

Application Note

# 고정밀 대기전력 측정

시장 : 가전·OA

WT5000, WT1800E, WT310E



## 개요

대기 전력이란 냉장고, TV, 에어컨, 전화기 등의 전자 제품이 전원 OFF 또는 대기 모드인 상태에서 소비되는 전력을 말합니다. 각 전자 제품의 대기 전력은 작지만 대기 전력을 모두 합하면 전체 소비 전력의 수%에 달한다고 합니다. 각 가정, 사무실, 공장 등 사회 전체에서 사용하는 대기 전력을 합하면 매우 크고 불필요한 전력이 됩니다.

대기 전력을 줄이기 위한 규격으로는 국제 규격인 IEC62301 : 2011 (Ed.2.0)\*, ErP\*\*, Energy Star 등이 있습니다. 이들 규격에서는 저전력 모드에서의 소비전력 측정 방법을 규정하고 있으며 고정밀 전력 측정을 요구하고 있습니다.

본 어플리케이션 노트에서는 대기 전력을 억제하는 4가지 방법과 과제, 고정밀 대기 전력을 측정할 수 있는 방법을 소개합니다.

\* IEC 62301 Ed2.0은 EN 50564:2011 규격의 참조 규격입니다. 대응하는 일본공업 규격은 JIS C 62301 입니다.

\*\* 소비전력 측정 방법은 IEC62301 : 가전제품—대기 시 소비 전력 측정(Household Electrical Appliances - Measurement of Standby Power)방법을 사용하고 있습니다.

## 대기 전력을 억제하는 방법과 과제

대기 전력을 억제하는 방법으로는 ① 전류를 줄이는 방법 ② 전류가 흐르는 시간을 줄이는 방법 ③ 전류를 간헐적으로 흘리는 방법 ④ 전압과 전류의 위상을 어긋나게 하는 방법 등이 있습니다.

대기 전력을 고정밀로 측정하는데 있어 각각의 방법에는 다음과 같은 과제가 있습니다.

### ① 전류를 줄이는 방법

미소전력, 미소전류를 측정하기 때문에 측정하는 전력계의 전력 분해능이나 최소 전류 레인지, 노이즈의 영향을 받지 않는 결선 등에 주의해야 합니다.

### ② 전류가 흐르는 시간을 줄이는 방법

부하가 작기 때문에 전류 파형은 짧은 펄스 형태가 됩니다. 파형의 파고치(피크치)와 실효치의 비를 크레스트 팩터(CF)라고 하며 전력계는 측정 레인지의 몇 배까지의 파고치를 입력할 수 있는지가 사양으로 나와 있습니다. 따라서 측정 시 과부하가 되지 않도록 전력계의 측정 레인지와 크레스트 팩터를 선택해야 합니다.

IEC 62301에서는 크레스트 팩터가 3 이상인 측정 조건을 요구하고 있습니다.

### ③ 전류를 간헐적으로 흘리는 방법

이 경우 전압의 주기로 순시 전력을 평균화해도 평균화 구간에 따라 유효전력 측정값이 흔들리는 경우가 있습니다. 이러한 경우 전력계의 적산 기능을 이용하는 방법이 효과적입니다.

### ④ 전압과 전류의 위상을 어긋나게 하는 방법

전압과 전류의 위상을 의도적으로 어긋나게 하여 저역률로 만들어서 대기전력을 줄이는 방법인데 전압과 전류의 위상차를 90°(역률=0)로 만드는 방법입니다. 따라서 아주 작은 위상 차이로도 측정 확도에 영향을 주기 때문에 역률 오차의 영향이 작은 고정밀 전력계를 사용할 필요가 있습니다.

## 솔루션

한국 요코가와 전기의 WT 시리즈는 대기 전력 측정에 대해서 최적의 솔루션을 제공합니다.

### 크레스트 팩터와 전류 레인지 선택

다음의 순서로 크레스트 팩터와 전류 레인지를 선택합니다.

- ① 전류 레인지는 오토 선택  
전압 레인지는 입력 전압에 맞춰 레인지 선택
- ② 전류의 피크값과 실효값을 확인하고 그 비율로부터 크레스트 팩터를 CF3, CF6, CF6A\* 에서 선택
- ③ 다음 식을 사용해서 전류 피크값과 선택한 크레스트 팩터에서 전류 레인지를 선택

$$\text{전류레인지} \geq \frac{\text{전류피크치}}{\text{크레스트 팩터}}$$

\*CF6A : CF6에서 레인지 업 조건을 아래와 같이 변경하고 있습니다. 이를 통해 오토 레인지에서 왜곡 파형을 측정할 때 레인지 변경이 계속 되는 것을 억제했습니다.

