

**WT310/WT310HC/WT330**

**디지털 파워미터**

**U S E R ' S M A N U A L**

---

**사용자 매뉴얼**

**YOKOGAWA** ◆

YOKOGAWA Meters&Instruments Corp.

**IM WT310-01JA**

초판

## 머리말

이번에 저희 디지털 파워미터 WT310, WT310HC, 또는 WT330(이후 이 기종들을 나타낼 때는 WT310/WT310HC/WT330으로 약칭)를 구매해주셔서 감사합니다. 본 기기는 전압, 전류, 전력 등을 측정하는 전력 측정기입니다.

이 사용자 매뉴얼은 WT310/WT310HC/WT330의 기능과 조작방법에 대하여 설명하는 것입니다. 사용에 앞서 본 매뉴얼을 숙지하시고 바르게 사용해 주시기 바랍니다.

다 읽으신 뒤에는 잘 보관해주시시오. 사용 중 조작방법을 알기 어려울 때에 도움이 됩니다.

또한 WT310/WT310HC/WT330 매뉴얼은 이 매뉴얼을 포함해 3권 있습니다. 함께 읽어 주시기 바랍니다.

매뉴얼명	매뉴얼 No.	내용
WT310/WT310HC/WT330 디지털 파워미터 사용자 매뉴얼	IM WT310-01JA	본서입니다. 통신 인터페이스의 기능을 제외한 본 기기의 모든 기능과 그 조작방법에 대하여 설명하고 있습니다.
WT310/WT310HC/WT330 디지털 파워미터 스타트 가이드	IM WT310-02JA	책자로 제공하고 있습니다. 본 기기의 취급 상 주의점, 기본적인 조작 및 사양에 대하여 설명하고 있습니다.
WT310/WT310HC/WT330 디지털 파워미터 통신 인터페이스 사용자 매뉴얼	IM WT310-17JA	본 기기의 통신 인터페이스의 기능에 대하여 그 조작방법을 설명하고 있습니다.

위 표에 기재된 모든 매뉴얼의 pdf 데이터는 함께 제공되는 CD에 수납되어 있습니다.

## 주의사항

- 본서의 내용은 성능 및 기능의 향상 등으로 인해 장래에 예고 없이 변경되는 경우가 있습니다. 또한, 실제 화면 표시 내용이 본서에 기재된 화면 표시 내용과 다소 다른 경우가 있습니다.
- 본서의 내용에 관해서는 안전을 기하고 있습니다만, 만에 하나 의아한 점이나 오류가 있을 경우에는 구입처 또는 당사의 지사, 지점, 영업소로 연락 바랍니다.
- 본서의 내용의 전부 또는 일부를 무단으로 전재하거나 복제하는 것을 금지합니다.
- 안전한 사용을 위한 주의사항에 대해서는 스타트 가이드 IM WT310-02JA에 기재되어 있습니다. 반드시 주의사항을 지켜 주시기 바랍니다.
- 보증서가 들어 있습니다. 재발행은 하지 않습니다. 충분히 읽고, 숙지하신 후, 잘 보관해 주시기 바랍니다.
- 본 제품의 TCP/IP 소프트웨어 및 TCP/IP 소프트웨어 관련 문서는 캘리포니아 대학에서 라이선스 받은 BSD Networking Software, Release 1에 기반해 당사가 개발/작성한 것입니다.

## 상표

- Microsoft, Internet Explorer, MS-DOS, Windows, Windows NT, Windows XP, Windows Vista 및 Windows 7 은 미국 Microsoft Corporation의 미국 및 그외 국가에서의 등록상표 또는 상표입니다.
- Adobe, Acrobat는 어도비시스템즈사의 등록상표 또는 상표입니다.
- 본문 중의 각 사의 등록상표 또는 상표에 ®, TM 마크는 표시하지 않고 있습니다.
- 그 외에 본문에서 사용하고 있는 회사명, 상품명의 각 사의 등록상표 또는 상표입니다.

## 이력

- 2013년 1월 초판발행

# 이 매뉴얼에서 사용하는 기호와 표기방법

## 단위

K: 1000의 의미입니다.

사용 예시: 100kS/s(샘플 레이트)

K: 1024의 의미입니다.

사용 예시: 720K바이트(파일 용량)

## 주기

이 매뉴얼에서는 주기를 다음과 같은 심볼로 구별합니다



본 기기에서 사용하고 있는 심볼마크이며, 인체에 대한 위험이나 기기 손상의 우려가 있음을 나타냄과 동시에 그 내용을 사용자 매뉴얼에서 참조할 필요가 있음을 나타냅니다. 사용자 매뉴얼의 해당 참조 페이지에는 표시를 위해 "경고", "주의"라는 용어와 함께 사용하고 있습니다.

### 경 고

잘못 취급했을 때에 사용자에게 사망 또는 증상의 위험이 있을 경우, 그 위험을 피하기 위한 주의사항이 기재되어 있습니다.

### 주 의

잘못 취급했을 때에 사용자에게 경상을 입거나, 또는 물적손해만이 발생할 위험이 있을 경우, 그것을 피하기 위한 주의사항이 기재되어 있습니다.

### Note

본 기기를 취급하는 데에 있어서 중요한 정보가 기재되어 있습니다.

## 7세그먼트 LED로 표시하는 문자

본 기기의 디스플레이는 7세그먼트 LED 표시이므로 숫자 / 알파벳 / 사칙연산 기호를 다음과 같이 특수한 문자로 표시하고 있습니다. 본 기기에서는 사용하지 않는 문자도 있습니다.

0 → 0	A → A	K → k	U → u	^ (거듭 제곱) → n
1 → 1	B → b	L → L	V → v	
2 → 2	C → C 소문자 c → c	M → m	W → w	
3 → 3	D → d	N → n	X → x	
4 → 4	E → E	O → o	Y → y	
5 → 5	F → F	P → P	Z → z	
6 → 6	G → G	Q → q	+ → +	
7 → 7	H → H 소문자 h → h	R → r	- → -	
8 → 8	I → i	S → S	x → x	
9 → 9	J → J	T → t	÷ → ÷	

## 조작 설명 페이지에서 사용하는 심볼과 표기법

설명 내용을 구별하기 위해 다음과 같은 심볼을 사용하고 있습니다.

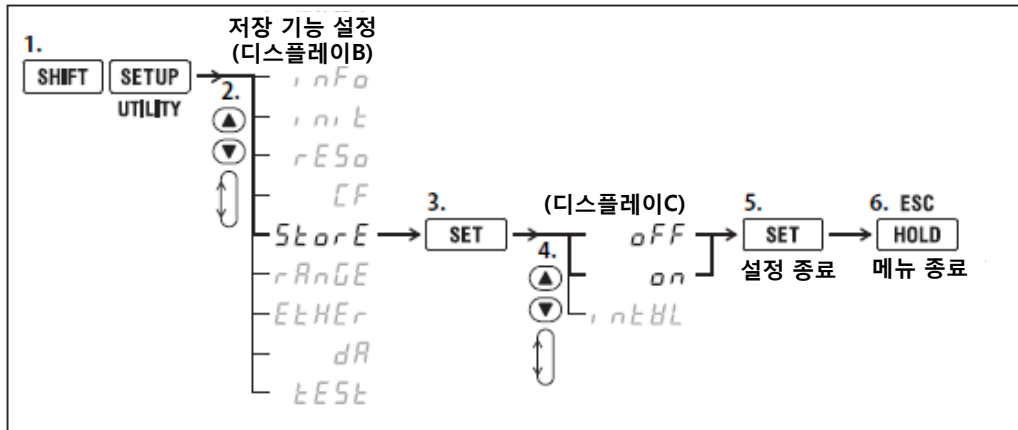
### WTVViewerFreePlus

페이지 우측 상단에 이 마크가 있는 기능이나 설정은 본 기기에 포함되어 있는 어플리케이션 소프트웨어 WTVViewerFreePlus로 조작하거나 설정할 수 있습니다.

### 조작

조작 절차를 플로우 차트로 설명하고 있습니다. 각 조작의 의미는 아래의 기재 예시를 참조 바랍니다. 본서에서는 처음 조작한다는 전제 하에 절차를 설명하고 있습니다. 따라서, 설정내용을 변경 시에는 모든 절차를 조작할 필요기 없는 경우도 있습니다.

기재 예시: 저장 기능을 ON/OFF하는 조작



위 플로우 차트는 다음의 조작방법을 나타내고 있습니다.

점멸 중인 표시를 설정할 수 있습니다.

1. SHIFT 키를 눌러 SHIFT 키를 점등시킨 후 SETUP(UTILITY) 키를 누릅니다. 디스플레이 B에 메뉴가 표시됩니다.
  2. ▲ 또는 ▼키를 눌러 StorE를 선택합니다. 어느 쪽 키를 눌러도 9개의 선택 항목이 반복 표시됩니다.
  3. SET 키를 눌러서 StorE 선택을 확정합니다. 디스플레이 C에 조작 2에서 선택한 StorE 기능의 메뉴가 표시됩니다.
  4. ▲ 또는 ▼키를 눌러 oFF 또는 on을 선택합니다. 어느 쪽 키를 눌러도 3개의 선택 항목이 반복 표시됩니다.
  5. SET 키를 눌러 설정을 확정합니다. 선택 또는 설정한 내용은 SET 키를 눌렀을 때에 확정됩니다. 디스플레이 B에 메뉴가 표시됩니다.
  6. HOLD(ESC) 키를 눌러 메뉴 표시를 측정 데이터 표시로 되돌립니다.
- 수치의 정(부호없음)/부(-) 부호 및 수치를 설정하는 조작일 경우, 해당 디스플레이의 입력 자릿수가 비어 있으면 그 자리에 밑줄이 점멸됩니다.
  - 조작 도중에 메뉴에서 빠져나가고 싶을 때는 HOLD(ESC) 키를 누릅니다. 그때까지 SET 키로 확정된 내용들은 설정 정보로서 반영됩니다.

### 해설

조작과 관련된 설정 내용이나 제한 사항에 대해 설명합니다. 여기서는 기능 그 자체에 대한 자세한 설명은 하지 않는 경우가 있습니다. 그런 경우의 기능에 대해서는 제 1장을 참조 바랍니다.

---

## 수치 입력하기

### 수치 선택

표시가 점멸되고 있는 자리가 수치 설정 자리입니다.

▼키 또는 ▲키를 눌러 수치를 선택합니다.

### 설정할 자리 이동

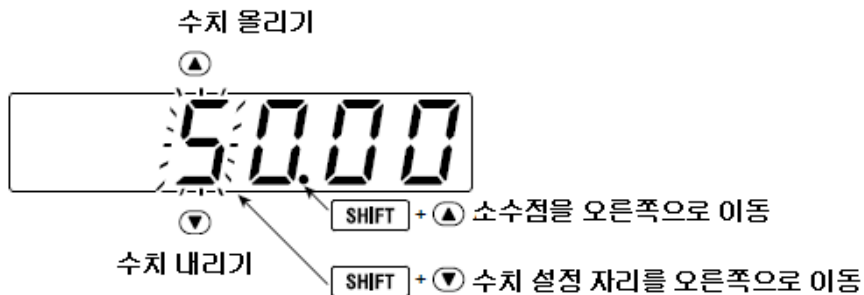
SHIFT + ▼(▶) 키를 눌러 수치 설정 자리를 왼쪽에서 오른쪽으로 이동합니다.

설정 자리가 맨 우측에 있을 때에 SHIFT + ▼(▶) 키를 누르면, 설정 자리가 설정 가능한 범위 내에서 가장 왼쪽으로 이동합니다.

### 소수점의 이동

SHIFT + ▲(.) 키를 눌러 소수점을 왼쪽에서 오른쪽으로 이동합니다.

소수점이 맨 우측에 있을 때에 SHIFT + ▲(.) 키를 누르면, 소수점이 설정 가능한 범위 내에서 가장 왼쪽으로 이동합니다.



---

## 목차

이 매뉴얼에서 사용하는 기호와 표기방법 .....	ii
수치 입력하기 .....	iv

### 제 1 장 기능 설명

1.1 이 제품으로 측정 가능한 항목(측정 평선).....	1-1
1.2 측정 조건 .....	1-5
1.3 측정값 홀딩과 싱글측정 .....	1-1
1.4 전력측정 .....	1-14
1.5 적산 전력(전력량) .....	1-1
1.6 고조파 측정(옵션) .....	1-1
1.7 측정 데이터 저장하기, 설정 정보 저장하기 / 읽어오기 .....	1-18
1.8 통신 기능 .....	1-19
1.9 그 외 기능 .....	1-20

### 제 2 장 측정 조건

2.1 측정 모드 설정하기.....	2-1
2.2 결선방식 설정하기(WT330에만 적용).....	2-1
2.3 직접 입력 시의 측정 레인지 설정하기.....	2-1
2.4 외부 전류센서 사용 시의 측정 레인지 설정하기(옵션) .....	2-1
2.5 변압기 / 변류기 사용 시의 스케일링 기능 설정하기 .....	2-1
2.6 측정 레인지의 스킵 설정하기 .....	2-1
2.7 파고율 설정하기 .....	2-1
2.8 측정구간 설정하기 .....	2-1
2.9 입력 필터 설정하기 .....	2-1
2.10 데이터 갱신주기 설정하기.....	2-1
2.11 평균화 설정하기 .....	2-1

### 제 3 장 측정값 홀딩과 싱글측정

3.1 측정값 홀딩하기 .....	3-1
3.2 싱글측정 하기 .....	3-1

### 제 4 장 전력 측정

4.1 전압, 전류, 유효전력 표시하기.....	4-1
4.2 피상전력, 무효전력, 역률 표시하기 .....	4-1
4.3 위상각, 주파수 표시하기 .....	4-1
4.4 피크값 표시하기 .....	4-1
4.5 효율(WT330만), 파고율, 사칙연산값, 평균 유효전력 표시하기.....	4-1
4.6 MAX 홀딩 설정하기 .....	4-1

4.7 표시 자릿수 설정하기.....	4-1
----------------------	-----

**제 5 장 적산**

5.1 적산 기능.....	5-1
5.2 적산 모드, 적산 타이머 설정하기.....	5-1
5.3 적산값 표시하기.....	5-1
5.4 적산 기능 사용 시의 주의사항.....	5-1

**제 6 장 고조파 측정(옵션)**

6.1 고조파 측정 기능.....	6-1
6.2 고조파 측정 데이터 표시하기.....	6-1
6.3 PLL 소스, 측정 차수, 왜곡률의 연산식 설정하기.....	6-1

**제 7 장 측정 데이터 저장하기, 설정 정보 저장하기 / 읽어오기**

7.1 측정 데이터 저장하기.....	7-1
7.2 설정 정보 저장하기 / 읽어오기.....	7-1

**제 8 장 기타 기능**

8.1 시스템 상태 확인하기.....	8-1
8.2 설정 초기화(Initialization) 하기.....	8-1
8.3 Zero 레벨 보정하기.....	8-1
8.4 D/A 출력 설정하기(옵션).....	8-1
8.5 키 프로텍트 하기.....	8-1
8.6 자가진단(셀프 테스트) 하기.....	8-1

**부록 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

부록 1 측정 평선의 기호와 산출법.....	부-1
부록 2 전력의 기초(전력 / 고조파 / 교류회로의 RLC).....	부-1
부록 3 전력 레인지.....	부-1
부록 4 측정구간의 설정 방법.....	부-1
부록 5 측정 확대, 측정 오차.....	부-1
부록 6 메뉴 흐름도.....	부-1
부록 7 블록도.....	부-1

**색인**

## 1.1 이 제품으로 측정 가능한 항목(측정 평선)

이 제품으로 측정 가능한 항목은 다음과 같습니다. 각 측정 평선을 구하는 자세한 방법에 대해서는 부록 1을 참조 바랍니다. 측정 평선, 입력 엘리먼트, 결선 유닛, Σ평선이라는 용어에 대해서는 "측정 평선이란"(1-4 페이지)를 참조 바랍니다.

### WT310/WT310HC

입력 엘리먼트가 1개만 장착되어 있습니다. 그렇기 때문에 단상에 대한 측정 평선만을 측정합니다. 여러 개의 입력 엘리먼트를 결선 유닛으로 하는 경우에 대한 총합적인 측정 평선(Σ평선)은 측정하지 않습니다.

### WT330

입력 엘리먼트가 2개 또는 3개 장착되어 있습니다. 그렇기 때문에 각 입력 엘리먼트의 단상에 대한 측정 평선뿐 아니라, 복수상을 결선 유닛으로 하는 경우에 대한 측정 평선(Σ평선)도 측정할 수 있습니다.

이 제품으로 측정 가능한 측정 평선을 일반 측정과 고조파 측정으로 구분하여 다음과 같이 표로 나타냅니다.

## 일반 측정의 측정 평선

### 전압

측정 평선 (기호)	패널의 점등 표시기*1	의미	입력 엘리먼트 별로 측정	결선 유닛으로 측정(WT330만)
U(RMS)	V	전압의 실제 실효값	○	○
U(VOLTAGE MEAN)	V	전압의 평균값 정류 실효값 교정	○	○
U(DC)	V	전압의 단순평균	○	○
U+pk	Vpk	전압의 최대값	○	-
U-pk	Vpk	전압의 최소값	○	-
Cf U*2	MATH	전압의 파고율	○	-

○: 측정함 - : 측정하지 않음

\*1 측정값의 단위 또는 측정 항목을 나타냅니다. 측정 데이터를 표시할 7세그먼트 표시의 오른쪽 또는 왼쪽에 있는 표시기입니다.

\*2 본 기기의 MATH 기능으로 설정할 측정 평선입니다.

### 전류

측정 평선 (기호)	패널의 점등 표시기	의미	입력 엘리먼트 별로 측정	결선 유닛으로 측정(WT330만)
I(RMS)	A	전류의 실제 실효값	○	○
I(DC)	A	전류의 단순평균	○	○
I+pk	Apk	전류의 최대값	○	-
I-pk	Apk	전류의 최소값	○	-
Cf I*	MATH	전류의 파고율	○	-

\* 본 기기의 MATH 기능으로 설정할 측정 평선입니다.



## 1.1 이 제품으로 측정 가능한 항목(측정 평선)

### 전력

측정 평선 (기호)	패널의 점등 표시기	의미	입력 엘리먼트 별로 측정	결선 유닛으로 측정(WT330만)
P	W	유효전력	○	○
S	VA	피상전력	○	○
Q	var	무효전력	○	○
$\lambda$	PF	역률	○	○
$\Phi$	°	위상차	○	○
P+pk	Wpk	전력의 최대값	○	-
P-pk	Wpk	전력의 최소값	○	-

### 주파수

측정 평선 (기호)	패널의 점등 표시기	의미	입력 엘리먼트 별로 측정	결선 유닛으로 측정(WT330만)
fU	VHz	전압의 주파수	○	-
fI	AHz	전류의 주파수	○	-
fPLL(PLL U)	VHz	PLL의 전압의 주파수 *	○	-
fPLL(PLL I)	AHz	PLL의 전류의 주파수 *	○	-

\* 고조파 측정 옵션이 있는 기종.

### 적산 전력(전력량)

측정 평선 (기호)	패널의 점등 표시기	의미	입력 엘리먼트 별로 측정	결선 유닛으로 측정(WT330만)
Time	Time	적산시간	○	-
WP	Wh	정방향/역방향 양방향 전력량의 합	○	○
WP ±	Wh ±	정방향 또는 역방향을의 전력량	○	○
q	Ah	정방향/역방향 양방향의 전류량의 합	○	○
q ±	Ah ±	정방향 또는 역방향을의 전류량	○	○
AV P*	MATH	적산 동작 중의 평균 유효전력	○	○

\* 본 기기의 MATH 기능으로 설정할 측정 평선입니다.

### 효율\*(WT330만)

측정 평선 (기호)	패널의 점등 표시기	의미
EFFi	MATH	효율

\* 본 기기의 MATH 기능으로 설정할 측정 평선입니다.

### 사칙연산\*

측정 평선 (기호)	패널의 점등 표시기	의미
A+B	MATH	A+B
A-B	MATH	A-B
A × B	MATH	A × B
A ÷ B	MATH	A ÷ B
A ÷ B <sup>2</sup>	MATH	A ÷ B <sup>2</sup>
A <sup>2</sup> ÷ B	MATH	A <sup>2</sup> ÷ B

\* 본 기기의 MATH 기능으로 설정할 측정 평선입니다.

## 고조파 측정의 측정 평선(옵션)

고조파 측정의 측정 평선은 입력 엘리먼트 별로 단상의 측정 평선만을 측정합니다. 복수상을 결선 유닛으로 한 경우에 대한 총합적인 측정 평선(Σ평선)은 측정하지 않습니다.

측정 평선 (기호)	패널의 점등 표시기	의미
U(k)	V	차수 k의 고조파 전압의 실효값
I(k)	A	차수 k의 고조파 전류의 실효값
P(k)	W	차수 k의 고조파의 유효전력
$\lambda(k)$	PF	기본파(1차)의 역률
$\Phi(k)$	V ° 또는 A °	차수 k가 1차(기본파)일 때 1차 전압에 대한 1차 전류의 위상차
Uthd	V%	전압의 전고조파 왜곡
Ithd	A%	전류의 전고조파 왜곡
Uhdf(k)	V%	차수 k의 고조파 전압의 함유율
Ihdf(k)	A%	차수 k의 고조파 전류의 함유율
Phdf(k)	W%	차수 k의 고조파 전력의 함유율
$\Phi$ U(k)	V °	1차 전압에 대한 차수 k의 전압의 위상차
$\Phi$ I(k)	A °	1차 전류에 대한 차수 k의 전류의 위상차

k: 고조파의 차수. 디스플레이A에 표시합니다.

## 고조파 측정 평선의 차수

측정 가능한 차수는 다음과 같습니다.

측정 평선 (기호)	패널의 점등 표시기*1	Total 값(전체 실효값)	1(기본파)	고조파
U(k)	V	○	○	2~50*
I(k)	A	○	○	2~50*
P(k)	W	○	○	2~50*
$\lambda(k)$	PF	-	○	-
$\Phi(k)$	V ° 또는 A °	-	○	-
Uthd	THD V%	○	-	-
Ithd	THD A%	○	-	-
Uhdf(k)	V%	-	○	2~50*
Ihdf(k)	A%	-	○	2~50*
Phdf(k)	W%	-	○	2~50*
$\Phi$ U(k)	V °	-	-	2~50*
$\Phi$ I(k)	A °	-	-	2~50*

k: 고조파의 차수. 디스플레이A에 표시합니다.

\* 측정 차수의 최대값은 기본파의 주파수에 따라 다릅니다.(스타트 가이드 IM WT310-02JA 7.4절 "고조파 측정" 참조)

## 측정 평선이란

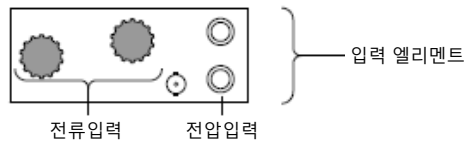
### 측정 평선

본 기기로 측정, 표시되는 전압 실효값, 전류 평균값, 전력, 위상차 등의 각종 물리량을 측정 평선이라 하며, 각각의 물리량에 대응하는 기호로 표시합니다. 예를 들어, "U"는 전압입니다. 단위는 "V"입니다. 측정 모드(1.2절 측정 조건 참조)가 RMS일 경우, 전압의 실제 실효값을 나타냅니다.

## WT310/WT310HC

### 입력 엘리먼트

측정할 1상만큼의 전압과 전류를 입력하는 단자의 세트를 입력 엘리먼트라고 합니다. WT310/WT310HC에서 입력 엘리먼트는 하나뿐입니다.



### 결선방식

WT310/WT310HC에서는 단상 2선식입니다.

### 결선 유닛, $\Sigma$ 평선

WT310/WT310HC에는 여러 개의 입력 엘리먼트를 조합하는 결선 유닛,  $\Sigma$ 평선은 없습니다.

## WT330

### 입력 엘리먼트

측정할 1상만큼의 전압과 전류를 입력하는 단자의 세트를 입력 엘리먼트라 합니다. WT330은 최대 3개의 입력 엘리먼트를 장착할 수 있습니다. 엘리먼트 번호는 1~3까지 있습니다.

### 결선방식

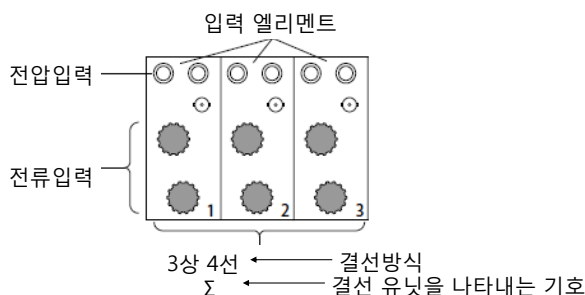
단상이나 3상과 같은 다양한 회로의 전력을 측정하기 위해 WT330에서는 입력 엘리먼트별 단상 2선식 외에도 여러 입력 엘리먼트를 조합하여 단상 3선식, 3상 3선식, 3상 4선식, 그리고 3상 3선식(3전압 3 전류계법)의 4개의 결선방식을 설정할 수 있습니다.

### 결선 유닛

3상 전력을 측정하기 위해 2개 또는 3개의 입력 엘리먼트를 그룹화한 것을 결선 유닛이라고 합니다. 결선 유닛은  $\Sigma$ 라는 기호로 표현됩니다.

### $\Sigma$ 평선

결선 유닛의 측정 평선을  $\Sigma$ 평선이라고 합니다. 예를 들어, "U  $\Sigma$ "은 결선 유닛  $\Sigma$ 에 할당된 각 입력 엘리먼트의 전압의 평균입니다. 측정 모드가 RMS일 경우, 전압의 실제 실효값을 나타냅니다.



---

## 1.2 측정 조건

### 전압, 전류의 측정 모드 <<조작 설명은 2.1절>>

RMS, MEAN(VOLTAGE MEAN), DC, 이 세 종류 중에서 전압의 측정 모드를 선택할 수 있습니다. 전류의 측정 모드는 RMS와 DC, 두 종류 중에서 선택할 수 있습니다.

#### RMS(실제 실효값)

전압 또는 전류의 실제 실효값입니다.

$$\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f(t)^2 dt}$$

f(t): 입력 신호  
T : 입력 신호의 1주기

#### MEAN(VOLTAGE MEAN, 평균값 정류 실효값 교정)

전압의 1주기분을 정류해서 그 평균을 구하고, 입력 신호가 정현파일 때 실제 실효값이 되도록 계수를 곱한 것입니다. 정현파를 측정할 경우에는 RMS에서의 측정값과 똑같이 됩니다. 왜형파나 직류 파형을 측정할 경우에는 RMS에서의 측정값과 다릅니다.

$$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T |f(t)| dt$$

f(t): 입력 신호  
T : 입력 신호의 1주기

#### DC(단순평균)

전압 또는 전류의 1주기분의 평균값입니다. 직류로만 된 입력 신호의 평균값이나, 교류의 입력 신호와 중첩된 직류 성분을 구할 때에 유효합니다.

$$\frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

f(t): 입력 신호  
T : 입력 신호의 1주기

## 결선방식 <<조작 설명은 2.2절>>

기종에 따라 선택 가능한 결선방식이 다릅니다.

### WT310, WT310HC

입력 엘리먼트를 1개만 장착하고 있습니다. 단상 2선식을 측정할 수 있습니다. 그렇기 때문에 결선방식을 선택하는 기능은 없습니다.

### WT330 2 입력 엘리먼트 모델(WT332)

입력 엘리먼트를 2개(엘리먼트1, 엘리먼트3) 장착하고 있습니다. 아래의 결선방식을 선택할 수 있습니다.

결선방식	의미	구성 엘리먼트
1P3W	단상 3선식	엘리먼트 1과 3으로 구성.
3P3W	3상 3선식	엘리먼트 1과 3으로 구성.

단상 2선식(1P2W)의 측정 데이터는 엘리먼트 1 또는 3의 각각의 엘리먼트의 측정 데이터입니다. 단상 2선식의 측정 데이터는 위의 결선방식 중 어떤 것을 선택해도 바르게 측정됩니다.

### WT330 3 입력 엘리먼트 모델(WT333)

입력 엘리먼트를 3개(엘리먼트1, 엘리먼트2, 엘리먼트3) 장착하고 있습니다. 아래의 결선방식을 선택할 수 있습니다.

결선방식	의미	구성 엘리먼트
1P3W	단상 3선식	엘리먼트 1과 3으로 구성. 엘리먼트2는 1P2W가 됨.
3P3W	3상 3선식	엘리먼트 1과 3으로 구성. 엘리먼트2는 1P2W가 됨.
3P4W	3상 4선식	엘리먼트 1, 2, 3으로 구성.
3V3A	3 전압 3 전류계법	엘리먼트 1, 2, 3으로 구성.

단상 2선식의 측정 데이터는 엘리먼트 1, 2, 또는 3의 각각의 엘리먼트의 측정 데이터입니다. 단상 2선식의 측정 데이터는 위의 결선방식 중 어떤 것을 선택해도 바르게 측정됩니다.

