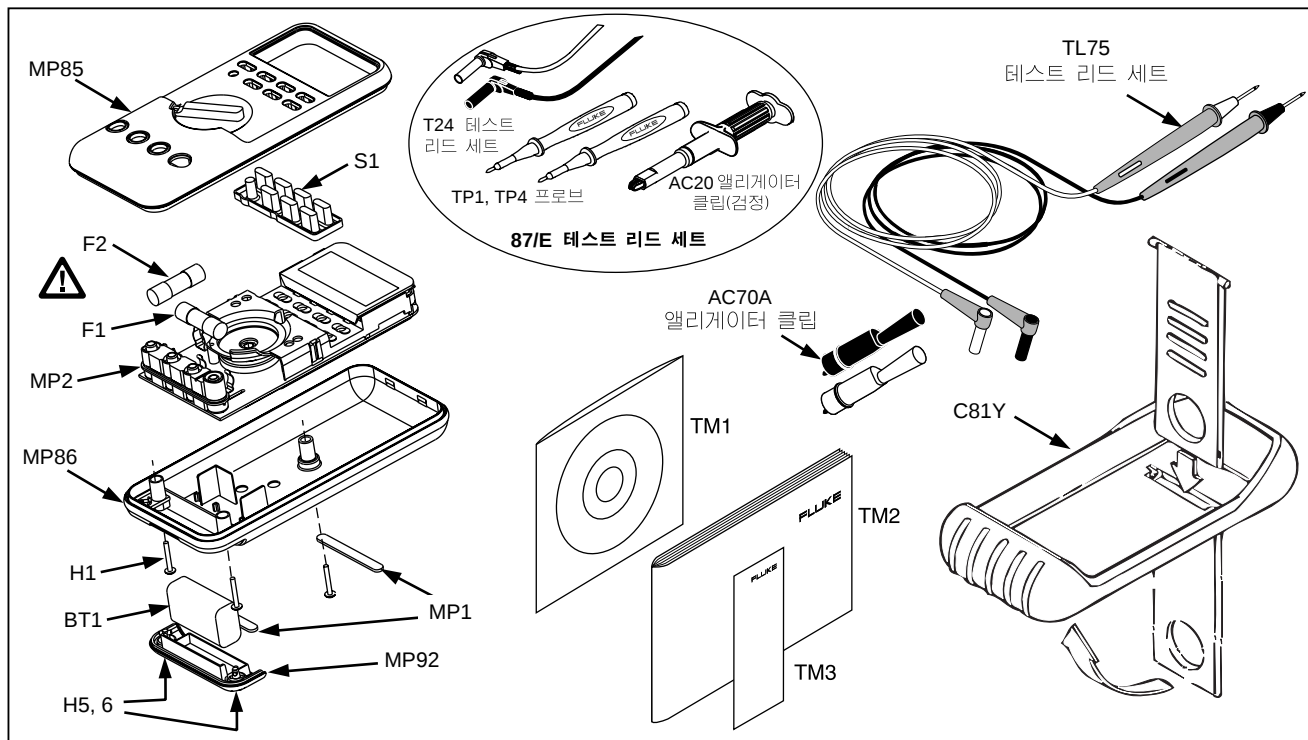


그림 11. 교체 부품

jm11f.eps

표 10. 액세서리*

항목	설명	Fluke 부품 번호	수량
TL20	산업용 테스트 리드 세트 (옵션)	TL20	—
AC70A	TL75 테스트 리드 세트용 앨리게이터 클립	AC70A	1
TL75	테스트 리드 세트	TL75	1
TL24	테스트 리드 세트, 방열 실리콘	TL24	—
TP1	테스트 프로브, 일자 블레이드, 협폭	TP1	—
TP4	테스트 프로브, 4 mm 지름, 협폭	TP4	—
AC20	안전 손잡이, 폭이 넓은 앨리게이터 클립	AC20	—
C81Y	홀스터, 노란색	C81Y	1
C81G	홀스터, 회색 (옵션)	C81G	—
C25	이동 케이스, 소프트 (옵션)	C25	—
* Fluke 액세서리는 인가된 Fluke 판매점에서 구할 수 있다.			

