

저항성 누설전류계 KEW 5050SE

Part.1 모델 5050SE 소개 및 개요

INDEX 목차

1 누설 전류

1. 누설 전류란?
2. 누설 전류의 측정 목적과 발생 원인
3. 누설 전류 측정의 문제점
4. 저항성(lor) 누설 전류 / 용량성(loc) 누설 전류
5. 저항과 캐패시터의 전원 인가 테스트
6. 절연저항계로 절연 측정시의 문제점
7. 절연저항계로 절연 측정시의 주의점
8. 활성 상태에서의 lor 측정에 대한 의미의 해석
9. 누설 전류 측정의 점검 방식에 대한 기준의 변화

2 KEW 5050SE

1. 제품 소개 및 사양
2. 제품 구성
3. 제품 특징





누설 전류



1 누설 전류

1. 누설 전류란?

1. 전로 이외의 경로로 흐르는 전류
2. 전로의 절연체의 내부 또는 표면과 공간을 통하여 선간 또는 대지 사이에 흐르는 전류



누설 전류의 위험성

1. **감전, 화재 등** 여러가지 재해 요인이 됨과 동시에 사고로 이어질 가능성 높음
2. 지속적으로 이루어지는 누설전류는 전력손실로 인한 **경제적 손해** 발생 요인



1 누설 전류

2. 누설 전류 측정의 목적

- ① 무정전 상태에서 수시로 선로 및 기기의 누설 전류 관리
- ② 정전이 어려운 환경으로 인하여 절연저항 측정이 곤란한 경우
- ③ 누전으로 인한 감전 및 전기 화재의 예방
- ④ 전기기기의 건전성과 경년 변화의 확인

*경년 변화란 : 시간의 경과와 함께 서서히 변화하는 일. 자연 열화를 포함, 부식, 마모, 물리적인 성질의 변화 등으로 성능이나 기능이 떨어지는 것.

1 누설 전류

2. 누설 전류 측정의 목적

누설 전류의 발생 원인

- ① 선로 또는 기기(고압/저압)의 절연이 저하될 경우
- ② 선로가 긴 경우 선로와 대지간 정전 용량 성분(1km당 약 수A)
- ③ 전자기기 노이즈 필터의 캐패시터 성분
- ④ 중성선 다중 접지에 의한 불평형 부하 전류
- ⑤ 표류 부하손(유도성 순환 전류)
- ⑥ 한전 계통접지 불평형 전류
- ⑦ 부하측에서 중성선과 접지선이 바뀐 경우 등 다양한 원인으로 발생

1 누설 전류

2. 누설 전류 측정의 목적

- ▶ 평상시 전기설비 관리의 대부분은 저압에 집중되어 있다.
 - 통계에 따르면, 전기 사고의 **90% 이상**이 저압반에서 발생된다고 한다.
- ▶ 저압 전기설비의 경우 배전반 또는 간선보다 분전반 분기
측, 말단 부하 측에서 대부분 문제가 발생한다.
 - 분전반 분기측의 절연관리가 특히 중요하다.

사용 전압이 저압인 전로의 절연성능은 기술기준 제52조를 충족하여야 한다.
다만, 저압 전로에서 정전이 어려운 경우 등 절연 저항 측정이 곤란한 경우
저항성분의 누설전류가 1mA 이하이면 그 전로의 절연성능은 적합한 것으로 본다.

- 전기설비 기술기준의 판단기준 제13조(전로의 절연저항 및 절연 내력) 1항
2018년 11월 개정되었으며, 2019년부터 적용

1 누설 전류

3. 누설 전류 측정의 문제점

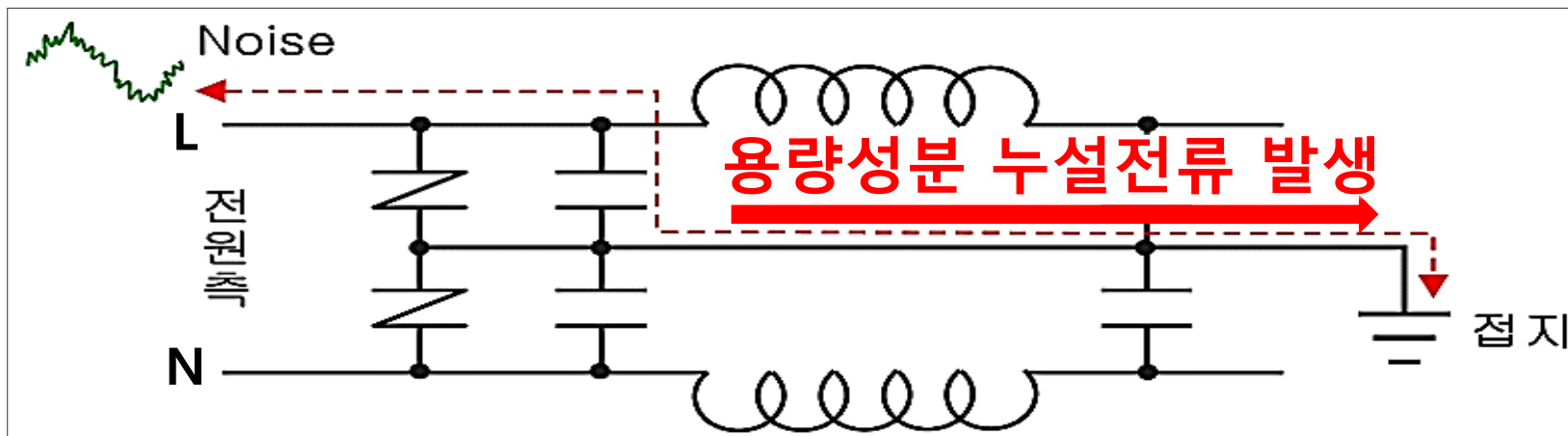


현장에서 일반 누설전류계로 측정 시 측정 기준값인 1mA를 초과하는 값이 측정되는 경우가 대부분이다.