- 오토 레인지의 레인지 업 조건  
전압 또는 전류의 실효치가 측정 레인지의 220%\*\*를 넘는다.
  - 오버로드 표시(" - - O L - - ") 가 되는 조건  
전압 측정값이나 전류 측정값이 측정 레인지의 280%\*\*를 넘는다.
- \*\* WT310E은 각각 260%, 600%

### 평균 전력 산출

IEC62301에서는 측정기를 30분간 워업 후 인접한 2개의 측정기 간의 평균 전력차가 아래와 같을 경우 안정성이 확립되었다고 판단하여 2개 측정치의 평균으로 전력을 결정합니다.

- 입력 전력이 1W이하인 제품 : 10mW/h
- 입력 전력이 1W를 초과하는 제품 : 측정된 시간당 입력 전력의 1%

평균 전력을 구하는 방법은 측정치를 단순 평균하는 전력 평균법(전력계의 애버리지기능)과 적산 전력량을 적산시간으로 나누어 구하는 전력 적산법(전력계의 적산기능)이 있습니다.

전력 적산법은 전력 평균법보다 편차가 적은 유효 전력을 구할 수 있습니다.

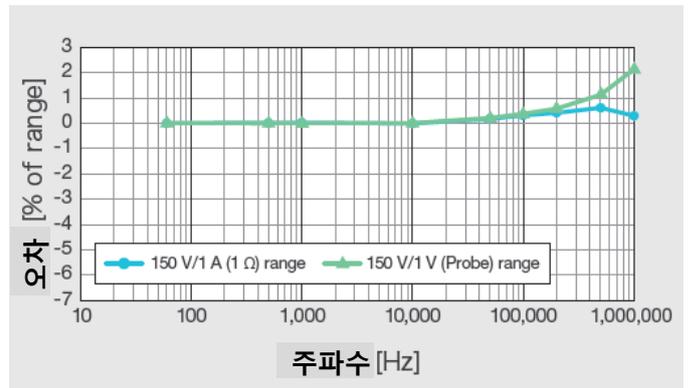


### 저역률 기기의 측정

전력계의 오차는 리딩 오차 + 레인지 오차 + 위상 오차로 나뉘어집니다. 제 3항의 위상 오차는 [전력 리딩 값  $W \times \tan(\text{전압-전류간 위상차deg}) \times (\lambda=0$  일 때의 영향 %)]으로 나타낼 수 있는데 전압-전류간 위상차가 커지는 저역률이 되면 tan값에 큰 영향을 미치게 됩니다.

따라서 0%부터 유효 입력 범위를 보증하는 역률 오차의 영향이 적은 전력계를 사용해야 합니다.

WT5000은 유효 입력 범위가 0%~±130%이며 저역률 기기의 대기 전력을 측정할 경우에도 오차가 작고 고정밀도로 측정이 가능합니다.



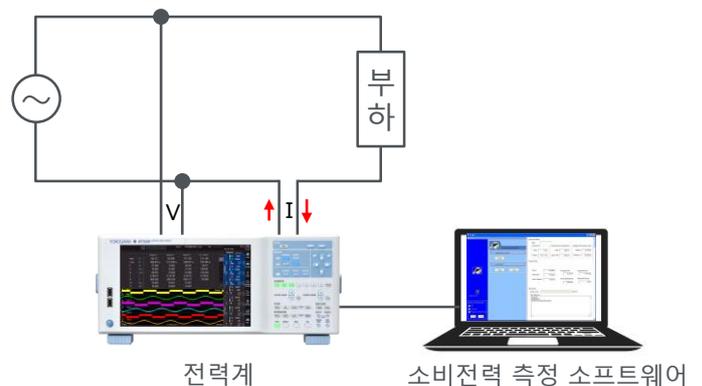
WT5000 제로 역률에서의 주파수·전력 오차 특성 예

### 전력계와 연결

미소 전류 측정 시 전류 클램프 또는 전류 센서를 사용할 수 없으므로 전력계에 직접 연결합니다.

결선을 쉽게 하기 위해 측정 지그를 사용할 수 있지만 측정 지그에 대한 오차가 있어 권장하지는 않습니다.

소비전력 측정 소프트웨어(무상)를 사용하면 규격에 근거한 대기전력 측정이 가능합니다.

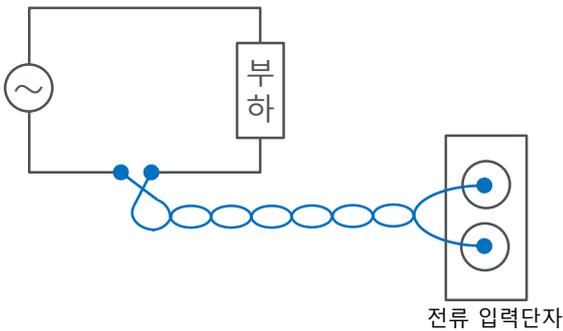


### 외부 노이즈 제거

전력계에 직접 입력할 때 부하측 선을 가지고 결선하는 경우 안전 단자를 이용하여 감전 및 기기 손상에 유의해야 합니다.

