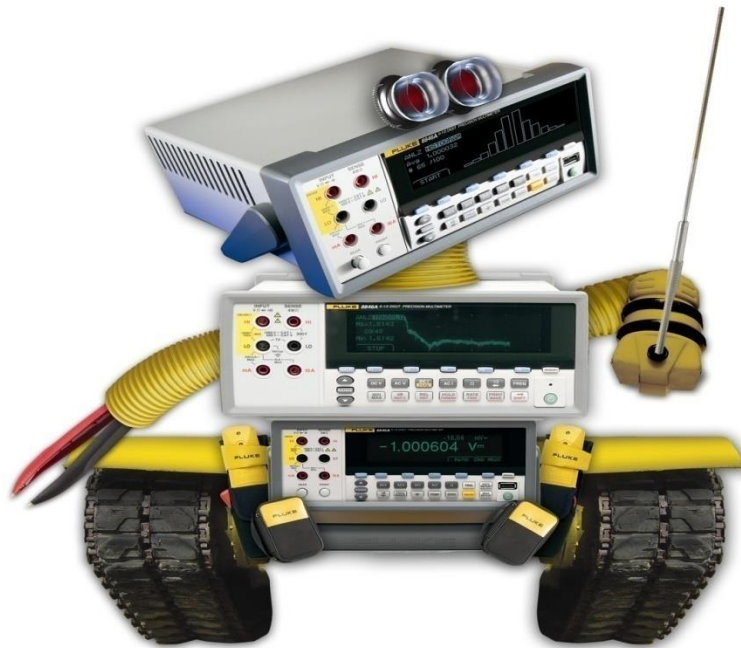


# 벤치형 멀티미터의 이해 및 활용 팁

## - Fluke 88XXA 시리즈



# 차례

- **Fluke** 벤치형 DMM 소개 – 88XXA 시리즈
- **Application** 활용 팁
  - 올바른 DMM 사양의 이해
  - 2 x 4 와이어 저항 측정
  - i Leakage 저전류 측정
  - 전면 판넬 셋업 모드
  - Limit 비교모드(Pass & Fail 테스트)
  - 듀얼 측정 모드
- **장비 데모 시현**
  - 2 x 4 와이어 저항 측정
  - 전면 판넬 셋업 모드
  - Limit 비교모드(Pass & Fail 테스트)
  - 듀얼 측정 모드
  - Trendplot 모드
  - USB Data export 활용
  - Fluke view S/W 활용
- **Q & A**