1 누설 전류

3. 누설 전류 측정의 문제점

(노이즈(라인) 필터를 통한 용량성분 누설전류의 흐름도



다양한 전자기기의 사용 증가로 인해 노이즈 필터(라인필터)의 누설 전류가 평상시에도 수 mA이상 흐르고 있어 일반 누설전류계로는 판단기준 제13조 1항은 **현장 적용이 어렵다.**
- 노이즈필터에서 흐르는 전류는 대부분 **용량성 누설전류이기 때문이다.**

- ▶ 콘덴서 접지를 통하여 누설전류 발생
- ▶ 컴퓨터 : 1~3mA /대당
- ▶ 대형 TV(**약10mA**) 및 각종 전자제품
- ▶ 누설전류 1mA 이하로 유지하는 것이 현실적으로 매우 어려움



1 누설 전류

4. 용량성(loc) 누설 전류 / 저항성(lor) 누설 전류?

$$\text{누설 전류(lo)} = \text{저항성 누설 전류(lor)} + \text{용량성 누설 전류(loc)}$$

1 저항성 누설전류 lor

전로와 대지 사이에 저항성분으로 인해 발생

- 감전, 화재의 원인이 되는 누설전류(저항성분/유효성분)

2 용량성 누설전류 loc

전로와 대지 사이에 정전용량(캐패시터)으로 인해 발생

- 위험이 없는 전류(정전용량성분/무효성분)

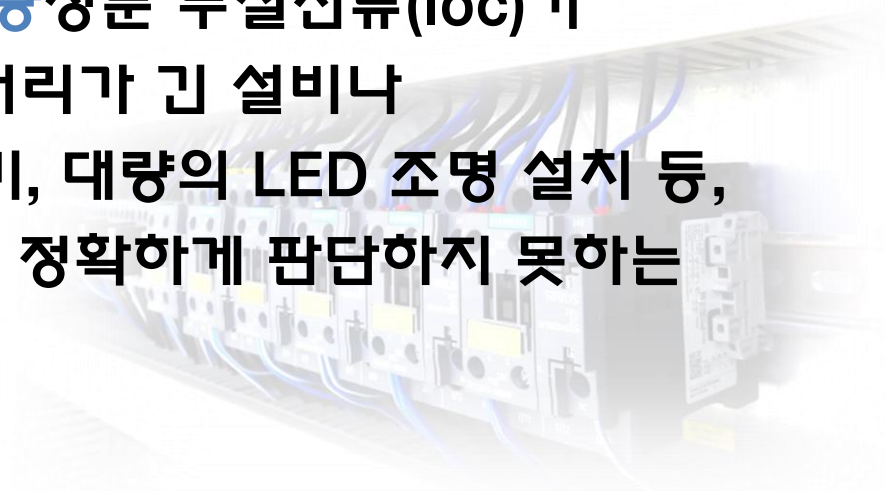


1 누설 전류

4. 용량성(loc) 누설 전류 / 저항성(lor) 누설 전류?

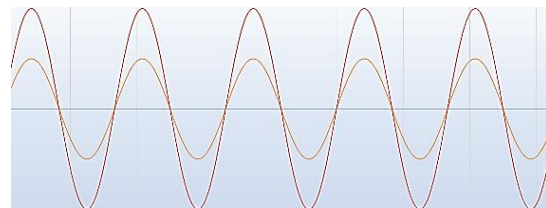
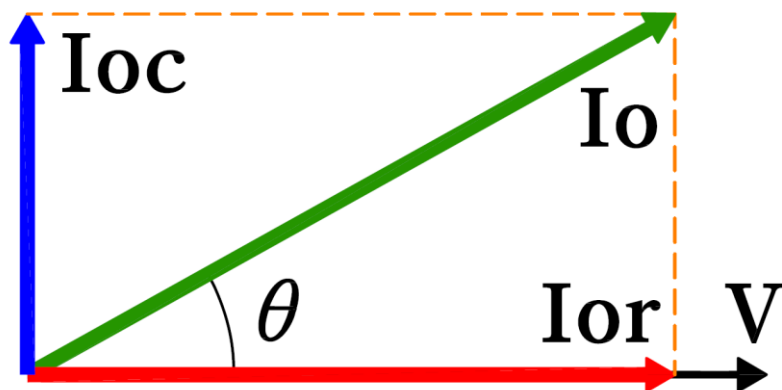
$$\text{누설 전류(lo)} = \text{저항성 누설 전류(lor)} + \text{용량성 누설 전류(loc)}$$

일반적인 절연 감시 장치 등에서 판정 기준으로 사용되고 있는 누설 전류(lo)의 판정값에는 화재나 감전, 전력 손실의 원인이 되는, 대지**저항**성분 누설전류(lor)와 위험한 상태가 되지 않는, 대지**용량**성분 누설전류(loc)가 포함되어 있다. 이로 인해, 배선 거리가 긴 설비나 인버터 기기가 접속되어 있는 설비, 대량의 LED 조명 설치 등, loc가 큰 설비에서는 절연 상태를 정확하게 판단하지 못하는 경우가 있다.

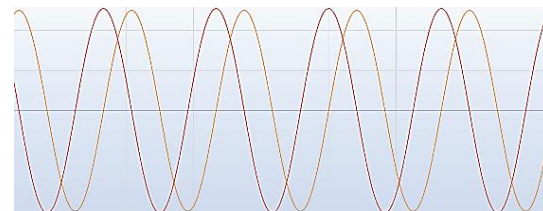


1 누설 전류

4. 용량성(loc) 누설 전류 / 저항성(lor) 누설 전류?



lor
(V vs I)



loc
(V vs I)

1 저항성 누설전류 lor

대지 저항 성분 누설전류(lor)는 전압(V)과 동일한 위상(위상차 0°)으로 흐르기 때문에, 유효 전력 환산식은

$$\text{유효 전력(P)} = V \times \text{lor} \times \cos 0^\circ (\cos 0^\circ = 1) = V \times \text{lor}$$