## 측정 레인지 <<조작 설명은 2.3절>>

측정할 전압이나 전류의 실효값에 맞춰 측정 레인지를 설정합니다. 고정 레인지와 오토 레인지, 두 종류가 있습니다.

### 고정 레인지

몇 가지 선택지 중에서 각각의 레인지를 선택합니다. 선택된 레인지는 입력 신호의 크기가 변해도 바뀌지 않습니다.

전압의 경우, 파고율이 "3"으로 설정되어 있을 때는 선택지의 최대값이 "600V", 최소값이 "15V"입니다. 파고율이 "6"으로 설정되어 있을 때는 선택지의 최대값이 "300V", 최소값이 "7.5V"입니다.

### 오토 레인지(Auto Range)

입력 신호의 크기에 따라 각각 자동으로 레인지를 바꿉니다. 바뀌는 레인지의 종류는 고정 레인지와 동일합니다.

#### 레인지 업(Range Up)

다음 조건을 하나라도 만족하는 경우에 측정 레인지를 올립니다.

- 전압 또는 전류의 실효값이 측정 레인지의 130%를 초과
- 파고율 "3"의 경우, 전압 피크 Upk, 전류 피크 Ipk의 값이 측정 레인지의 약 300%를 초과
- 파고율 "6"의 경우, 전압 피크 Upk, 전류 피크 Ipk의 값이 측정 레인지의 약 600%를 초과

WT330에서는 장착되어 있는 입력 엘리먼트가 하나라도 위의 Range Up 조건을 만족하면 측정 레인지를 올립니다.

#### 레인지 다운(Range Down)

다음 조건을 모두 만족하는 경우에 측정 레인지를 내립니다.

- 전압 또는 전류의 실효값이 측정 레인지의 30% 이하
- 전압 또는 전류의 실효값이 하위 레인지(Range Down하려는 레인지)의 125% 이하
- 파고율 "3"의 경우, 전압 피크 Upk, 전류 피크 Ipk의 값이 하위 레인지의 300% 이하
- 파고율 "6"의 경우, 전압 피크 Upk, 전류 피크 Ipk의 값이 하위 레인지의 600% 이하

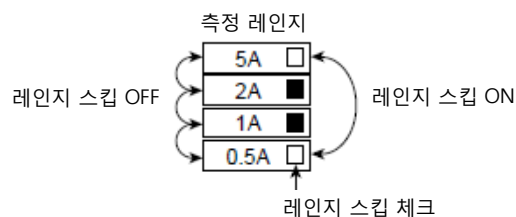
WT330에서는 장착되어 있는 모든 입력 엘리먼트가 위의 Range Down 조건을 만족하면 측정 레인지를 내립니다.

## Range Skip <<조작 설명은 2.6절>>

스킵시킬 측정 레인지를 설정할 수 있습니다(Range Configuration). 사용하지 않을 측정 레인지를 스킵하고, 선택한 유효한 측정 레인지 사이에서 레인지를 업/다운 합니다. 예를 들어, 동작 모드 시에 5A, 스탠바이 모드 시에 500mA가 흐르는 기기를 오토 레인지로 측정할 경우에는 1A, 2A 레인지를 무효로 설정합니다. 스탠바이 모드 시에 500mA 레인지로 측정하는 중에 동작 모드로 전환되는 경우에는 1A, 2A의 사이의 레인지를 스킵하고, 5A 레인지로 전환됩니다.

레인지가 순차적으로 전환되는 경우에 발생할 수 있는 측정 데이터 누락을 줄일 수 있습니다.

WT310/WT310HC/WT330 본체의 메뉴에서는 레인지 스킵의 ON/OFF를 설정할 수 있습니다. 어떤 측정 레인지를 스킵할지는 통신 인터페이스를 통해 통신 명령어로 설정합니다. WTVIEWERFreePlus 소프트웨어로도 설정할 수 있습니다.



### 피크 오버 점프(Peak Over Jump)

오토 레인지로 사용 중에 피크 오버가 발생했을 때, 전환할 측정 레인지를 지정할 수 있습니다. 이 기능은 통신 인터페이스를 통해 통신 명령어로 설정합니다. WTVIEWERFreePlus 소프트웨어로도 설정할 수 있습니다. OFF일 때에 피크 오버가 발생하면, 레인지 스킵을 하지 않도록 설정되어 있는 측정 레인지 순으로 측정 레인지가 올라갑니다.

## 측정 레인지의 설정 방법 <<조작 설명은 2.3절>>

측정 레인지의 설정 방법에는 두 종류가 있습니다.

### 측정 레인지 메뉴로 설정하기

VOLTAGE 또는 CURRENT 키를 누르면, 측정 레인지 메뉴가 표시됩니다. ▼, ▲키로 측정 레인지를 설정하고 SET 키를 누릅니다. 측정 레인지가 바뀌고, 측정 데이터 표시로 돌아옵니다.

### 측정 레인지 메뉴를 표시하지 않고 설정하기

VOLTAGE 또는 CURRENT 키를 누르면, 측정 레인지 메뉴는 표시되지 않고, ▼, ▲키만으로 측정 레인지를 설정할 수 있습니다.

▼, ▲키를 누르면 측정 레인지가 바뀌고, 일정 시간 동안 현재의 레인지가 표시된 후, 측정 데이터 표시로 자동 복귀됩니다.

SET 키를 누를 필요가 없으므로, 다음과 같은 경우에 편리합니다.

- 측정 레인지를 빈번히 바꾸는 경우.
- 측정 레인지를 순차적으로 바꾸어 그 측정 데이터를 그때마다 확인하고 싶은 경우  
예: 오버 레인지나 피크 오버가 발생하지 않는 측정 레인지를 찾는 경우.

## 전력 레인지

유효전력 / 피상전력 / 무효전력의 측정 레인지(전력 레인지)는 결선방식, 전압 레인지 및 전류 레인지로 정해지며, 다음과 같이 됩니다. 전력 레인지의 구체적인 수치는 부록 3을 참조 바랍니다.

결선방식	전력 레인지
1P2W(단상 2선식)	전압 레인지×전류 레인지
1P3W(단상 3선식) 3P3W(3상 3선식) 3V3A(3 전압 3 전류계법)	전압 레인지×전류 레인지× 2
3P4W(3상 4선식)	전압 레인지×전류 레인지× 3

## 외부 전류센서 레인지(옵션) <<조작 설명은 2.4절>>

분류기(Shunt)나 클램프 등의 전압출력형 전류센서의 출력을 엘리먼트의 외부 전류센서 입력 커넥터(EXT)로 입력해서 측정할 수 있습니다.

오토 레인지도 가능합니다.

## 외부 전류센서 환산비(옵션) <<조작 설명은 2.4절>>

전압출력형 전류센서의 출력을 외부 전류센서 입력 커넥터(EXT)로 입력해서 측정하는 경우의 환산비(換算比)를 설정합니다. 1A의 전류가 흘렀을 때에 전류센서의 출력이 몇 mV가 되는지(환산비)를 설정합니다. 전류출력형 전류센서를 사용할 때는 환산비를 CT비로 설정합니다.

### 스케일링 기능 <<조작 설명은 2.5절>>

변압기\*1/ 변류기\*2를 거쳐 전압 및 전류의 신호를 입력할 경우, 각각 계수를 설정할 수 있습니다.

\*1 VT(voltage transformer)

\*2 CT(current transformer)

### VT비, CT비

VT비, CT비를 설정하고, 변압 및 변류하기 전의 전압 및 전류의 수치 데이터나 파형 표시 데이터로 환산할 수 있습니다.

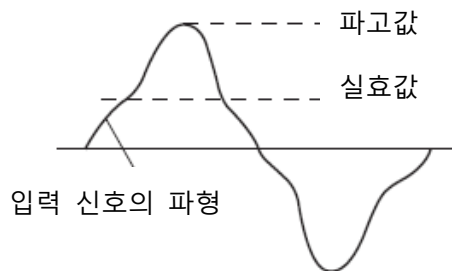
### 전력계수

전력계수(F)를 설정하면, 측정된 유효전력, 피상전력, 무효전력에 계수를 곱해서 표시할 수 있습니다.

측정 평선	환산 전의 데이터	환산 결과	
전압 U	U <sub>2</sub> (VT의 2차 출력)	U <sub>2</sub> × V	V: VT비
전류 I	I <sub>2</sub> (CT의 2차 출력)	I <sub>2</sub> × C	C: CT비
유효전력 P	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> × V × C × F	F: 전력계수
피상전력 S	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> × V × C × F	
무효전력 Q	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub> × V × C × F	
전압의 최대값 / 최소값 Upk	Upk <sub>2</sub> (VT의 2차 출력)	Upk <sub>2</sub> × V	
전류의 최대값 / 최소값 Ipк	Ipк <sub>2</sub> (CT의 2차 출력)	Ipк <sub>2</sub> × C	

### 파고율(Crest Factor) <<조작 설명은 2.7절>>

파형의 파고값(피크값)과 실효값의 비율 정의되며, 파고율이라고도 불립니다.



본 기기의 파고율은 측정 레인지의 몇 배까지의 파고값을 입력 가능한지 나타냅니다.

$$\text{크레스트 팩터(CF, 파고율)} = \frac{\text{입력가능한 파고값}}{\text{측정 레인지}}$$

파고율을 3과 6 중에서 선택할 수 있습니다. 측정 가능한 파고율은 다음과 같습니다.

$$\text{크레스트 팩터(CF)} = \frac{\{\text{측정 레인지} \times \text{CF설정값}(3 \text{ 또는 } 6)\}}{\text{측정값(실효값)}}$$

\* 단, 입력 신호의 피크값이 최대 허용입력 이하일 것.

입력 신호의 파고율이 본 기기의 사양(정격입력에서의 파고율 규정값)보다 큰 측정 신호일 때, 입력 신호에 대해 보다 큰 측정 레인지를 설정함으로써, 사양 이상의 파고율을 갖는 신호를 측정할 수 있습니다. 예를 들어, 파고율 "3"의 경우라도 측정값(실효값)이 측정 레인지의 60% 이하인 경우, 파고율 5 이상을 측정 가능합니다. 또한, 파고율 "3"이고 최소 유효입력(측정 레인지의 1%)인 경우, 파고율 300을 측정 가능합니다.

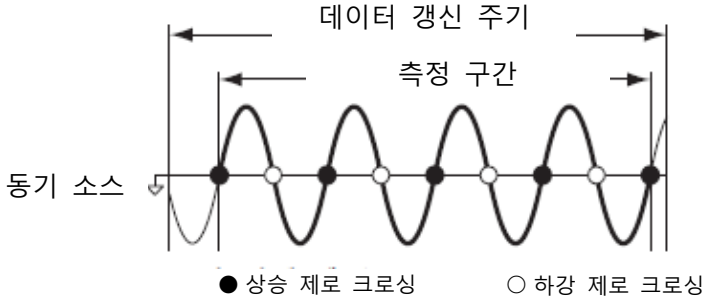
파고율의 설정에 따라 전압 레인지, 전류 레인지, 유효입력범위, 측정 확도가 다릅니다. 자세한 내용은 스타트 가이드 IM WT310-02JA 7장을 참조 바랍니다.



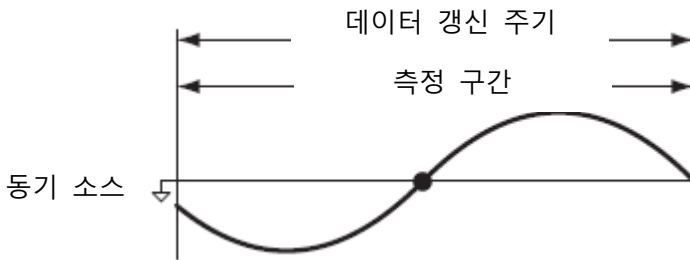
## 측정구간 <<조작 설명은 2.8절>>

### 일반 측정의 측정 평선의 측정구간

측정구간은 기준이 되는 입력 신호(동기 소스)에 의해 결정됩니다. 동기 소스가 레벨 Zero(진폭의 중앙값)에서 상승(또는 하강)하여 경사면을 가로지르는 (제로 크로싱) 데이터 갱신주기 내의 마지막 점에서부터, 레벨 Zero에서 상승(또는 하강)하여 경사면을 가로지르는 데이터 갱신주기 내의 마지막 점까지를 측정구간으로 합니다.



데이터 갱신주기 내에 제로 크로싱이 1개이거나 없을 때는 데이터 갱신주기 전체 구간이 측정구간이 됩니다.



전압 및 전류의 최대값(Peak)의 수치 데이터는 항상 데이터 갱신주기 내부가 측정구간이 됩니다. 따라서, 전압 및 전류의 최대값으로부터 구해지는 아래의 각 측정 평선의 측정구간도 데이터 갱신주기 내부가 됩니다.

전압 피크( $U+pk/U-pk$ ), 전류 피크( $I+pk/I-pk$ ), 전력 피크( $P+pk/P-pk$ )  
 자세한 내용은 부록 5를 참조 바랍니다.

### 고조파 측정(옵션)의 측정 평선의 측정구간

데이터 갱신주기의 최초 샘플링 데이터로부터, 고조파 시의 샘플링 주파수로 카운트한 1024점이 측정구간이 됩니다.

고조파 측정의 샘플링 주파수는 PLL 소스에 설정한 신호의 주기에 의해 본 기기 내에서 자동으로 정해집니다. 고조파에 관한 측정 평선을 구하는 원천이 되는 샘플링 데이터나 측정구간은 일반 측정에 관한 측정 평선의 샘플링 데이터 및 측정구간과는 다른 경우가 있습니다.

## 데이터 갱신주기 <<조작 설명은 2.10절>>

데이터 갱신주기란, 샘플링 데이터를 가져와 측정 평선을 산출해서 표시, 통신출력, D/A 출력 하는 주기입니다.

데이터 갱신주기는 다음 중에서 선택할 수 있습니다.

0.1s, 0.25s, 0.5s, 1s, 2s, 5s

선택한 주기로 한번의 수치 데이터를 갱신하고, 저장, D/A 출력, 통신출력을 합니다. 전력계통의 비교적 빠른 부하 변동을 캐치하려면 짧은 데이터 갱신주기를 선택해 주십시오. 주파수가 낮은 신호를 캐치하려면 긴 데이터 갱신주기를 선택해 주십시오.

## 입력 필터 <<조작 설명은 2.9절>>

입력 필터에는 라인 필터와 주파수 필터의 두 종류가 있습니다.

### 라인 필터

라인 필터는 전압, 전류 측정용 입력회로에 삽입되므로, 전압, 전류, 전력 측정에 직접 영향을 줍니다(부록7의 블록도를 참조). 라인 필터를 ON으로 하면, 측정값은 고주파 성분을 포함하지 않는 값이 됩니다. 이 때문에 인버터 파형이나 왜곡 파형 등의 고주파 성분을 제거해 전압, 전류, 전력을 측정할 수 있습니다.

### 주파수 필터

주파수 필터는 주파수 측정용 입력회로에 삽입되므로, 주파수 측정에 영향을 줍니다. 또한, 전압, 전류, 전력 측정을 위한 측정구간 검출에 영향을 줍니다(부록 4 참조). 이 경우, 동기 소스 신호의 제로 크로싱을 더욱 정밀도 높게 검출하기 위한 필터로서의 기능도 합니다. 또한, 주파수 필터는 전압, 전류 측정용 입력회로에는 삽입되지 않습니다. 따라서 주파수 필터를 ON으로 설정해도 측정값은 고주파 성분을 포함하는 값이 됩니다.

## 평균화(Averaging) <<조작 설명은 2.11절>>

수치 데이터를 지수화 평균, 또는 이동 평균 처리합니다. 전원이거나 부하의 변동이 클 때, 또는 입력 신호의 주파수가 낮을 때에 수치 표시가 흔들려서 읽기 어려운 경우에 효과적입니다.

### 평균화의 ON/OFF

#### 일반 측정의 측정 평선

평균화 실행 여부(ON/OFF)를 선택할 수 있습니다. 평균화를 실행(ON)하면 AVG 표시기가 점등됩니다.

#### 고조파 측정(옵션)의 측정 평선

- 평균화 ON/OFF 선택이 ON이고 평균화 타입 선택이 EP(지수화 평균)이면, 고조파 측정의 측정 평선을 평균화합니다.
- 평균화 ON/OFF 선택이 ON이라도 평균화 타입 선택이 Lin(이동 평균)이면, 고조파 측정의 측정 평선을 평균화하지 않습니다.

### 평균화의 타입

지수화 평균 또는 이동 평균을 선택합니다.

#### 지수화 평균

설정된 감쇠 정수로 다음 식에 따라 수치 데이터를 지수화 평균 처리합니다.

$$D_n = D_{n-1} + \frac{(M_n - D_{n-1})}{K}$$

$D_n$  : n번째 지수화 평균한 표시값(1번째 표시값  $D_1$ 은  $M_1$ 이 됩니다.)

$D_{n-1}$  : n-1번째 지수화 평균한 표시값

$M_n$  : n 번째 수치 데이터

$K$  : 감쇠 정수(8, 16, 32, 또는 64 중에서 선택)

### 이동 평균

설정된 평균 개수로 다음 식에 따라 수치 데이터를 단순평균 처리합니다.

$$D_n = \frac{M_{n-(m-1)} + \dots + M_{n-2} + M_{n-1} + M_n}{m}$$

$D_n$  : n-(m-1)~n번째까지의 m개의 수치 데이터를 단순평균 처리한 표시값  
 $M_{n-(m-1)}$  : n-(m-1)번째의 수치 데이터

.....  
.....  
 $M_{n-2}$  : n-2번째 수치 데이터  
 $M_{n-1}$  : n-1번째 수치 데이터  
 $M_n$  : n번째 수치 데이터  
 $M$  : 평균개수(8, 16, 32, 또는 64 중에서 선택)

### 평균화 처리되는 측정 평선

직접 평균화 처리되는 측정 평선은 다음과 같습니다. 다른 측정 평선이라도 다음의 측정 평선의 데이터를 사용해 연산된 경우에는 평균화의 영향을 받습니다. 각 측정 평선을 구하는 자세한 방법에 대해서는 스타트 가이드 IM WT310-02JA의 부록 1을 참조 바랍니다.

#### 일반 측정의 측정 평선

- U, I, P, S, Q
- $\lambda$ ,  $\Phi$ , Cf U, Cf I 는 평균화된 Urms, Irms, P, S, Q 로부터 연산됩니다.

#### 고조파 측정(옵션)의 측정 평선

- U(k), I(k), P(k)
- $\lambda(k)$ ,  $\Phi(k)$  는 평균화된 P(k), Q(k) 로부터 연산됩니다.
- Uthd, Ithd, Uhdf(k), Ihdf(k), Phdf(k) 는 평균화된 U(k), I(k), P(k) 로부터 연산됩니다.

k: 고조파의 차수

Q(k): 차수 k의 고조파의 무효전력

### 평균화 처리를 하지 않는 측정 평선

평균화 처리를 하지 않는 측정 평선은 다음과 같습니다.

#### 일반 측정의 측정 평선

fU, fI, U+pk, U-pk, I+pk, I-pk, P+pk, P-pk, Time, WP, WP+, WP-, q, q+, q-

#### 고조파 측정(옵션)의 측정 평선

$\Phi$  U(k),  $\Phi$  I(k), fPLL

---

## 1.3 측정값 홀딩과 싱글측정

### 측정값의 홀딩(HOLD) <<조작 설명은 3.1절>>

데이터 갱신주기별 측정, 표시와 같은 동작을 중단시키고, 각 측정 평선의 데이터 표시를 유지할 수 있습니다. D/A 출력, 통신출력 등의 값도 홀딩된 상태의 수치 데이터가 됩니다.

### 싱글측정(SINGLE) <<조작 설명은 3.2절>>

설정되어 있는 데이터 갱신주기로 홀딩중에 한 번만 측정 동작을 합니다. 측정해서 데이터를 갱신한 후에 다시 홀딩 상태가 됩니다. 홀딩중이 아닐 때에 SHIFT + HOLD(SINGLE) 키를 누르면, 그 시점부터 다시 측정합니다.

---

## 1.4 전력 측정

### 측정 데이터의 표시 <<조작 설명은 4.1~4.5절>>

화면에 전압, 전류, 전력과 같은 측정 데이터를 표시합니다. 측정 데이터는 적색 고휘도 발광 7세그먼트 LED의 4개의 디스플레이로 보여줍니다. 네개의 값을 동시에 관측할 수 있습니다. 표시되는 측정 평선의 기호와 의미에 대해서는 "이 제품으로 측정 가능한 항목"을 참조 바랍니다.

### MAX 홀딩 <<조작 설명은 4.6절>>

U, I, P, S, Q, U+pk, U-pk, I+pk, I-pk, P+pk, P-pk 의 최대값을 홀딩할 수 있습니다. MAX 홀딩 기능이 동작하고 있을 때(ON)의 최대값을 홀딩합니다.

## 연산 기능

### 효율(WT330에만 적용) <<조작 설명은 4.5절>>

효율을 연산할 수 있습니다.

### 파고율 <<조작 설명은 4.5절>>

전압, 전류의 파고율을 피크값 / 실효값으로 구합니다.

### 사칙연산 <<조작 설명은 4.5절>>

6 종류의 연산 결과를 표시합니다.(A + B, A - B, A \* B, A/B, A<sup>2</sup>/B, A/B<sup>2</sup>)

### 적산 동작 중의 평균 유효전력 <<조작 설명은 4.5절>>

적산한 시간 내의 평균 유효전력을 연산할 수 있습니다. 전력량(유효전력을 적산한 것)을, 적산 경과시간으로 나누어서 구합니다.

## 1.5 적산 전력(전력량)

유효전력의 적산(전력량) 및 전류의 적산(전류량)을 할 수 있습니다.

적산 전력(전력량) 에 관한 측정 평선의 기호와 의미에 대해서는 “이 제품으로 측정 가능한 항목”을 참조 바랍니다.

### 적산 모드 <<조작 설명은 5.2절>>

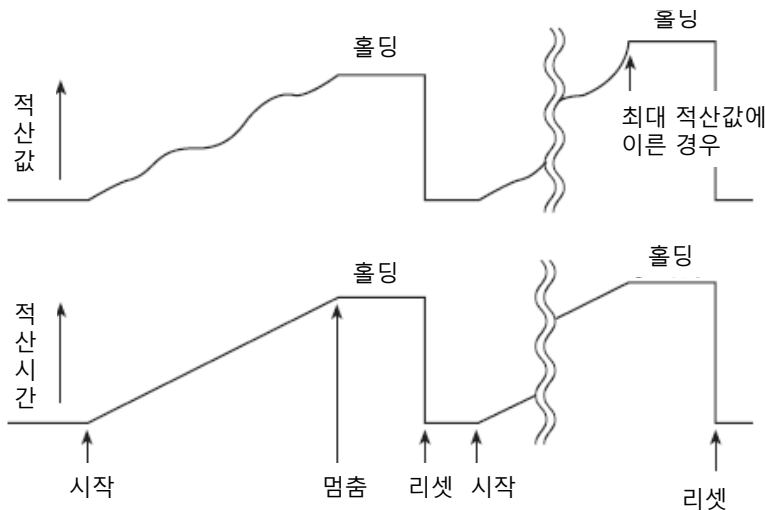
적산 기능에는 다음 3종류의 모드가 있습니다.

적산 모드	시작	정지	반복 동작
매뉴얼 적산 모드	키 조작	키 조작	---
표준 적산 모드	키 조작	타이머 시간으로 멈춤	---
연속(반복) 적산 모드	키 조작	키 조작	타이머 시간으로 반복

### 매뉴얼 적산 모드

적산 모드를 표준 적산 모드(nor)로 설정하고, 적산 타이머를 00000:00:00으로 설정하면, 매뉴얼 적산 모드로 적산됩니다. START 키를 누르면 적산을 시작하고, STOP 키를 누를 때까지 계속해서 적산합니다. 단, 다음 조건 중 하나가 성립되면, 적산을 멈추고 그 시점의 적산시간과 적산값을 홀딩합니다.

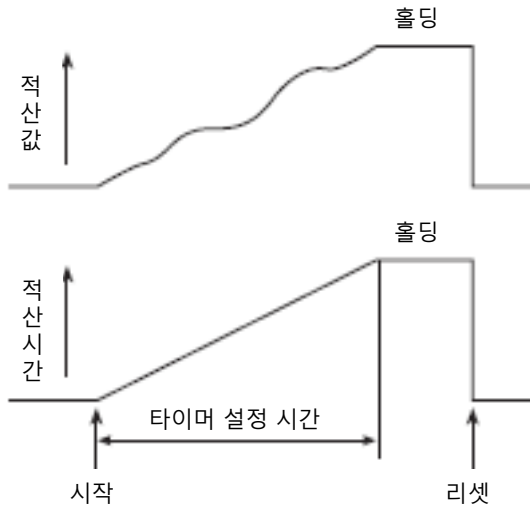
- 적산시간이 최대 적산시간(10000시간)에 도달.
- 적산값이 최대/ 최소 표시 적산값에 도달.



### 표준 적산 모드

적산시간을 상대시간으로 설정(타이머 설정 시간) 합니다. START 키를 누르면 적산을 시작하고, 다음 조건 중 하나가 성립되면, 적산을 멈추고 그 시점의 적산시간과 적산값을 홀딩합니다.

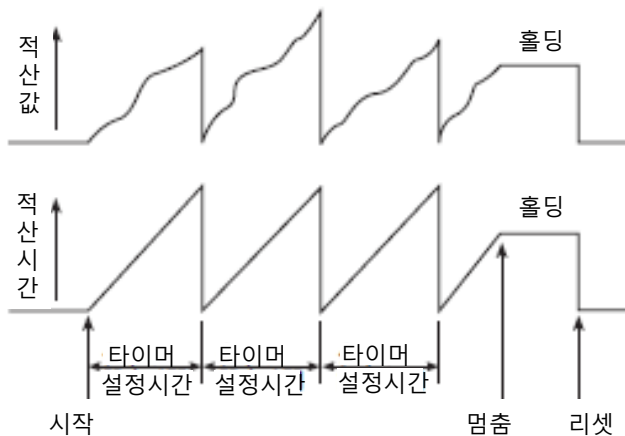
- 타이머 설정시간만큼 경과
- STOP 키를 누름
- 적산값이 최대/ 최소 표시 적산값에 도달



### 연속 적산 모드(반복 적산 모드)

적산시간을 상대시간으로 설정합니다. START 키를 누르면 적산을 시작하고, 설정한 적산 타이머 시간이 경과되면, 자동으로 리셋해서 재시작하고 적산을 반복합니다. 다음 조건 중 하나가 성립되면, 적산을 멈추고 그 시점의 적산시간과 적산값을 홀딩합니다.

- STOP 키를 누름
- 적산값이 최대/ 최소 표시 적산값에 도달



### 적산방식(연산식)

적산의 연산식에 대해서는 부록 1을 참조 바랍니다.

---

## 1.6 고조파 측정(옵션)

고조파 측정을 사용하면, 50차까지의 차수별 전압, 전류, 유효전력이나, 차수별 함유율 및 기본파(1차)에 대한 각 차수의 위상각을 연산할 수 있습니다. 또한, 전압, 전류 및 유효전력의 손실효값(기본파 + 고조파)이나 고조파 왜곡률(THD)도 연산할 수 있습니다. 고조파 측정을 측정 가능한 측정 평선의 기호와 의미에 대해서는 “이 제품으로 측정 가능한 항목”의 “고조파 측정의 측정 평선”을 참조 바랍니다.

### PLL 소스 <<조작 설명은 6.3절>>

고조파 측정 시에는 고조파의 차수를 해석하기 위한 기준이 되는 기본주기(기본파의 주기)를 정할 필요가 있습니다. 이 기본주기를 구하기 위한 신호가 PLL(PhaseLocked Loop) 소스입니다. 왜곡 및 변동이 적은 입력 신호를 PLL 소스로 선택하는 편이 안정적으로 고조파 측정이 가능합니다. 기본파, 고조파, 차수 등의 용어에 대해서는 부록 2를 참조 바랍니다.

### 왜곡률의 연산식 <<조작 설명은 6.3절>>

고조파 왜곡률의 연산식을 다음 중에서 골라 설정합니다. 아래의 설명은 측정 차수의 상한값이 50차인 경우입니다. 상한값이 50차보다 작은 경우는 그 상한값까지의 차수에 대하여 연산합니다.

- IEC: 기본파(1차)에 대한 2~50차 성분까지의 실효값의 비율을 연산합니다.
- CSA: 1~50차 성분까지의 실효값에 대한 2~50차 성분까지의 실효값의 비율을 연산합니다.



---

## 1.7 측정 데이터 저장하기, 설정 정보 저장하기 / 읽어오기

측정 데이터나 설정 정보를 내장(내부) 메모리에 저장할 수 있습니다.

### 측정 데이터의 저장 <<조작 설명은 7.1절>>

한 번의 데이터 갱신주기에서 얻어지는 모든 데이터를 하나의 블록으로 저장합니다. 데이터 수는 장착되어 있는 입력 엘리먼트의 수에 따라 다릅니다. 그러므로 저장 가능한 블록 수는 제품에 따라 다릅니다. 저장한 측정 데이터를 본 기기의 화면상에 다시 불러올 수는 없습니다. 저장한 측정 데이터는 통신 기능을 이용해 PC로 송신하고, PC에서 확인할 수 있습니다.