# 8808A



듀얼 측정과  
4-wire 측정이  
가능한 측정단자

저 전류 측정을  
위한 높은  
임피던스 범위  
설정 키

전면 셋업 키

듀얼 디스플레이

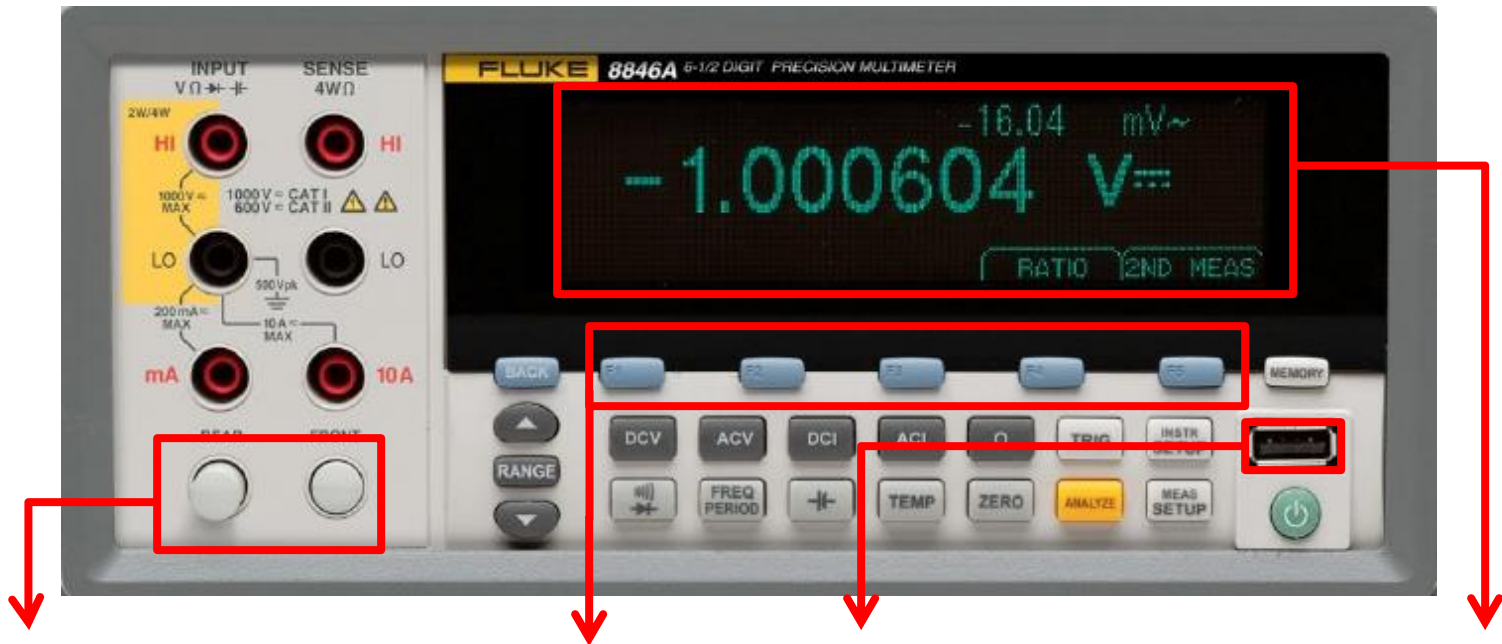
# 8808A - Specification

Technical Specifications	
Display	VFD multi segment display, dual readings
Resolution	5.5 digits
V dc	<b>Ranges:</b> 200 mV to 1000 V <b>Max. resolution:</b> 1 $\mu$ V <b>Accuracy:</b> 0.015 + 0.003
V ac	<b>Ranges:</b> 200 mV to 750 V <b>Max resolution:</b> 1 $\mu$ V <b>Accuracy:</b> 0.2 + 0.05 <b>Frequency:</b> 20 Hz to 100 KHz
Resistance	<b>2x4 Wire:</b> Yes <b>Ranges:</b> 200 $\Omega$ to 100 M $\Omega$ <b>Max resolution:</b> 1 m $\Omega$ <b>Accuracy:</b> 0.02 + 0.003
A dc	<b>Ranges:</b> 200 $\mu$ A to 10 A <b>Max resolution:</b> 1 nA <b>Accuracy:</b> 0.02 + 0.005
A ac	<b>Ranges:</b> 20 mA to 10 A <b>Max resolution:</b> 100 $\mu$ A <b>Accuracy:</b> 0.3 + 0.06 <b>Frequency:</b> 20 Hz to 2 kHz
Frequency	<b>Ranges:</b> 20 Hz to 1 MHz <b>Max resolution:</b> 0.1 mHz <b>Accuracy:</b> 0.01 %
Math Functions	dB/dBm: Yes
Advanced Functions	Limit compare test, with pass and fail indicators
Interfaces	RS-232, USB with optional adapter
Programming Languages/Modes	Simplified ASCII, Fluke 45 remote command emulation

## 8808A – 특징 및 장점

- 5.5 디지털 분해능
- OP 앰프 방식의 DC 누설 전류 측정 모드
- 빠르고 정확한 측정을 가능하게 하는 6개의 셋업 모드
- Pass/Fail 테스트를 위한 Hi/Lo Limit 비교 기능
- 듀얼 디스플레이
- 2\*4 저항 측정 리드

# 884XA 외관 및 interface



전면/뒷면  
입력 선택 단자

사용법이 쉬운  
소프트 기능키

데이터 저장을  
위한 **USB** 포트

**Dot** 방식의  
듀얼 디스플레이

# 884XA - Specification

Technical Specifications	
Display	VFD Dot Matrix
Resolution	6.5 Digits
V DC	<b>Ranges:</b> 100 mV to 1000 V <b>Max. Resolution:</b> 100 nV <b>Accuracy:</b> 8845A: 0.0035 + 0.0005 8846A: 0.0024 + 0.0005
V AC	<b>Ranges:</b> 8845A: 100 mV to 750 V 8846A: 100 mV to 1000 V <b>Max. Resolution:</b> 100 nV <b>Accuracy:</b> 8845A: 0.06 + 0.03 8846A: 0.06 + 0.03 <b>Frequency:</b> 3 Hz to 300 KHz
Resistance	<b>2x4 Wire:</b> Yes <b>Ranges:</b> 8845A: 100 $\Omega$ to 100 M $\Omega$ 8846A: 10 $\Omega$ to 1 G $\Omega$ <b>Max. Resolution:</b> 8845A: 100 $\mu\Omega$ 8846A: 10 $\mu\Omega$ <b>Accuracy:</b> 8845A: 0.010 + 0.001 8846A: 0.010 + 0.001
A DC	<b>Ranges:</b> 100 $\mu$ A to 10 A <b>Max. Resolution:</b> 100 pA <b>Accuracy:</b> 0.050 + 0.005
A AC	<b>Ranges:</b> 8845A: 10 mA to 10 A 8846A: 100 mA to 10 A <b>Max. Resolution:</b> 8845A: 10 nA 8846A: 100 pA <b>Accuracy:</b> 0.10 + 0.04 <b>Frequency:</b> 3 Hz to 10 kHz