즉, 유효전력으로 소비되기 때문에, 경우에 따라서는 발열이나 발화로 이어질 가능성이 있어 매우 위험

2 용량성 누설전류 loc

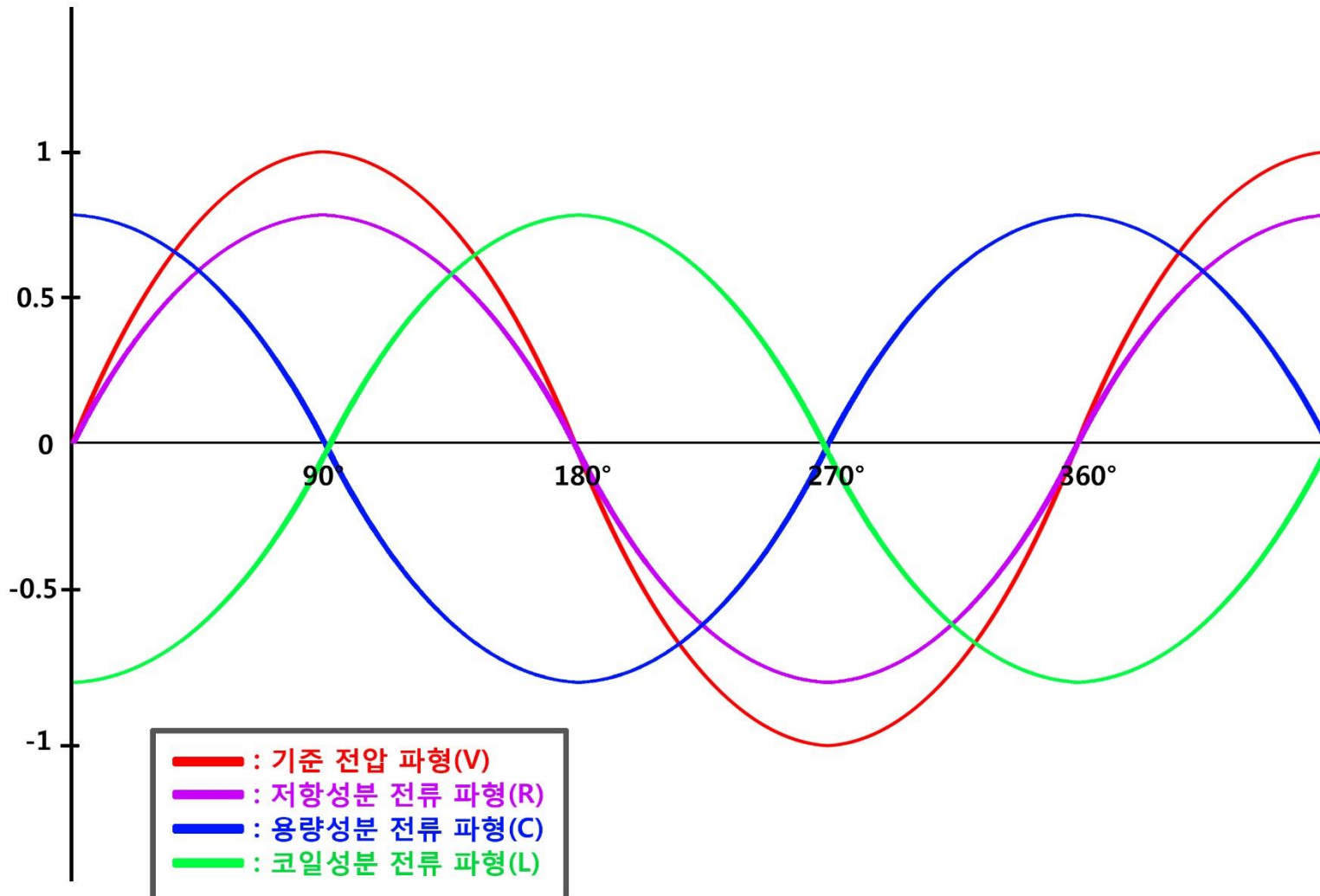
대지 용량 성분 누설 전류(loc)는 전압(V)에 대해 90° 앞선 위상으로 흐르기 때문에, 유효 전력 환산식은

$$\text{유효 전력(P)} = V \times \text{loc} \times \cos 90^\circ (\cos 90^\circ = 0) = 0$$

즉, 유효전력이 제로로 되어 위험한 상태로 되지 않음

1 누설 전류

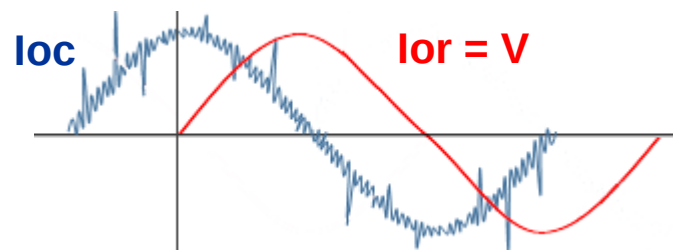
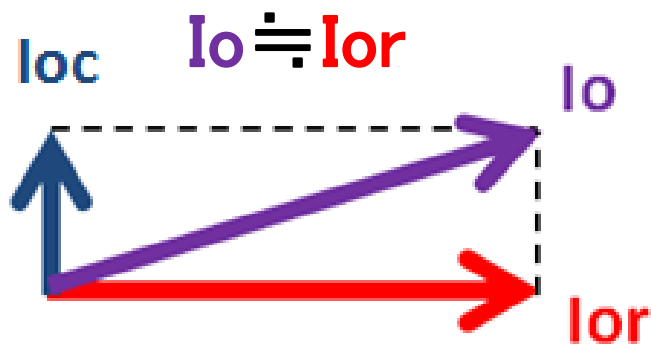
4. 용량성(loc) 누설 전류 / 저항성(lor) 누설 전류?



1 누설 전류

4. 용량성(loc) 누설 전류 / 저항성(lor) 누설 전류?

과거에는 전로에 용량 성분이 적었기 때문에, 일반 누설전류값(I_o)으로도 관리가 가능했다.