### 설정 정보 저장하기 / 읽어오기 <<조작 설명은 7.2절>>

본 기기의 설정 정보를 네 개 저장할 수 있습니다.

저장해 둔 설정 정보를 읽어 와 설정을 복원할 수 있습니다.

## 1.8 통신 기능

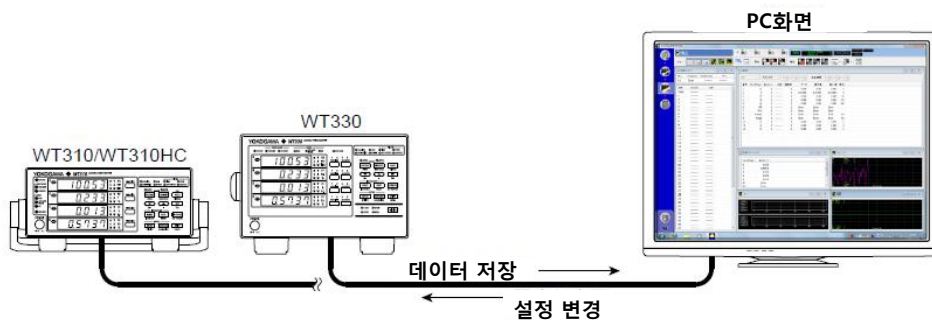
본 기기와 PC를 접속하면, 측정 데이터를 PC에 저장하거나, PC에서 본 기기의 설정을 변경할 수 있습니다.

본 기기에서는 아래의 통신 인터페이스를 장착할 수 있습니다.

- USB
- GP-IB(사양 코드: -C1)
- RS-232(사양 코드: -C2)
- 이더넷(사양 코드: /C7)

### WTViewerFreePlus

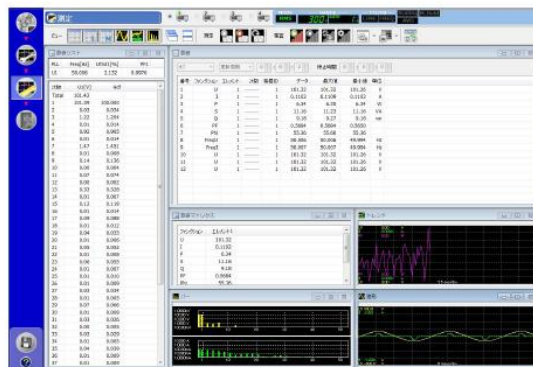
본 기기에 달려 있는 어플리케이션 소프트웨어 WTViewerFreePlus를 이용하면, 통신을 통한 제어 프로그램을 자체 제작하지 않고도 측정 데이터를 PC에 저장하거나 본 기기의 설정을 변경할 수 있습니다.



WT 설정 화면 예시



측정 데이터 화면 예시



---

## 1.9 그 외 기능

### 설정 정보의 초기화 <<조작 설명은 8.2절>>

설정 정보를 공장 출하 시의 초기 설정으로 복원하는 기능입니다.

### Zero 레벨 보정 <<조작 설명은 8.3절>>

본 기기의 내부회로에서 입력 신호 Zero 상태를 만들고, 그 때의 레벨을 Zero 레벨로 하는 것을 Zero 레벨 보정이라고 합니다. 본 기기의 사양을 만족시키려면 이 Zero 레벨 보정을 해야 합니다.

측정 레인지를 변경했을 때에는 자동으로 Zero 레벨 보정이 이뤄지지만, 장시간 측정 레인지를 변경하지 않으면 본 기기 주위의 환경 변화로 인해 Zero 레벨이 바뀌어 있는 경우가 있습니다. 이런 경우에 강제적으로 Zero 레벨 보정을 할 수도 있습니다.

### D/A 출력(옵션) <<조작 설명은 8.4절>>

전압, 전류, 유효전력, 피상전력, 무효전력, 역률, 위상각, 주파수, 전압 피크, 전류 피크 및 적산값을  $\pm 5V$  FS의 직류 전압으로 변환해서 출력합니다. WT310/WT310HC는 4채널, WT330는 12 채널의 출력 항목을 설정할 수 있습니다.

### 리모트 제어(옵션) <<자세한 내용은 스타트 가이드 IM WT310-02JA 5장>>

옵션 /DA4, /DA12가 딸린 제품은 TTL 레벨 부펄스의 로직 신호로 본 기기를 제어하거나, 로직 신호를 외부로 출력할 수 있습니다.

#### 외부입력

아래 다섯 종류의 제어 신호가 있습니다.

- EXT HOLD      표시값을 홀딩하거나, 또는 홀딩 상태를 해제합니다.
- EXT TRIG      홀딩 상태일 때에 표시값을 갱신합니다.
- EXT START      적산 동작을 시작합니다.
- EXT STOP      적산 동작을 멈춥니다.
- EXT RESET      적산 결과를 리셋합니다.

#### 외부출력

적산 중에 다음의 신호를 출력합니다.

INTEG BUSY

적산 시작부터 적산 멈춤까지 연속해서 출력합니다.

### 키 프로텍트 <<조작 설명은 8.5절>>

전원 스위치의 ON/OFF나 KEY PROTECT 스위치의 조작 이외에, 다른 조작 키를 이용한 설정 조작을 무효화시킬 수 있습니다.

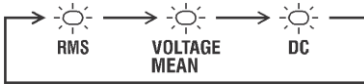
## 2.1 측정 모드 설정하기

### 조 작



SHIFT + VOLTAGE(MODE) 키를 눌러 측정 모드를 선택합니다.

SHIFT + VOLTAGE(MODE) 키를 누를 때마다 측정 모드가 다음과 같은 순서로 바뀝니다



### 해 설

#### 측정 모드

전압과 전류를 측정할 방식을 다음 중에서 선택합니다. 초기 설정은 RMS입니다.

2표시기	전압	전류
RMS	실제 실효값 측정 실효값	실제 실효값 측정 실효값
VOLTAGE MEAN	평균값 정류 실효값 교정	실제 실효값 측정 실효값
DC	단순평균	단순평균

#### 이론식

##### RMS

전압과 전류를 실제 실효값으로 표시하고자 할 때에 선택합니다.

$$\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f(t)^2 dt}$$

f(t): 입력 신호  
T : 입력 신호의 1주기

##### VOLTAGE MEAN

전압을 평균값 정류 실효값 교정으로 표시하고자 할 때에 선택합니다. 정현파로 실효값을 교정하고 있으므로, 정현파를 측정한 경우에는 RMS에서의 측정값과 동일하게 됩니다. 왜형파나 직류 파형 등, 정현파 이외의 파형을 측정한 경우에는 RMS에서의 측정값과 다릅니다.

$$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T |f(t)| dt$$

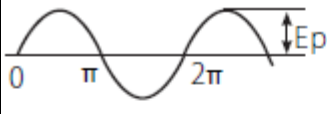
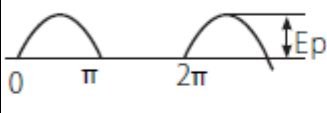
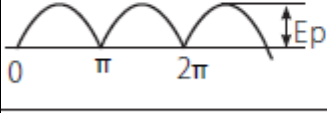

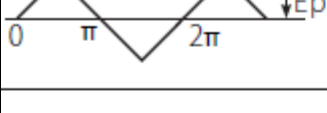
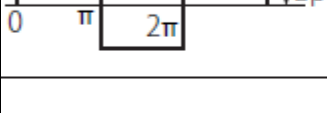
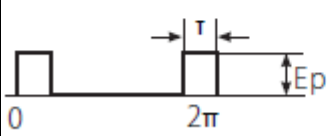
f(t): 입력 신호  
T : 입력 신호의 1주기

##### DC

전압과 전류가 직류일 때에 선택합니다. 입력 신호를 단순평균 처리하여 표시합니다.

## 대표적인 주기파형과 전압, 전류 측정 모드에 의한 표시값의 상이점

본 기기는 아래 표에 있는 평균값 정류 측정 모드는 지원하지 않습니다.

명칭	측정 모드 표시 파형	실효값	평균값 정류	평균값 정류 실효값 교정	단순평균
		RMS	-	VOLTAGE MEAN	DC
정현파		$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{2}{\pi} \cdot E_p$	$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	0
반파(半波)정류		$\frac{E_p}{2}$	$\frac{E_p}{\pi}$	$\frac{E_p}{2\sqrt{2}}$	$\frac{E_p}{\pi}$
전파(全波)정류		$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{2}{\pi} \cdot E_p$	$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{2}{\pi} \cdot E_p$
직류		$E_p$	$E_p$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot E_p$	$E_p$
삼각파		$\frac{E_p}{\sqrt{3}}$	$\frac{E_p}{2}$	$\frac{\pi}{4\sqrt{2}} \cdot E_p$	0
사각파		$E_p$	$E_p$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot E_p$	0
펄스		$\sqrt{\frac{\tau}{2\pi}} \cdot E_p$	$\frac{\tau}{2\pi} \cdot E_p$	$\frac{\pi \tau}{4\pi\sqrt{2}} \cdot E_p$	$\frac{\tau}{2\pi} \cdot E_p$
		$\sqrt{D} \cdot E_p$	$D \cdot E_p$	$\frac{\pi D}{2\sqrt{2}} \cdot E_p$	$D \cdot E_p$

위 내용을 듀티비  $D (= \frac{\tau}{2\pi})$ 로 나타내면

## 2.2 결선방식 설정하기(WT330에만 적용)

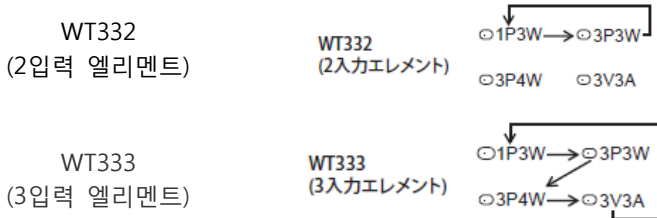
### 조 작



WIRING 키를 눌러 결선방식을 선택합니다.

WIRING 키를 누를 때마다 결선방식이 다음과 같은 순서로 바뀝니다.

WT310, WT310HC에는 입력 엘리먼트가 1개이므로 결선방식은 선택하지 않습니다.



### 해 설

#### 결선방식

기종에 따라 선택 가능한 결선방식이 다릅니다.

#### WT310, WT310HC

입력 엘리먼트를 1개만 장착하고 있습니다. 단상 2선식의 측정이 가능합니다. 따라서 결선방식을 선택하는 기능은 없습니다.

#### WT330 2 입력 엘리먼트 모델(WT332)

입력 엘리먼트를 2개(엘리먼트1, 엘리먼트3) 장착하고 있습니다. 아래의 결선방식을 선택할 수 있습니다.

결선방식	의미	구성 엘리먼트
1P3W	단상 3선식	엘리먼트 1과 3
3P3W	3상 3선식	엘리먼트 1과 3

단상 2선식(1P2W)의 측정 데이터는 엘리먼트 1 또는 3의 각각의 엘리먼트의 측정 데이터입니다.

단상 2선식의 측정 데이터는 위의 결선방식 중 어떤 것을 선택해도 정상적으로 측정됩니다.

#### WT330 3 입력 엘리먼트 모델(WT333)

입력 엘리먼트를 3개(엘리먼트1, 엘리먼트2, 엘리먼트3) 장착하고 있습니다. 아래의 결선방식을 선택할 수 있습니다.

결선방식	의미	구성 엘리먼트
1P3W	단상 3선식	엘리먼트 1과 3. 엘리먼트2는 단상 2선식이 됨
3P3W	3상 3선식	엘리먼트 1과 3. 엘리먼트2는 단상 2선식이 됨
3P4W	3상 4선식	엘리먼트 1, 2, 3
3V3A	3 전압 3 전류계법	엘리먼트 1, 2, 3

단상 2선식의 측정 데이터는 엘리먼트 1, 2, 또는 3의 각각의 엘리먼트의 측정 데이터입니다. 단상 2선식의 측정 데이터는 위의 결선방식 중 어떤 것을 선택해도 바르게 측정됩니다.

#### Note -----

- 실제로 접속되어 있는 측정회로에 맞게 결선방식을 선택해 주십시오, 선택한 결선방식에 따라 본 기기의 내부 처리방법이 달라집니다. 측정회로에 맞는 결선방식을 선택하지 않은 경우, 정확하지 않은 측정/연산 결과가 표시됩니다.
- 각 결선방식에 따른 측정값 및 연산값을 구하는 방법에 대해서는 부록 1을 참조 바랍니다.

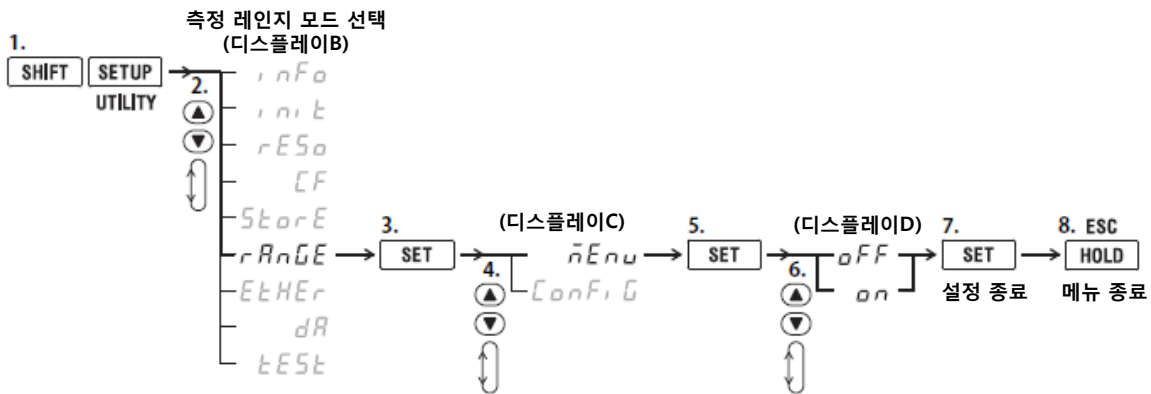
## 2.3 직접 입력 시의 측정 레인지 설정하기

### 조 작

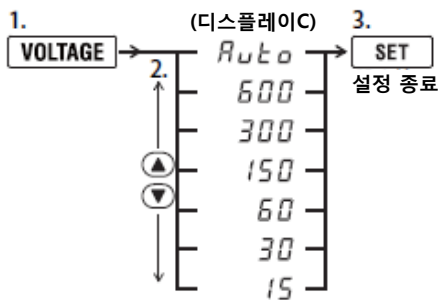


아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

### 측정 레인지의 모드



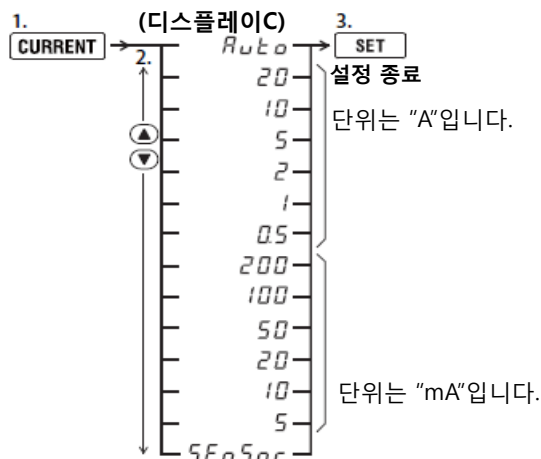
### 전압 레인지(메뉴 설정 모드)



좌측은 파고율을 "3"으로 설정했을 때의 선택지입니다.  
파고율을 "6"으로 설정했을 때는 다음과 같이 됩니다.  
*Auto, 300, 150, 75, 30, 15, 7.5*

### 전류 레인지(메뉴 설정 모드)

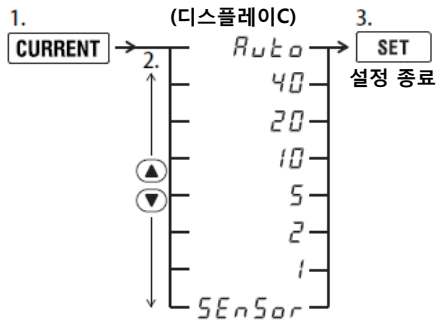
#### WT310



좌측은 파고율을 "3"으로 설정했을 때의 선택지입니다. 파고율을 "6"으로 설정했을 때는 다음과 같이 됩니다.

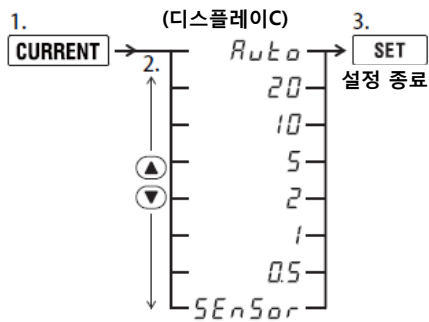
*Auto*  
*10, 5, 2.5, 1, 0.5, 0.25 ←A*  
*100, 50, 25, 10, 5, 2.5 ←mA*  
*SEnSor*

## WT310HC



좌측은 파고율을 "3"으로 설정했을 때의 선택지입니다.  
파고율을 "6"으로 설정했을 때는 다음과 같이 됩니다.  
*Auto, 20, 10, 5, 2.5, 1, 0.5, SEnSor*

## WT330



좌측은 파고율을 "3"으로 설정했을 때의 선택지입니다.  
파고율을 "6"으로 설정했을 때는 다음과 같이 됩니다.  
*Auto, 10, 5, 2.5, 1, 0.5, 0.25, SEnSor*

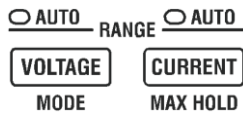
### Note

- SEnSor는 옵션의 외부 전류센서 입력을 탑재한 경우에만 표시됩니다. 조작에 대한 자세한 내용은 2.4절을 참조 바랍니다.

## 전압/전류 레인지(퀵 설정 모드)

1. VOLTAGE 키 또는 CURRENT 키를 누릅니다.

퀵 설정 모드의 경우, VOLTAGE 키 또는 CURRENT 키와 ▼키, ▲키가 점등됩니다. 디스플레이에는 메뉴가 표시되지 않습니다. 디스플레이 B(전압 레인지) 또는 디스플레이 D(전류 레인지)에 현재 설정되어 있는 레인지가 일시적으로 표시되고, 측정 데이터 표시로 돌아갑니다.





## 2.3 직접 입력 시의 측정 레인지 설정하기

2. ▼키 또는 ▲키를 눌러 레인지를 선택합니다.

레인지 변경중에는 디스플레이 B(전압 레인지) 또는 디스플레이 D(전류 레인지)에 레인지가 일시적으로 표시됩니다.

3. SHIFT + ▲(■) 키를 눌러 오토 레인지의 ON/OFF를 선택합니다.



4. VOLTAGE 키 또는 CURRENT 키를 눌러 설정을 마칩니다.

VOLTAGE 키 또는 CURRENT 키와 ▼키, ▲키가 소등됩니다.

### 해설

#### 측정 레인지 모드

측정 레인지 설정 모드에는 메뉴 설정 모드(on)와 퀵 설정 모드(off), 두 가지 종류가 있습니다. 초기 설정은 메뉴 설정 모드(on)입니다.

##### 메뉴 설정 모드: on

레인지 설정 메뉴를 표시합니다. 디스플레이 C의 표시에서 측정 레인지를 선택할 수 있습니다. 설정중에는 데이터는 표시되지 않습니다.

##### 퀵 설정 모드: off

측정 데이터를 표시한 채 측정 레인지를 바꾸거나, 오토 레인지로 설정할 수 있습니다. 설정 가능한 내용은 메뉴 설정 모드와 동일합니다. 다음과 같은 경우에 유효한 모드입니다.

- 측정 레인지를 자주 바꾼다
- 측정 레인지를 순차적으로 바꿔가며 각 레인지의 표시를 확인한다(오버 레인지나 피크 오버가 발생하지 않는 측정 레인지를 찾는 경우)

#### Note

- 퀵 설정 모드의 경우, VOLTAGE 키 또는 CURRENT 키를 누르면, VOLTAGE 키 또는 CURRENT 키와 ▼키, ▲키가 점등됩니다.
- 퀵 설정 모드에서 SETUP 키와 같은 다른 메뉴 키를 누르면, 일시적으로 퀵 설정 모드가 해제됩니다. 측정 데이터 표시로 돌아오면 다시 퀵 설정 모드를 시작합니다.

#### 고정(수동) 레인지와 오토 레인지

실효값의 레벨로 측정 레인지를 설정합니다. 고정 레인지와 오토 레인지, 두 가지 종류가 있습니다. 초기 설정은 오토 레인지입니다.

##### 고정 레인지

고정 레인지에서는 선택지 중에서 전압 레인지를 선택합니다. 선택된 전압 레인지는 입력 신호의 크기가 변해도 바뀌지 않습니다. 입력 신호의 실효값을 기준으로 설정합니다.

###### 전압 레인지

- 파고율 "3"인 경우, 600V, 300V, 150V, 60V, 30V, 15V
- 파고율 "6"인 경우, 300V, 150V, 75V, 30V, 15V, 7.5V

**전류 레인지**

## WT310

- 파고율 "3"의 경우, 20A, 10A, 5A, 2A, 1A, 0.5A, 200mA, 100mA, 50mA, 20mA, 10mA, 5mA
- 파고율 "6"의 경우, 10A, 5A, 2.5A, 1A, 0.5A, 0.25A, 100mA, 50mA, 25mA, 10mA, 5mA, 2.5mA

## WT310HC

- 파고율 "3"의 경우, 40A, 20A, 10A, 5A, 2A, 1A
- 파고율 "6"의 경우, 20A, 10A, 5A, 2.5A, 1A, 0.5A

## WT330

- 파고율 "3"의 경우, 20A, 10A, 5A, 2A, 1A, 0.5A
- 파고율 "6"의 경우, 10A, 5A, 2.5A, 1A, 0.5A, 0.25A

**Note** -----

WT310에서 이하의 전류 레인지를 고정 레인지로 사용해서 측정하는 중에 과대한 입력이 일정 시간 동안 연속적으로 입력되면, 입력회로 보호를 위해 강제적으로 전류 레인지가 1A 레인지(파고율 "6"의 경우는 0.5A레인지)로 바뀌며, 고정 레인지에서 오토 레인지로 전환됩니다.

- 파고율 "3"인 경우: 200mA, 100mA, 50mA, 20mA, 10mA, 5mA
- 파고율 "6"인 경우: 100mA, 50mA, 25mA, 10mA, 5mA, 2.5mA

**오토 레인지: Auto**

입력 신호의 크기에 따라 각각 자동으로 레인지를 전환합니다.

**Range Up**

다음 조건을 하나라도 만족하는 경우에 측정 레인지를 올립니다.

- 전압 또는 전류의 실효값이 측정 레인지의 130%를 초과
- 파고율 "3"의 경우, 전압 피크 Upk, 전류 피크 Ipk의 데이터가 측정 레인지의 약 300%를 초과
- 파고율 "6"의 경우, 전압 피크 Upk, 전류 피크 Ipk의 데이터가 측정 레인지의 약 600%를 초과

WT330에서는 장착되어 있는 입력 엘리먼트가 하나라도 위의 Range Up 조건을 만족하면 측정 레인지를 올립니다.

**Range Down**

다음 조건을 모두 만족하는 경우에 측정 레인지를 내립니다.

- 전압 또는 전류의 실효값이 측정 레인지의 30% 이하
- 전압 또는 전류의 실효값이 하위 레인지(Range Down하려는 레인지)의 125% 이하
- 파고율 "3"의 경우, 전압 피크 Upk, 전류 피크 Ipk의 데이터가 하위 레인지의 300% 이하
- 파고율 "6"의 경우, 전압 피크 Upk, 전류 피크 Ipk의 데이터가 하위 레인지의 600% 이하

WT330에서는 장착되어 있는 모든 입력 엘리먼트가 위의 Range Down 조건을 만족하면 측정 레인지를 내립니다.

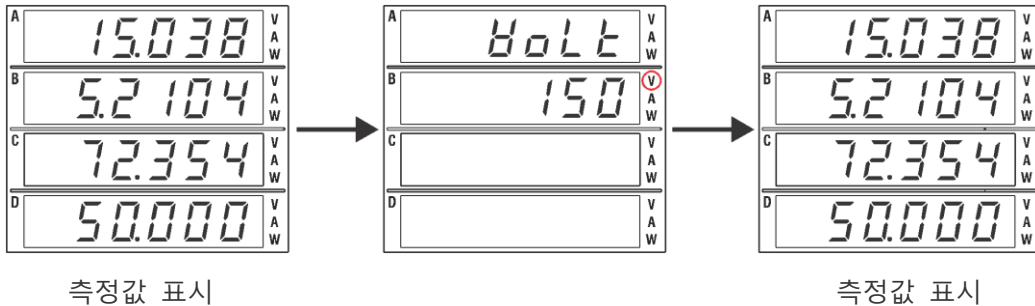
**Note** -----

오토 레인지의 경우, 정기적이지 않은 펄스 모양 파형이 입력되면, 레인지를 일정하게 유지할 수 없는 경우가 있습니다. 이 때는 고정 레인지로 설정해 주시기 바랍니다.

### 레인지 확인

측정중에 현재 설정된 레인지를 확인하려면, VOLTAGE 키 또는 CURRENT 키를 누릅니다. 설정되어 있는 레인지가 디스플레이에 표시됩니다.

측정상태로 돌아가려면 메뉴 설정 모드 때와 동일한 키를 다시 누릅니다. 퀵 설정 모드에서는 데이터 갱신주기 시간 동안만 레인지가 표시된 후 측정 데이터 표시로 돌아갑니다.



### 전력 레인지

유효전력 / 피상전력 / 무효전력의 측정 레인지(전력 레인지)는 결선방식, 전압 레인지 및 전류 레인지로 정해지며, 다음과 같습니다.

결선방식	전력 레인지
1P2W(단상 2선식)	전압 레인지×전류 레인지
1P3W(단상 3선식)	전압 레인지×전류 레인지× 2
3P3W(3상 3선식)	
3V3A(3 전압 3 전류계법)	전압 레인지×전류 레인지× 3
3P4W(3상 4선식)	

- 최대 표시는 99999(표시 자릿수 5자리인 경우)입니다.
- 전압 레인지×전류 레인지의 결과가 1000W 이상이 되면 표시단위는 kW가 되고, 1000kW 이상이 되면 표시단위는 MW가 됩니다.
- 구체적인 전압 레인지와 전류 레인지의 조합과 전력 레인지의 수치는 부록 3을 참조 바랍니다.

#### Note -----

- 오토 레인지의 경우, 레인지의 UP / DOWN 조건에 따라 전압 및 전류의 레인지가 각각 바뀌므로, 동일한 전력 측정값 / 연산값이라도 상이한 전력 레인지로 설정되는 경우가 있습니다.
- 전압 입력단자를 개방하면, 상용 전원 주파수인 50Hz 또는 60Hz의 노이즈(험 노이즈)가 전압 입력단자로 섞여 들어와, 최대 0.3V 정도의 전압값이 표시되는 경우가 있습니다. 이것은 전압 입력단자의 입력저항이 높기 때문입니다. 단자를 단락하면 0V가 됩니다.