사양

터미널과 접지간 최대 전압: 1000 V rms

⚠ mA 또는 μ A 입력에 대한 퓨즈 보호: 44/100 A, 1000 V FAST 퓨즈

⚠ A 입력에 대한 퓨즈 보호: 11 A, 1000 V FAST 퓨즈

디스플레이: 디지털: 4000 카운트 업데이트 4/초; (모델 87: 4½-digit 모드에서 19,999 카운트, 업데이트 1/초.). 아날로그: 업데이트 40/초.
주파수: 19,999 카운트, >10 Hz 에서 업데이트 3/초. 모델 87: 4 x 32 세그먼트 (128에 해당); 모델 83, 85: 43 세그먼트.

온도: 작동: -20 °C 에서 +55 °C; 보관: -40 °C 에서 +60 °C

고도: 작동: 2000 m; 보관: 10,000 m

온도 계수: $0.05 \times (\text{지정 정확도}) / ^\circ\text{C}$ ($<18^\circ\text{C}$ 또는 $>28^\circ\text{C}$)

전자기 호환성: 3 V/m의 RF 필드에서 총 정확도 = 다음을 제외한 지정된 정확도: 모델 85, 87: 총 정확도 = 지정된 정확도 + 800 MHz (μ ADC 전용) 이상 범위의 0.4 %. (mVAC와 μ AAC는 지정되지 않음) 모델 83: 총 정확도 = 지정된 정확도 + 300 MHz (μ ADC 전용) 이상 범위의 5 %. (VDC는 지정되지 않음)

상대 습도: 0 % 에서 90 % (0 °C 에서 35 °C); 0 % 에서 70 % (35 °C 에서 55 °C)

배터리 유형: 9 V 아연, NEDA 1604 또는 6F22 또는 006P

배터리 수명: 400 시간, 알카리 배터리 (백라이트 끈 상태에서)

충격: 클래스 2 기기에 대한 MIL-T-28800 준수

치수 (HxWxL): 1.25 in x 3.41 in x 7.35 in (3.1 cm x 8.6 cm x 18.6 cm)

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

중량: 12.5 oz (355 g)

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

안전: ANSI/ISA S82.01-1994 준수, CSA 22.2 No. 1010.1:1992, 1000 V 과전압 카테고리 III. IEC 664 에서 600 V 과전압 카테고리 IV. UL 준수, UL3111-1. TÜV 라이선스, EN61010-1.

표 11. 모델 85 및 87 AC 전압 기능 사양

기능	범위	해상도	정확도 ¹			
			50 Hz - 60 Hz	45 Hz - 1 kHz	1 kHz - 5 kHz	5 kHz - 20 kHz ²
$\tilde{V}$ ³	400.0 mV	0.1 mV	$\pm(0.7 \% + 4)$	$\pm(1.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 20)$
	4.000 V	0.001 V	$\pm(0.7 \% + 2)$	$\pm(1.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 20)$
	40.00 V	0.01 V	$\pm(0.7 \% + 2)$	$\pm(1.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 20)$
	400.0 V	0.1 V	$\pm(0.7 \% + 2)$	$\pm(1.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 4)^4$	지정 안됨
	1000 V	1 V	$\pm(0.7 \% + 2)$	$\pm(1.0 \% + 4)^5$	지정 안됨	지정 안됨
1. 정확도: $\pm([\text{판독 } \%] + [\text{최소 유효 숫자 수}])$ 18 °C 에서 28 °C, 90 %까지 상대 습도, 캘리브레이션 후 1년. 모델 87의 4 ½-digit 모드에서는, 최소 유효 숫자 수(카운트)를 10으로 곱한다. AC 변환은 ac-커플이고 5 % 에서 100 % 범위에서 유효하다. 모델 85 및 87은 트루 rms 응답이다. AC 파고 율은 전 스케일의 3까지 이고, 반 스케일의 6까지 이다. 비 사인 파형에는 통상적으로 3까지의 파고 율에 대해 $-(2 \% \text{ Rdg} + 2 \% \text{ 전 스케일})$을 더한다. 2. 범위의 10 % 이하에는, 6 카운트를 더한다. 3. 모델 85 및 87은 트루 rms 응답 미터이다. Ac 기능 시 입력 리드를 서로 연결하면 미터는 내부 앰프 노이즈 때문에 (통상적으로 <25 카운트)를 표시한다. 모델 85 및 87의 정확도는 선택된 범위의 5 % 에서 100 % 내의 입력을 측정할 때 이러한 오프셋 영향을 크게 받지 않는다. 두 값(범위의 5 %와 내부 오프셋)의 rms 값을 산출하면, 다음의 예에서 보는 것처럼 영향은 큰 문제가 되지 않는다. 이 예에서 $20.0 = 400 \text{ mV}$ 범위의 5 %, 2.5는 내부 오프셋임으로 $\text{RMS} = \text{SQRT}[(20.0)^2 + (2.5)^2] = 20.16$ 이다. ac 기능을 사용할 때 디스플레이를 0으로 만들려고 REL 기능을 사용하면, 내부 오프셋과 같은 값의 상수 오류를 낸다. 4. 주파수 범위: 1 kHz 에서 2.5 kHz. 5. 범위의 10 % 이하에는 16 카운트를 더한다.						