# 884XA - Specification

Freq/Period	<b>Ranges:</b> 8845A: 3 Hz to 300 kHz 8846A: 3 Hz to 1 MHz <b>Max. Resolution:</b> 1 $\mu$ Hz <b>Accuracy:</b> 0.01 %
Continuity/ Diode Test	Yes
Capacitance	<b>Ranges:</b> 8846A: 1 nF to 0.1 F <b>Max. Resolution:</b> 8846A: 1 pf <b>Accuracy:</b> 8846A: 1 %
Temperature	<b>Type:</b> 8846A: Platinum RTD <b>Ranges:</b> 8846A: -200 °C to +600 ° <b>Max. Resolution:</b> 8846A: 0.01 ° <b>Accuracy:</b> 8846A: 0.06 °
Math Functions	NULL, Min/Max/Average, Std Dev dB/dBm: Yes
Advanced Functions	<b>Statistics/Histogram:</b> Yes <b>Trendplot:</b> Yes <b>Limit Test:</b> Yes
Input Output	<b>USB Memory:</b> 8846A: USB memory drive port <b>Real Time Clock:</b> 8846A: Yes <b>Interfaces:</b> RS 232, IEE-488.2, Ethernet, USB (with optional adaptor) <b>Programming Languages/Modes:</b> 8846A: SCPI (IEEE-488.2), Agilent 34401A, Fluke 45

## 884XA – 특징 및 장점

- 6.5 디지털 분해능
- 2\*4 저항 측정 리드
- Limit test 비교 기능
- 듀얼 디스플레이
- USB메모리 드라이브 포트(8846A)
- 그래픽컬한 디스플레이
- Trendplot 레코드 모드 및 통계와 막대 그래프
- 다양한 인터페이스

## Tip 1 : 올바른 DMM 사양의 이해

- 사양(Specification) 이란 ?

: 일반 컴퓨터를 구입하거나, 자동차를 구매할 때 사양을 검토하는 것 처럼 측정기를 구매할 때에도 자신의 사용 용도에 적합한 측정기를 선택하여야 한다.

: 장비의 성능에 대하여 명확하게 표기하여 놓은 문서.

## 측정기에서 사양이란 ?

- : 디스플레이하고 있는 값의 정확도에 대한 확신과 부정확한 값을 얻을 위험도를 숫자화 하여 표시한 값.
- : 일정한 동작환경에서의 장비의 능력을 객관적으로 수치화 하여 표현하여야 한다.

# 사양이란 ?

- 사양이 갖추어야 할 조건

- : 완성도 - 정확도에 영향을 미칠 수 있는 요소(습도, 고도, 진동 등)들을 충분히 고려 하였는지 여부.

- : 명확성 - 사양의 명확성을 위하여 노력을 했는지 여부.

- : 객관성 - 객관성을 갖은 방식으로 표현했는지 여부.

\* 사양은 은행의 통장처럼 명확하고 객관적이어야 한다

## 측정기의 주요 사양

- 디지털과 카운트 (Digits and Counts)
- 분해능 (Resolution)
- 최소 표현단위 (Sensitivity and Range)
- 정확도 (Accuracy)

# 디지털과 카운트

- 디지털란 0-9까지의 숫자를 의미한다. 따라서 디스플레이 되는 숫자의 개수를 의미한다.
- 예를 들어 1999는  $3 \frac{1}{2}$  디지털라고 표현하고, 19999는  $4 \frac{1}{2}$ 로 표현한다.
- 1999는 4개의 디지털을 갖는데 왜  $3 \frac{1}{2}$  디지털라고 표현할까 ?  
: 맨 앞자리는 digit가 가질수 있는 9를 가지를 수 없으므로 Half digit 이라는 의미로  $1/2$ 로 표현한다.

## 디지털과 카운트

- 따라서  $3\frac{1}{2}$  디지털 측정기에서는 1999에서 '1' 값이 더해지게 되면 디스플레이는 2000이 아니라, 200을 디스플레이하게 된다.
- 디스플레이를 표현하는 다른 이름은 카운트이다
- $3\frac{1}{2}$ 의 측정기는 표현할 수 있는 최대 값 1999에서 표현될 수 있는 0을 더한 2000카운트로 표시된다.
- $4\frac{1}{2}$ 의 측정기는 20,000 카운트의 측정기이다.

## 분해능 (Resolution)

- 측정 시 작은 변화 값을 확인 할 수 있는 정도.
  - 예를 들어 2000 카운트의 측정기에서 “199.7”을 디스플레이했다면, 분해능은 0.1이 됩니다.
  - 20,000 측정기에서는 “199.75”를 디스플레이했다면, 분해능은 최소 단위인 0.01이 됩니다.
- ;이때 우리는 20,000 카운트의 DMM이 “더 좋은 resolution을 갖고있다” 라고 표현한다.