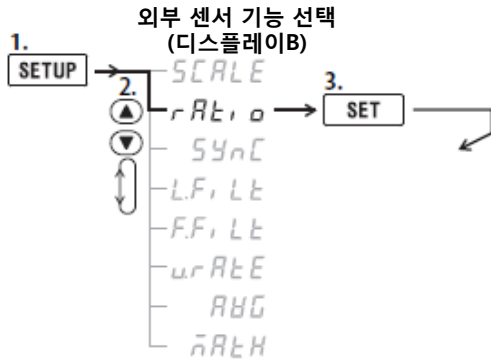
## 2.4 외부 전류센서 사용 시의 측정 레인지 설정하기(옵션)

### 조 작

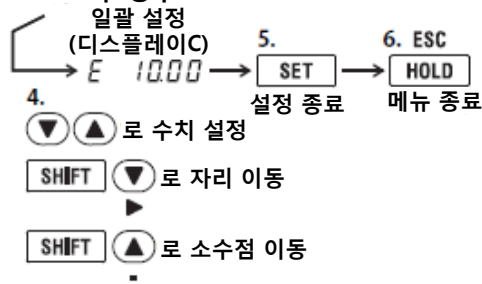
WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

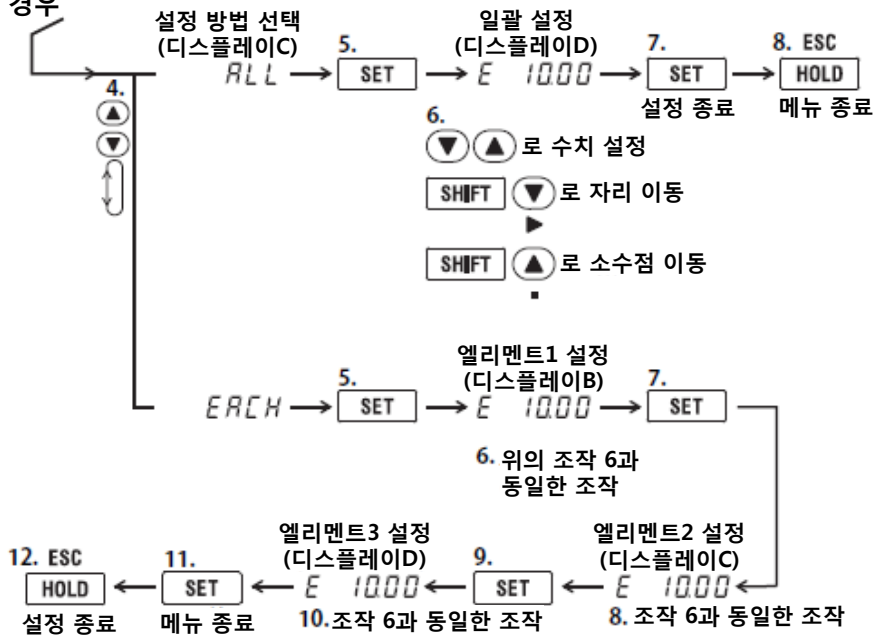
### 외부 전류센서의 스케일링 정수



#### WT310/WT310HC의 경우



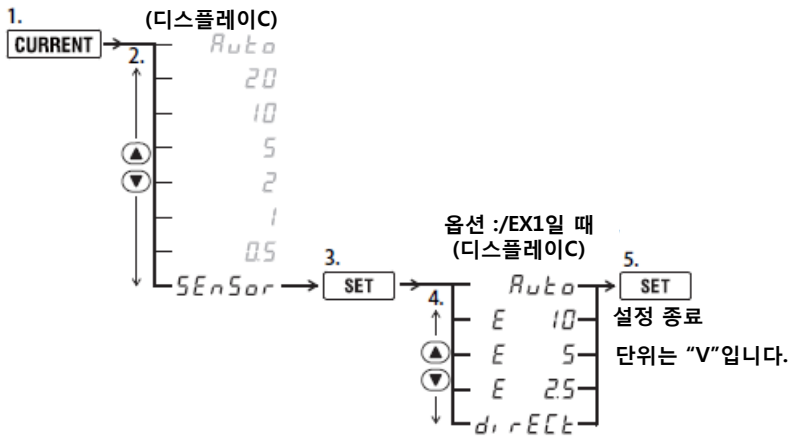
#### WT330의 경우



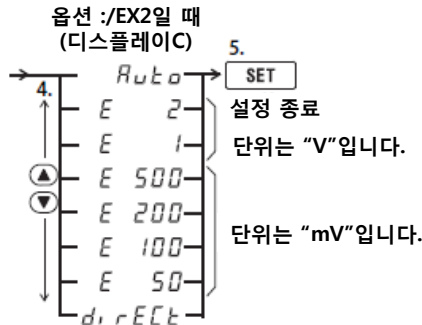
#### Note

WT310/WT310HC 에서는 설정 방법 선택 메뉴(ALL/EACH)는 표시되지 않습니다.

## 외부 전류센서의 측정 레인지(메뉴 설정 모드)



위는 파고율을 "3"으로 설정했을 때의 선택지입니다.  
 파고율을 "6"으로 설정했을 때는 다음과 같이 됩니다.  
**Auto, E 5, E 2.5, E 1.25, dirECT**



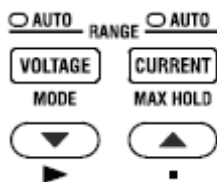
위는 파고율을 "3"으로 설정했을 때의 선택지입니다.  
 파고율을 "6"으로 설정했을 때는 다음과 같이 됩니다.  
**Auto, E 1, E 0.5, E 250, E 100, E 50, E 25, direct**

위 메뉴는 WT330의 경우입니다.  
 WT310의 경우는 5mA 레인지를 표시한 후에 SEnSor를 표시합니다.  
 WT310HC의 경우는 1A 레인지를 표시한 후에 SEnSor를 표시합니다.

## 외부 전류센서의 측정 레인지(퀵 설정 모드)

1. CURRENT 키를 누릅니다.

퀵 설정 모드의 경우, CURRENT 키와 ▼키, ▲키가 점등됩니다. 디스플레이에는 메뉴가 표시되지 않습니다.



2. **SHIFT + ▼(▶)** 키를 눌러 직접입력 / 외부 전류센서 입력을 전환합니다.

3. **▼**키 또는 **▲**키를 눌러 레인지를 선택합니다.

레인지 변경중에는 디스플레이 D에 일시적으로 레인지가 표시됩니다.

4. **CURRENT** 키를 눌러 설정을 마칩니다.

CURRENT 키와 **▼**키, **▲**키가 소등됩니다.

#### Note -----

측정 레인지의 메뉴 설정 모드와 쿼 설정 모드의 전환 방법은 2.3절을 참조 바랍니다.

## 해설

### 외부 전류센서

분류기(Shunt)나 클램프 등의 전압출력형 전류센서의 출력을 엘리먼트의 외부 전류센서 입력 커넥터(EXT)로 입력해서 측정할 수 있습니다. 외부 센서의 환산비로부터 스케일링 정수와 측정 레인지를 설정해서 측정합니다.

#### Note -----

전류출력형 전류센서를 사용할 때는 환산비를 CT비로 설정합니다.

### 외부 전류센서의 스케일링 정수

환산비는 1A의 전류가 통했을 때에 외부 전류센서의 출력이 몇 Mv가 되는가 하는 것으로, 이때의 수치를 스케일링 정수로서 설정합니다.

#### 스케일링 정수 구하는 방법

예를 들어, 당사의 클램프 온 프로브 96030을 사용할 경우, 환산비가 2.5mV/A이므로, 1A의 전류가 통했을 때에 전류센서의 출력이 2.5mV가 됩니다. 스케일링 정수에 2.500을 설정합니다. 마찬가지로 96031을 사용할 경우, 환산비가 1mV/A이므로, 스케일링 정수에 1.000을 설정합니다. 96001을 사용할 경우, 환산비가 10mV/A이므로 스케일링 정수에 10.00을 설정합니다.

#### Note -----

당사의 WT110, WT110E, WT130, WT200, WT210, WT230을 교체하기 위해, WT310/WT310HC/WT330과 외부 센서를 조합해 사용할 경우, 스케일링 정수의 산출방법이 다르므로, 스케일링 정수의 변경이 필요한 경우가 있습니다. 위 설명에 따라 스케일링 정수를 올바르게 다시 설정해 주시기 바랍니다.

### 일괄 설정과 개별 설정(WT330)

WT330의 설정 방법으로는 "ALL"과 "EACH", 두 가지 종류가 있습니다. 초기 설정은 ALL입니다. WT310/WT310HC에서는 설정 방법 선택 메뉴가 표시되지 않습니다.

- ALL: 모든 엘리먼트의 스케일링 정수를 동일한 수치로 일괄 설정할 때에 선택합니다.
- EACH: 엘리먼트 별로 스케일링 정수를 설정할 때에 선택합니다.

### 스케일링 정수

전 항에서 선택한 설정 방법에 따라 스케일링 정수의 설정 절차가 다릅니다. 설정 범위는 0.001~9999, 초기 설정은 10.00입니다. WT310/WT310HC에서는 디스플레이C에서 스케일링 정수를 설정합니다.

- 전 항에서 ALL를 선택한 경우  
디스플레이 D에서 모든 엘리먼트의 스케일링 정수를 일괄 설정합니다.
- 전 항에서 EACH를 선택한 경우
  - 디스플레이 B에서 엘리먼트1만의 스케일링 정수를 설정합니다.
  - 디스플레이 C에서 엘리먼트2만의 스케일링 정수를 설정합니다. WT332에서는 엘리먼트2의 설정 메뉴는 표시하지 않습니다.
  - 디스플레이 D에서 엘리먼트3만의 스케일링 정수를 설정합니다.

### 외부 전류센서의 측정 레인지

스케일링 정수 설정 후 외부 센서의 정격출력을 측정 레인지로 선택합니다. 오토 레인지도 선택 가능합니다.

메뉴 설정 모드의 경우는 전류 측정 레인지의 설정 메뉴에서, 쿼 설정 모드의 경우는 측정 데이터를 표시한 채 설정할 수 있습니다.

메뉴 설정 모드 / 쿼 설정 모드의 선택 방법에 대해서는 2.3절을 참조 바랍니다.

### 전류 레인지(외부 센서 레인지) 선택법

#### 예1:

클램프 온 프로브 96030(환산비 2.5mV/A)을 사용해 200A의 전류를 측정할 경우, 프로브의 출력 전압은  $2.5\text{mV/A} \times 200\text{A} = 500\text{mV}$ 입니다.

그 때에 본 기기의 전류 레인지(외부 센서 레인지)는 /EX2 옵션의 500mV 레인지를 사용합니다.

#### 예2:

클램프 온 프로브 96030(환산비 2.5mV/A)을 사용해 60A의 전류를 측정할 경우, 프로브의 출력 전압은  $2.5\text{mV/A} \times 60\text{A} = 150\text{mV}$ 입니다.

그 때에 본 기기의 전류 레인지(외부 센서 레인지)는 /EX2 옵션 200mV 레인지를 사용합니다.

#### 예3:

클램프 온 프로브 96031(환산비 1mV/A)을 사용해 200A의 전류를 측정할 경우, 프로브의 출력 전압은  $1\text{mV/A} \times 200\text{A} = 200\text{mV}$ 입니다.

그 때에 본 기기의 전류 레인지(외부 센서 레인지)는 /EX2 옵션 200mV 레인지를 사용합니다.

#### 예4:

클램프 온 프로브 96001(환산비 10mV/A)을 사용해 200A의 전류를 측정할 경우, 프로브의 출력 전압은  $10\text{mV/A} \times 200\text{A} = 2000\text{mV} = 2\text{V}$ 입니다.

그 때에 본 기기의 전류 레인지(외부 센서 레인지)는 /EX1 옵션 2.5V 레인지를 사용합니다.

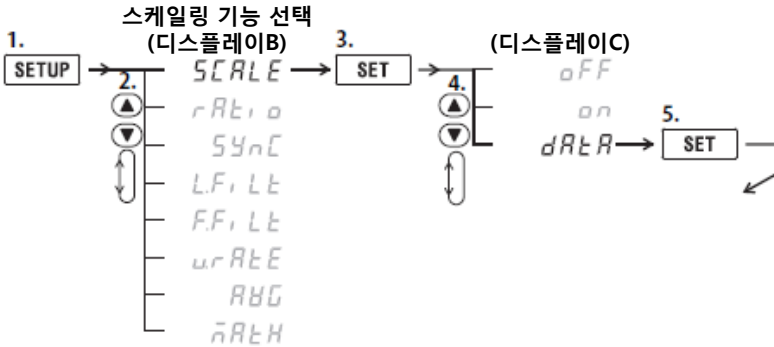
## 2.5 변압기 / 변류기 사용 시의 스케일링 기능 설정하기

### 조 작

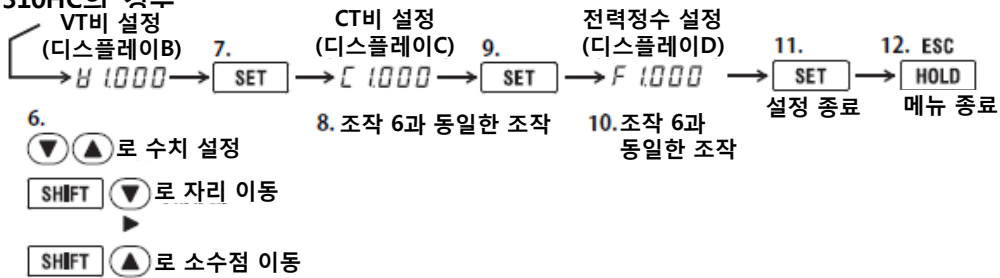
WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

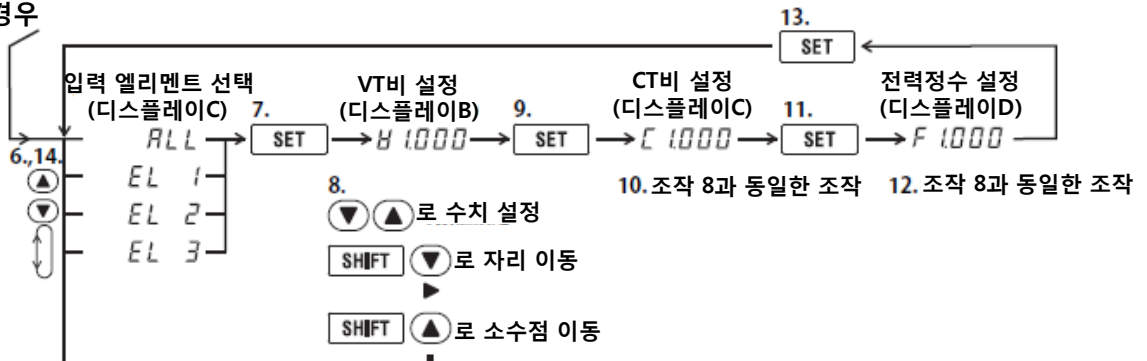
### 스케일링의 계수



#### WT310/WT310HC의 경우



#### WT330의 경우

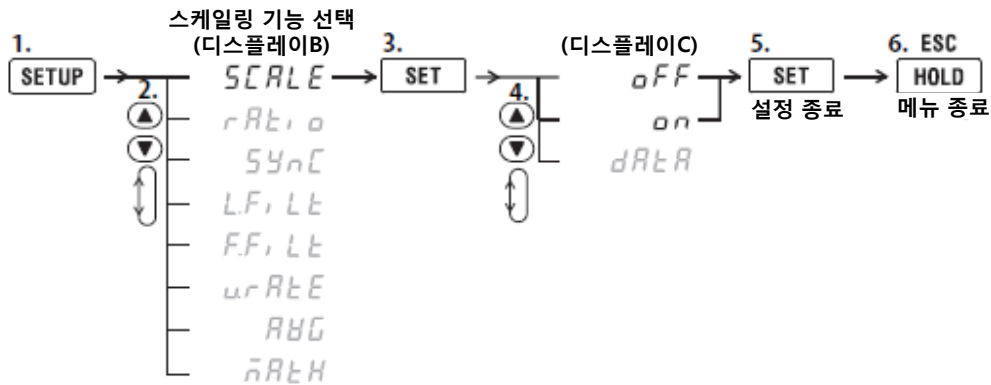


### Note

WT310/WT310HC에서는 입력 엘리먼트 선택 메뉴(ALL/EL1/EL2/EL3/End)는 표시되지 않습니다.



## 스케일링 기능의 ON/OFF



### 해설

## 스케일링 기능

변압기\*1/ 변류기\*2를 거쳐 전압 및 전류의 신호를 입력할 경우, 각각 계수를 설정할 수 있습니다.

\*1 VT(voltage transformer)

\*2 CT(current transformer)

## VT비, CT비

VT비, CT비를 설정하고, 변압 및 변류하기 전의 전압 및 전류의 수치 데이터나 파형 표시 데이터로 환산할 수 있습니다.

## 전력계수

전력계수(F)를 설정하면, 측정된 유효전력, 피상전력, 무효전력에 계수를 곱해서 표시할 수 있습니다.

측정 평선	환산 전의 데이터	환산 결과	
전압 U	$U_2$ (VT의 2차 출력)	$U_2 \times V$	V: VT비
전류 I	$I_2$ (CT의 2차 출력)	$I_2 \times C$	C: CT비
유효전력 P	$P_2$	$P_2 \times V \times C \times F$	F: 전력계수
피상전력 S	$S_2$	$S_2 \times V \times C \times F$	
무효전력 Q	$Q_2$	$Q_2 \times V \times C \times F$	
전압의 최대값 / 최소값 Upk	Upk <sub>2</sub> (VT의 2차 출력)	Upk <sub>2</sub> × V	
전류의 최대값 / 최소값 Ip <sub>k</sub>	Ip <sub>k2</sub> (CT의 2차 출력)	Ip <sub>k2</sub> × C	

## 스케일링 계수

### 계수의 일괄 설정과 개별 설정

WT330에서는 계수를 설정할 엘리먼트를 선택합니다. 초기 설정은 ALL입니다. WT310/WT310HC에서는 엘리먼트의 선택 메뉴가 표시되지 않습니다.

- ALL: 모든 엘리먼트의 계수를 동일한 수치로 일괄 설정할 때에 선택합니다.
- EL1: 엘리먼트1만의 계수를 설정할 때에 선택합니다.
- EL2: 엘리먼트2만의 계수를 설정할 때에 선택합니다. WT332에서는 이 메뉴는 표시하지 않습니다.
- EL3: 엘리먼트3만의 계수를 설정할 때에 선택합니다.
- End: 설정이 끝났을 때, 또는 설정하지 않을 때에 선택합니다.

## 계수의 종류와 설정 순서

다음 순서대로 계수를 설정합니다. 설정 범위는 0.001~9999, 초기 설정은 1.000입니다.

- V: 디스플레이 B에서 VT비를 설정합니다.
- C: 디스플레이 C에서 CT비를 설정합니다.
- F: 디스플레이 D에서 전력계수를 설정합니다.

WT310/WT310HC는 V, C, F 순으로 진행하며, SET 키를 누르면 계수 설정을 마칩니다. WT330은 입력 엘리먼트의 선택에서 End를 선택하면 설정을 마칩니다.

## 스케일링 기능의 ON/OFF

계수를 설정한 후, 스케일링 기능의 ON/OFF를 선택합니다. 초기 설정은 oFF입니다.

- on: 스케일링이 시작되고, SCALING 표시기가 점등됩니다.
- oFF: 스케일링이 정지됩니다. SCALING 표시기가 소등됩니다.

### Note -----

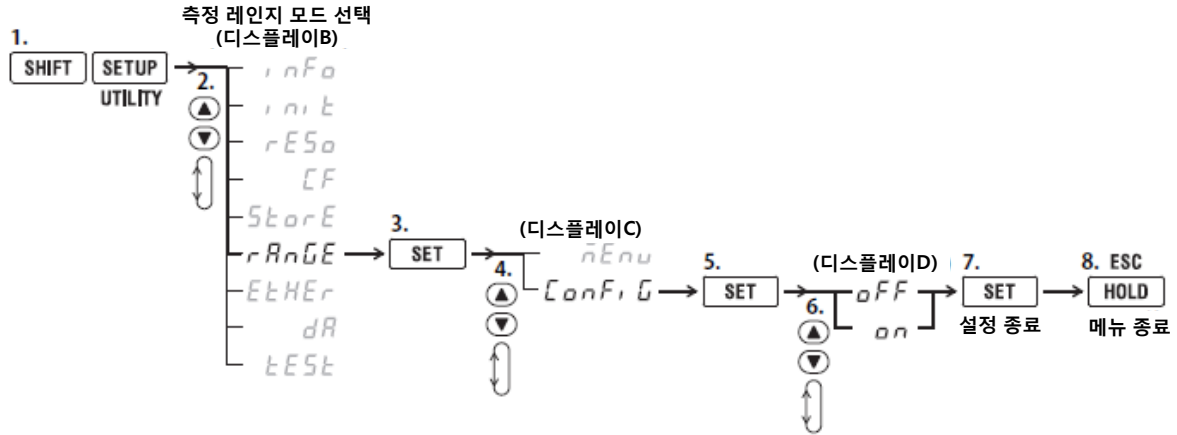
- 계수×측정 레인지가 9999M(106)을 초과하면, 연산 오버(--oF--)가 표시됩니다.
- 외부 센서를 사용해서 측정하는 경우, 스케일링 기능이 ON으로 되어 있으면, 외부 센서의 스케일링 정수에 VT비 /CT비가 더 곱해집니다. 스케일링 정수는 이 절에서 설명하고 있는 스케일링 기능과는 별도의 것입니다. 자세한 내용은 2.4절을 참조 바랍니다.

## 2.6 측정 레인지의 스킵 설정하기

### 조 작

WTVIEWERFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.



### 해 설

#### 측정 레인지 스킵의 ON/OFF

스킵시킬 측정 레인지를 설정할 수 있습니다(Range Configuration). 측정이 오토 레인지일 때, 사용하지 않을 측정 레인지를 스킵하고, 선택한 유효한 측정 레인지 사이에서 레인지를 업/다운 합니다. 레인지가 순차적으로 전환되는 경우에 발생할 수 있는 측정 데이터 누락을 줄일 수 있습니다. 초기 설정은 oFF입니다.

- on: 레인지 스킵 기능이 동작합니다.
- oFF: 레인지 스킵 기능은 동작하지 않습니다.

#### 스킵할 측정 레인지(Range Configuration)

어떤 측정 레인지를 스킵할지는 통신 인터페이스를 통해 통신 명령어로 설정합니다. WT310/WT310HC/WT330 본체의 메뉴에서는 스킵할 측정 레인지를 설정할 수 없습니다. 자세한 내용은 통신 인터페이스 사용자 매뉴얼 IM WT310-17JA을 참조 바랍니다. WTVIEWERFreePlus 소프트웨어로도 설정할 수 있습니다.

#### 피크 오버 점프(Peak Over Jump)

측정 레인지 스킵과는 별도로 오토 레인지로 사용 중에 피크 오버가 발생했을 때, 전환할 측정 레인지를 지정할 수 있습니다. 이 기능은 통신 인터페이스를 통해 통신 명령어로 설정합니다. WT310/WT310HC/WT330 본체의 메뉴에서는 설정할 수 없습니다. 자세한 내용은 통신 인터페이스 사용자 매뉴얼 IM WT310-17JA을 참조 바랍니다. WTVIEWERFreePlus 소프트웨어로도 설정할 수 있습니다. 통신 명령어로는 스킵할 측정 레인지를 선택하는 것이 아니라 유효한 측정 레인지를 선택하는 형식으로 설정합니다.

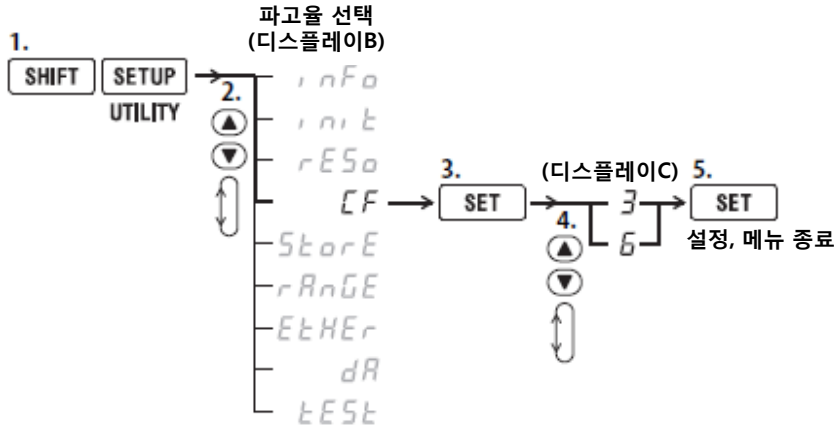
- OFF인 경우, 피크 오버가 발생하면 유효한 측정 레인지 순으로 측정 레인지가 올라갑니다.
- 측정 레인지 스킵이 OFF인 경우, 피크 오버 점프도 동작하지 않습니다.

## 2.7 파고율 설정하기

### 조 작

WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.



### 해 설

## 파고율(Crest Factor)

파형의 파고값(피크값)과 실효값의 비율로 정의되며, 파고율이라고도 불립니다.

$$\text{크레스트 팩터(CF, 파고율)} = \frac{\text{입력가능한 파고값}}{\text{측정 레인지}}$$

WT310/WT310HC/WT330의 파고율은 측정 레인지의 몇 배까지의 파고값을 입력 가능한지를 나타내며, 3 또는 6을 선택할 수 있습니다. 초기 설정은 3입니다.

### Note

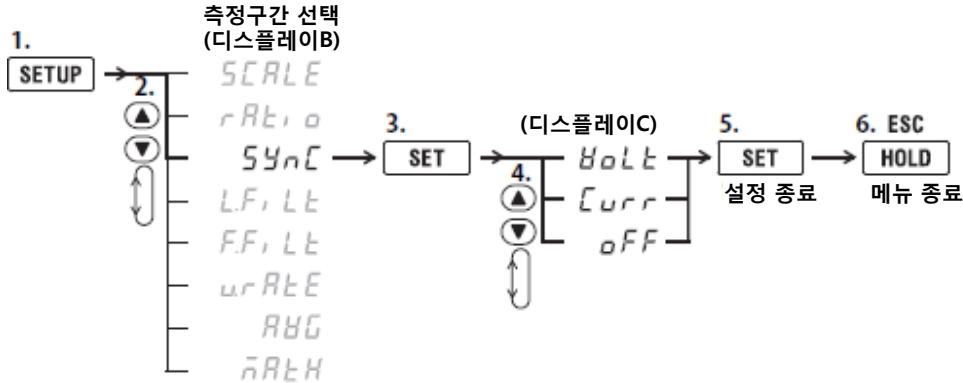
- 고정 레인지일 때에 파고율을 설정하면, 전압 레인지 및 전류 레인지가 최대 레인지로 설정됩니다.
- 오토 레인지일 때에 파고율을 설정하면, 전압 레인지 및 전류 레인지가 최대 레인지로 설정된 후에 오토 레인지가 동작합니다.
- 파고율을 6으로 설정하면, IEC62018 등이 요구하는 파고율 5 이상의 측정 조건을 만족합니다.
- 파고율의 값에 따라 전압 레인지, 전류 레인지, 유효입력범위, 측정 정확도가 다릅니다. 자세한 내용은 스타트 가이드 IM WT310-02JA 7장을 참조 바랍니다.

## 2.8 측정구간 설정하기

### 조 작

WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.



### 해 설

#### 측정구간

측정구간은 기준이 되는 입력 신호(동기 소스)에 의해 결정됩니다. 동기 소스가 레벨 Zero(진폭의 중앙값)를 상승(또는 하강)하여 경사면을 가로지르는(제로 크로싱) 데이터 갱신주기 내의 마지막 점에서부터, 레벨 Zero를 상승(또는 하강)하여 경사면을 가로지르는 데이터 갱신주기 내의 마지막 점까지를 측정구간으로 합니다.

데이터 갱신주기 내에 제로 크로싱이 1개 이하일 때는 데이터 갱신주기 전체 구간이 측정구간이 됩니다.

#### 동기 소스

입력 신호의 주기는 전압 및 전류 신호로부터 검출하므로, 동기 소스는 전압 신호 Volt 또는 전류 신호 Curr를 선택할 수 있습니다. 초기 설정은 WT310과 WT310HC은 Volt, WT330은 Curr입니다.

##### • Volt

우선적으로 전압 신호의 주기를 검출해 동기 소스로 삼습니다. 각 엘리먼트의 전압 신호가 각각의 엘리먼트의 동기 소스가 됩니다. 전압 신호의 주기를 검출할 수 없는 경우에는 전류 신호를 동기 소스로 삼습니다. 전류 신호의 주기도 검출할 수 없는 경우에는 데이터 갱신주기의 전체 구간이 측정구간이 됩니다.

##### • Curr

우선적으로 전류 신호의 주기를 검출해 동기 소스로 삼습니다. 각 엘리먼트의 전류 신호가 각각의 엘리먼트의 동기 소스가 됩니다. 전류 신호의 주기를 검출할 수 없는 경우에는 전압 신호를 동기 소스로 삼습니다. 전압 신호의 주기도 검출할 수 없는 경우에는 데이터 갱신주기의 전체 구간이 측정구간이 됩니다.

##### • oFF

전압이나 전류 신호에 동기화시켜 측정하는 것이 아니라, 데이터 갱신주기의 전체 구간이 측정구간이 됩니다.

#### Note

- 전압 및 전류의 최대값(Peak)의 수치 데이터는 항상 데이터 갱신주기 내부가 측정구간이 됩니다.
- 측정구간의 설정 방법에 대한 자세한 내용은 부록 4를 참조 바랍니다.
- 고조파 측정(옵션)의 측정 평선의 측정구간에 대해서는 6.3절을 참조 바랍니다.