표 12. 모델 83 AC 전압 기능 사양

기능	범위	해상도	정확도 ¹		
			50 Hz - 60 Hz	45 Hz - 1 kHz	1 kHz - 5 kHz
$\tilde{V}^2$	400.0 mV	0.1 mV	$\pm(0.5 \% + 4)$	$\pm(1.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 4)$
	4.000 V	0.001 V	$\pm(0.5 \% + 2)$	$\pm(1.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 4)$
	40.00 V	0.01 V	$\pm(0.5 \% + 2)$	$\pm(1.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 4)$
	400.0 V	0.1 V	$\pm(0.5 \% + 2)$	$\pm(1.0 \% + 4)$	$\pm(2.0 \% + 4)^3$
	1000 V	1 V	$\pm(0.5 \% + 2)$	$\pm(1.0 \% + 4)$	지정 안됨
1. 정확도에 관한 완전한 설명은 표 11의 첫째 문장을 참조한다. 2. 200 카운트 이하 판독값에는 10 카운트를 더한다. 3. 주파수 범위: 1 kHz 에서 2.5 kHz.					

표 13. DC 전압, 저항, 컨덕턴스 기능 사양

기능	범위	해상도	정확도 ¹		
			모델 83	모델 85	모델 87
$\overline{\text{V}}$	4.000 V 40.00 V 400.0 V 1000 V	0.001 V 0.01 V 0.1 V 1 V	$\pm(0.1 \% + 1)$ $\pm(0.1 \% + 1)$ $\pm(0.1 \% + 1)$ $\pm(0.1 \% + 1)$	$\pm(0.08 \% + 1)$ $\pm(0.08 \% + 1)$ $\pm(0.08 \% + 1)$ $\pm(0.08 \% + 1)$	$\pm(0.05 \% + 1)$ $\pm(0.05 \% + 1)$ $\pm(0.05 \% + 1)$ $\pm(0.05 \% + 1)$
$\overline{\text{mV}}$	400.0 mV	0.1 mV	$\pm(0.3 \% + 1)$	$\pm(0.1 \% + 1)$	$\pm(0.1 \% + 1)$
Ω nS	400.0 Ω 4.000 k Ω 40.00 k Ω 400.0 k Ω 4.000 M Ω 40.00 M Ω 40.00 nS	0.1 Ω 0.001 k Ω 0.01 k Ω 0.1 k Ω 0.001 M Ω 0.01 M Ω 0.01 nS	$\pm(0.4 \% + 2)^2$ $\pm(0.4 \% + 1)$ $\pm(0.4 \% + 1)$ $\pm(0.7 \% + 1)$ $\pm(0.7 \% + 1)$ $\pm(1.0 \% + 3)$ $\pm(1.0 \% + 10)$	$\pm(0.2 \% + 2)^2$ $\pm(0.2 \% + 1)$ $\pm(0.2 \% + 1)$ $\pm(0.6 \% + 1)$ $\pm(0.6 \% + 1)$ $\pm(1.0 \% + 3)$ $\pm(1.0 \% + 10)$	$\pm(0.2 \% + 2)^2$ $\pm(0.2 \% + 1)$ $\pm(0.2 \% + 1)$ $\pm(0.6 \% + 1)$ $\pm(0.6 \% + 1)$ $\pm(1.0 \% + 3)$ $\pm(1.0 \% + 10)$
1. 정확도에 관한 완전한 설명은 표 11의 첫째 문장을 참조한다. 2. 오프셋을 보정하기 위해 REL Δ 기능을 사용할 때.					