# Sensitivity와 Range

- Resolution과 Sensitivity는 상당히 유사한 개념입니다. Resolution은 최소측정의 정도를 의미하는 반면, Sensitivity는 측정할 수 있는 최소의 구체적인 측정 값  $10\mu\text{V}$  or  $10\text{nV}$ 등을 의미한다.
- 이것은 Range와 매우 관련이 있다.
- 만일 2000 카운트 측정기의 최소 Range가  $10\text{mV}$ 이라면,  $10.00\text{mV}$ 를 디스플레이 할 수 있고 여기서의 Sensitivity는  $0.01\text{mV}$ 가 된다.

# Sensitivity와 Range

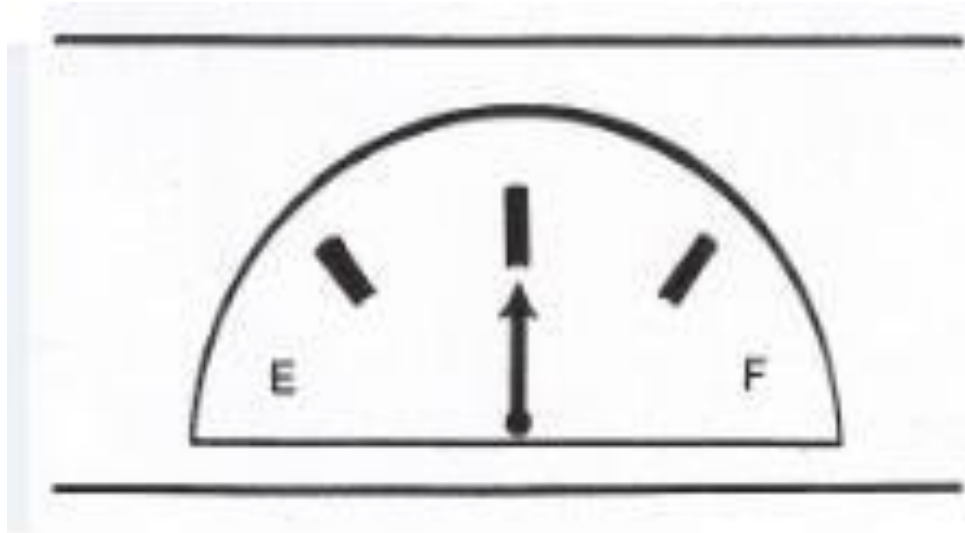
- 만일 20,000 카운트 측정기라 하더라도 최소 레인지가 100mV이라면, 100.00mV를 디스플레이 하게 되고, 여기서 **Sensitivity** 또한 0.01mV 가 된다.
- 따라서 20,000카운트의 측정기는 2000카운트 보다 10배의 **Resolution**을 가지고 있지만 꼭 더 나은 **sensitivity**를 가지고 있다고는 할 수 없다.
- 최소 **Range**와 **Digit(count)**를 살피는 것이 내 측정기의 **sensitivity**를 파악하는데 필수적인 사항이다.

# 정확도(Accuracy)

- Accuracy를 표현하는 두 가지 방법 :
  - Percentage(%) of Full scale or Range
  - Percentage(%) of Reading

## 정확도(Accuracy)

200리터의 연료통을 가진 자동차에서 연료 게이지가 그림과 100리터를 지시하고 있고, 게이지의 accuracy가 1%라고 한다면,



# 정확도(Accuracy)

1. Percentage(%) of Full scale or Range일 경우  
1%의 accuracy를 갖는다고 한다면,

Range는 200리터, 1%는 +/- 2리터가 된다.

따라서 게이지가 현재 지시하는 값은

100리터이지만 실제로는 98리터에서 102리터의  
값일 수 있다는 것이다.

## 정확도(Accuracy)

2. Percentage(%) of Reading 일 경우  
1%의 accuracy를 갖는다고 한다면,

Reading는 100리터, 1%는 +/- 1리터가 된다.  
따라서 게이지가 현재 지시하는 값은  
100리터이지만 실제로는 99리터에서 101리터의  
값일 수 있다는 것이다.

## 정확도(Accuracy)

- 즉, % of Reading 방식이 % of Range or Full scale 방식보다 Accuracy가 뛰어 나다.
- 따라서 어떤 방식으로 accuracy를 표현하였는지를 확인하는 것이 무엇보다도 중요하다.