이 때 외부 노이즈에 의한 노이즈 전류의 비율이 상대적으로 커지므로 노이즈의 영향을 받지 않는 배선을 해야 합니다.

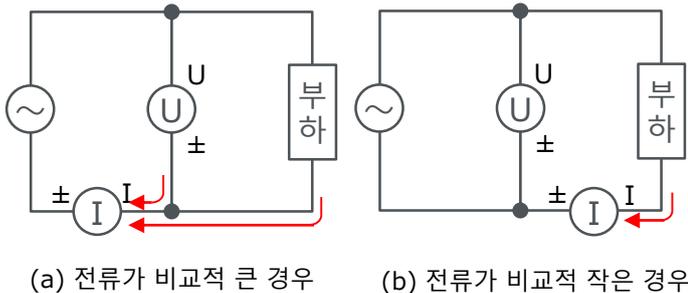
- ① 노이즈를 발생하고 있는 기기와 부하, 배선 케이블, 전력계를 분리한다.
- ② 배선 길이를 가능하면 짧게 한다.
- ③ 배선 케이블에 의해 만들어지는 전류 루프 면적을 줄인다.(트위스트 배선)



### 전압 입력과 전류 입력의 연결 위치

그림(a)와 같이 전압 측정 단자를 전류 측정 단자보다 부하측에 연결한 경우, 전류 측정 회로에는 부하에 흐르는 전류와 전압 측정 회로의 입력 저항에 흐르는 전류가 합해져 전류 측정값의 오차가 커집니다.

미소 전류를 측정하는 경우 그림(b)와 같이 연결하면 전류 측정 회로에는 부하에 흐르는 전류만 흐르고 전압 측정 회로에 흐르는 전류의 영향은 없습니다. 단 반대로 전류가 큰 경우에 그림(b)와 같이 연결하면 전류 측정 회로의 선트 저항에 흐르는 전류에 의한 전압강하분위, 부하에 걸리는 전압에 합해져 전압 측정 오차가 커집니다.



### 소프트웨어

소비전력 측정 소프트웨어(무상)는 YOKOGAWA WT시리즈 전력계를 이용해서 IEC 62301 Ed2.0 (2011) 과 ErP Lot6의 시험 방법에 근거한 측정을 할 수 있는 소프트웨어입니다.

- 측정 조건을 바꾸면 IEC 62301 Ed1.0과Ed2.0 시험도 가능합니다.

※IEC62301 Ed2.0 (2011) 에서는 안정된 측정 결과를 얻기 위한 알고리즘과 측정 패턴이 Ed1.0에서 변경되었습니다.

- 필요한 정보를 입력해서 측정 할 수 있습니다.
- 측정 결과 보고서 작성 및 출력이 가능합니다.

IEC 62301 Test Report IEC62301 Second Edition compliance

*Appliance/Equipment Details*  
 <Product description>  
 This is "Product":  
 <Details of manufacture marked on the product>  
 This is "Details":

Item	Appliance Brand	Equipment
Brand	YOKOGAWA	
Model	WT1800-80	
Type	Appliance Type	Firmware Ver F2.00-X07
Serial Number	Appliance serial	010022026
Rated voltage / frequency	100 V / 50 Hz	
Voltage Range		100V
Current Range		100mA

*Test Parameters*  
 <Information and documentation on the instrumentation>  
 This is "Information":

Item	Data
Name of mode	N/A
Mode category	Low power mode(Off mode)
Cycle period	00:00:00
THD (Upper Limit)	1.500 % (2.000 %)
Crest Factor (Range)	1.300 - 1.410 (1.34 - 1.40)
Ambient temperature	23.3 degree
Other Ambient conditions	N/A
Test voltage / frequency	100.000 V / 49.970 Hz

*Measured data for each mode as applicable*  
 <If applicable, technical justification of inappropriateness for intended use>  
 N/A  
 <Any notes regarding the operation>  
 This is "Any notes":

Item	Data
Measurement period	00:05:00 (Measure Period)
Power variation (Upper Limit)	7.500 % (5.000 %)
Max Power Value	2.470 W
Least Power Value	0.000 W
Accumulated energy	0.168 Wh
Average Power	2.314 W