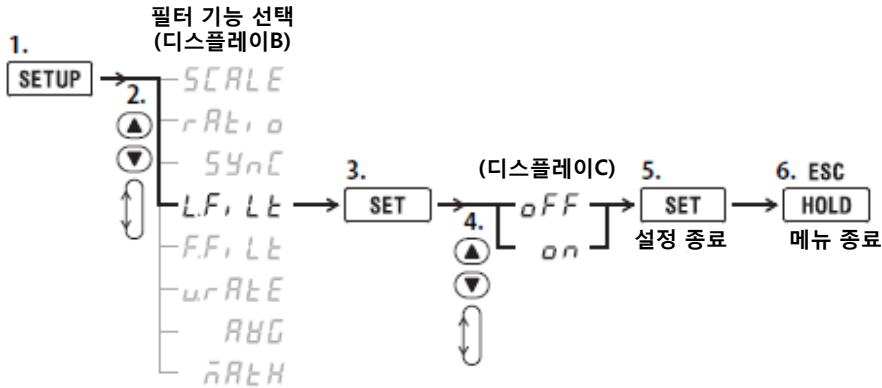
## 2.9 입력 필터 설정하기

### 조 작

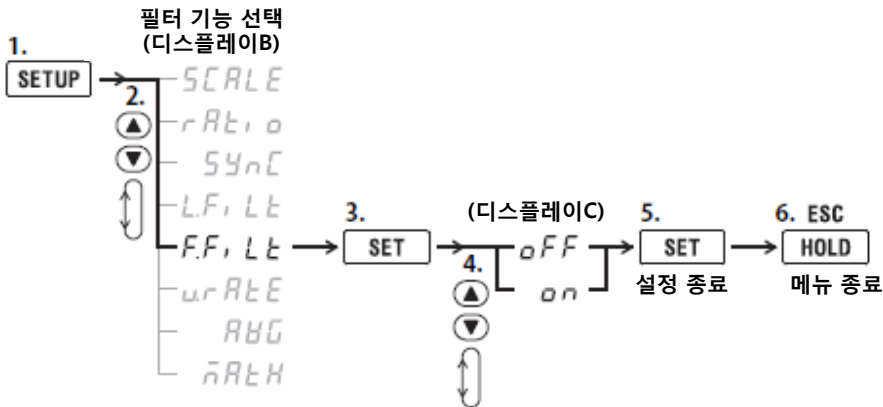
WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

### 라인 필터의 ON/OFF



### 주파수 필터의 ON/OFF



### 해 설

입력 필터에는 라인 필터와 주파수 필터의 두 종류가 있습니다. 인버터 파형이나 왜곡 파형 등의 노이즈를 제거해, 안정적인 측정값을 얻을 수 있습니다.

### 라인 필터 측정

회로에만 삽입됩니다. 입력 신호의 노이즈 성분을 제거합니다. 컷오프 주파수는 500Hz입니다. 초기 설정은 OFF입니다.

- on: 라인 필터 기능이 동작하고, LINE 표시기가 점등됩니다.
- off: 라인 필터 기능은 동작하지 않습니다. LINE 표시기가 소등됩니다.

### 주파수 필터

주파수 측정회로에만 삽입됩니다. 컷오프 주파수는 500Hz입니다. 본 기기는 입력 신호에 동기화해서 측정하므로, 입력 신호의 주파수를 정확히 측정해야 합니다. 초기 설정은 OFF입니다.

- on: 주파수 필터 기능이 동작하고, FREQ 표시기가 점등됩니다.
- off: 주파수 필터 기능은 동작하지 않습니다. FREQ 표시기가 소등됩니다.

주파수 필터를 on으로 설정해도 전압 및 전류의 측정값은 고주파 성분을 포함한 값이 됩니다.

#### **Note** -----

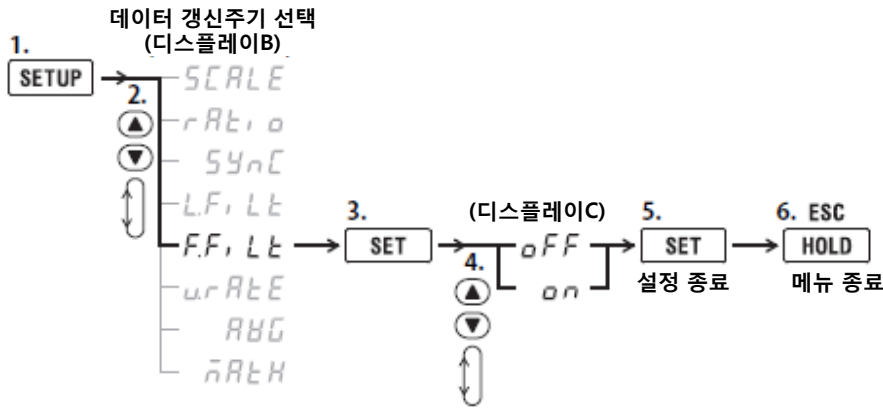
적산을 시작한 후, 적산을 멈추고 리셋할 때까지 입력 필터의 ON/OFF는 변경할 수 없습니다.

## 2.10 데이터 갱신주기 설정하기

### 조 작

WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.



### 해 설

#### 데이터 갱신주기

데이터 갱신주기란, 측정 평선을 구하기 위한 샘플링 데이터를 가져오는 주기입니다. 데이터 갱신주기는 다음 중에서 선택할 수 있습니다. 초기 설정은 0.25s입니다.  
0.1s, 0.25s, 0.5s, 1s, 2s, 5s

- 선택한 주기로 한번의 수치 데이터를 갱신하고, 저장, D/A 출력, 통신출력을 합니다.
- 전력계통의 비교적 빠른 부하 변동을 캐치하려면 짧은 데이터 갱신주기를 선택해 주십시오.  
주파수가 낮은 신호를 캐치하려면 긴 데이터 갱신주기를 선택해 주십시오.



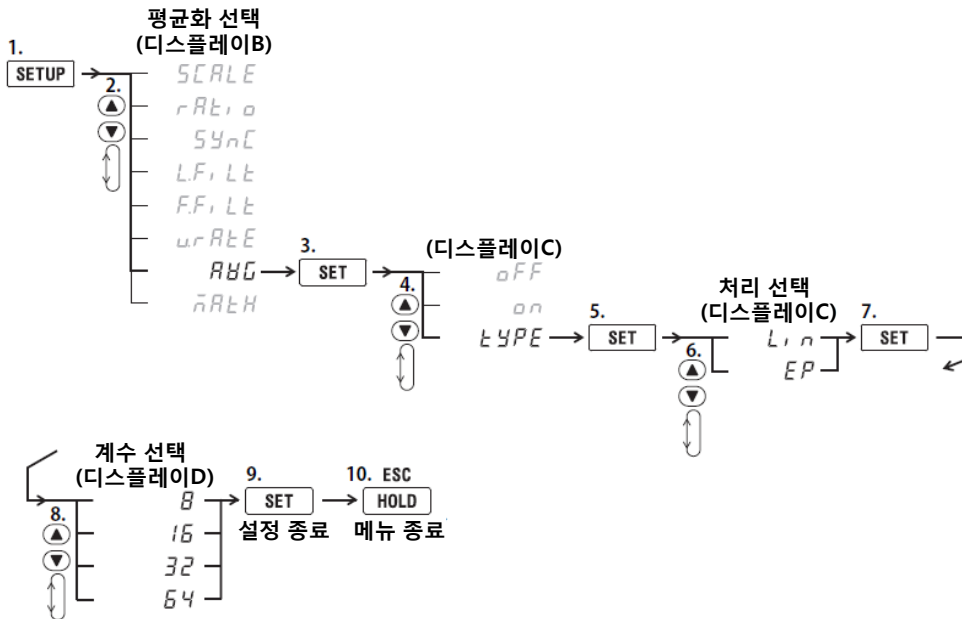
## 2.11 평균화 설정하기

### 조 작

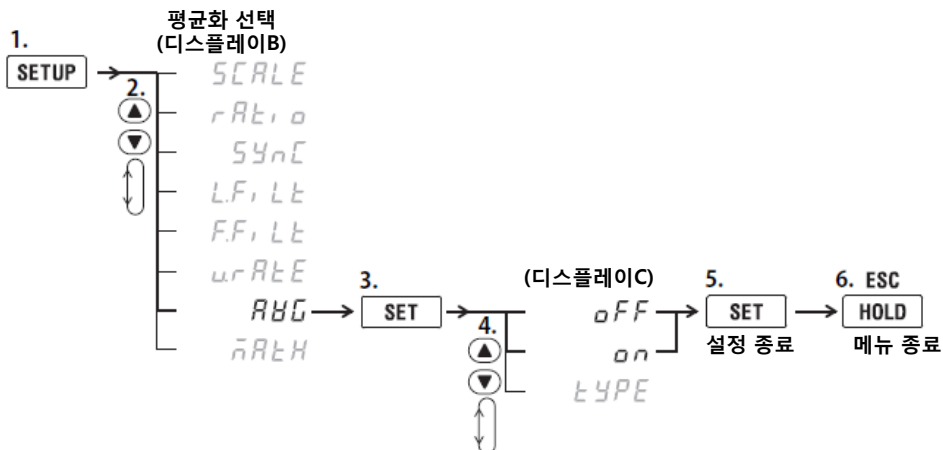
WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

### 평균화의 타입



### 평균화의 ON/OFF



## 해설

### 평균화(Averaging)

수치 데이터를 지수화 평균, 또는 이동 평균 처리합니다. 전원 및 부하의 변동이 클 때, 또는 입력 신호의 주파수가 낮을 때에 수치 표시가 흔들려서 읽기 어려운 경우에 효과적입니다.

#### 평균화 처리되는 측정 평선

직접, 평균화 처리되는 측정 평선은 다음과 같습니다. 다른 측정 평선이라도 다음의 측정 평선의 데이터를 사용해 연산된 경우에는 평균화의 영향을 받습니다.

- U, I, P, S, Q
- $\lambda$ ,  $\phi$ , Cf U, Cf I 는 평균화된 Urms, Irms, P, S, Q 로부터 연산됩니다.

#### 평균화 처리를 하지 않는 측정 평선

평균화 처리를 하면 측정값의 의미가 없어져 버립니다. 피크값(Upk, Ipk) 같은 측정 평선은 평균화 처리되지 않습니다.

- fU, fI, U+pk, U-pk, I+pk, I-pk, P+pk, P-pk, Time, WP, WP+, WP-, q, q+, q-

### 평균화의 타입

지수화 평균 EP 또는 이동 평균 Lin을 선택합니다. 초기 설정은 Lin입니다.

#### 지수화 평균: EP

설정된 감쇠 정수로 다음 식에 따라 수치 데이터를 지수화 평균 처리합니다.

$$D_n = D_{n-1} + \frac{(M_n - D_{n-1})}{K}$$

$D_n$  : n번째 지수화 평균한 표시값(1번째 표시값 D1은 M1이 됩니다.)

$D_{n-1}$  : n-1번째 지수화 평균한 표시값

$M_n$  : n 번째 수치 데이터

K : 감쇠

#### 이동 평균: Lin

설정된 평균개수로 다음 식에 따라 수치 데이터를 단순평균 처리합니다.

$$D_n = \frac{M_n - (m - 1) + \dots + M_{n-2} + M_{n-1} + M_n}{m}$$

$D_n$  : n-(m-1)~n번째까지의 m개의 수치 데이터를 단순평균 처리한 표시값

$M_{n-(m-1)}$  : n-(m-1)번째의 수치 데이터

.....  
 $M_{n-2}$  : n-2번째 수치 데이터

$M_{n-1}$  : n-1번째 수치 데이터

$M_n$  : n번째 수치 데이터

M : 평균개수

### 평균화의 계수(감쇠 정수 또는 평균개수)

감쇠 정수(지수화 평균인 경우), 평균개수(이동 평균인 경우)를 다음 중에서 선택할 수 있습니다. 초기 설정은 양쪽 모두 8입니다.

8, 16, 32, 64

#### **Note** -----

여기서 설정하는 평균화 계수는 지수화 평균과 이동 평균에서 따로따로 설정할 수 있습니다.

### 평균화의 ON/OFF

평균화의 계수(감쇠 정수 또는 평균개수)을 설정한 후, 평균화의 ON/OFF를 선택합니다. 초기 설정은 OFF입니다.

- on: 평균화가 시작되고, AVG 표시기가 점등됩니다.
- off: 평균화가 정지됩니다. AVG 표시기가 소등됩니다.

#### **Note** -----

- 적산을 시작하면 평균화는 OFF가 됩니다. 적산을 멈추고 리셋해도 원래대로 돌아가지 않습니다.
- 고조파 측정 시의 평균화는 지수화 평균만 가능합니다. 자세한 내용은 6.1절을 참조 바랍니다.

## 3.1 측정값 홀딩하기

### 조 작

WViewerFreePlus 

### 측정값의 홀딩

HOLD 키를 누릅니다. HOLD 키가 점등되고, 측정 데이터 표시가 홀딩됩니다.



### 홀딩의 해제

홀딩 상태에서 HOLD 키를 누릅니다. HOLD 키가 꺼지고, 표시가 갱신됩니다.



### 해 설

### 홀딩

데이터 갱신주기별로 측정 및 표시하는 동작을 중단시키고, 각 측정 평선의 데이터 표시를 유지할 수 있습니다. D/A 출력, 통신출력 등의 값도 홀딩된 상태의 수치 데이터가 됩니다.

#### **Note** -----

적산중의 홀딩 기능에 대해서는 5.1절을 참조 바랍니다.

---

## 3.2 싱글측정 하기

### 조 작

WTViewerFreePlus 

### 싱글측정

홀딩 상태에서 **SHIFT + HOLD(SINGLE)** 키를 누릅니다. 측정 동작을 한 번만 하고 홀딩 상태가 됩니다.

### 해 설

### 싱글측정

설정되어 있는 데이터 갱신주기로 홀딩중에 한 번만 측정 동작을 합니다. 측정해서 데이터를 갱신한 후에 다시 홀딩 상태가 됩니다. 홀딩중이 아닐 때에 **SHIFT + HOLD(SINGLE)** 키를 누르면, 그 시점부터 다시 측정합니다.

SHIFT 키를 약 2초 이상 계속해서 누르면, SHIFT 잠금 기능이 ON이 됩니다. 싱글측정을 자주 할 경우, SHIFT 잠금 기능을 ON으로 해두면, HOLD 키를 누르는 것만으로 싱글측정을 실행할 수 있습니다. SHIFT 잠금 기능을 OFF로 하려면 SHIFT 키를 누릅니다.

## 4.1 전압, 전류, 유효전력 표시하기

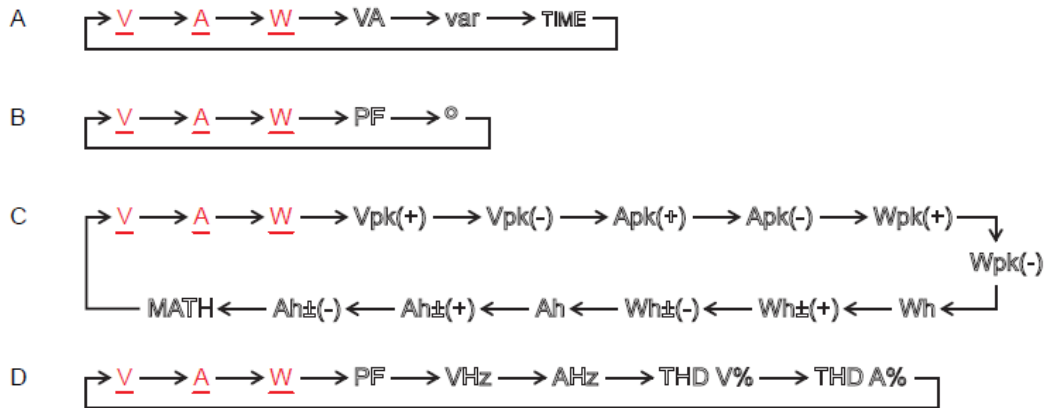
### 조 작



### 표시 평선

FUNCTION 키를 눌러 V(전압), A(전류), 또는 W(유효전력)을 선택합니다.  
 FUNCTION 키를 누를 때마다 표시 평선이 다음과 같은 순서로 바뀝니다.

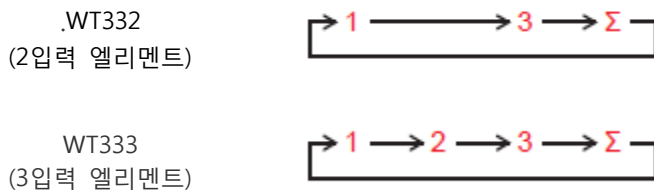
#### 디스플레이



- Vpk, Apk, Wpk, Wh ±, Ah ±는 두 번 연속해서 점등됩니다. 첫 번째가 +, 두 번째가 - 측정입니다.
- MATH, THD 는 7세그먼트 표시의 왼쪽에 있습니다.
- SHIFT 키를 누르고 나서 FUNCTION 키를 누르면, 평선 표시가 반대 방향으로 바뀝니다.

### 입력 엘리먼트(WT330만)

ELEMENT 키를 눌러 입력 엘리먼트를 선택합니다.  
 ELEMENT 키를 누를 때마다 입력 엘리먼트가 다음과 같은 순서로 바뀝니다.  
 WT310/WT310HC에서는 입력 엘리먼트가 1개이므로, 입력 엘리먼트는 선택하지 않습니다.



### 해 설

### 표시 평선

디스플레이에 표시할 측정 평선을 선택합니다.

- V: 전압 U를 표시합니다.
- A: 전류 I를 표시합니다.
- W: 유효전력 P를 표시합니다.

## 연통(連続) 최대 허용입력

### 전압

피크 전압 1.5kV, 또는 실효값 1.0kV 중 낮은 쪽입니다.

### 전류

#### 직접입력

##### • WT310, WT330

파고율 "3"일 때: 0.5A~20A 레인지

파고율 "6"일 때: 0.25A~10A 레인지

피크값 100A, 또는 실효값 30A 중 낮은 쪽입니다.

##### • WT310

파고율 "3"일 때: 5mA~200mA 레인지

파고율 "6"일 때: 2.5mA~100mA 레인지

피크값 30A, 또는 실효값 20A 중 낮은 쪽입니다.

##### • WT310HC

파고율 "3"일 때: 1A~40A 레인지 파고율 "6"일 때: 0.5A~20A 레인지

피크값 100A, 또는 실효값 44A 중 낮은 쪽입니다.

#### 외부 전류센서 입력

피크값이 측정 레인지의 5배 이하입니다.

## 최대 표시, 단위, 단위의 접두 기호

- 최대 표시: 전압, 전류, 유효전력 모두 99999(표시 자릿수 5자리인 경우)
- 단위: 전압 V, 전류 A, 유효전력 W
- 접두 기호: m, k, M 중 하나

## 입력 엘리먼트(WT330만)

기종에 따라 선택 가능한 엘리먼트의 종류가 다릅니다. 모델명을 확인한 후에 선택해 주십시오.

- 1/2/3: 엘리먼트 1/2/3의 측정값을 표시합니다.
- Σ: 표시 평선, 결선방식에 따라 다음과 같습니다.

결선방식	$U_{\Sigma}$	$I_{\Sigma}$	$P_{\Sigma}$	$S_{\Sigma}$	$Q_{\Sigma}$
1P3W	$\frac{U_1+U_3}{2}$	$\frac{I_1+I_3}{2}$	$P_1+P_3$	$U_1I_1+U_3I_3$	$Q_1+Q_3$
3P3W	$\frac{U_1+U_3}{2}$	$\frac{I_1+I_3}{2}$	$P_1+P_3$	$\frac{\sqrt{3}}{2}(U_1I_1+U_3I_3)$	$Q_1+Q_3$
3P4W	$\frac{U_1+U_2+U_3}{3}$	$\frac{I_1+I_2+I_3}{3}$	$P_1+P_2+P_3$	$U_1I_1+U_2I_2+U_3I_3$	$Q_1+Q_2+Q_3$
3V3A	$\frac{U_1+U_2+U_3}{3}$	$\frac{I_1+I_2+I_3}{3}$	$P_1+P_3$	$\frac{\sqrt{3}}{3}(U_1I_1+U_2I_2+U_3I_3)$	$Q_1+Q_3$

결선방식	$\lambda_{\Sigma}$	$\Phi_{\Sigma}$
1P3W		
3P3W	$\frac{P_{\Sigma}}{S_{\Sigma}}$	$\cos^{-1}\lambda_{\Sigma}$
3P4W	$\frac{P_{\Sigma}}{S_{\Sigma}}$	
3V3A		

## 4.2 피상전력, 무효전력, 역률 표시하기

### 조 작

WTViewerFreePlus

### 표시 평선

디스플레이 A, B, 또는 D의 **FUNCTION** 키를 눌러 VA(피상전력), var(무효전력), 또는 PF(역률)을 선택합니다.

FUNCTION 키를 누를 때마다 표시 평선이 다음과 같은 순서로 바뀝니다.

디스플레이

A → V → A → W → VA → var → TIME

B → V → A → W → PF → °

D → V → A → W → PF → VHz → AHz → THD V% → THD A%

- THD 는 7세그먼트 표시의 왼쪽에 있습니다.
- SHIFT 키를 누르고 나서 FUNCTION 키를 누르면, 평선 표시가 반대 방향으로 바뀝니다.

### 입력 엘리먼트(WT330만)

표시 평선을 선택한 디스플레이 A, B, 또는 D의 **ELEMENT** 키를 눌러 입력 엘리먼트를 선택합니다.  
조작 흐름은 4.1절과 동일합니다.

WT310/WT310HC에서는 입력 엘리먼트가 1개이므로, 입력 엘리먼트는 선택하지 않습니다.

### 해 설

### 표시 평선

디스플레이에 표시할 측정 평선을 선택합니다.

- VA: 피상전력 S를 표시합니다.
- var: 무효전력 Q를 표시합니다.
- PF: 역률 λ를 표시합니다.

### 최대 표시, 단위, 단위의 접두 기호

- 피상전력과 무효전력의 최대 표시: 99999(표시 자릿수 5자리인 경우)
- 역률의 표시 범위: - 1.0000~1.0000(표시 자릿수 5자리인 경우)
- 단위: 피상전력 VA, 무효전력 var, 역률 무(無)단위
- 접두 기호: m, k, M 중 하나



## 입력 엘리먼트(WT330만)

기종에 따라 선택 가능한 엘리먼트의 종류가 다릅니다. 모델명을 확인한 후에 선택해 주십시오.

- 1/2/3: 엘리먼트 1/2/3의 측정값을 표시합니다.
- Σ: 4.1절을 참조 바랍니다.

### **Note** -----

- 역률이 1.0001~2.0000일 때는 1.0000, 2.0001 이상일 때는 오류(Error), - 1.0001~ - 2.0000일 때는 - 1.0000, - 2.0001 이하일 때는 오류(Error)가 표시됩니다.
- 동일한 입력 신호라도 측정 모드(RMS, VOLTAGE MEAN, DC)를 바꾸면 표시가 달라지는 경우가 있습니다. 측정 모드에 대한 자세한 내용은 2.1절을 참조 바랍니다.
- 전압 또는 전류 중 어느 한 쪽이 측정 레인지의 0.5% 이하(파고율을 "6"으로 설정했을 때는 1% 이하)일 때는 역률 오류(Error)가 표시됩니다.

## 4.3 위상각, 주파수 표시하기

### 조 작

WTViewerFreePlus

### 표시 평선

디스플레이 B 또는 D의 **FUNCTION** 키를 눌러 °(위상각), V Hz(전압의 주파수), 또는 A Hz(전류의 주파수)를 선택합니다.

FUNCTION 키를 누를 때마다 표시 평선이 다음과 같은 순서로 바뀝니다.

디스플레이

B → V → A → W → PF → °

D → V → A → W → PF → VHz → AHz → THD V% → THD A%

- THD 는 7세그먼트 표시의 왼쪽에 있습니다.
- SHIFT 키를 누르고 나서 FUNCTION 키를 누르면, 평선 표시가 반대 방향으로 바뀝니다.

### 입력 엘리먼트(WT330만)

표시 평선을 선택한 디스플레이 B 또는 D의 **ELEMENT** 키를 눌러 입력 엘리먼트를 선택합니다.  
조작 흐름은 4.1절과 동일합니다.

WT310/WT310HC에서는 입력 엘리먼트가 1개이므로, 입력 엘리먼트는 선택하지 않습니다.

### 해 설

### 표시 평선

디스플레이에 표시할 측정 평선을 선택합니다.

- °: 위상각  $\Phi$ 를 표시합니다.
- V Hz: 전압의 주파수  $f_U$ 를 표시합니다.
- A Hz: 전류의 주파수  $f_I$ 를 표시합니다.

### 최대 표시, 단위, 단위의 접두 기호

- 위상각의 표시 범위: G180.0~d180.0(G는 지상, d는 진상)
- 주파수의 최대 표시: 99999(표시 자리수 5자리인 경우)
- 단위: 위상각 °, 주파수 Hz
- 접두 기호: m, k(주파수일 때만)

### 주파수의 측정 범위

- 측정 범위는 데이터 갱신주기(2.10절 참조)에 따라 다음과 같습니다.

데이터 갱신주기	측정 범위
0.1s	25Hz~ 100kHz
0.25s	10Hz~ 100kHz
0.5s	5Hz~ 100kHz
1s	2.5Hz~ 100kHz
2s	1.5Hz~50kHz
5s	0.5Hz~20kHz

- 측정 레인지는 1Hz, 10Hz, 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz의 6 종류이며, 자동으로 전환됩니다.
- WT330에서는 디스플레이 D에서 선택한 엘리먼트의 전압 주파수와 전류 주파수를 동시 측정합니다.

## 입력 엘리먼트(WT330만)

기종에 따라 선택 가능한 엘리먼트의 종류가 다릅니다. 모델명을 확인한 후에 선택해 주십시오.

- 1/2/3: 엘리먼트 1/2/3의 측정값을 표시합니다.
- ∠: 위상각은 4.1절을 참조 바랍니다. 주파수일 때는 선(-----)으로 표시되고, 측정값은 표시되지 않습니다.

### Note -----

#### 위상각

- 동일한 입력 신호라도 측정 모드(RMS, VOLTAGE MEAN, DC)를 바꾸면 표시가 달라지는 경우가 있습니다. 측정 모드에 대한 자세한 내용은 2.1절을 참조 바랍니다.
- 전압 또는 전류 중 어느 한 쪽이 측정 레인지의 0.5% 이하(파고율을 "6"으로 설정했을 때는 1% 이하)일 때는 위상각 오류(Error)가 표시됩니다.
- 지상/진상 표시는 전압과 전류 모두 정현파이며, 측정 레인지에 대한 전압과 전류의 입력 비율에 큰 차이가 없는 경우에 정확히 식별됩니다.
- 역률이 1을 초과하면 위상각은 다음과 같이 표시됩니다.
  - 역률 1.0001~2.0000: 위상각 표시 0.0
  - 역률 -1.0001~ - 2.0000: 위상각 표시 180.0
  - 역률 2.0001 이상 또는 - 2.0001 이하: 위상각 표시 Error

#### 주파수

- 교류 진폭이 작은 경우에는 주기 검출이 불가능합니다. 주파수 측정의 검출 레벨에 대해서는 스타트 가이드 IM WT310-02JA 7 장 "주파수 측정"의 "확도"에 기재되어 있는 조건을 참조 바랍니다.
- 입력 신호의 주기와 동기를 취득하는 방식으로 주파수를 측정하고 있습니다. 인버터 파형이나 노이즈가 많은 파형을 측정할 때는 주파수 필터를 ON으로 해서 측정할 것을 권장합니다. 그러나 해당 신호의 주파수와 레벨에 따라서는 Error를 표시하는 경우가 있습니다. 컷오프 주파수 500Hz 필터에 의해 신호가 감쇠되어, 신호가 입력되어 있지 않은 것으로 인식되기 때문입니다.
- 주파수 필터가 OFF로 되어 있는 경우에도 주파수가 측정 범위보다 크면, 내부회로에 의해 신호가 감쇠되어, 신호가 입력되어 있지 않은 것으로 인식해서 Error를 표시하는 경우가 있습니다.

## 4.4 피크값 표시하기

### 조 작

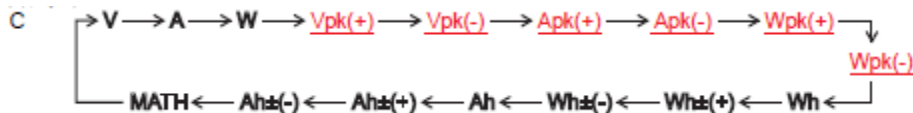
WTViewerFreePlus

### 표시 평선

디스플레이 C의 **FUNCTION** 키를 눌러 Vpk(전압 피크값), Apk(전류 피크값), 또는 Wpk(전력 피크값)을 선택합니다.

FUNCTION 키를 누를 때마다 표시 평선이 다음과 같은 순서로 바뀝니다.

디스플레이



- Vpk, Apk, Wpk, Wh ±, Ah ±는 2번 연속해서 점등됩니다. 첫 번째가 +, 두 번째가 -의 측정입니다.
- THD 는 7세그먼트 표시의 왼쪽에 있습니다.
- SHIFT 키를 누르고 나서 FUNCTION 키를 누르면, 평선 표시가 반대 방향으로 바뀝니다.

### 입력 엘리먼트(WT330만)

디스플레이 C의 **ELEMENT** 키를 눌러 입력 엘리먼트를 선택합니다. 조작 흐름은 4.1절과 동일합니다. WT310/WT310HC에서는 입력 엘리먼트가 1개이므로, 입력 엘리먼트는 선택하지 않습니다.

### 해 설

### 표시 평선

디스플레이에 표시할 측정 평선을 선택합니다.

