

# 에너지 소비량 측정방법

응용 지침서

## 전력, 수요량... 그리고 전력 품질 장비

가득이나 높은 에너지 원가가 계속 상승함에 따라 대부분의 시설에서는 에너지 소비량 절감에 많은 노력을 기울이고 있습니다. 과거 월간 에너지 사용량을 분석해 운영 구성요소 별로 추적하고 유틸리티(전력공급처) 요금으로 분류한 시설은 거의 없습니다. 또한 에너지를 사용하는 방식을 이해하지 못한다면 소비량을 절감할 수 있는 적절한 방법을 판단하기 어렵습니다.

### 에너지의 핵심 구성요소

에너지를 측정할 적이 없다면 일단 에너지가 전압 및 전류와 어떻게 다른지 파악해야 할 것입니다. 유틸리티에서 공급되는 '에너지'의 경우 두 가지 일차적인 구성요소를 고려해야 합니다. 즉, 전력과 수요량이 그것입니다.

**전력:** kW 단위로 표시되는 전력은 일반적으로 와트 단위로 측정돼 1초에 소비되는 에너지의 양을 나타냅니다. 와트시(Wh)는 예를 들어 1개월처럼 기간 중 소비한 총 에너지를 나타내며, 전기 시설의 교류전력 사용량으로 기록됩니다. 와트시(Wh)에서는 건물의 난방이나 냉방, 물체 또는 액체 등의 이동처럼 실제로 수행되는 작업이 측정됩니다.

**수요량:** kVA 단위로 표시되는 수요량의 경우 전력 공급의 효율성 또는 고객이 실제 작업을 수행하는지의 여부에 관계 없이 고객이 유틸리티에 전력 공급을 주문하는 총 주문량이 측정됩니다.

이제 측정을 시작해 보도록 하겠습니다. 전류검침 부속품이 장착된 일반 디지털 멀티미터를 사용해 전압과 전류를 차례대로 측정할 다음 두 값을 곱해 수요량을 킬로볼트 암페어(kVA) 단위로 구합니다.

이러한 방법은 두 번의 측정 중 부하가 안정적으로 유지되는 단순한 단상 회로에 사용할 수 있습니다. 실제 부하의 경우 다른 몇 가지 요소를 고려해야 합니다.

### 역률, 가상전력 및 고조파

**역률:** 회로가 완전한 100%의 효율로 작동할 경우(매우 드물게 발생하는 현상) 수요량(피상전력)과 전력(유효전력)의 값은 같습니다. 실제로 전력(kW)은 일반적으로 수요량(kVA)보다 작습니다. 이 차이인 kW/kVA를 역률(PF)이라고 합니다. PF가 0.95 미만일 경우 유틸리티에서 가산금을 부과하는 경우가 종종 있습니다. 일부 그러한 기준이 더 높게 설정된 유틸리티도 있습니다. 역률이 낮을수록 불량한 것이며, 높을수록 양호한 것입니다.

일반적인 산업이나 상용 시설에서는 3상 에너지 배선을 사용하며, 에너지를 다양한 방법으로 사용해 난방을 제공하고 3상 모터와 모터 드라이브를 작동하거나 기록함으로써 장비 효율성을 판단합니다.

컴퓨터와 조명과 같은 단상 부하를 취급합니다. 특히 에너지 사용량 절감을 위해 개선된 효율성 사용을 계획할 경우 3상의 경우는 단상에 비하여 전력이나 에너지 사용량 측정이 더 어렵습니다.



Fluke 1735 Power Logger를 사용해 칠러(chiller)의 전력 소모량을 기록함으로써 장비 효율성을 판단합니다.



기록 주기의 설정

**가상전력:** 무효전력(VAR)은 어떤 작용도 하지 않지만 배선계통에는 존재하는 독특한 형태의 전류입니다. VAR는 전력과 수요량 사이의 차이이므로 역률을 낮추는 작용을 합니다. VAR는 모터 인덕턴스 때문에 발생하며, 모터 전체 용량까지 부하가 적용되지 않으면 더 커집니다. 대형 공기순환 팬을 구동하는 고정속도 모터를 그 예로 들 수 있습니다. 이 모터에는 기계적 댐퍼가 사용돼 공기 흐름을 조절하기 때문에 팬의 효율성이 감소됩니다. 또한 구동 모터의 부하를 줄이며, 전기공급 계통의 가상 전력을 증가시킵니다.

모터의 작동과 속도를 부하까지 최적화할 수 있도록 많은 시설에서는 모터 공급을 직선 구동에서 가변 속도 모터 구동으로 변경하고자 합니다. 그러한 최적화에 따라 팬과 모터에서 에너지 사용 효율성이 강화되므로 역률도 증가합니다.