*Appl. Measured data*

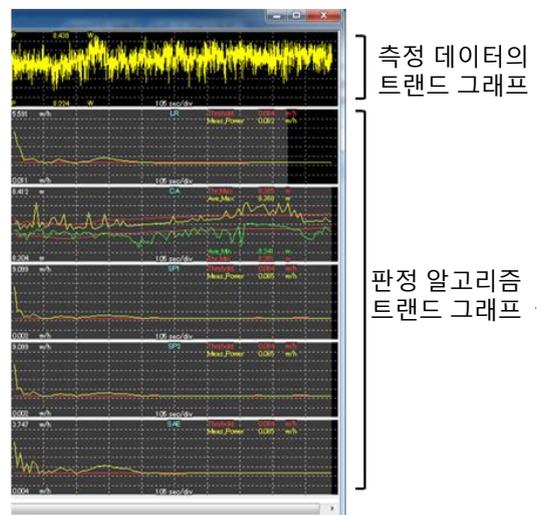
Item	Data
Adjustment Power	4.140 VA
Real Power Factor	0.501

*Test and laboratory details*  
 <Applicant name and address>  
 N/A  
 <Laboratory name and address>  
 This is "Laboratory":  
 <Test officer(s)>  
 This is "Test Officer":  
 <Approver>  
 N/A

Item	Data
Test report No.reference	This is "-"
Date of test	12/12/2011 13:00

*Remarks column*  
 This is "Remarks column":

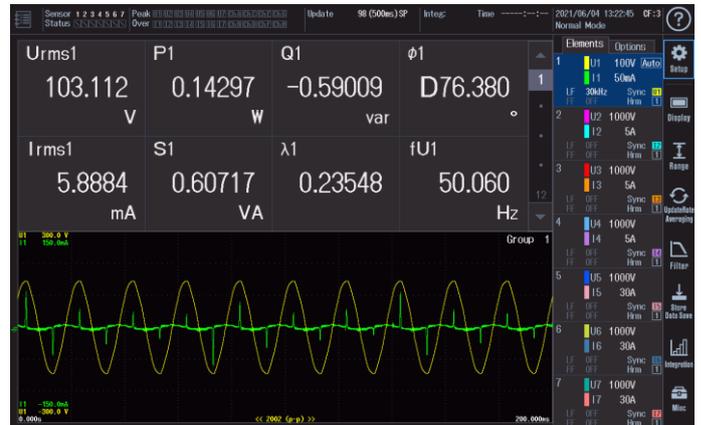
- IEC62301 Ed2.0 (Auto) 설정은 측정 화면에 측정데이터, 판정 데이터의 트렌드 표시가 가능합니다.



### 고정밀 대기전력 측정

WT시리즈는 대기전력 측정 규격인 IEC62301, ErP, Energy Star 등의 규격에 대응한 고정밀 대기전력 측정을 제공합니다.

IEC62301 요구사항	WT5000 사양
유효전력, 실효전압 및 실효전류, 피크전류가 측정 가능	✓ 유효전력 P, 실효전압 Urms, 실효전류 Irms, 피크전류 I+pk
전력 분해능 1mW 이하	✓ 0.00001mW
크레스트 팩터 3이상	✓ CF3/CF6/CF6A
최소전류레인지 10 mA이하	✓ 2.5mA 레인지
1초 이하 데이터 갱신 주기	✓ 10ms
고조파왜형률(THD)이 2% 미만(13차 고조파)	✓ 2~13 각 고조파 측정
전력확도 0.5% 이상	✓ ±0.03%



WT5000의 블루레이 레코더 대기전력 측정 예  
 • 전력 파라미터와 전압, 전류 파형을 표시합니다.  
 • 전류파형(녹색)으로 진폭의 편차를 알 수 있습니다.

### WT 시리즈 라인업

주요사양	 WT5000	 WT1800E	 WT310E
입력 엘리먼트	1~7 (모듈 타입)	1, 2, 3, 4, 5, 6	1
전력기본확도 (% of reading + % of range)	±0.03% ±(0.01%+0.02%)	±0.1% ±(0.05%+0.05%)	±0.15% ±(0.1%+0.05%)
유효입력범위 (전력, 직류측정)	0 ~ ±130%	0 ~ ±110%	±0.001 ~ ±130%
역률오차영향 (50/60Hz, 역률 = 0)	±0.02% of S	±0.07% of S	±0.1% of S
전력분해능	0.00001mW	0.0001mW	0.0001mW
최소전류 레인지 (직접입력)	5mA (CF3) 2.5mA (CF6, CF6A)	10mA (CF3) 5mA (CF6, CF6A)	5mA (CF3) 2.5mA (CF6, CF6A)
데이터 갱신주기(초)	10m/50m/100m/200m/ 500m/1/2/5/10/20	50m/100m/200m/500m/ 1/2/5/10/20/Auto	100m/250m/500m/ 1/2/5/10/20/Auto



### 한국요꼬가와전기

한국요꼬가와전기 계측 영업 본부  
 경기도 성남시 분당구 판교로 판교이노밸리 B동 703호

TEL : 02-2628-3813

FAX : 02-2628-3899

Homepage : [www.koreayokogawa.com](http://www.koreayokogawa.com)

문의사항