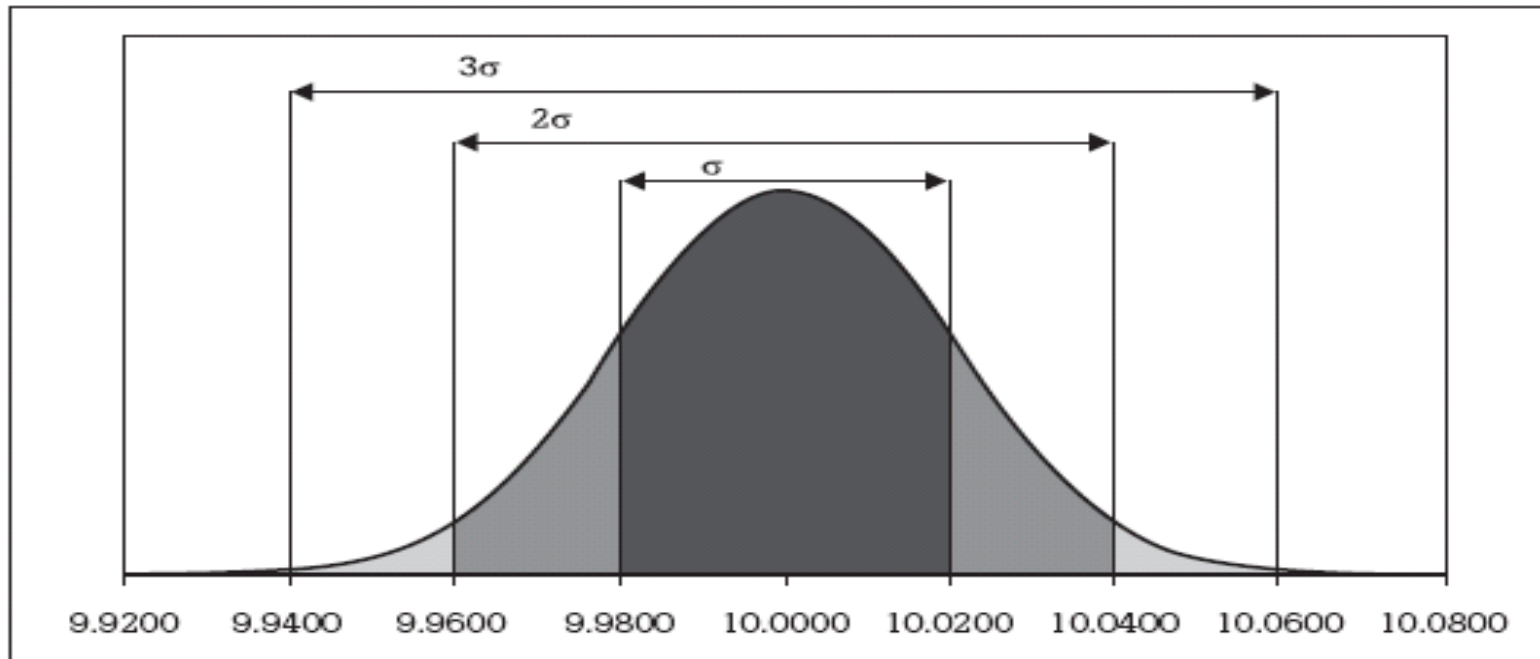
## 정확도(Accuracy)

- 이러한 Accuracy의 사양은 특정한 장비에서만 적용되어지는 것이 아니라 같은 모델의 모든 장비에 보편적으로 적용이 되어야 한다.
- 그러한 이유 때문에 생산자들이 사양을 만들 때에는 충분한 샘플데이터 값을 이용하며, 조심스럽게 통계의 개념을 도입하게 된다.

# 정확도(Accuracy)

- 예를 들어 50개의 측정기를 가지고 10V의 리딩값을 기록한다고 가정해 봅시다.

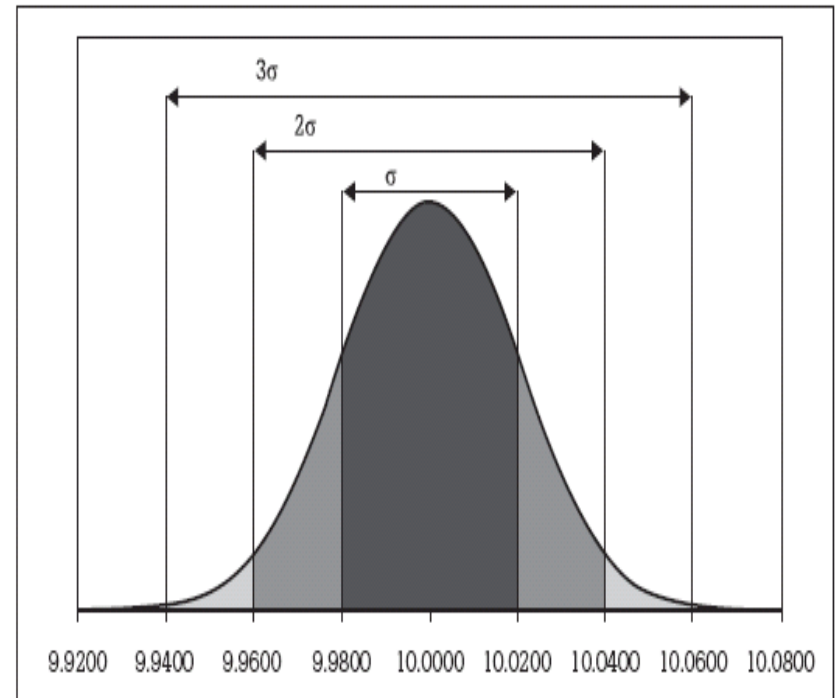
모두 다 같은 값을 가질 수는 없고, 그림과 같이 10V에 주변에 근접한 분포도를 나타낼 것입니다.