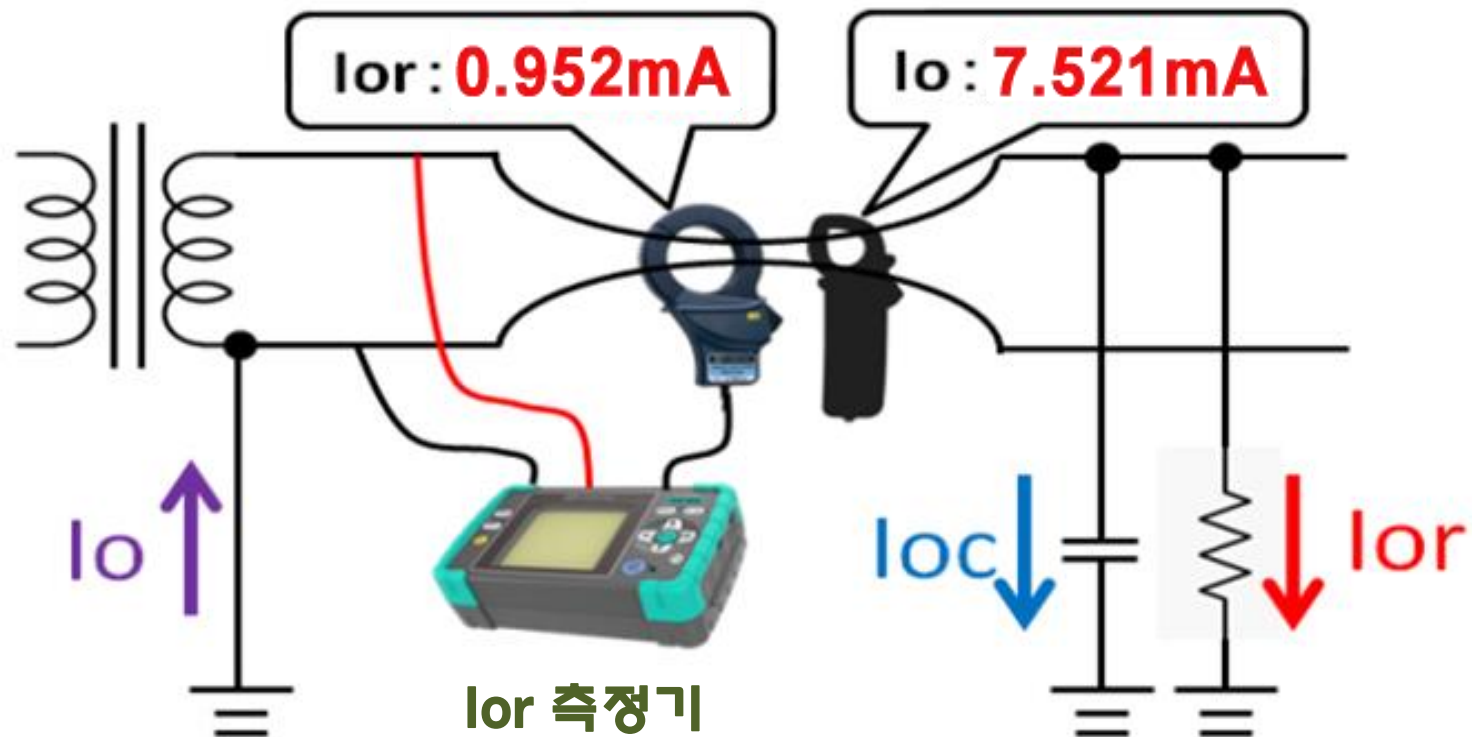


그러나, 최근에는 배선 길이가 길고, 인버터 전자기기가 늘어나 노이즈 대책으로 노이즈 필터 등, 용량 성분이 폭발적으로 증가해 I_o 값으로는 정확하게 관리할 수가 없게 되었다.

1 누설 전류

4. 용량성(loc) 누설 전류 / 저항성(lor) 누설 전류?

저항성 누설 전류(lor)와 용량성 누설 전류(loc)의 검출예



1 누설 전류

4. 용량성(loc) 누설 전류 / 저항성(lor) 누설 전류?

동일 측정 개소에서 lor/lo 누설 전류 측정값 비교



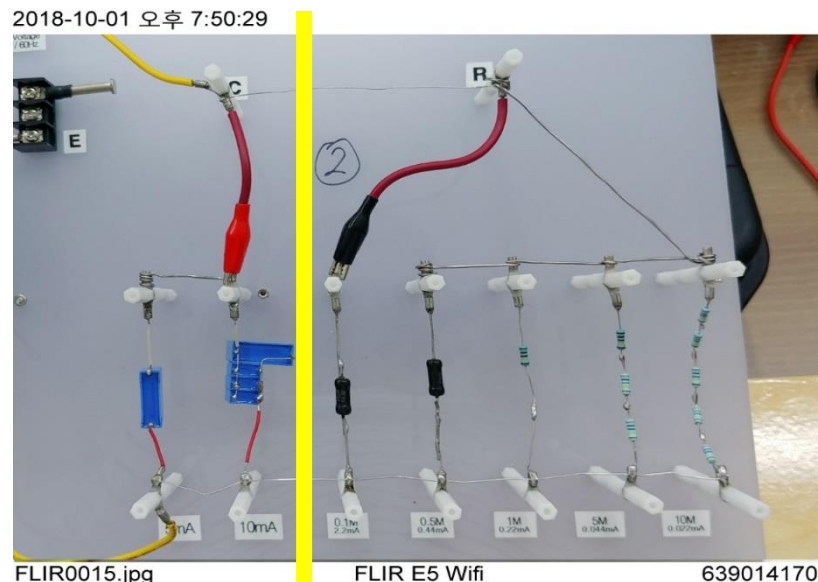
일반 누설전류계



저항성 누설전류계 5050SE

1 누설 전류

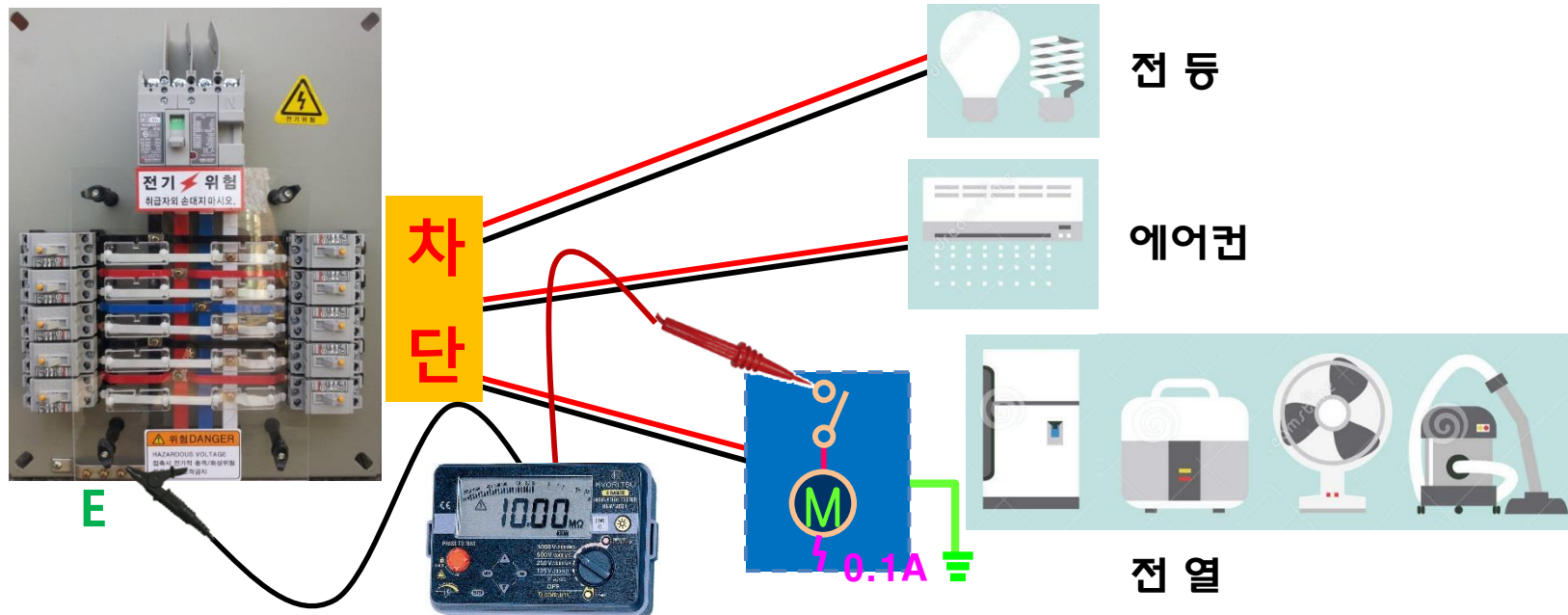
5. 저항과 캐패시터의 전원 인가 테스트(전원 인가 후 약 5분 경과)