**고조파 전류:** 전력공급 시스템으로 역으로 반사되는 고조파 전류는 가변 속도 모터 드라이브, 컴퓨터 및 그와 유사한 전자 기기의 입력 정류기 부하에서 발생합니다. 고조파 또한 역률을 감소시킵니다.

**전력 측정방법**

실제 전력을 측정하려면 전압, 전류 및 1초 동안 그 사이에 존재하는 다른 모든 현상을 동시에 측정할 수 있는 계기가 필요합니다. 디지털 멀티미터는 그러한 성능을 발휘하지 못합니다. 해답은 전력 품질 툴에 있습니다.

선택한 제조사와 모델에 따라 단상, 분할 상(split-phase), 3상(3선 또는 4선) 측정 구성을 시험할 수 있으며, V, A, W, VA, VAR, PF 및 고조파를 측정할 수 있습니다. 일부 기록 모델 또한 일정 시간 동안 측정치를 기록할 수 있는 방법을 제공해 kWh, kVAh 및 kVARh처럼, 유틸리티에서 사용되는 에너지 판독치를 기록합니다. (그림 1과 2를 참조하십시오.)

여기에서 반가운 소식은 그러한 툴은 위에 언급한 모든 현상을 고려하며, 일정 시간 동안 전압과 전류 동시 측정의 기능을 발휘해 에너지 사용량을 정밀하게 보고할 수 있다는 것입니다.

Power & Energy				
	A	B	C	Total
kW	32.5	29.3	31.3	93.2
kVA	32.8	30.4	31.3	94.6
kVAR	( 4.4	( 7.9	0.2	( 12.5
PF	0.98	0.96	0.99	0.98
Cosφ	0.99	0.97	1.00	
kWh	1.196	1.078	1.151	3.425
kVAh	1.207	1.116	1.151	3.474
kVARh	( 0.163	( 0.290	0.007	( 0.460
START 08/04/08 15:19:26 0:02:12				
PULSE CNT ON/OFF		CLOSE ENERGY		RESET ENERGY

그림 1. Fluke 435 에너지 화면. Energy 탭을 사용하면 누적 kWh, kVAh 및 kVARh를 추적할 수 있습니다.

Power & Energy				
	A	B	C	Total
kW	32.5	29.3	31.3	93.2
kVA	32.8	30.4	31.3	94.6
kVAR	( 4.4	( 7.9	0.2	( 12.5
PF	0.98	0.96	0.99	0.98
Cosφ	0.99	0.97	1.00	
Vrms	115.87	112.05	111.72	
08/04/08 15:19:55 120V 60Hz 3Φ WVE FH50160				
VOL TAGE		ENERGY		HOLD RUN

그림 2. Fluke 435 전력 화면. 모든 일반적인 전력 계산의 실시간 모습입니다. kW, kVA, kVAR, PF, DDF 및 Vrms가 각 상 및 전체 상에 대해 표시됩니다. kVAR 오른쪽의 기호는 부하가 유도성인지, 용량성인지 여부를 나타냅니다.

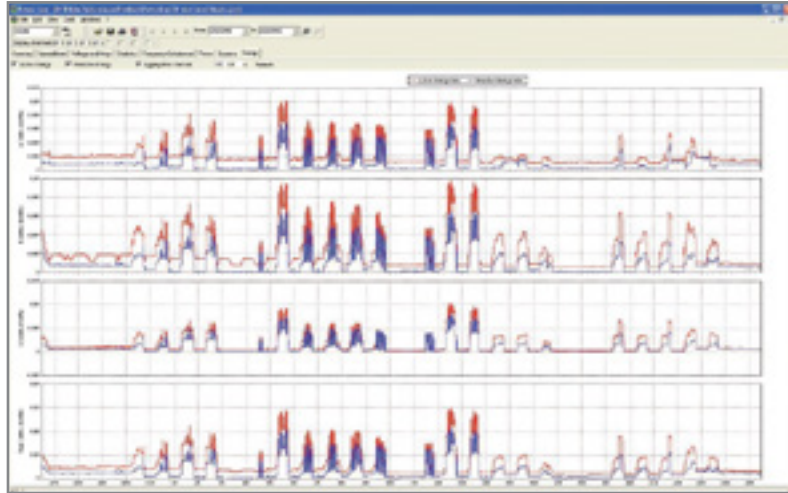


그림 3. PowerLog "에너지". 이 30일 부하 연구 그래프를 사용하면 각 상과 전체 상에 대한 kWh와 kVARh를 볼 수 있습니다. 또한 평균계산 기간을 선택해 지역 유틸리티에서 사용하는 과금 기간과 일치시킬 수 있습니다(일반적으로 15분).