# 정확도(Accuracy)

- 장비 생산자들은 이런 분포 곡선을 가지고 사양을 만들게 되며, 각각의 리딩값의 표준편차 값을 가지고 리딩 값의 **confidence level**을 갖게 됩니다.

- 1  $\sigma$  = 전체 리딩값의 68%
- 2  $\sigma$  = 전체 리딩값의 95%
- 3  $\sigma$  = 전체 리딩값의 99.7%



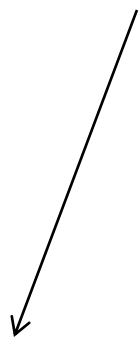
## 정확도(Accuracy)

- Spec에 대한 문의를 할 때  
“ 이 스펙의 컨피던스 레벨은 어떠한가요 ?”라고  
반드시 물어 보아야 합니다.

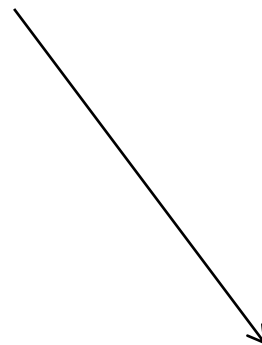
높은 숫자의 표준편차를 가질 수록 사양은  
나빠지지만, 실제 측정값이 사양을 벗어날 확률은  
적어집니다.

## 정확도(Accuracy)

$\pm 1 \% + 2 \text{ digit(count)}$



% of Reading(Range)



가장 낮은 디지털의 값

## 정확도(Accuracy)

- 2000 카운트(3 ½ Digit)이고 99%의 컨피던스 레벨의 사양을 가지고 있는 측정기로 10V를 측정한다고 하면

Step 1. 1% of Reading 이므로,  
10V의 1% = 0.1V

Step 2. 2\* Digit 이므로,  
10.00V의 최소 자리  $0.01V * 2 = 0.02V$

따라서 정확도는  $\pm 0.12V$  가 된다.

# 정확도(Accuracy)

- 이 사양의 의미는

“2000 카운트(3 ½ Digit) 측정기의 accuracy가  $\pm 1\% + 2\text{digit}$  라면 10V를 측정할 때 측정기가 9.88V 부터 10.12V까지 표현할 확률이 99%이다”

라는 뜻이 됩니다.

# Tip 2 : 2x4 와이어 저항 측정

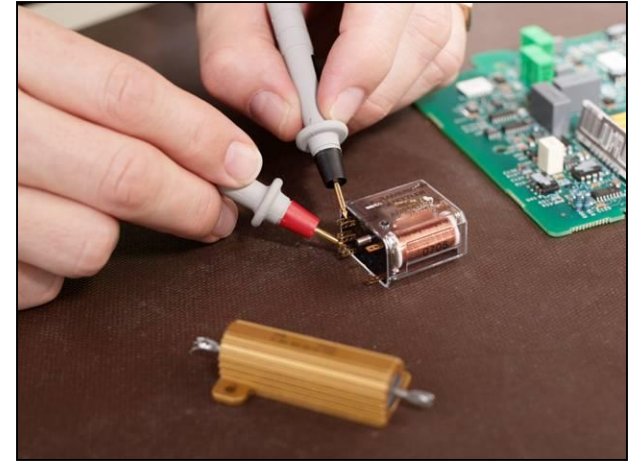
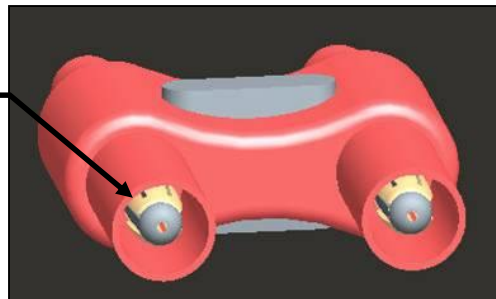
## What

- 4-와이어 측정 방법은 낮은 저항의 정밀 측정을 위하여 사용됩니다. < 100옴

## Why

- 2X4 와이어 저항 측정은 전형적인 0.5옴의 선 저항을 제거하여 준다.
- 테스트상의 연결 포인트 수를 감소 시키며, 연결상의 에러를 제거하여 준다.
- 밀집되고 작은 측정 포인트를 허용한다.