위 사진은 전원(220V)을 인가한 상태에서 누설전류에 의해 발생하는 발열 과정을 살펴보기 위해 실험 키트를 제작, 열화상 카메라로 촬영한 사진이다. 실화상 측정 사진의 적색 라인을 기준으로 좌측 2개의 캐패시터는 각각 5mA / 10mA의 용량성 누설전류에 해당하는 용량이고, 우측의 저항들은 각각 2.2mA(0.1MΩ) / 0.44mA (0.5MΩ) / 0.22mA(1MΩ) / 0.044mA(5MΩ) / 0.022mA(10MΩ)의 저항성 누설전류에 해당하는 저항들로 구성되어 있다. 전압 인가 후 5분이 경과한 상태에서의 열화상 사진을 보면, 10mA, 5mA가 흐르는 캐패시터에서는 발열이 전혀 발생하지 않지만, 2.2mA, 0.44mA, 0.22mA의 전류가 흐르는 저항에서는 발열이 발생하고 있음을 열화상으로 확실히 알 수 있다. loc 10mA에 비해 Ior이 1/5밖에 흐르지 않음에도 상당한 발열이 발생하고 있는 것이다. 다시 말해, 기준 전압과 90도의 위상차로 흐르는 용량성분 누설전류와 달리 감전, 화재의 주 원인인, 저항성분 누설전류를 제대로 관리해야만 절연 열화로 인해 발생할 수 있는 전기 사고를 예방, 대처할 수가 있는 것이다.

1 누설 전류

6. 절연저항계로 절연 측정시의 문제점

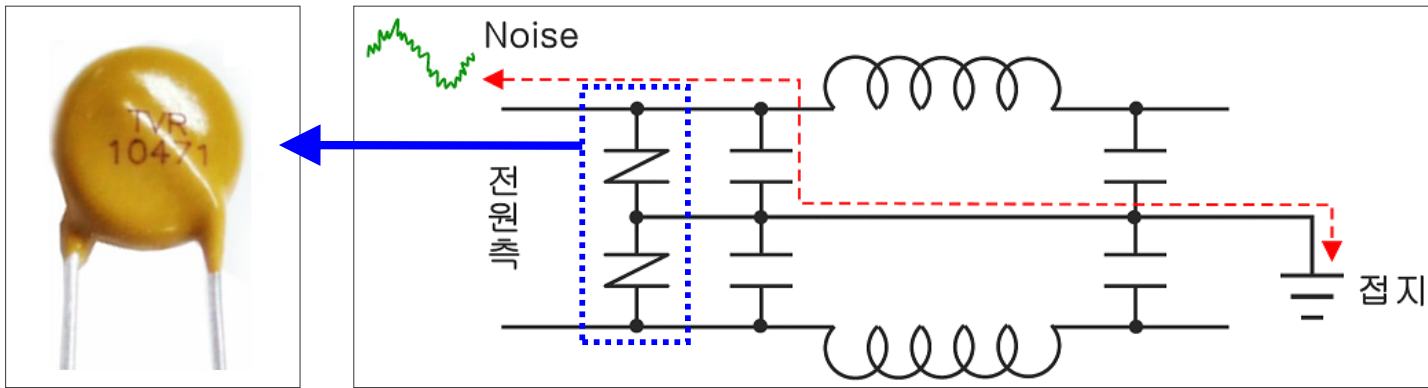


1. 전로에 AC전압이 아닌 **DC전압**을 인가하여 대지-전로간의 절연저항을 측정하기 때문에, **활선** 상태에서의 부하기기의 절연 상태 감시 및 부하 특성에 대한 판정이 불가능하고, 단순히 대지-전로간의 절연저항값만 측정이 가능하다. 예를 들어, 모터에서 누전이 발생하는 기기가 있다고 가정하면, 기기 내부에는 릴레이, 접점이 장착되어 있으므로, 절연저항계로 절연 측정시에는 이 릴레이 앞단까지만 측정이 가능하기 때문에, AC 전원을 투입, 기기를 구동시키지 않고서는 정확하게 절연 상태를 진단할 수가 없다. 즉, 현장에서의 전기 사고 예방을 위한 안전 예방 조치에 한계가 드러난다.
2. 정전할 수 없는 장소에서의 절연 측정이 불가, 반드시 정전이 필요하다.
3. 과도한 전압 인가시 전자기기가 파손될 가능성이 존재한다.

1 누설 전류

7. 절연저항계로 절연 측정시의 주의점

전자장치의 내부에는 대부분 노이즈필터와 서지를 제한하기 위해 바리스터가 내장되어 있으며, 바리스터의 경우 작동전압을 초과하는 전압으로 절연저항을 측정하게 되면, 전류가 흐르게 되어 절연저항이 매우 낮게 측정될 수 있다. 따라서 전자장치가 장착된 부하회로의 절연저항을 측정하기 위해서는 사용전압과 근접한 측정전압을 선택해야 한다.

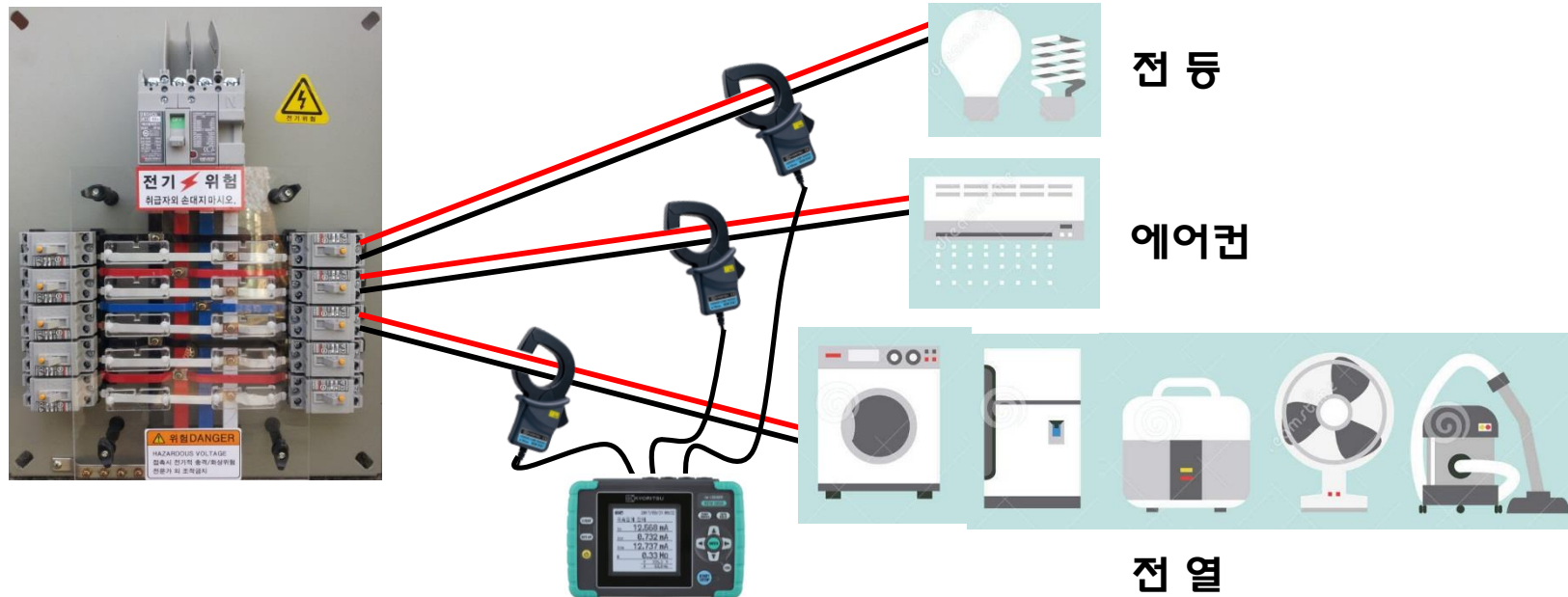


▶바리스터(10D471) 절연저항 측정(디지털 절연저항계 사용)