- Vpk: 전압의 피크값을 표시합니다. 최대값 U+pk, 최소값 U-pk
- Apk: 전류의 피크값을 표시합니다. 최대값 I+pk, 최소값 I-pk
- Wpk: 전력의 피크값을 표시합니다. 최대값 P+pk, 최소값 P-pk

### 피크값의 최대 표시, 단위, 단위의 접두 기호

- 최대 표시: 99999(표시 자릿수 5 자리인 경우)
- 단위: 전압의 피크값 V, 전류의 피크값 A, 전력의 피크값 W
- 접두 기호: m, k, M 중 하나

### 입력 엘리먼트(WT330만)

기종에 따라 선택 가능한 엘리먼트의 종류가 다릅니다. 모델명을 확인한 후에 선택해 주십시오.

- 1/2/3: 엘리먼트 1/2/3의 측정값을 표시합니다.
- Σ: 선(-----)이 표시되고, 측정값은 표시되지 않습니다.

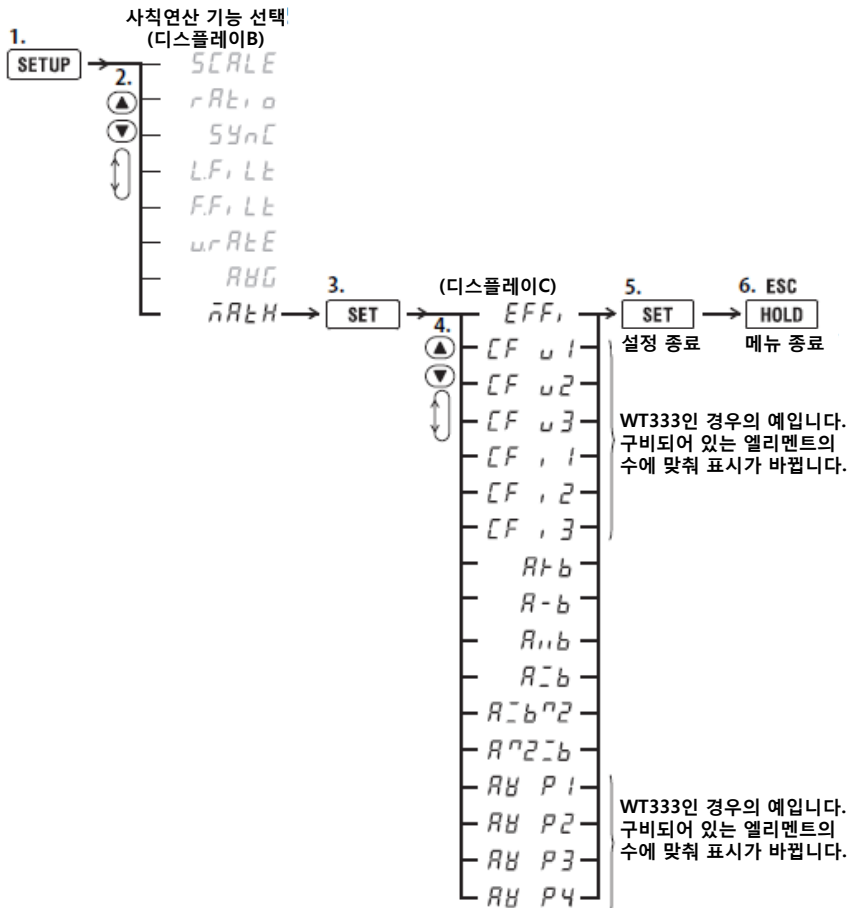
## 4.5 효율(WT330만), 파고율, 사칙연산값, 평균 유효전력 표시하기

### 조 작

WTVIEWERFreePlus

### 연산 기능

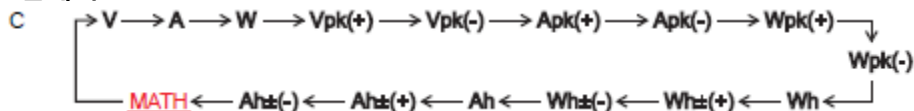
아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.



### 표시 평선

디스플레이 C의 **FUNCTION** 키를 눌러 MATH(연산 기능)을 선택합니다.  
FUNCTION 키를 누를 때마다 표시 평선이 다음과 같은 순서로 바뀝니다.

#### 디스플레이



- Vpk, Apk, Wpk, Wh ±, Ah ±는 2번 연속해서 점등됩니다. 첫 번째가 +, 두 번째가 -의 측정입니다.
- MATH는 7세그먼트 표시의 왼쪽에 있습니다.
- SHIFT 키를 누르고 나서 FUNCTION 키를 누르면, 평선 표시가 반대 방향으로 바뀝니다.

표시 평선이 MATH일 때는 엘리먼트는 표시되지 않습니다. ELEMENT 키를 눌러도 아무런 동작도 하지 않습니다.

**해설**

**연산 기능**

연산 기능에는 효율(WT330만), 파고율, 사칙연산값 및 평균 유효전력의 4 종류가 있습니다. 초기 설정은 WT310/WT310HC은 파고율(CF u1), WT330은 효율(EFFi)입니다.

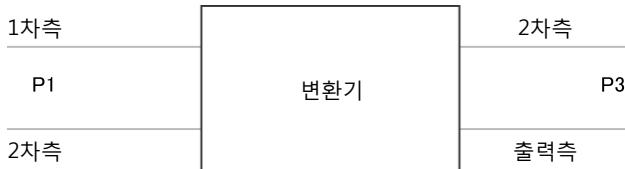
**효율: EFFi(WT330만)**

기기의 효율을 연산합니다

**효율의 연산식**

• WT332의 경우

엘리먼트1로 측정된 유효전력(P1)을 변환기 1차측으로 입력된 유효전력, 엘리먼트3으로 측정된 유효전력(P3)을 변환기 2차측에서 소비된 전력으로 하여, 효율을 연산합니다.

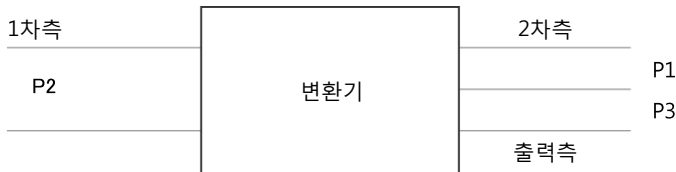


**연산식**

$$\text{효율} = (P3 / P1) \times 100(\%)$$

• WT333인 경우

엘리먼트2로 측정된 유효전력(P2)을 변환기 1차측으로 입력된 유효전력, 엘리먼트 1과 3으로 측정된 유효전력(P1과 P3)을 변환기 2차측에서 소비된 전력으로 하여, 효율을 연산합니다.



**연산식**

$$\text{효율} = \{(P1 + P3) / P2\} \times 100(\%)$$

**Note** -----

위 연산식에서 분모가 레인지 정격값의 0.0001% 이하이면 오류(Error)가 표시됩니다.

### 파고율: CF u, CF i

전압, 전류의 파고율을, 피크값 / 실효값으로 구합니다.

#### 파고율의 연산방식과 표시 내용

- CF u1:(U1의 피크값)/(U1의 실효값)의 연산 결과를 표시
- CF u2:(U2의 피크값)/(U2의 실효값)의 연산 결과를 표시(WT333만)
- CF u3:(U3의 피크값)/(U3의 실효값)의 연산 결과를 표시(WT332과 WT333)
- CF i1:(I1의 피크값)/(I1의 실효값)의 연산 결과를 표시
- CF i2:(I2의 피크값)/(I2의 실효값)의 연산 결과를 표시(WT333만)
- CF i3:(I3의 피크값)/(I3의 실효값)의 연산 결과를 표시(WT332과 WT333)

#### Note

- 실효값이 레인지 정격값의 0.5% 이하(파고율을 "6"으로 설정했을 때는 1% 이하)이면 오류(Error)가 표시됩니다.
- 측정 모드가 VOLTAGE MEAN 또는 DC일 때에도 파고율을 연산할 수 있습니다.

### 사칙연산

6 종류의 연산(A + B, A - B, A × B, A ÷ B, A<sup>2</sup> ÷ B, A ÷ B<sup>2</sup>)이 가능합니다.

디스플레이 A의 표시값과 디스플레이 B의 표시값을 연산해 그 결과를 디스플레이 C에 표시합니다.

A + b : A+B  
 A - b : A-B  
 A × b : A×B  
 A ÷ b : A÷B  
 A<sup>2</sup> ÷ b : A<sup>2</sup>÷B  
 A ÷ b<sup>2</sup> : A÷B<sup>2</sup>

#### Note

- 표시되는 기호의 의미는 다음과 같습니다.

+ : +(더하기)  
 - : -(빼기)  
 × : ×(곱하기)  
 ÷ : ÷(나누기)  
 ^ : ^(거듭제곱)

- 디스플레이 A의 평선이 적산 경과시간(TIME)을 표시하고 있는 경우, 연산 결과는 데이터 없음(-----)으로 표시됩니다.
- 나누기 연산 시 디스플레이 B의 평선 값이 정격의 0.5% 이하(파고율을 "6"으로 설정했을 때는 1% 이하)이면 오류(Error)가 표시됩니다.

**응용례**

A + B: 디스플레이A + 디스플레이B의 연산 결과(전력 합)를 표시

연산 예시:

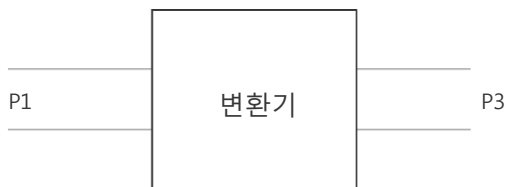
디스플레이A	디스플레이B	디스플레이C	결선방식
P1	P2 또는 P3	P1+P2 또는 P1+P3	모든지 가능



A - B: 디스플레이A - 디스플레이B의 연산 결과(전력손실)을 표시

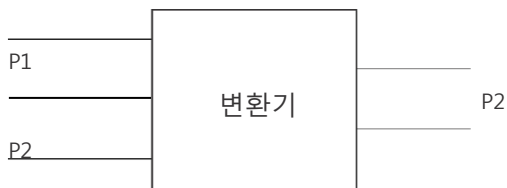
연산 예시1:

디스플레이A	디스플레이B	디스플레이C	결선방식
P1	P3	P1-P3	모든지 가능



연산 예시2:

디스플레이A	디스플레이B	디스플레이C	결선방식
$P\Sigma(=P1+P3)$	P2	$P\Sigma-P2$	3P3W



연산 예시3:

디스플레이A	디스플레이B	디스플레이C	결선방식
P2	$P\Sigma(=P1+P3)$	$P2-P\Sigma$	3P3W





4.5 효율(WT330 만), 파고율, 사칙연산값, 평균 유효전력 표시하기

A × B: 디스플레이A × 디스플레이B의 연산 결과를 표시

디스플레이A에서 VA(피상전력 S) 이외의 평선을 설정하고, 디스플레이 C에서 S 표시하고자 할 때에 유효합니다.

연산 예시:

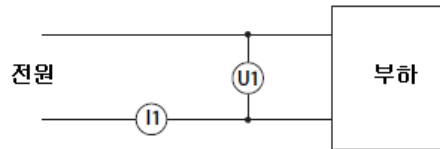
디스플레이A	디스플레이B	디스플레이C	결선방식
U1rms	I1rms	$U1rms \times I1rms$	모든지 가능

A ÷ B: 디스플레이A ÷ 디스플레이B의 연산 결과를 표시

임피던스의 절대값을 연산하는 경우

연산 예시1:

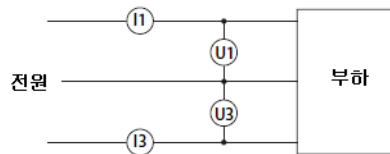
디스플레이A	디스플레이B	디스플레이C	결선방식
U1rms	I1rms	$ Z  = \frac{U1rms}{I1rms}$	모든지 가능



3상 결선이고 선간 전압비 및 선 전류비를 구하는 경우

연산 예시2:

디스플레이A	디스플레이B	디스플레이C	결선방식
U1rms	U3rms	$\frac{U1rms}{U3rms}$	3P3W
I1rms	I3rms	$\frac{I1rms}{I3rms}$	

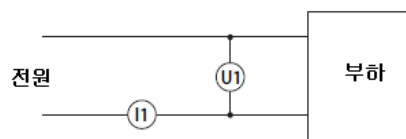


A ÷ B²: 디스플레이A ÷ (디스플레이 B)²의 연산 결과를 표시

임피던스(Z), 저항(R), 리액턴스(X)를 연산하는 경우

연산 예시:

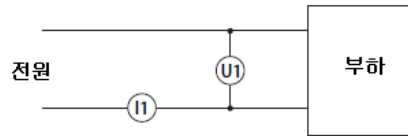
디스플레이A	디스플레이B	디스플레이C	결선방식
S1 (VA)	I1rms	$ Z  = \frac{S1}{(I1rms)^2}$	모든지 가능
P1 (W)	I1rms	$R = \frac{P1}{(I1rms)^2}$	
Q1 (var)	I1rms	$ X  = \frac{Q1}{(I1rms)^2}$	



$A^2 \div B$ : (디스플레이A)<sup>2</sup> ÷ 디스플레이 B의 연산 결과를 표시  
저항(R)을 연산하는 경우

연산 예시:

디스플레이A	디스플레이B	디스플레이C	결산방식
U1rms	P1	$R = \frac{(U1rms)^2}{P1}$	모든지 가능



### 적산 동작 중의 평균 유효전력: AV P

적산한 시간 내의 평균 유효전력을 연산합니다. 전력량(유효전력을 적산한 것)을 적산 경과시간으로 나누어서 구합니다.

적산 동작 중의 평균 유효전력(W) = 전력량(Wh) ÷ 적산 경과시간(h)

#### 적산 동작 중의 평균 유효전력의 연산방식과 표시 내용

- AV P1: (엘리먼트1의 전력량 WP1) / 적산 경과시간의 연산 결과를 표시
- AV P2: (엘리먼트2의 전력량 WP2) / 적산 경과시간의 연산 결과를 표시(WT333만)
- AV P3: (엘리먼트3의 전력량 WP3) / 적산 경과시간의 연산 결과를 표시(WT332과 WT333)
- AV P4: (엘리먼트Σ의 전력량 WPΣ) / 적산 경과시간의 연산 결과를 표시(WT332과 WT333)
  - 전력량 WPΣ의 값은 결산방식에 따라 다릅니다. 4.1절의 표에서 "P"를 "WP"로 교체한 값이 됩니다.

#### Note -----

이 연산 기능은 적산동작중(적산중 또는 적산중단중)에만 유효해집니다. 적산을 리셋하면, 전력량과 적산 경과시간이 zero가 되고, 데이터 없음(-----)으로 표시됩니다. 적산 기능에 대한 자세한 내용은 5장을 참조 바랍니다.

## 표시 평선

MATH을 선택하면 미리 설정한 연산(효율, 파고율, 사칙연산값, 평균 유효전력)의 결과를 디스플레이 C에 표시합니다.

효율은 WT330만이 연산할 수 있습니다.

## 최대 표시, 단위, 단위의 접두 기호

### • 최대 표시(표시 범위)

- 효율: 0.000~99.999~100.00~999.99(%)
- 기타(파고율, 사칙연산값, 평균 유효전력): 99999

### • 단위

- 평균 유효전력: 단위는 "W"이지만, 디스플레이에는 표시되지 않습니다.
- 효율: 단위는 "%"이지만, 디스플레이에는 표시되지 않습니다.
- 파고율, 사칙연산값: 단위 없음

### • 접두 기호

- 사칙연산값과 평균 유효전력: m, k, M 중 하나
- 기타(효율, 파고율): 접두 기호 없음

표시 평선이 MATH일 때 엘리먼트는 표시되지 않습니다. ELEMENT 키를 눌러도 아무런 동작도 하지 않습니다.

---

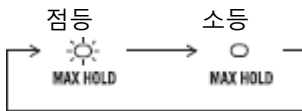
## 4.6 MAX 홀딩 설정하기

### 조 작

WTVIEWERFreePlus 

SHIFT + CURRENT(MAX HOLD) 키를 눌러 MAX 홀딩의 ON/OFF를 선택합니다.

SHIFT + CURRENT(MAX HOLD) 키를 누를 때마다 MAX 홀딩의 ON / OFF가 바뀝니다.



### 해 설

#### MAX 홀딩

MAX 홀딩이 동작 중일 때의 최대값을 보관합니다. 보관하고 있는 값보다도 큰 값이 측정되면, 그 큰 값이 보관됩니다.

아래의 최대값을 홀딩할 수 있습니다. 초기 설정은 OFF입니다.

U(전압), I(전류), P(유효전력), S(피상전력), Q(무효전력), U+pk, U-pk(전압 피크), I+pk, I-pk(전류 피크), P+pk, P-pk(전력 피크)

- on: MAX HOLD 표시기가 점등되고, MAX 홀딩이 동작합니다.
- off: MAX HOLD 표시기가 소등되고, MAX 홀딩은 동작하지 않습니다.

#### Note

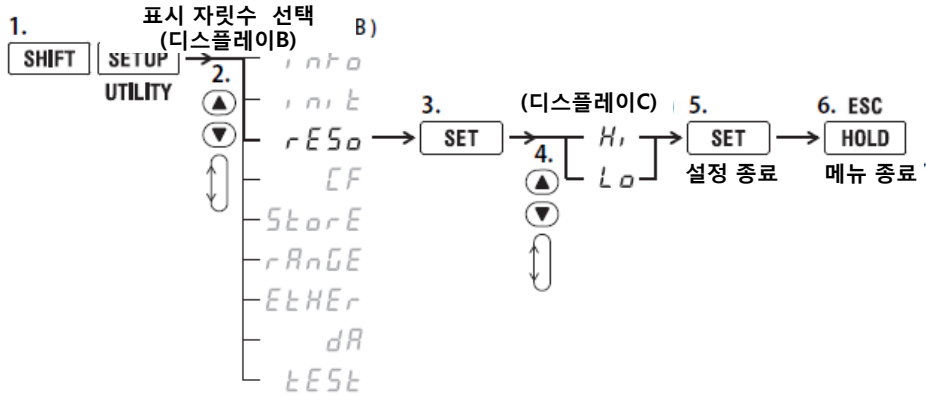
-----  
D/A 출력, 통신출력 등의 값도 저장하고 있는 최대값이 됩니다.

## 4.7 표시 자릿수 설정하기

### 조 작

WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.



### 해 설

#### 표시 자릿수

위상각, 적산값, 적산 경과시간 이외의 표시 평선의 최대 표시 자릿수를 선택할 수 있습니다. 초기 설정은 Hi입니다.

- Hi: 표시 자릿수는 5자리(99999) 입니다.
- Lo: 표시 자릿수는 4자리(9999) 입니다.

#### Note

- 실제로 표시되는 자릿수는 전압 레인지와 전류 레인지의 조합이나, 자동 자릿수 올림 처리로 인해 최대 표시 자릿수보다 적은 경우가 있습니다.
- 위상각, 적산값, 적산 경과시간은 본 절의 표시 자릿수 설정의 영향을 받지 않습니다. 각 항목을 설명하고 있는 각각의 절을 참조 바랍니다.

## 5.1 적산 기능

유효전력의 적산(전력량) 및 전류를 적산(전류량)할 수 있습니다.

적산중에는 적산값(전력량 또는 전류량), 적산 경과시간의 표시뿐 아니라, 그 외의 측정값 또는 연산값도 표시할 수 있습니다.

또한, 극성별 적산값도 표시할 수 있으므로, 정방향으로만 소비한 전력량(전류량)과 역방향 전원 측으로 되돌린 전력량(전류량은 측정 모드 DC일 때만)을 따로따로 표시할 수도 있습니다.

### 적산 모드

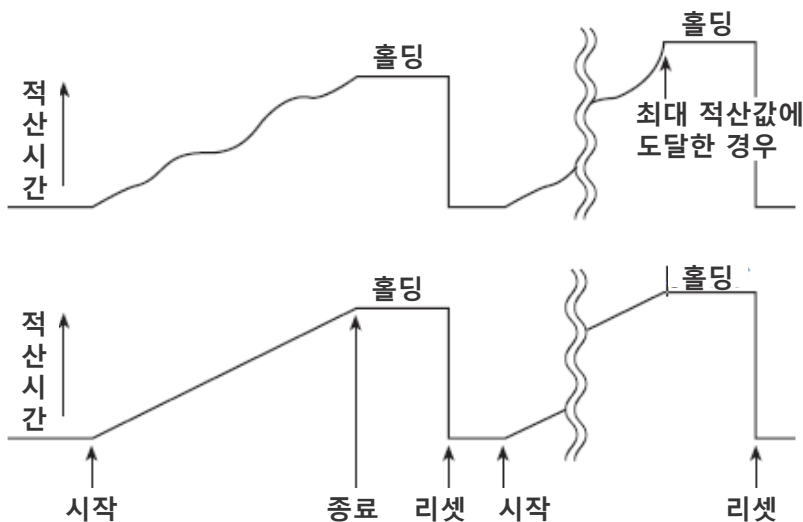
적산 모드	시작	종료	반복 동작
매뉴얼 적산 모드	키 조작	키 조작	---
표준 적산 모드	키 조작	타이머 시간으로 멈춤	---
연속(반복) 적산 모드	키 조작	키 조작	타이머 시간으로 반복

적산 기능에는 다음 3 종류의 모드가 있습니다.

### 매뉴얼 적산 모드

적산 모드를 표준 적산 모드(nor)로 설정하고, 적산 타이머를 00000:00:00로 설정하면, 매뉴얼 적산 모드로 적산됩니다. START 키를 누르면 적산을 시작하고, STOP 키를 누를 때까지 계속해서 적산합니다. 단, 다음 조건 중 하나가 성립되면, 적산을 멈추고 그 시점의 적산시간과 적산값을 홀딩합니다.

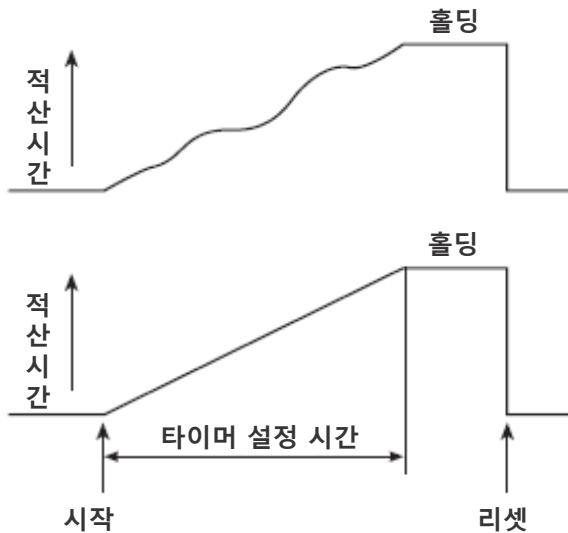
- 적산시간이 최대 적산시간(10000시간)에 도달한다.
- 적산값이 최대/최소 표시 적산값에 도달한다.



### 표준 적산 모드

적산시간을 상대시간으로 설정(타이머 설정시간) 합니다. START 키를 누르면 적산을 시작하고, 다음 조건 중 하나가 성립되면, 적산을 멈추고 그 시점의 적산시간과 적산값을 홀딩합니다.

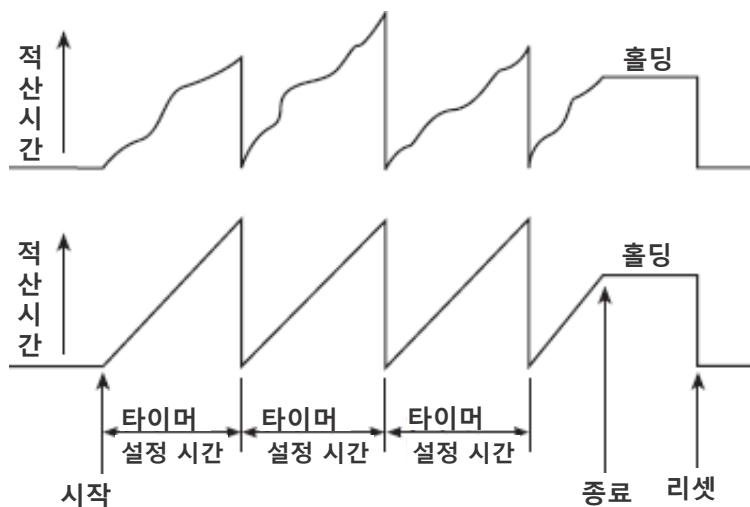
- 타이머 설정 시간만큼 경과한다.
- STOP 키를 누른다.
- 적산값이 최대/ 최소 표시 적산값에 도달한다.



### 연속 적산 모드(반복 적산 모드)

적산시간을 상대시간으로 설정합니다. START 키를 누르면 적산을 시작하고, 설정한 적산 타이머 시간이 경과되면, 자동으로 리셋하고 재시작하며 적산을 반복합니다. 다음 조건 중 하나가 성립되면, 적산을 멈추고 그 시점의 적산시간과 적산값을 홀딩합니다.

- STOP 키를 누른다.
- 적산값이 최대/ 최소 표시 적산값에 도달한다.



## 적산방식

연산식은 다음과 같습니다. 시간 환산해서 표시합니다.

전력 적산		$\sum_{i=1}^n u_i \cdot i_i$
전류 적산	RMS	$\sum_{i=1}^N I_i$
	DC	$\sum_{i=1}^n i_i$

$u_i, i_i$ 는 전압 및 전류의 순시 데이터

$n$ 은 샘플횟수

$I_i$ 는 데이터 갱신 주기별 전류 측정값

$N$ 은 데이터 갱신횟수

전력 적산이나 측정 모드로 DC를 선택한 전류 적산은 순시전력 및 순시전류의 적산입니다. 측정 모드를 RMS로 했을 때는 데이터 갱신주기(2.10절 참조)별 전류 측정값의 적산입니다.

### Note

적산을 멈추면 그 직전까지 표시를 갱신한 적산값과 적산 경과시간으로 적산 동작이 정지됩니다.

직전의 표시 갱신부터 적산을 멈출 때까지 실행한 사이의 측정값은 적산되지 않습니다.

## 적산 시의 표시 분해능

적산값의 표시 분해능은 보통 99999 카운트입니다. 단위가 MWh 또는 MAh일 때에만 999999까지 카운트합니다.

적산값이 커져서 100000 카운트가 되면 소수점 위치가 자동으로 이동됩니다. 예를 들어, 9.9999mWh 후에 0.0001mWh 가산되면, "10.000mWh" 라고 표시됩니다.



## 적산값의 표시 평선

표시 평선의 선택에 따라 적산값을 극성별로 표시할 수 있습니다.

표시 평선	측정 모드	표시 내용
Wh	RMS, VOLTAGE MEAN, DC	정방향/역방향 양방향 전력량의 총합
Wh ± *1	RMS, VOLTAGE MEAN, DC	정방향의 전력량
Wh ± *1	RMS, VOLTAGE MEAN, DC	역방향의 전력량
Ah	RMS, VOLTAGE MEAN	전류량의 총합
	DC	정방향/역방향 양방향의 전류량의 총합
Ah ± *2	RMS, VOLTAGE MEAN	전류량의 총합(이론적으로 Ah와 동일)
	DC	정방향의 전류량
Ah ± *2	RMS, VOLTAGE MEAN	- 0을 표시
	DC	역방향의 전류량

\*1 표시 평선이 Wh일 때에 FUNCTION 키를 한 번 눌러도 두 번 눌러도 표시 평선은 Wh ±입니다. 한 번만 FUNCTION 키를 눌러서 Wh ±로 이동했을 때는 정방향 전력량을 표시합니다. 한 번 더 눌러서 표시 평선을 Wh±로 했을 때는 역방향 전력량을 표시합니다. 역방향 표시일 때는 표시값의 맨 앞에 " - "를 표시합니다.

\*2 표시 평선이 Ah일 때에 FUNCTION 키를 한 번 눌러도 두 번 눌러도 표시 평선은 Ah ±입니다. 한 번만 FUNCTION 키를 눌러서 Ah ±로 이동했을 때는 정방향 전류량을 표시합니다. 한 번 더 눌러서 표시 평선을 Ah ±로 했을 때는 역방향 전류량을 표시합니다. 역방향 표시일 때는 표시값의 맨 앞에 " - "를 표시합니다.

### Note -----

- 적산값이 부의 극성이면 디스플레이에 - (마이너스)를 표시하기므로 최소 적산 표시값은 - 99999MWh/MAh가 됩니다.
- 적산 시작 후 리셋할 때까지는 다른 기능을 변경하는 조작이 제한됩니다. 자세한 내용은 5.4절을 참조 바랍니다.

## 외부 신호를 통한 적산 제어(옵션)

DA 출력 옵션(/DA4 또는 /DA12)이 있는 기종에서는 리모트 제어 기능을 사용해서 외부 신호로 적산을 시작 / 멈춤 / 리셋 할 수 있습니다. 리모트 제어 기능에 대해서는 스타트 가이드 IM WT310-02JA의 5.2절을 참조 바랍니다.