Patented split contacts provide 4-wire measurements in a single pair of test leads



## Applications

- Relay contact resistance
- Coil resistance
- Terminators (Lo-ohms)
- Connector contacts
- Reference dividers

# Tip 2 : 2x4 와이어 저항 측정

- 멀티미터는 옴의 법칙을 통해서 저항 값을 측정

$$R \text{ (Ohms)} = \frac{\text{Measured Voltage across Runknown}}{\text{Known constant current (Isource)}}$$

- 2선식 측정 방식

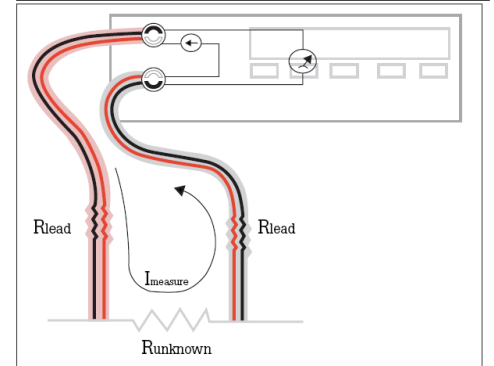
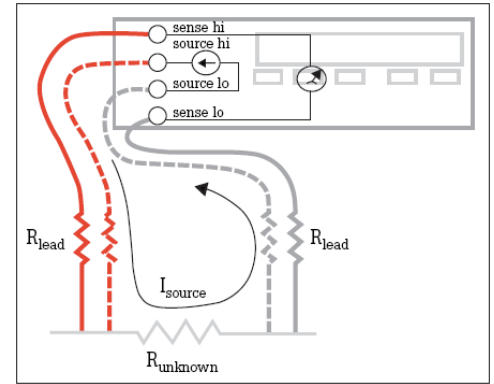
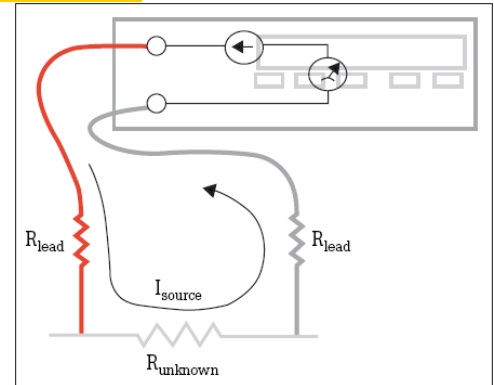
$$R \text{ (Ohms)} = \frac{V_{\text{drop Rlead}} + V_{\text{drop Runknown}} + V_{\text{drop Rlead}}}{I_{\text{source}}}$$

- 4선식 측정 방식에서는 I Source를 분리

$$R \text{ (Ohms)} = \frac{V_{\text{drop Runknown}}}{I_{\text{source}}}$$

- 4선식 측정 방식에서는 리드 선 저항으로 발생하는 에러를 줄여줄 수 있다. 약 0.5 옴 이하

- Fluke의 특성화된 2 X 4 선식 케이블



# Tip3 : i-Leakage 저 전류 측정(8808A)

## What

- 스탠바이 또는 오프 상태에서 배터리 동작 전자기기들의 손실전류를 측정
- 민감한 회로 또는 구성(성분)의 손실 전류 측정

## Why

- **i-Leakage**: 낮은 DC 전류 측정을 위한 특성 모드
  1. 션트 측정 방법에 의해 발생하는 **burnden** 전압을 감소시켜 준다.
  2. 부든 전압에 따른 측정 에러 (**30%**) 감소 시킨다.
  3. 낮은 임피던스 **op-amp** 방법은 **2000 uAmp** 에서 **200 uAmp DC** 범위에서 사용된다. (다른 범위에서는 일반적인 션트 방식 사용)
  4. Resolution of 1 nA with an accuracy of 0.03%  
Reading + 0.005% Range



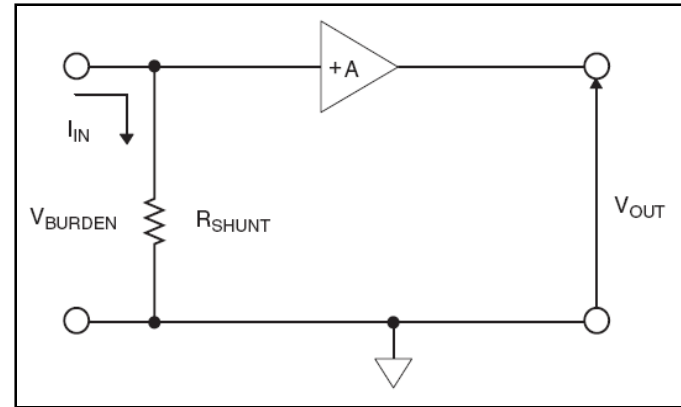
## Applications

- Standby current in battery operated devices
- Leakage current in sensitive components