표 14. 전류 기능 사양

기능	범위	해상도	정확도 ¹			버든 전압 (통상적)
			모델 83 ²	모델 85 ^{3, 4}	모델 87 ^{3, 4}	
mA A~ (45 Hz 에서 2 kHz)	40.00 mA	0.01 mA	$\pm(1.2 \% + 2)^6$	$\pm(1.0 \% + 2)^6$	$\pm(1.0 \% + 2)$	1.8 mV/mA
	400.0 mA	0.1 mA	$\pm(1.2 \% + 2)^6$	$\pm(1.0 \% + 2)^6$	$\pm(1.0 \% + 2)$	1.8 mV/mA
	4000 mA	1 mA	$\pm(1.2 \% + 2)^6$	$\pm(1.0 \% + 2)^6$	$\pm(1.0 \% + 2)$	0.03 V/A
	10.00 A ⁵	0.01 A	$\pm(1.2 \% + 2)^6$	$\pm(1.0 \% + 2)^6$	$\pm(1.0 \% + 2)$	0.03 V/A
mA A=	40.00 mA	0.01 mA	$\pm(0.4 \% + 4)$	$\pm(0.2 \% + 4)$	$\pm(0.2 \% + 4)$	1.8 mV/mA
	400.0 mA	0.1 mA	$\pm(0.4 \% + 2)$	$\pm(0.2 \% + 2)$	$\pm(0.2 \% + 2)$	1.8 mV/mA
	4000 mA	1 mA	$\pm(0.4 \% + 2)$	$\pm(0.2 \% + 2)$	$\pm(0.2 \% + 2)$	0.03 V/A
	10.00 A ⁵	0.01 A	$\pm(0.4 \% + 2)$	$\pm(0.2 \% + 2)$	$\pm(0.2 \% + 2)$	0.03 V/A
1. 정확도에 관한 완전한 설명은 표 11의 첫째 문장을 참조한다. 2. 모델 83에 대한 AC 변환은 ac 커플되었으며 사인파 입력의 rms 값에 캘리브레이트 되었다. 3. 모델 85 및 87에 대한 AC 변환은 ac 커플되었으며, 트루 rms 응답, 범위의 5 % 에서 100 %까지 유효하다. 4. 표 11의 주 3 참조. 5. Δ 10 A 연속적, 최대 30 초에 대해 20 A. 6. 200 카운트 이하의 판독값에는 10 카운트를 더한다.						

표 14. 전류 기능 사양 (계속)

기능	범위	해상도	정확도 ¹			버튼 전압 (통상적)
			모델 83 ²	모델 85 ^{3, 4}	모델 87 ^{3, 4}	
$\mu A \sim$ (45 Hz 에서 2 kHz)	400.0 μA 4000 μA	0.1 μA 1 μA	$\pm(1.2 \% + 2)^5$ $\pm(1.2 \% + 2)^5$	$\pm(1.0 \% + 2)$ $\pm(1.0 \% + 2)$	$\pm(1.0 \% + 2)$ $\pm(1.0 \% + 2)$	100 $\mu V/\mu A$ 100 $\mu V/\mu A$
$\mu A \overline{\sim}$	400.0 μA 4000 μA	0.1 μA 1 μA	$\pm(0.4 \% + 4)$ $\pm(0.4 \% + 2)$	$\pm(0.2 \% + 4)$ $\pm(0.2 \% + 2)$	$\pm(0.2 \% + 4)$ $\pm(0.2 \% + 2)$	100 $\mu V/\mu A$ 100 $\mu V/\mu A$
1. 정확도에 관한 완전한 설명은 표 11의 첫째 문장을 참조한다. 2. 모델 83에 대한 AC 변환은 ac 커플되었으며 사인파 입력의 rms 값에 캘리브레이트 되었다. 3. 모델 85 및 87에 대한 AC 변환은 ac 커플되었으며, 트루 rms 응답, 범위의 5 % 에서 100 %까지 유효하다. 4. 표 11의 주 3 참조. 5. 200 카운트 이하의 판독값에는 10 카운트를 더한다.						