측정전압(V)	측정범위(M Ω)	출력전류(mA)	실측값(M Ω)
125	20	1	∞
250	2,000	1	1,900
500	2,000	1	0.46
1,000	4,000	0.5	0.92

1 누설 전류

8. 활선 상태에서의 Ior 측정에 대한 의미의 해석



1. 사선 상태로 절연 측정을 하는 일반 절연저항계와는 달리 활선 상태에서의 절연 열화와 관련된 저항성 누설 전류를 측정하기 때문에, AC로 작동 중인 부하기기에 대한 활선에서의 절연 상태 감시 및 부하 특성에 대한 현장에서의 양부판정이 가능하다. 다시 말해, 부하기기를 AC전원에 접속하기 전, 대지-전로간의 절연 상태가 양호하다고 판정된 경우라 할지라도, 실제로 전원에 접속, 작동 상태인 부하기기가 절연 열화로 인해 발생하거나, 발생할 가능성이 있는 저항성 누설전류(Ior)를 현장에서 즉시 측정, 판단 기준값(1mA 이하)을 기준으로 열화 상태를 판정할 수가 있다. 추가 기능으로는, Ior과 기준 전압으로 계산하면, 활선 상태에서의 절연저항값을 산출할 수 있기 때문에, 현재 작동 중인 부하기기의 절연에 대한 안정성 및 건전성을 판단하는데 중요한 요소이다.
2. 활선 상태에서 저항성 누설전류를 측정, 절연관리가 가능하다. 정전할 필요가 없다.

1 누설 전류

9. 누설 전류 측정의 점검 방식에 대한 기준의 변화

기존의 절연 저항 측정 방법

1. 활성 상태인 기기의 절연 상태 감시 및 부하 특성 판정 불가
2. 전로에 대한 절연저항값만 측정 가능(기기 동작에 대한 절연 판정 불가)
3. 정전할 수 없는 장소에서의 절연 측정 불가
4. 용량성 누설전류로 인하여 더 이상 일반 누설전류계로는
전기설비 기술기준의 판단기준 제13조에 대한 측정값 적용 불가

저항성 누설전류(lor) 측정 장비 보유에 대해
선택이 아닌 **필요**가 요구되는 상황에 직면!

 **KYORITSU**
KEW 5050SE



2

KEW 5050SE



2 KEW 5050SE

1. 제품 소개 및 사양

모델명

- KEW 5050SE(한국 버전)

측정항목

- 대지저항성분 누설전류(Ior), 누설전류(Io),
누설전류실효값(Iom), 기준전압(V), 기준전압
실효값(Vm), 절연저항값(R), 주파수(Hz), 위상차(θ)



공장

아파트

빌딩

연구시설 등

육요

아파트

2 KEW 5050SE

1. 제품 소개 및 사양

KEW 5050SE [한국 버전]

결선 방식	단상2선, 단상3선, 3상3선, 3상4선
Ior 레인지	10.000mA / 100.00mA / 1000.0mA / 10.000A / Auto
Io, Iom 레인지	10.000mA / 100.00mA / 1000.0mA / 10.000A
Ior, Io, Iom 확도	$\pm 0.2\%rdg \pm 0.2\%f.s.$ + 클램프 센서 + 위상 확도에 의한 오차
Vm, V	1000.0V
절연 저항	기준전압과 대지저항성분 누설전류로 연산 $R=V/Ior$
위상차	$0.0^{\circ} \sim \pm 180.0^{\circ}$ ($\pm 0.5^{\circ}$ 이내)
주파수	40 ~ 70 Hz
사용온도범위	-10 ~ 50°C, 상대습도 85%이하
보관온도범위	-20 ~ 60°C, 상대습도 85%이하
치수 및 무게	165(L)×115(W)×57(D)mm / 약 680g
전원	AA배터리 6개 / AC100V ~ 240V [50/60Hz]
적합 규격	IEC 61010-2-030, IEC 61010-031, IEC 61326 IEC 61010-1 CAT IV300V, CAT III 600V 오염도2

2 KEW 5050SE

2. 제품 구성

기본 구성품



5050SE 본체



클램프센서
Φ40



클램프센서
Φ68

또는



전압 측정코드



PC소프트웨어



SD 카드



AC 어댑터



접지코드



USB 케이블



휴대용 가방

추가옵션



클램프센서
Φ40



클램프센서
Φ68



전원공급 어댑터

2 KEW 5050SE

3. 제품 특징

- 1 FFT(고속 푸리에 변환)을 활용한 측정 방식
- 2 **활선 상태에서 절연저항값 산출 가능 $R=V/I_{or}$**
- 3 True RMS 기능(실효값)
- 4 빠른 응답 속도의 **로깅 및 분석**기능
- 5 다양한 기록기능(이벤트 기록 및 프린트 스크린)
- 6 최대 4계통 동시 측정 가능 / 데이터 로거로도 활용이 가능
- 7 **벡터 표시** 화면을 통해 위상차(I_{or} 과 I_{oc}) 확인 가능
- 8 단상 2선 부터 3상 4선에 이르기까지 **다양한 결선 방식** 대응 가능
- 9 SD카드나 USB 통신으로 데이터를 PC로 전송, **전용 소프트웨어**로 해석 CSV 파일로 출력, 엑셀에서도 데이터 해석 가능