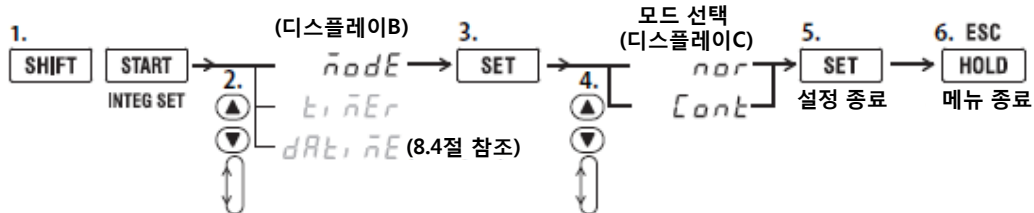
## 5.2 적산 모드, 적산 타이머 설정하기

### 조 작

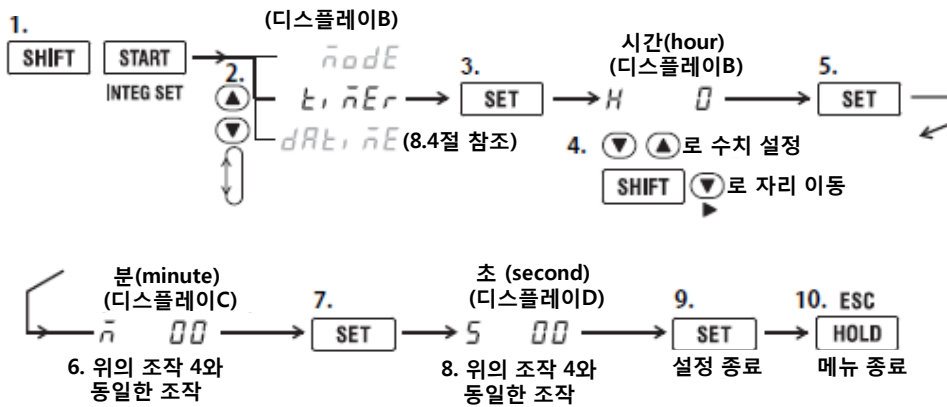
WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

### 적산 모드



### 적산 타이머



### 해 설

### 적산 모드

다음 중에서 설정합니다. 초기 설정은 nor입니다.

- nor: 매뉴얼 적산 모드 또는 표준 적산 모드로 적산할 때에 선택합니다. 매뉴얼인지 표준 적산인지에 대한 선택은 적산 타이머 설정에 따라 본 기기가 자동으로 판단합니다.
- 적산 타이머 설정이 0.00.00일 때: 매뉴얼 적산 모드
- 적산 타이머 설정이 0.00.00 이외의 값일 때: 표준 적산 모드
- Cont: 연속 적산 모드로 적산할 때에 설정합니다.

### 적산 타이머

적산시간을 설정합니다. 설정 범위는 0.00.00(0시간 00분 00초)~10000.00.00(10000시간 00분 00초)입니다. 초기 설정은 0.00.00입니다.

- 0.00.00: 적산 모드 메뉴에서 nor를 선택했을 때, 매뉴얼 적산 모드로 적산합니다. Cont를 선택했을 때는 적산 시작 시에 오류 코드가 표시되고 적산은 하지 않습니다.
- 0.00.01~10000.00.00: 표준 적산 또는 연속 적산 모드로 적산하는 경우의 적산시간입니다. 표준 적산인지 연속 적산 모드인지는 적산 모드 메뉴에서 선택합니다.

## 5.3 적산값 표시하기

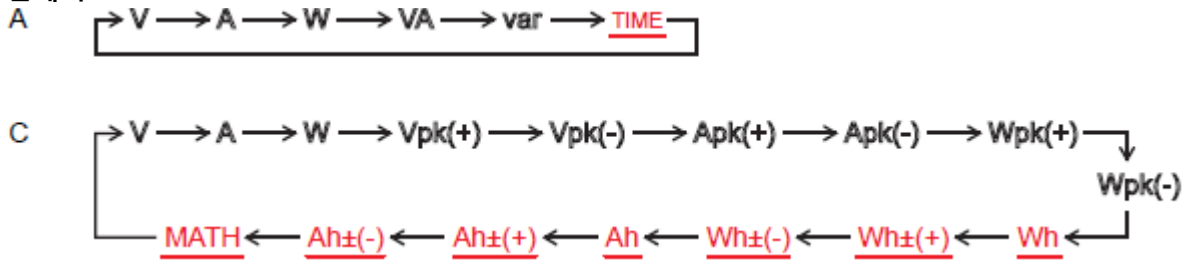
### 조 작

WTViewerFreePlus

### 표시 평선

디스플레이 A 또는 C의 **FUNCTION** 키를 눌러 TIME(적산 경과시간), Wh/Wh ±(전력 적산), Ah/Ah ±(전류 적산), 또는 MATH(적산 동작 중의 평균 유효전력)을 선택합니다.  
FUNCTION 키를 누를 때마다 표시 평선이 다음과 같은 순서로 바뀝니다.

디스플레이



- Vpk, Apk, Wpk, Wh ±, Ah ±는 2번 연속해서 점등됩니다. 첫 번째가 +, 두 번째가 -의 측정입니다.
- MATH 는 7세그먼트 표시의 왼쪽에 있습니다.
- SHIFT 키를 누르고 나서 FUNCTION 키를 누르면, 평선 표시가 반대 방향으로 바뀝니다.

### 입력 엘리먼트(WT330만)

디스플레이 C의 **ELEMENT** 키를 눌러 입력 엘리먼트를 선택합니다. 조작 흐름은 4.1절과 동일합니다.  
WT310/WT310HC에서는 입력 엘리먼트가 1개이므로, 입력 엘리먼트는 선택하지 않습니다.

### 적산의 시작과 종료

1. **START** 키를 누릅니다.

START 키가 점등되고, 적산이 시작됩니다. 적산값 (또는 적산 동작 중의 평균 유효전력)을 디스플레이 C에, 적산 경과시간을 디스플레이 A에 표시합니다.

**START**

2. **HOLD** 키를 누릅니다.

HOLD 키가 점등되고, 표시값이 홀딩됩니다.

**HOLD**

3. 홀딩 상태에서 **HOLD** 키를 누릅니다.

HOLD 키가 소등되고, 홀딩 상태가 해제되어 갱신된 적산 결과가 표시됩니다.

**HOLD**

4. 홀딩 상태에서 **SHIFT + HOLD(SINGLE)** 키를 누릅니다.

싱글측정이 진행되고, 표시가 갱신되어 홀딩 상태가 됩니다.

**SHIFT** **HOLD**  
SINGLE

5. **STOP** 키를 누릅니다.

적산을 멈춥니다. START 키가 소등되고, STOP 키가 점등됩니다. 적산 표시값은 홀딩됩니다.

**STOP**

6. 적산을 리셋하려면 **SHIFT + STOP(RESET)** 키를 누릅니다.

STOP 키가 소등되고, 디스플레이 A와 C에는 선(-----)이 표시됩니다.



## 해설

### 표시 평선

디스플레이에 표시할 측정 평선을 선택합니다.

- TIME: 적산 경과시간을 표시합니다.
- Wh: 정방향/역방향 양방향 전력량의 총합 WP를 표시합니다.
- Wh ±: 정/부 극성별 전력량을 표시합니다. 정: WP+, 부: WP-
- Ah: 전류량의 총합 q를 표시합니다.
- Ah ±: 전류량의 총합 또는 정/부 극성별 전류량을 표시합니다. 정: q+, 부: q-
- MATH: 연산 기능 설정에서 적산 동작 중의 평균 유효전력을 선택한 경우, 적산 동작 중의 평균 유효전력을 표시합니다.

### 최대 표시, 단위, 단위의 접두 기호

- 최대 표시

적산 경과시간: 10000

적산값: 99999(MWh 또는 MAh의 단위일 때만 999999), 부의 극성을 표시할 때는 - 99999

- 단위: 전력 적산(전력량)Wh, 전류 적산(전류량)Ah
- 접두 기호: m, k, M 중 하나(적산값)

### 적산 경과시간의 표시와 분해능

적산 경과시간은 시간, 분, 초의 자릿수를 합치면 최대 9자리가 됩니다. 본 기기에서는 적산 경과시간을 디스플레이 A에 표시합니다만, 디스플레이 A의 최대 표시 자릿수가 6자리이므로, 적산 경과시간의 자릿수 전체를 표시할 수 없는 경우가 있습니다. 적산 경과시간에 따라 표시하는 시간의 자릿수가 다음과 같이 달라집니다.

적산 경과시간	디스플레이 A의 표시	표시 분해능
0~99시간 59분 59초	00.00~99.59.59	1초
100시간~9999시간 59분 59초	100.00~9999.59	1분
10000시간	10000	1시간

#### Note

- Wh, Wh ±, Ah, Ah ±에 관한 자세한 내용은 5.1절을 참조 바랍니다.
- 적산 동작 중의 평균 유효전력에 관한 자세한 내용 4.5절을 참조 바랍니다.
- 적산값은 MAX 홀딩과 관계 없이 데이터 갱신주기별로 측정된 값을 더해서 구하여 표시합니다.

### 입력 엘리먼트(WT330만)

기종에 따라 선택 가능한 엘리먼트의 종류가 다릅니다. 모델명을 확인한 후에 선택해 주십시오.

- 1/2/3: 엘리먼트 1/2/3의 적산 결과를 표시합니다.
- Σ: 장착된 엘리먼트의 적산값의 총합을 표시합니다. 총합의 연산식은 결선방식에 따라 다릅니다. 연산식은 유효전력의 식(4.1절 참조)의 P를 WP 또는 q로 교체한 식입니다.

#### Note -----

디스플레이 A의 표시 평선이 TIME(적산 경과시간)인 경우, 디스플레이 A의 엘리먼트는 표시되지 않습니다. 디스플레이 A의 ELEMENT 키를 눌러도 아무런 동작도 하지 않습니다.

### 적산의 시작과 종료 표시값의 홀딩

- 홀딩하면 표시값은 갱신되지 않지만, 기기 내부적으로는 적산 연산이 계속 진행됩니다. UPDATE 표시기는 내부 데이터가 갱신될 때마다 점멸하므로, 계속해서 깜빡거립니다. 홀딩을 해제하면 해제한 시점의 적산 결과(적산값과 적산 경과시간)가 표시됩니다.
- START/STOP 키와의 관계에 대해서는 5.4절을 참조 바랍니다.

### 적산의 종료

적산을 멈추면 그 직전까지 표시를 갱신한 적산값과 적산 경과시간으로 적산 동작이 정지됩니다. 직전의 표시 갱신부터 적산을 멈출 때까지 실행한 사이의 측정값은 적산되지 않습니다.

### 적산의 리셋

- 리셋하면 적산 결과가 적산 시작 전 상태로 되돌아갑니다.
- SHIFT + STOP(RESET) 키는 적산을 멈춘 후에 유효해집니다.
- START/STOP 키와의 관계에 대해서는 5.4절을 참조 바랍니다.

### 적산 오버 시의 표시

- 적산값이 최대 적산값(999999MWh/MAh) 또는 최소 적산값(- 999999MWh/MAh)이 되면 적산을 멈추고, 그 때의 적산 결과의 표시를 홀딩합니다.
- 적산 경과시간이 최대 적산시간(10000시간)이 되면 적산을 멈추고, 그 때의 적산 결과의 표시를 홀딩합니다.
- 적산 오버일 때는 START 키와 STOP 키 양쪽 모두 점등됩니다.

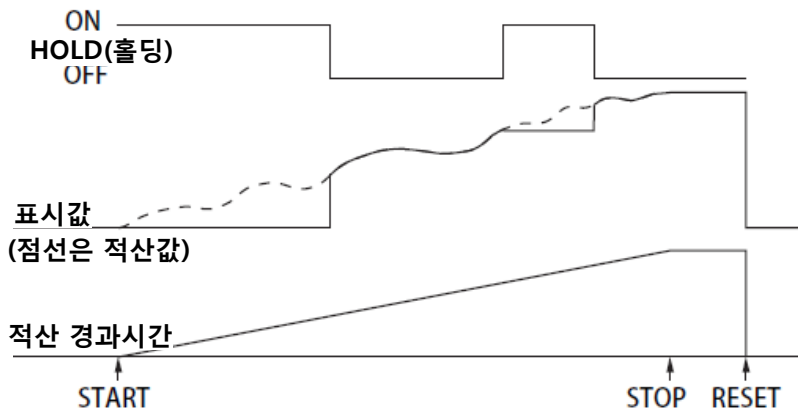
## 5.4 적산 기능 사용 시의 주의사항

### 적산 홀딩과 START/STOP 키의 관계

HOLD 키를 눌러 표시를 홀딩시키고 있을 때는 적산결과 표시와 통신출력이 홀딩되지만, 적산은 계속되고 있습니다. 이 홀딩과 START/STOP 키 조작의 관계는 다음과 같습니다.

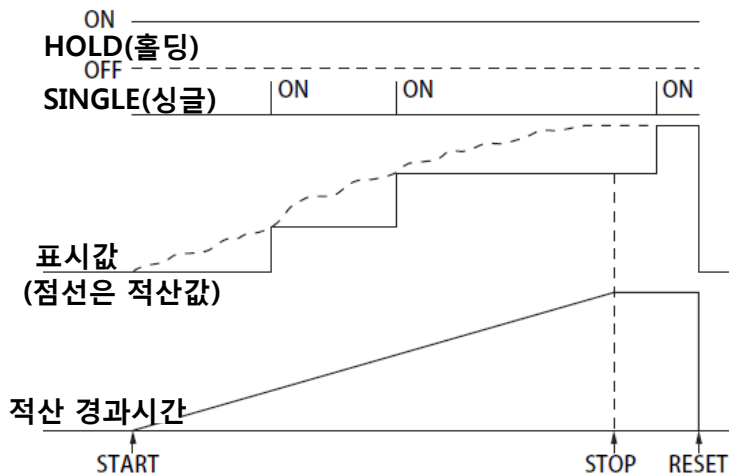
- 표시 홀딩 중에 적산 시작

표시와 통신출력은 변화되지 않습니다. 홀딩을 해제하거나 싱글측정(SHIFT + HOLD(SINGLE) 키 누름)을 하면, 그 시점의 적산 결과를 표시 또는 통신출력 합니다.



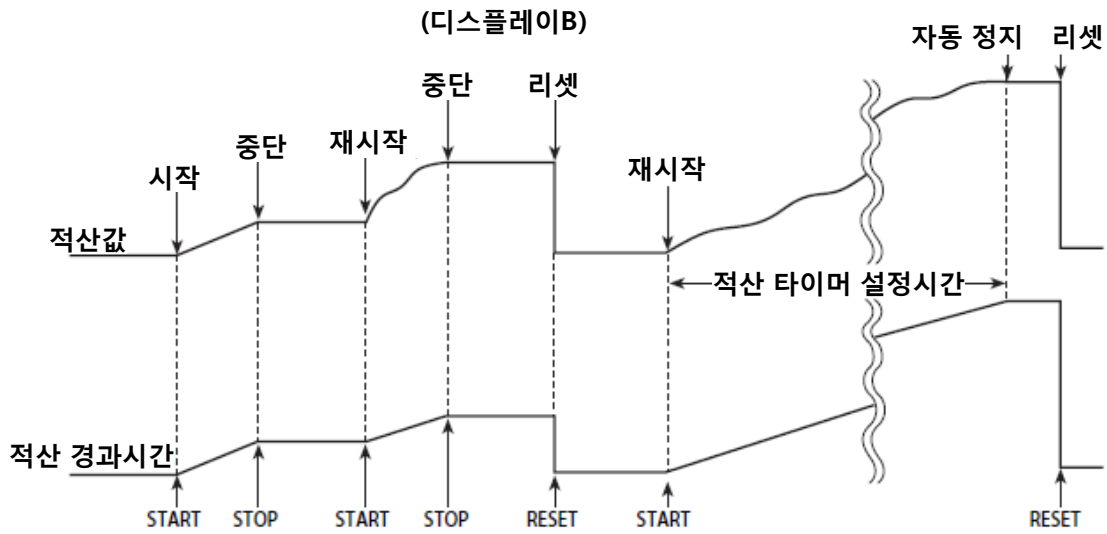
- 표시 홀딩 중에 적산 정지

표시와 통신출력의 값은 홀딩 시의 값 그대로 변하지 않습니다. 홀딩을 해제하거나 싱글측정을 하면, 멈춘 시점의 적산 결과를 표시 또는 통신출력 합니다.



## 적산의 리셋과 START/STOP 키의 관계

아래 그림과 같습니다.



## 적산중 정전 발생 시의 데이터

- 적산 동작 중에 정전이 되어도 적산 결과를 기억합니다. 정전 후 전원이 복구되면 아래의 상태가 됩니다.
- 적산은 정지 상태가 된다.
- START 키와 STOP 키 모두 점등된다.
- 적산 측정 데이터는 정전 발생 시점까지의 적산 결과가 표시된다.
- 전원 복구 후에는 그대로 적산을 다시 시작할 수 없습니다. 적산 리셋 후에 시작해 주십시오.

## 적산 시의 설정 변경 조작 제한

적산 동작 상태일 때는 다음과 같이 변경 조작을 할 수 없는 기능이 있습니다.

	적산 동작 상태		
	적산 리셋	적산중	적산 중단중
START 키	소등	점등	소등
STOP 키	소등	소등	점등
<b>기능</b>			
측정 모드	○	×	×
결선방식(WT330만)	○	×	×
측정 레인지	○	× <sup>*1</sup>	× <sup>*1</sup>
스케일링	○	×	×
파고율	○	×	×
측정 동기 소스	○	×	×
입력 필터	○	×	×
데이터 갱신 주기	○	×	×
평균화	○ <sup>*2</sup>	×	×
홀딩	○	○	○
싱글	○	○	○
표시 평선	○	○	○
입력 엘리먼트(WT330만)	○	○	○
MAX 홀딩	○	○	○
표시 자릿수	○	○	○
<b>적산</b>			
적산 모드	○	×	×
적산 타이머	○	×	×
시작	○	×	○
정지	×	○	×
리셋	○	×	○
<b>고조파 측정(옵션)</b>			
표시의 ON/OFF	○	○	○
PLL	○	×	×
측정 차수	○	×	×
왜곡률의 연산식	○	×	×
저장	○	○	○
Zero 레벨 보정	○	×	×

○: 설정 변경 조작을 할 수 있습니다.

×: 설정 변경 조작은 할 수 없습니다. 변경하려 하면 오류 코드가 표시됩니다.

\*1 오토 레인지에 의한 측정 레인지 변경은 실행됩니다만, 매뉴얼 조작으로는 레인지를 변경할 수 없습니다.

\*2 적산을 시작 시에는 평균화가 OFF가 됩니다. 적산을 정지하고 리셋해도 원래대로 돌아가지 않습니다.

## 오토 레인지와 Range Skip

오토 레인지 상태에서 적산을 시작했을 때는 오토 레인지를 계속하면서 적산할 수 있습니다.

- 오토 레인지에서는 전압, 전류 레인지 모두 입력 신호의 크기에 따라 측정 레인지를 자동 전환합니다.
- 오토 레인지의 Range Up/Down 조건은 2.3절을 참조 바랍니다. 또한, 오토 레인지 측정일 때, 사용하지 않을 측정 레인지를 스킵하고, 선택한 측정 레인지 사이에서 레인지를 UP/DOWN하는 Range Skip 설정도 가능합니다. 자세한 내용은 2.6절을 참조 바랍니다.

### Note

정기적이지 않은 펄스 모양 파형이 입력되면, 레인지를 일정하게 유지할 수 없는 경우가 있습니다. 그 때는 고정 레인지로 설정해 주시기 바랍니다.



## 오토 레인지에 의한 레인지 변경 발생 시의 데이터 보정

오토 레인지로 인해 측정 레인지가 전환되는 중에는 측정이 실행되지 않습니다. 측정 레인지 확정 후의 최초 측정 데이터를, 측정이 실행되지 않았던 시간만큼 적산값에 가산합니다.

- Range Up일 때  
측정 레인지 확정 후의 최초 측정 데이터를, Range Up 조건이 성립하기 직전의 적산값에 Range Up 1회당 최대 3회분 가산한다.
- Range Down일 때  
측정 레인지의 확정 후의 최초 측정 데이터를, Range Down 조건이 성립 직전의 적산값에, Range Down 1회당 최대 2회분 가산한다.

## 오토 레인지에 의한 레인지 변경 발생의 확인 방법

적산중에 오토 레인지로 인해 측정 레인지의 변경이 발생한 경우, 통신으로 출력되는 측정 레인지 정보에 “-”가 붙습니다.

## 측정값이 측정한도를 초과했을 때의 적산 연산(고정 레인지의 경우)

샘플링한 순시전압 또는 순시전류가 측정 레인지의 약 333%(파고율을 “6”으로 설정했을 때는 약 666%)을 초과했을 때는 그 값들을 측정 레인지의 약 333%(파고율을 “6”으로 설정했을 때는 약 666%)의 값으로 처리합니다.

## 전류 입력이 작을 시의 적산

측정 모드가 RMS 또는 VOLTAGE MEAN인 경우, 전류입력이 레인지 정격의 0.5% 이하(파고율을 “6”으로 설정했을 때는 1% 이하)이면 전류값을 0(zero)로 적산합니다.

## 적산에 유효한 주파수 범위

샘플 레이트는 약 100kHz입니다. 적산에 유효한 전압/전류 신호의 주파수는 다음과 같습니다.

적산 항목	적산에 유효한 주파수의 범위	
유효전력	DC~45kHz	
전류	측정 모드가 RMS일 때	DC, 데이터 갱신주기로 정해지는 하한 주파수~ 45kHz
	측정 모드가 VOLTAGE MEAN일 때	DC, 데이터 갱신주기로 정해지는 하한 주파수~ 45kHz
	측정 모드가 DC일 때	DC~45kHz

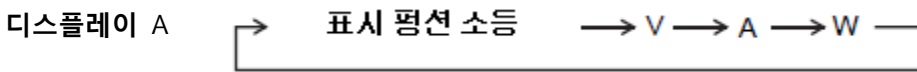
## 6.1 고조파 측정 기능

앞 장까지는 전압, 전류 및 전력의 일반 측정이었습니다만, 여기에서는 고조파 측정 기능에 대해 설명합니다.

고조파 측정을 사용하면 50차까지의 차수별 전압, 전류, 유효전력이나, 차수별 함유율, 기본파(1차)에 대한 각 차수의 위상각을 연산할 수 있습니다. 또한, 전압, 전류 및 유효전력의 전체 실효값(기본파 + 고조파)이나 왜곡률(THD)도 연산할 수 있습니다.

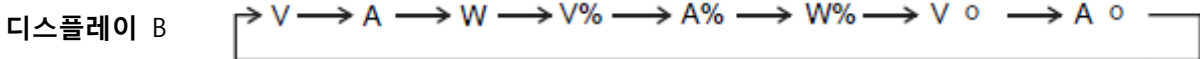
### 표시 항목

전압, 전류 및 유효전력의 고조파 성분을 표시합니다. 표시 평선의 설정에 따라 다음과 같이 디스플레이 A, B, C, D의 표시가 바뀝니다.

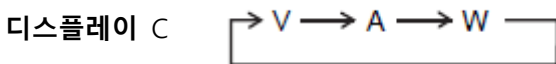


표시 평선 소등 : 고조파 차수(1~50차)를 표시

표시 평선 V, A, W : 전압, 전류 및 유효전력의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시



- |       |     |   |
|-------|-----|---|
| 표시 평선 | V   | : 디스플레이 A에 표시된 차수의 전압 측정값을 표시                                   |
|       | A   | : 디스플레이 A에 표시된 차수의 전류 측정값을 표시                                   |
|       | W   | : 디스플레이 A에서 보여주는 차수의 유효전력 측정값을 표시                               |
|       | V % | : 디스플레이 A에 표시된 차수의 전압 함유율을 표시                                   |
|       | A % | : 디스플레이 A에 표시된 차수의 전류 함유율을 표시                                   |
|       | W % | : 디스플레이 A에 표시된 차수의 유효전력의 함유율을 표시                                |
|       | V ° | : • 디스플레이 A에 표시된 차수가 1차(기본파)인 경우<br>1차 전압에 대한 1차 전류의 위상각을 표시    |
|       |     | • 디스플레이 A에 표시된 차수가 2~50차인 경우<br>1차 전압에 대한 2~50차의 각 전압의 위상각을 표시  |
|       | A ° | : • 디스플레이 A에 표시된 차수가 1차인 경우<br>1차 전압에 대한 1차 전류의 위상각(V°와 동일)을 표시 |
|       |     | • 디스플레이 A에 표시된 차수가 2~50차인 경우<br>1차 전류에 대한 2~50차의 각 전류의 위상각을 표시  |



표시 평선 V, A, W : 전압, 전류 및 유효전력의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시



표시 평선 V, A, W : 전압, 전류 및 유효전력의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시

- PF : 기본파(1차)의 역률을 표시
- VHz : 전압의 주파수를 표시
- AHz : 전류의 주파수를 표시
- THD V % : 전압의 고조파 왜곡률을 표시
- THD A % : 전류의 고조파 왜곡률을 표시

## 오토 레인지의 동작

고조파 측정 데이터를 표시하고 있는 경우에도 오토 레인지의 동작은 일반 측정 시와 동일합니다. 자세한 내용은 2.3절을 참조 바랍니다.

### Note

오토 레인지에 의한 레인지 변경이 반복되면 PLL 동기가 어긋나 재동기를 반복합니다. 그 때문에 정확한 측정값이 얻어지지 않고, 그것이 레인지 설정을 더욱 불안정하게 만들 때가 있습니다. 그때는 측정값에 적절한 고정 레인지를 설정해 주시기 바랍니다.

## 데이터 갱신주기, 측정값 홀딩, 표시 데이터의 갱신

일반 측정과 동일합니다.

## 오류 표시

### PLL 소스의 기본 주파수가 측정 범위 밖일 때

PLL 소스의 기본 주파수는 10Hz~1200Hz입니다. 이 범위 내에 없으면 고조파 측정값은 모두 데이터 없음(-----)으로 표시됩니다.

### Note

고조파 측정의 기본 주파수의 측정 범위는 일반 측정의 주파수 측정 범위와 다릅니다. 자세한 내용은 스타트 가이드 IM WT310-02JA의 7.3절을 참조 바랍니다.

## 오버 레인지 표시

고조파 측정값의 경우 오버 레인지(---OL-)와 측정값이 너무 작은 경우\*에는 표시되지 않습니다.

\* 스타트 가이드 IM WT310-02JA의 1-12 페이지 "측정값이 너무 작은 경우의 표시"를 참조

## 측정중단 / 데이터 없음 표시(선 표시)

다음과 같은 경우에는 선(-----)이 표시됩니다.

- 고조파 측정 데이터 표시 중인데 표시할 해석 데이터가 없는 경우
- 고조파 측정 데이터 표시를 ON으로 한 직후
- PLL 동기가 어긋나 재동기를 하고 있는 경우
- 그 외에 설정 변경 후 최초의 측정 데이터가 얻어질 때까지
- 기본 주파수로 정해지는 측정 차수의 상한을 초과하게 디스플레이 A의 차수를 설정했을 때

## 평균화

평균화의 타입이 EP(지수화 평균)일 때는 설정된 감쇠 정수로 평균화합니다.

## 앨리어싱의 영향

본 기기에는 안티 앨리어싱(Anti-Aliasing) 필터가 내장되어 있지 않습니다.

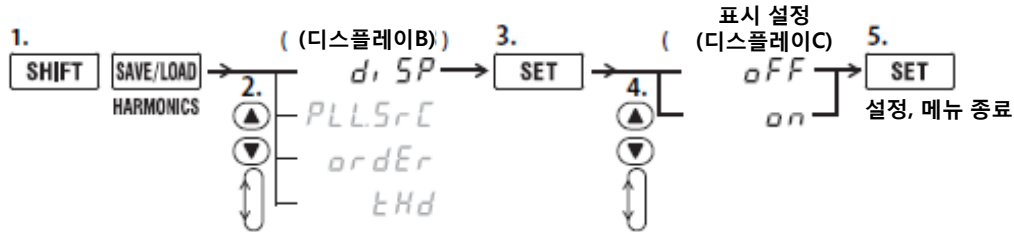
다음과 같은 경우에는 앨리어싱으로 인한 오차가 생깁니다.

기본 주파수 f[Hz]	앨리어싱 발생 조건
$10 \leq f < 75$	512차 이상의 고조파 성분이 있는 경우
$75 \leq f < 150$	256차 이상의 고조파 성분이 있는 경우
$150 \leq f < 300$	128차 이상의 고조파 성분이 있는 경우
$300 \leq f < 600$	64차 이상의 고조파 성분이 있는 경우
$600 \leq f < 1200$	32차 이상의 고조파 성분이 있는 경우

## 6.2 고조파 측정 데이터 표시하기

### 고조파 측정 데이터 표시의 ON/OFF

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.



### 표시 평선

FUNCTION 키를 눌러 고조파 측정 데이터를 선택합니다.

FUNCTION 키를 누를 때마다 표시 평선이 다음과 같은 순서로 바뀝니다.