### 타이밍

이제 마지막 난제입니다. 에너지를 전기 시스템이 부하로 전달하는 산물로서만 측정할 수 있기 때문에 시간이 많이 소요됩니다. 짧은 기간 동안 전력 사용량을 관찰해 에너지 사용량을 추정할 수 있습니다. 이 정보를 사용해 단순한 산술로 장기 에너지 사용량을 추정할 수 있습니다.

예: 100와트 전구를 한 시간 동안 켜면 100와트시의 에너지가 소비됩니다. 그 100와트 전구를 하루 24시간 일년 365일 켜면 일년 동

안 사용량은 864,000와트시, 즉, 9864kWh가 됩니다.

모터, 가변속도 모터 드라이브 및 컴퓨터의 경우 조금 더 복잡해지지만 에너지 사용량이 그대로 유지될 경우 한 시간 동안의 전력 사용량을 측정해 일정한 가정을 결과에 대입한다면 한 달이나 일년 동안의 에너지 사용량을 추정할 수 있습니다. 다른 방법으로는 파워 로거를 사용해 30일 부하를 연구하는 것입니다. 이 경우 그림 3과 4에 표시된 결과는 구할 수 있으며, 일정 시간 동안 전력 소모량을 잘 파악할 수 있습니다.

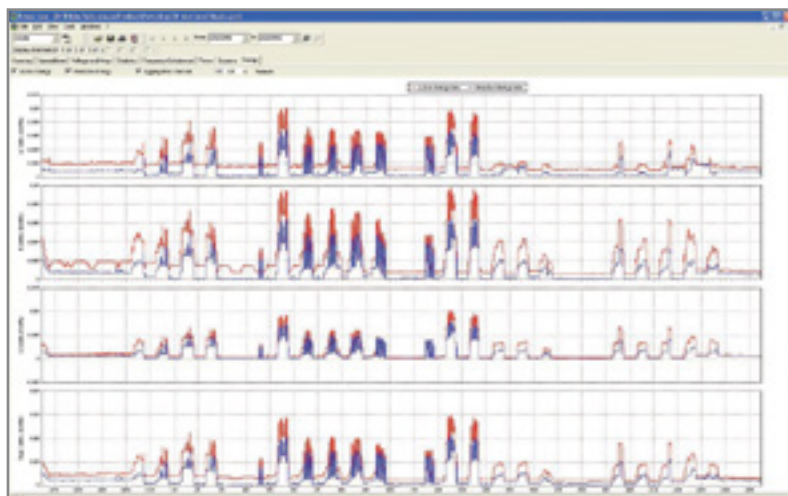


그림 4. PowerLog "전력" 뷰. 이 30일 부하 연구 그래프에는 각 상과 전체 상에 대한 kWh와 kVARh가 표시됩니다. 여기에서 시간과 지속시간에 따른 최대치를 확인할 수 있습니다.

### 시작하기

전력을 측정할 준비가 완료됐나요? 전력품질 툴을 사용해 전압프로브와 전류클램프센서를 상에 연결하고 모니터링을 시작합니다. 전력(kW), 수요량(kVA) 및 그 결과 나타나는 역률을 점검합니다. PF는 높을수록 좋습니다. 그 다음 장애물인 무효전력(VAR) 및 고조파를 점검합니다. VAR과 고조파 모두 낮게 유지될 경우 공급되는 전원은 상당히 양호한 것으로, 운영이 상대적으로 효율적일 수 있습니다. kW나 kVA 단위로 표시되는 에너지 소모량은 시설을 변경해 소모량의 감소를 시도할 때 일정시간 동안 비교하기 위한 값입니다.

### 정말 비용을 절감하고자 할 경우

그렇습니다. 멀티미터를 사용해 전압과 전류를 측정해 계산을 한 후 진행할 수도 있습니다. 그러나 에너지 절감의 전체적인 관점은 전기 소모량을 정밀하게 측정하면 비용을 절감할 수 있다는 것입니다. 시스템의 전력 간섭을 고려하지 않아 "에너지" 계산이 정밀하게 이루어지지 않을 경우 에너지 소모량을 알 수 없으며, 절감 노력이 갖는 효과를 파악할 수 없습니다. 최소한 초보단계 전력 품질 툴을 사용해 실제 에너지 값을 파악한 후 그러한 값을 일정 시간 추적해 봐야 할 것입니다.

**Fluke.** Keeping your world up and running.®

**Fluke Corporation**  
PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

**Fluke Korea**  
서울특별시 강남구 테헤란로 507 12층  
(삼성동, 일송빌딩)

☎한국플루크 Fluke Korea  
Tel. 02.539.6311 Fax. 02.539.6331

☎한국플루크 대구지사  
Tel. 053.382.6311 Fax. 053.382.6331

www.fluke.co.kr

©2015 Fluke Corporation.  
Specifications subject to change without notice.  
03/2015 Fluke Korea

Fluke Corporation의 서면 동의 없이 이 문서를 수정할 수 없습니다.