2 KEW 5050SE

3. 제품 특징

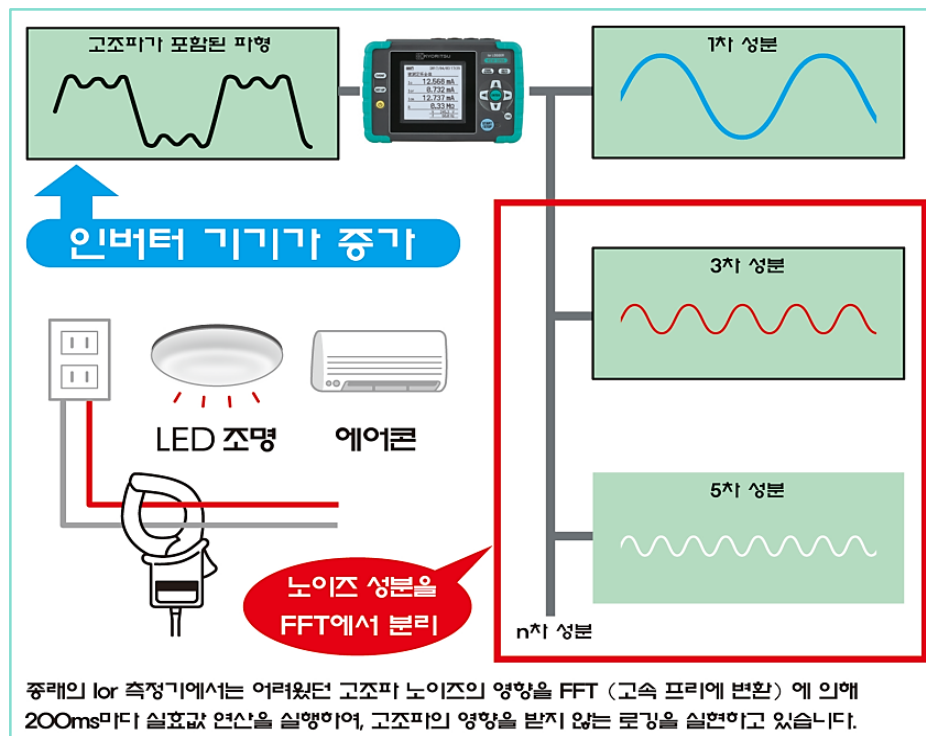
1 FFT(고속 푸리에 변환)을 활용한 측정 방식

고속 푸리에 변환

(FFT/ Fast Fourier Transform)

FFT 계산 방식을 사용하여 Io에 중첩된 모든 노이즈와 고조파의 영향을 제거한 고정도의 Ior 측정을 실현하고 있습니다.

(전원 공칭 주파수 50/60Hz의 1차성분만 검출, 그 외의 고조파는 모두 제거)



2 KEW 5050SE

3. 제품 특징

2 활성화상태에서의 절연저항값 산출 가능 $R=V/I_{or}$

활선상태에서 기준전압(V)과
저항성분 누설전류(I_{or})로 연산하여
활선 상태에서의
절연저항값(R) 산출이 가능

$$\text{절연저항(R)} = \frac{\text{기준전압(V)}}{\text{저항성 누설전류(I}_{or}\text{)}}$$



2 KEW 5050SE

3. 제품 특징

3 True RMS 기능(실효값)

영어로 (Root Mean Squared) 라고 하며, AC 파형과 같이 플러스, 마이너스가 주기적으로 반복되는 임의 주기파의 순시값의 1주기를 평균한 값의 평방근을 말한다.

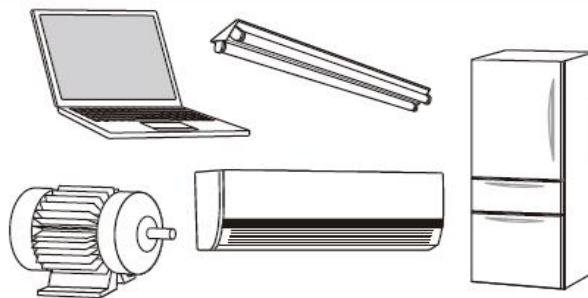
정현파의 경우 :

실효값(True RMS) = 최대값 $\times 1/\sqrt{2}$ = 최대값 $\times 0.707$

실효값(True RMS)이 220V일 때 :

최대값 = 실효값 $\times \sqrt{2}$ = $220 \times 1.41 = 311(V)$

True RMS 기능은 현재 많이 사용하고 있는 LED램프, 모터 인버터, PC, TV, 에어컨 등과 같은 부하에 존재하는 왜곡된 파형에서도 정확한 측정이 가능합니다.



파 형	True RMS 타입 TRUERMS	일반 타입
	✓ 정확히 측정	✓ 정확히 측정
	✓ 정확히 측정	높게 측정
	✓ 정확히 측정	낮게 측정
	✓ 정확히 측정	낮게 측정

2 KEW 5050SE

3. 제품 특징

3 True RMS 기능(실효값)



평균값 타입

▶ 측정값 : 320A
고조파 파형에서의
정확한 계측이 불가.



True RMS 타입

▶ 측정값 : 388A
고조파 파형에서도
정확한 계측이 가능.

2 KEW 5050SE

3. 제품 특징

4 빠른 응답속도의 로깅 및 분석기능, 정확도

■ 로깅 및 분석 기능 (**장기간** 측정 기록 가능)

기록 간격 : **200ms**마다 간극없이 실효값 산출(업계최속)
200ms/400ms/1초/5초/15초/30초/1분/5분/30분/1시간/2시간...
기록 내용 : **최대, 최소, 평균, 순시값**

■ 간헐적 누설도 놓치지 않는 **빠른 응답 속도**

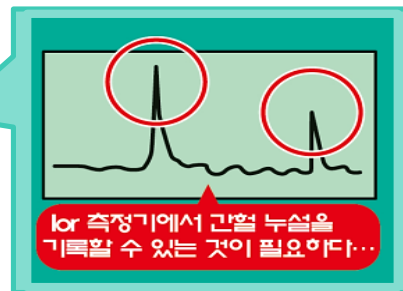
샘플링 속도 : **약 24.4 μ s [약 40.96ksps]** 간극없이 이벤트 유무 판정

■ **업계 최고의 측정 정확도**

최소 분해능 0.001mA(1 μ A)로 lor, loc의 정밀 측정이 가능,
타사와 비교할 수 없는 **측정 신뢰성 확보**

■ 간극없이(※) 연속 측정을 하기 위해 간헐 리크를 모두 포착 가능. (**세계최초!**)

※ 기존 타 제품은 lor 값 연산시 시간이 걸리는 간헐 리크를 포착 및 분석 할 수 없는 경우가 생길 수 있음...

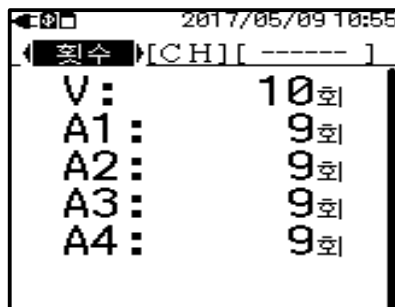


2 KEW 5050SE

3. 제품 특징

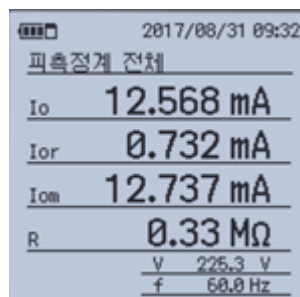
5 다양한 기록 기능(이벤트 기록 및 프린트 스크린)

- 1) 이벤트 감지기능 : 발생된 복수의 기준 전압 실효값(V_m), 누설전류 실효값(I_{om}), 누설전류(I_o), 대지저항성 누설전류(I_{or})의 이벤트를 종류별 분류 및 표시
- 2) 현재 화면을 캡처하는 프린트 스크린(PrintScreen)기능
 - 기본 SD카드(2GB)에 최대 **1000개까지** BMP파일로 저장 가능!
측정 화면을 **일괄 저장**하여 데이터 해석시 참고 자료로 활용도가 높다.