표 15. 커패시턴스 및 다이오드 기능 사양

기능	범위	해상도	정확도 ¹
⚡	5.00 nF 0.0500 μF 0.500 μF 5.00 μF	0.01 nF 0.0001 μF 0.001 μF 0.01 μF	±(1 % + 3) ±(1 % + 3) ±(1 % + 3) ±(1.9 % + 3)
➡	3.000 V	0.001 V	±(2 % + 1)
1. 필름 커패시터나 그 이상에서 상대 모드를 사용해 잔여 값을 0으로 할 때, 정확도에 관한 완전한 설명은 표 11의 첫째 문장을 참조한다.			

표 16. 주파수 카운터 사양

기능	범위	해상도	정확도 ¹
주파수 (0.5 Hz 에서 200 kHz, 진폭 >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) 지정 안됨
1. 정확도에 관한 완전한 설명은 표 11의 첫째 문장을 참조한다.			

표 17. 주파수 카운터 감도 및 트리거 레벨

입력 범위 ¹	최소 감도 (RMS 사인파)		근사치 트리거 레벨 (DC 전압 기능)
	5 Hz - 20 kHz	0.5 Hz - 200 kHz	
400 mV dc	70 mV (400 Hz 까지)	70 mV (400 Hz 까지)	40 mV
400 mV dc	150 mV	150 mV	—
4 V	0.3 V	0.7 V	1.7 V
40 V	3 V	7 V (≤140 kHz)	4 V
400 V	30 V	70 V (≤14.0 kHz)	40 V
1000 V	300 V	700 V (≤1.4 kHz)	400 V
듀티 사이클 범위	정확도		
0.0 에서 99.9 %	4 V dc 범위의 5 V 논리 제품에 대한 전 스케일의 ±(kHz 당 0.05 %+ 0.1 %) 내. ac 전압 범위의 사인파 입력에 대한 전 스케일의 ±((0.06 x 전압 범위/입력 전압) x 100 %) 내.		
1. 지정 정확도에 대한 최대 입력 = 10X 범위 또는 1000 V.			

표 18. 터미널의 전기적 특성

기능	과부하 보호 ¹	입력 임피던스 (공칭)	공용 모드 리젝션 비율 (1 kΩ 언밸런스)		정상 모드 리젝션					
$\bar{V}$	1000 V rms	10 MΩ<100 pF	dc에서 >120 dB, 50 Hz 또는 60 Hz		50 Hz 또는 60 Hz에서 >60 dB					
$\equiv$ mV	1000 V rms	10 MΩ<100 pF	dc에서 >120 dB, 50 Hz 또는 60 Hz		50 Hz 또는 60 Hz에서 >60 dB					
$\tilde{V}$	1000 V rms	10 MΩ<100 pF (ac-커플)	>60 dB, dc에서 60 Hz 까지							
		개방 회로 테스트 전압	전 스케일 전압		통상적 단락 회로 전류					
			4.0 MΩ까지	40 MΩ 또는 nS	400 Ω	4 k	40 k	400 k	4 M	40 M
Ω	1000 V rms	<1.3 V dc	<450 mV dc	<1.3 V dc	200 μA	80 μA	12 μA	1.4 μA	0.2 μA	0.2 μA
$\rightarrow$	1000 V rms	<3.9 V dc	3.000 V dc		0.6 mA 통상적					
1. 10 ⁶ V Hz 최대										

표 19. MIN MAX 기록 사양

모델	공칭 응답	정확도
83	100 ms 에서 80 % 1 s	변경 시 지정 정확도 ± 12 카운트 >200 ms 기간 (ac에서 신호음 켜진 상태에서 ± 40 카운트) 변경 시 지정 정확도 ± 12 카운트 >2 초 기간 (ac에서 신호음 켜진 상태에서 ± 40 카운트)
85, 87	100 ms 에서 80 % (DC 기능) 120 ms 에서 80 % (AC 기능) 1 s 250 μ s (모델 87만 해당)	변경 시 지정 정확도 ± 12 카운트 >200 ms 기간 변경 시 지정 정확도 ± 40 카운트 >350 ms 및 입력 >범위의 25 % 변경 시 지정 정확도 >2 초 기간 변경 시 지정 정확도 ± 100 카운트 >250 μ s 기간 (mV, 400 μ A dc, 40 mA dc, 4000 mA dc에서는 ± 250 일반적 입니다)