# Tip3 : i-Leakage 측정 이론

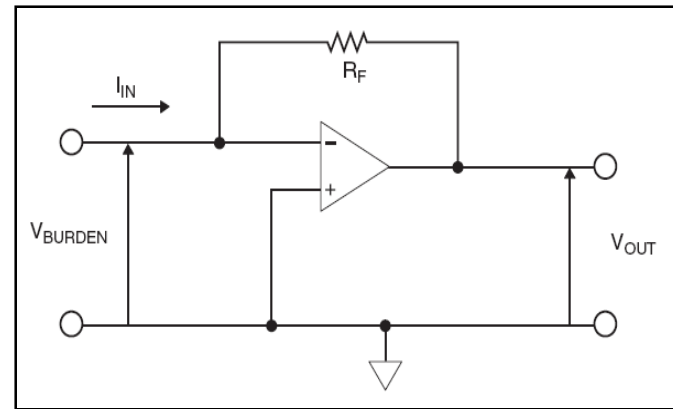
- 일반적인 current shunt 측정 방식:

- Low-current is measured by passing the current through a **shunt resistor**, then measuring the voltage drop across the shunt.
- The voltage produced across the shunt resistor is called the **burden voltage**.
- Burden voltage is an error source since it subtracts from the applied voltage. (Kirchhoff's second law)
- This causes the current flow to be less than the actual value, thereby producing an error.



- Fluke 8808A, op-amp current-to-voltage converter:

- The Fluke 8808A uses a **feedback resistor** with an **operational amplifier** to convert the input current into a voltage.
- The output voltage is the product of the input current and the feedback resistor. ( $V_{out} = I_{in} \times R_f$ )
- The output voltage is measured then used to calculate input current, sensitivity is determined by the feedback resistor.
- The high gain operational amplifier forces the burden voltage to be nearly zero, virtually eliminating any error.



**FLUKE 8808A**는 낮은 DC 전류 측정에서 전류-전압 변환 OP 앰프 방식을 통하여 측정 에러를 제거하여 줍니다.

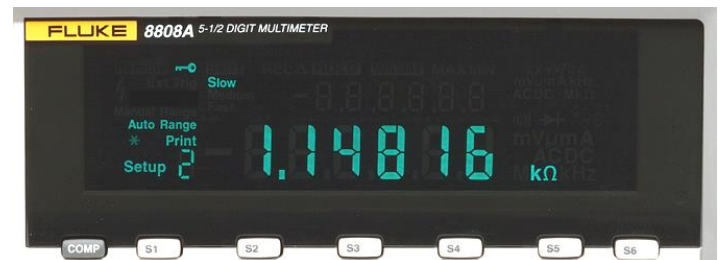
# Tip4 : 전면 패널 셋업 설정 모드 (8808A)

## What

- 자동화된 제조라인 외의 일반 제조 라인에서는 교육 또는 지침서를 통해 테스트 되어 집니다.

## Why

- **Setup keys S1 through S6:**
  1. 테스트의 반복성이나 일관성을 향상 시킨다.
  2. 부정확한 셋업을 통한 측정 에러를 제거하여 준다.
  3. 테스트 시간을 줄여 준다.
  4. 사용자에게 의한 계산이나 판단 오류를 제거하여 준다.  
(Limit 비교 모드 설정 시)



# Tip5 : Limit 비교 모드 (Pass/Fail)

## What

- 사용자가 기능적인 시험을 수행하거나, 테스트 포인트상의 중요한 측정을 할 때,
- 교육 또는 지침서를 통한 사용자가 측정할 때,

## Why

- **Limit Compare:**
  1. 허용오차를 입력 저장하여 테스트를 실시한다.
  2. 테스트 결과는 **pass/fail** 지시기를 통하여 전면 패널에 표시된다.
  3. 테스트상의 값을 명확하게 지시하여 사용자에게 의한 계산이나 판단 오류를 제거하여 준다.



# Tip6 : Dual Reading

- 동시에 두 가지 파라미터 측정 가능

		Primary Functions					
		DC V	AC V	DC I	AC I	FREQ	OHMS
Secondary Functions	DC V	-	X	X	X		
	AC V	X	-	X	X	X	
	DC I	X	X	-	X		
	AC I	X	X	X	-		
	FREQ		X		X	-	
	OHMS						-



**FLUKE®**

**감사합니다.**

**Q&A**

**이석태 과장**

**[St.lee@flukecal.com](mailto:St.lee@flukecal.com)**

**010-3048-6311**