2017/08/31 10:55	
회수 [CH1] [-----]	
V:	10회
A1:	9회
A2:	9회
A3:	9회
A4:	9회

이벤트 감지 화면



2017/08/31 09:32	
피측정계 전체	
I_o	12.568 mA
I_{or}	0.732 mA
I_{om}	12.737 mA
R	0.33 MΩ
V	225.3 V
f	60.0 Hz

기기 내 현재 화면 사진형태로 저장



2 KEW 5050SE

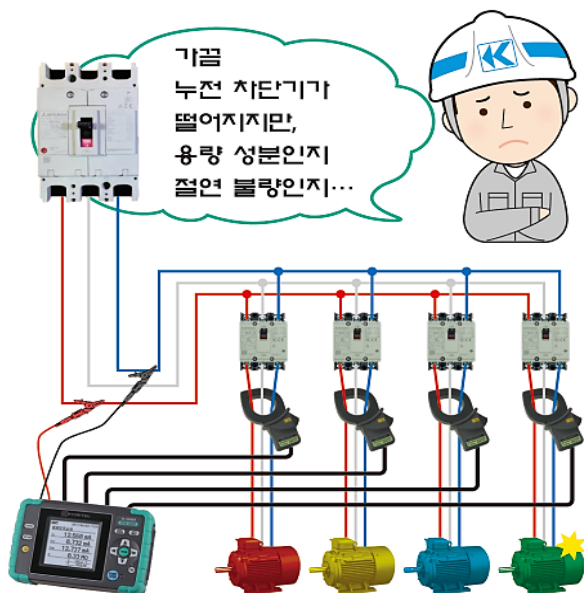
3. 제품 특징

6 최대 4계통 동시 측정 가능 / 데이터 로거로도 활용이 가능

4계통을 동시에 기록 !

원인불명의 누전차단기의 동작 해석

Io의 측정만으로는 알 수 없는 누전 트러블을 Ior과 Ioc의 구분에 의해 해석



■ $\phi 40$, $\phi 68$ 의 크기가 다른 두 가지의 센서 중 선택하여 총 **4개**의 센서를 **동시에 측정** 가능

단, 다른 결선 방식의 동시의 혼합측정, 다른 용량의 V결선, 병원 등의 비접지 회로의 Ior측정은 할 수 없음



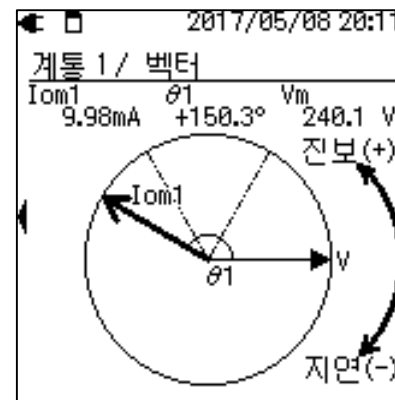
2 KEW 5050SE

3. 제품 특징

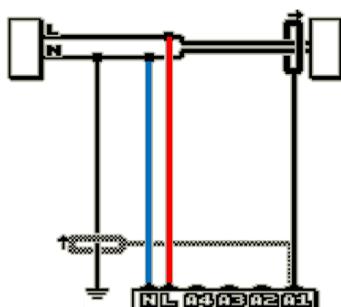
7 벡터 표시 화면을 통해 위상차(θ) 확인 가능

벡터 화면에 표시되는 내용

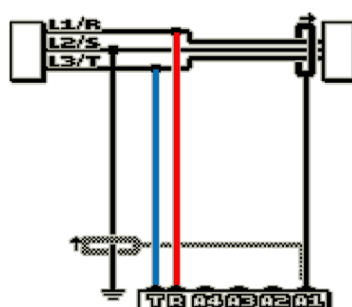
- 기준전압 실효값, 전압전류 위상차, 누설전류 실효값, 진상, 지상, 일시



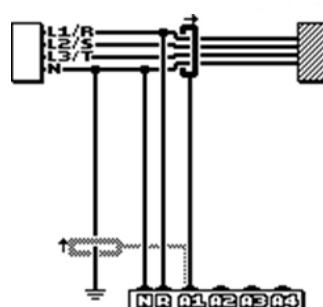
8 단상 2선 부터 3상 4선에 이르기까지 다양한 결선 방식 대응 가능



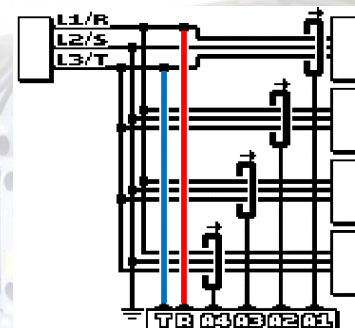
단상2선



3상3선



3상4선



4클램프 결선

2 KEW 5050SE

3. 제품 특징

- 9 SD카드나 USB 통신으로 데이터를 PC로 전송, **전용 소프트웨어**로 해석
CSV 파일로 출력, 엑셀에서도 데이터 해석 가능

- SD 카드 또는 USB 통신으로 PC로 데이터 전송
- PC 소프트웨어를 통한 기록값의 확인 및 해석

USB 접속

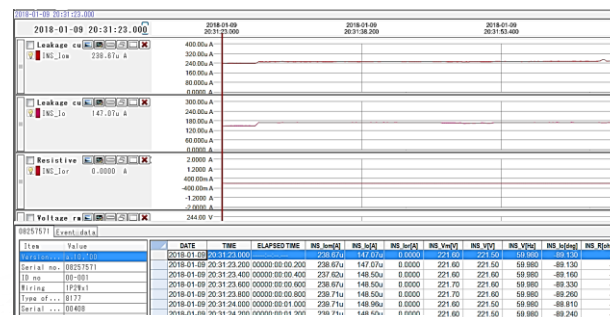


SD 카드



PC소프트웨어

SD 카드



[PC 소프트웨어 작동화면]

저항성 누설전류계 5050SE

2 KEW 5050SE



발명의 명칭 Title of the Invention
누설전류 측정 방법 및 누설전류 측정 장치

특허권자 Patentee
교리츠 덴끼 게이끼 가부시키가이샤
일본 도쿄도 메구로구 나카네 2초메 5-20

발명자 Inventor
유미야마 나오키
일본 도쿄도 메구로구 나카네 2초메 5-20, 교리츠 덴끼 게이끼 가부시키가이샤 내

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2018년 10월 11일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박원주



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요