디스플레이 A → 표시 평선 소등 → V → A → W

디스플레이 B → V → A → W → V% → A% → W% → V o → A o

디스플레이 C → V → A → W

디스플레이 D → V → A → W → PF → VHz → AHz → THD V% → THD A%

- Vpk, Apk, Wpk, Wh ±, Ah ±는 2번 연속해서 점등됩니다. 첫 번째가 +, 두 번째가 -의 측정입니다.
- THD는 7세그먼트 표시의 왼쪽에 있습니다.
- SHIFT 키를 누르고 나서 FUNCTION 키를 누르면, 평선 표시가 반대 방향으로 바뀝니다.

### 대상 엘리먼트(WT330만)

ELEMENT 키를 눌러 입력 엘리먼트를 선택합니다.

ELEMENT 키를 누를 때마다 입력 엘리먼트가 다음과 같은 순서로 바뀝니다.

WT310/WT310HC에서는 입력 엘리먼트가 1개이므로, 입력 엘리먼트는 선택하지 않습니다.

.WT332  
(2입력 엘리먼트) → 1 → 3

WT333  
(3입력 엘리먼트) → 1 → 2 → 3

## 해설

### 고조파 측정 데이터 표시의 ON/OFF

- on: 고조파 측정 데이터의 표시가 시작되고, HARMONICS 표시기가 점등됩니다.
- oFF: 고조파 측정 데이터의 표시가 멈추고, 일반 측정 데이터가 표시됩니다. HARMONICS 표시기가 소등됩니다.

### 표시 평선

디스플레이에 표시할 측정 평선을 선택합니다.

아래의 설명은 측정 차수의 상한값이 50차인 경우입니다. 상한값이 50차보다 작을 경우에는 그 상한값까지 연산해서 표시합니다.

#### 디스플레이 A

- 표시 평선 소등: 고조파 차수(1~50차)를 표시합니다.
- V: 전압의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시합니다. 아래의 디스플레이 C 와 동일합니다.
- A: 전류의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시합니다. 아래의 디스플레이 C 와 동일합니다.
- W: 유효전력의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시합니다. 아래의 디스플레이 C 와 동일합니다.

#### 디스플레이 B

- V: 디스플레이 A에 표시된 차수의 전압 측정값을 표시합니다.
- A: 디스플레이 A에 표시된 차수의 전류 측정값을 표시합니다.
- W: 디스플레이 A에 표시된 차수의 유효전력 측정값을 표시합니다.
- V%: 디스플레이 A에 표시된 차수의 전압 함유율을 표시합니다. 표시 범위는 표시 자릿수가 5자리일 때 0.000~99.999~100.00~999.99%입니다.
- A%: 디스플레이 A에 표시된 차수의 전류의 함유율을 표시합니다. 표시 범위는 표시 자릿수가 5자리일 때 0.000~99.999~100.00~999.99%입니다.
- W%: 디스플레이 A에 표시된 차수의 유효전력의 함유율을 표시합니다. 표시 범위는 표시 자릿수가 5자리일 때, 0.000~99.999~100.00~999.99%입니다.
- V °:
  - 디스플레이 A에 표시된 차수가 1차(기본파)인 경우  
1차 전압에 대한 1차 전류의 위상각을 표시합니다. 전류가 지상일 때는 G, 진상일 때는 d를 첫머리에 붙여서 표시합니다.
  - 디스플레이 A에 표시된 차수가 2~50차인 경우  
1차 전압에 대한 2~50차의 각 전압의 위상각을 표시합니다. 2~50차가 지상일 때만 수치 앞에 - 를 표시합니다. 표시 범위는 - 180.0~180.0°입니다.
- A °:
  - 디스플레이 A에 표시된 차수가 1차(기본파)인 경우  
V ° 와 동일합니다.
  - 디스플레이 A에 표시된 차수가 2~50차인 경우  
1차 전류에 대한 2~50차의 각 전류의 위상각을 표시합니다. 2~50차가 지상일 때만 수치 앞에 - 를 표시합니다. 표시 범위는 - 180.0~180.0°입니다.

## 디스플레이 C

- V: 전압의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시합니다.
- A: 전류의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시합니다.
- W: 유효전력의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시합니다.

### 연산식

$$V = \sqrt{\sum_{k=1}^n (U_k)^2}$$

$$A = \sqrt{\sum_{k=1}^n (I_k)^2}$$

$$W = \sum_{k=1}^n P_k$$

- $U_k, I_k, P_k$ : 전압, 전류 및 유효전력의 1~50차까지의 각 성분
- k: 측정 차수
- n: 측정 차수의 상한값, 이 값은 PLL 소스의 기본 주파수에 따라 다릅니다.

## 디스플레이 D

- V: 전압의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시합니다. 디스플레이 C 와 동일합니다.
- A: 전류의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시합니다. 디스플레이 C 와 동일합니다.
- W: 유효전력의 1~50차 성분까지의 전체 실효값(연산값)을 표시합니다. 디스플레이 C 와 동일합니다.
- PF: 기본파(1차)의 역률을 표시합니다.
- VHz: 전압의 주파수를 표시합니다.
- AHz: 전류의 주파수를 표시합니다.
- THD V%: 전압의 왜곡률을 표시합니다. 연산식은 두 가지 종류가 있으며, 설정에 관한 자세한 내용은 6.3절을 참조 바랍니다. 표시 범위는 0.000~99.999~100.00~999.99%입니다.
- THD A%: 전류의 왜곡률을 표시합니다. 연산식은 두 가지 종류가 있으며, 설정에 관한 자세한 내용은 6.3절을 참조 바랍니다. 표시 범위는 0.000~99.999~100.00~999.99%입니다.

### Note

- 디스플레이 A의 FUNCTION 키를 눌러 표시 평선을 V, A 또는 W로 하면, 디스플레이 A 에는 디스플레이 C 또는 D의 V, A 또는 W와 동일한 측정 항목이 표시됩니다.
- 이 절에서 기재하지 않은 최대 표시, 표시 범위, 단위, 단위의 접두 기호 등은 일반 측정과 동일합니다.

## 대상 엘리먼트(WT330만)

고조파 측정 데이터 표시하 입력 엘리먼트를 설정합니다. 기종에 따라 선택 가능한 엘리먼트의 종류가 다릅니다. 모델명을 확인한 후에 선택해 주십시오.

- 1/2/3: 엘리먼트 1/2/3의 측정 데이터를 표시합니다.

### Note

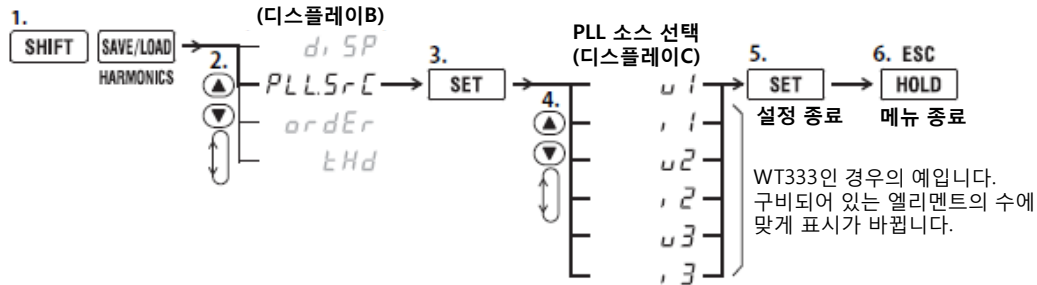
고조파 측정 데이터 표시가 ON으로 되어 있으면, ELEMENT 키를 눌러도 Σ에 엘리먼트 표시가 이동하지 않습니다.

## 6.3 PLL 소스, 측정 차수, 왜곡률의 연산식 설정하기

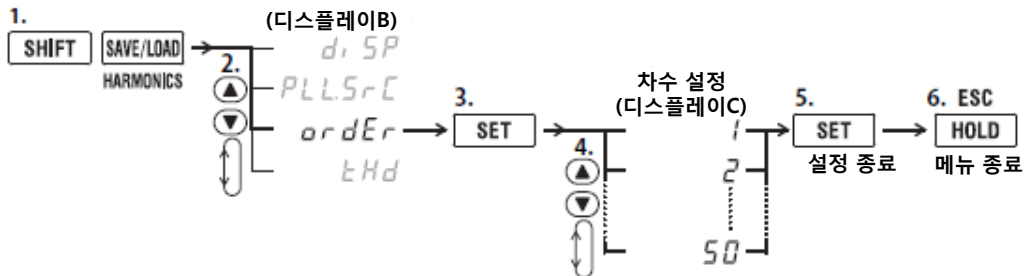
### 조 작

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

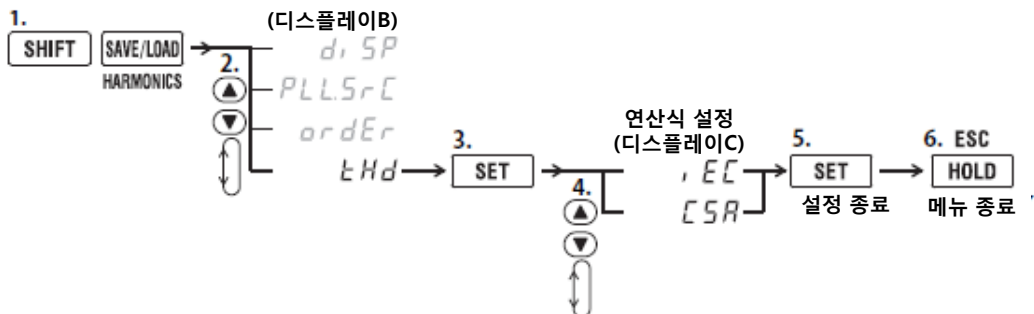
#### PLL 소스



#### 측정 차수



#### 왜곡률의 연산식



### 해 설

#### PLL 소스

고조파 측정의 측정 차수의 기준이 되는 기본주기를 결정하기 위한 신호를 PLL(Phase Locked Loop: 주파수 동기) 소스로 설정합니다. 초기 설정은 U1입니다. 반드시 고조파 측정을 할 대상 파형과 같은 주기의 신호를 설정해 주십시오. 왜곡 및 변동이 적은 입력 신호를 PLL 소스로 선택하는 편이 안정적으로 고조파를 측정할 수 있습니다.

- U1: 엘리먼트1의 전압을 PLL 소스로 할 때에 설정합니다.
- I1: 엘리먼트1의 전류를 PLL 소스로 할 때에 설정합니다.
- U2: 엘리먼트2의 전압을 PLL 소스로 할 때에 설정합니다. (WT333만)
- I2: 엘리먼트2의 전류를 PLL 소스로 할 때에 설정합니다. (WT333만)
- U3: 엘리먼트3의 전압을 PLL 소스로 할 때에 설정합니다. (WT332과 WT333)
- I3: 엘리먼트3의 전류를 PLL 소스로 할 때에 설정합니다. (WT332과 WT333)

**Note**

- 왜곡이 적은 입력 신호를 PLL 소스로 선택하면, 안정적으로 고조파를 측정할 수 있습니다. PLL 소스의 기본 주파수가 변동하거나 파형에 왜곡이 있어서 기본 주파수를 측정할 수 없는 경우에는 정확한 측정결과를 얻을 수 없습니다. 측정 대상이 스위칭 전원 등으로 전류 신호보다 전압 신호 쪽이 왜곡이 적은 경우에는 PLL 소스를 전압으로 설정할 것을 권장합니다.
- 기본 주파수가 200Hz 이하로 높은 주파수 성분을 포함하고 있는 경우에는 주파수 필터(컷오프 주파수500Hz)를 ON으로 할 것을 권장합니다.
- PLL 소스로 설정한 입력 신호의 진폭레벨이 레인지 정격값에 비해 작을 경우, PLL 동기가 되지 않는 경우가 있습니다. PLL 소스의 진폭레벨이 레인지 정격의 50% 이상(파고율을 "6"으로 설정했을 때는 100% 이상)이 되도록 측정 레인지를 설정해 주십시오.

**측정 차수**

측정 차수의 상한값은 2~50차으로 설정 가능하지만, 기본파(1차)의 주파수에 따라 측정 가능한 측정 차수의 상한값 범위가 다릅니다. 기본파의 주파수에 따라 연산할 차수의 상한값이 다르기 때문입니다. 초기 설정은 50입니다.

**예**

- 기본파의 주파수가 50Hz일 경우, 50차까지
- 기본파의 주파수가 1.2kHz일 경우, 4차까지

**Note**

- 상한값을 초과하는 차수를 설정하면 디스플레이 B에는 선(----)이 표시됩니다.
- 측정 차수의 상한값에 관한 자세한 내용스타트 가이드 IM WT310-02JA의 7.3절을 참조 바랍니다.

**왜곡률의 연산식**

왜곡률의 연산식을 다음 중에서 설정합니다. 초기 설정은 iEC입니다.

아래의 설명은 측정 차수의 상한값이 50차인 경우입니다. 상한값이 50차보다 작을 경우는 그 상한값까지의 차수에 대하여 연산합니다.

- iEC: 기본파(1차) 에 대한 2~50차 성분까지의 실효값의 비율을 연산합니다.
- CSA: 1~50차 성분까지의 실효값에 대한 2~50차 성분까지의 실효값의 비율을 연산합니다.

**연산식**

iEC일 때

$$\left[ \sqrt{\sum_{k=2}^n (C_k)^2} \right] / C_1 \times 100$$

CSA일 때

$$\left[ \sqrt{\sum_{k=2}^n (C_k)^2} \right] / \left[ \sqrt{\sum_{k=1}^n (C_k)^2} \right] \times 100$$

- C1: 기본파(1차) 성분
- Ck: 기본파 또는 고조파 성분
- k: 측정 차수
- n: 측정 차수의 상한값. 이 값은 PLL 소스의 기본 주파수에 따라 다릅니다.



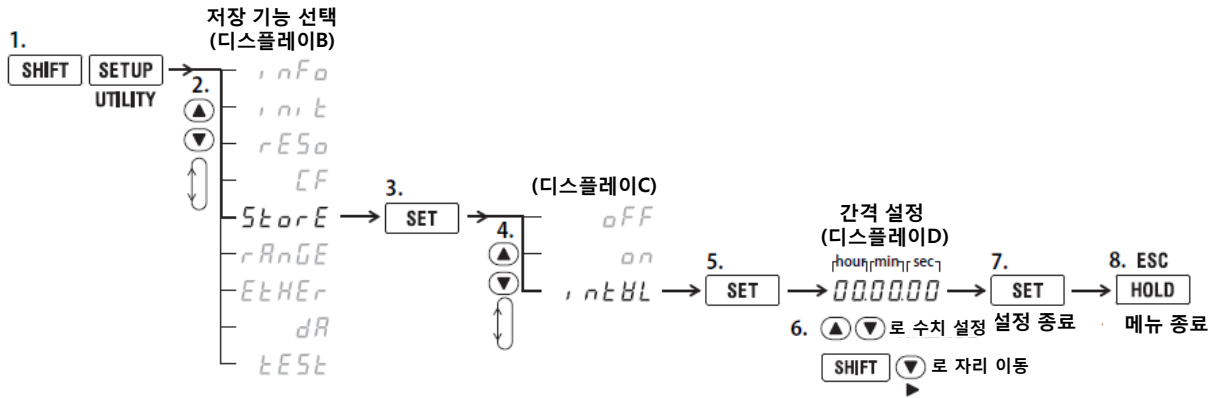
## 7.1 측정 데이터 저장하기

### 조 작

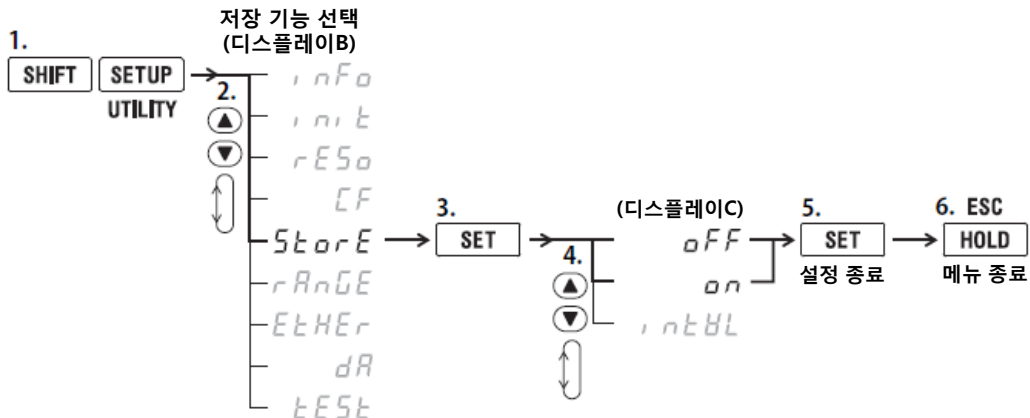


아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

### 측정 데이터의 저장 간격



### 측정 데이터의 저장 ON/OFF



### 해 설

### 측정 데이터의 저장

본 기기의 측정 데이터를 내장(내부) 메모리에 저장할 수 있습니다.

#### 저장할 항목

모든 측정 데이터, 연산 데이터, 적산 데이터, 주파수(전압/전류)를 저장합니다.

고조파 측정 옵션 탑재 기종으로, 고조파 데이터의 표시가 ON(6.2절 참조)인 경우에는 고조파 측정을 포함한 모든 측정 데이터, 연산 데이터, 적산 데이터, 주파수(전압/전류)를 저장합니다.

### 저장할 블록 수

한 번의 데이터 갱신주기에서 얻어지는 모든 데이터를 하나의 블록으로 저장합니다.

데이터 수는 장착되어 있는 입력 엘리먼트의 개수에 따라 다르므로, 제품에 따라 저장 가능한 블록 수가 달라집니다. 내장 메모리에 저장 가능한 데이터의 블록 수는 다음과 같습니다.

모델명	일반 측정 데이터만	일반 측정 데이터 + 고조파 측정 데이터 *
WT310, WT310HC	9000블록	700블록
WT332	4000블록	300블록
WT333	3000블록	200블록

\*고조파 측정 옵션 탑재 기종으로 고조파 데이터 표시가 ON인 경우

### 저장의 정지

다음의 경우 저장이 정지됩니다.

- 위의 모든 블록에 데이터를 저장했을 때
- 저장 중에 저장 ON/OFF 설정에서 OFF를 선택했을 때

#### Note

- 저장한 측정 데이터를 본 기기의 화면상으로 다시 불러올 수는 없습니다.
- 저장한 측정 데이터는 통신 기능을 이용해 PC로 송신하고, PC에서 확인할 수 있습니다. 자세한 내용은 통신 인터페이스 사용자 매뉴얼 IM WT310-17JA를 참조 바랍니다.

### 저장 간격

저장을 반복할 시간 간격을 설정합니다. 초기 설정은 00.00.00입니다.

- 설정 범위: 00.00.00(00시간 00분 00초)~99.59.59(99시간 59분 59초)
- 00.00.00의 경우에는 설정되어 있는 데이터 갱신주기가 저장 간격이 됩니다.

### 저장의 ON/OFF

저장 간격을 설정한 후, 저장의 ON/OFF를 선택합니다. 초기 설정은 OFF입니다.

- on: 저장이 시작되고, STORE 표시기가 저장하는 타이밍에 깜빡거립니다.
- OFF: 저장이 정지되고, STORE 표시기의 점멸이 정지됩니다.

#### Note

- 저장을 정지한 후, 다시 저장을 시작하면 메모리에 데이터를 덮어 씁니다. 이전 데이터는 지워집니다.
- 아래 조작을 하면, 저장한 데이터는 지워집니다.
  - 전원 OFF로 하기.
  - 설정 초기화하기(5.2절).
  - 설정 정보 읽어오기(7.2절).
- 기본 주파수가 높아 50차까지 고조파 측정값이 없을 때는 데이터 없음 표시 데이터를 저장합니다.
- 저장중에는 측정 레인지를 제외한 각종 측정 조건을 변경 할 수 없습니다.
- 저장중에 HOLD 키를 눌러 표시를 홀딩시키면 측정 동작과 저장 간격 시간 카운트 동작이 홀딩(일시정지)되고, 저장 동작 자체도 홀딩됩니다. 단, 적산중에는 내부적으로 측정과 적산 처리가 계속됩니다.
- MAX 홀딩 기능(4.6절 참조)이 동작하고 있는 동안의 U(전압), I(전류), P(유효전력), S(피상전력), Q(무효전력), U+pk, U-pk(전압 피크), I+pk, I-pk(전류 피크), P+pk, P-pk(전력 피크)의 표시값은 보관 중인 최대값(MAX값)이 됩니다. D/A 출력, 통신출력 등의 값도 보관 중인 최대값(MAX값)이 됩니다. 저장되는 측정 데이터도 보관 중인 최대값(MAX값)이 됩니다.

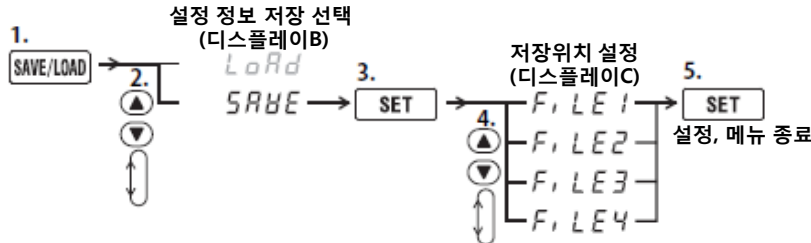
## 7.2 설정 정보 저장하기 / 읽어오기

### 조 작

WTViewerFreePlus

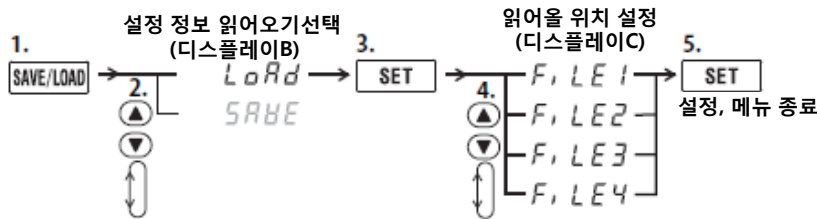
아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

### 설정 정보 저장



미리 설정 정보를 저장해 둔 파일을 선택하면, 디스플레이D에 "SAVEd"가 표시됩니다. 저장하지 않은 파일을 설정하면, 디스플레이D에 "FrEE"가 표시됩니다.

### 설정 정보 읽어오기



미리 설정 정보를 저장해 둔 파일을 선택하면, 디스플레이D에 "SAVEd"가 표시됩니다. 저장하지 않은 파일을 설정하면, 디스플레이D에 "FrEE"가 표시됩니다.

### 해 설

### 설정 정보 저장

본 기기의 설정 정보를 4개, 내장(내부) 메모리에 저장할 수 있습니다. FILE1/FILE2/FILE3/FILE4의 4개의 파일에서 저장위치를 선택하고, 현재 설정되어 있는 아래와 같은 설정 정보를 저장합니다.

측정 레인지, 측정 모드, 동기 소스, 스케일링의 설정, 평균화 설정, 입력 필터 설정, MAX 홀딩 ON/OFF, 연산 설정, 표시 자릿수, 데이터 갱신주기, 파고율, 적산의 설정, 고조파 설정, 저장 설정, 통신 설정 등.

#### Note

- 일단 저장한 파일에 대해서는 디스플레이 D에 SAVEd 표시를 합니다. 그대로 SET 키를 누르면, 이전 설정 정보는 사라지고, 새로운 설정 정보가 저장됩니다.
- 측정 데이터의 내장 메모리와는 별도의 내장 메모리에 저장됩니다.
- 저장한 설정 정보는 리튬전지로 보관됩니다. 리튬전지의 수명에 대해서는 스타트 가이드 IM WT310-02JA의 5.3절을 참조 바랍니다.

### 설정 정보 읽어오기

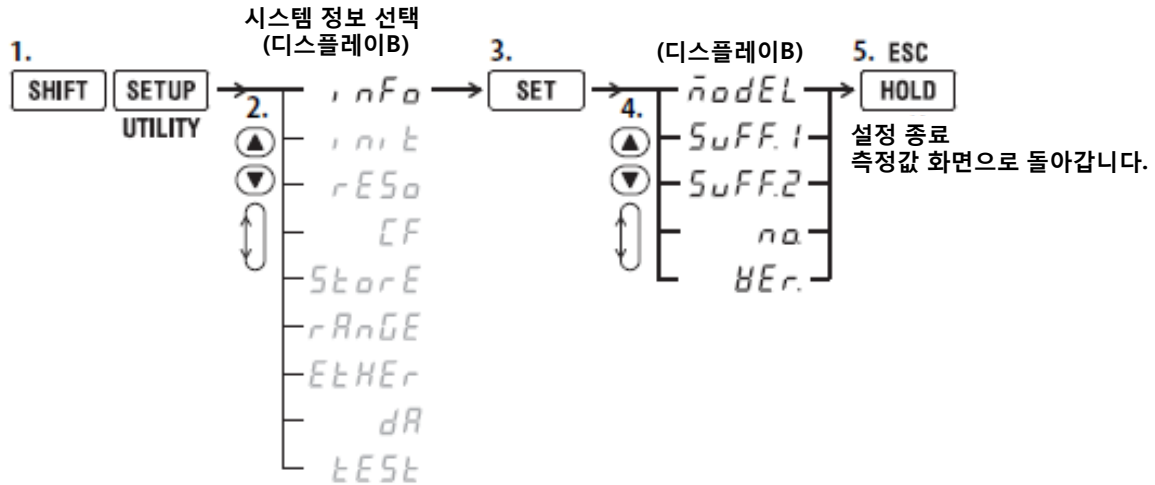
저장해 둔 설정 정보를 읽어 와서 설정을 복원할 수 있습니다. 저장되어 있는 설정 정보에 따라 본 기기에 대한 각종 설정을 합니다. 설정 후 측정을 시작합니다.

## 8.1 시스템 상태 확인하기

### 조 작



아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.



### 해 설

#### 시스템 정보

본 기기에 관한 다음 정보를 표시합니다.

항목	의미
Model	모델명
Suff.1	사양 코드(Suffix)
Suff.2	사양 코드(Suffix)의 계속
No.	계기 번호
Ver.	펌웨어의 버전

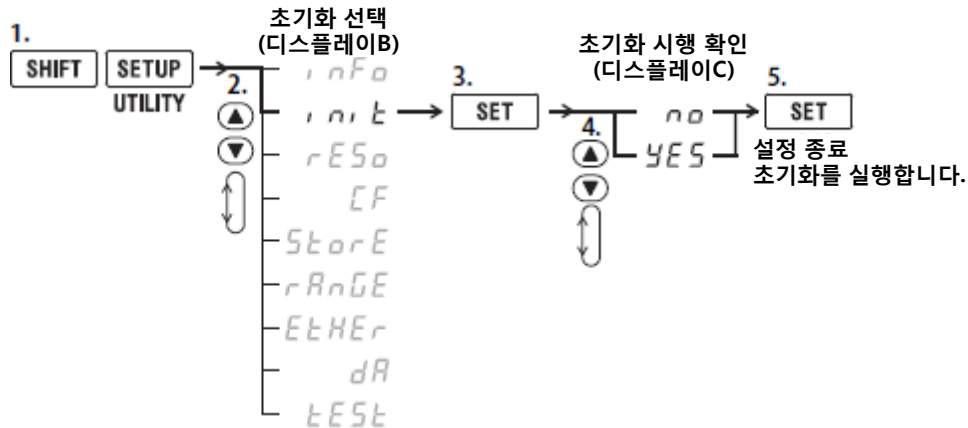
모델명, 사양 코드에 대한 자세한 내용은 스타트 가이드 IM WT310-02JA의 ii 페이지를 참조 바랍니다.

## 8.2 설정 초기화(Initialization) 하기

### 조 작

WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.



### 해 설

#### 설정 정보의 초기화

설정 정보를, 공장 출하 시의 초기 설정 상태로 복원할 수 있습니다. 그때까지의 설정을 지우고 싶거나, 처음부터 다시 측정하고자 하는 경우 등에 편리합니다. 초기 설정은 다음과 같습니다.

항목	초기 설정
디스플레이A	표시 평선: V, 엘리먼트: 1
디스플레이 B	표시 평선: A, 엘리먼트: 1
디스플레이 C	표시 평선: W, 엘리먼트: 1
디스플레이 D	표시 평선: PF, 엘리먼트: 1
표시 자릿수	Hi(5자리)
데이터 갱신주기	0.25s
라인 필터	OFF
주파수 필터	OFF
측정동기 소스	WT310, WT310HC : VoLt(전압) WT330 : Curr(전류)
측정 레인지	오토 레인지
측정 레인지 스킵	OFF
측정 모드	RMS
결선방식(WT330만)	1P3W
홀딩	OFF
MAX 홀딩	OFF
스케일링	V: 1.000, C: 1.000, F: 1.000 스케일링 ON/OFF: OFF
외부 센서스케일링 정수	10.00
평균화	평균화 방식: Lin(이동 평균), 평균화 계수: 8 평균화 ON/OFF: OFF
파고율	3
MATH 연산식	WT310/WT310HC: 전압의 파고율 WT330: 효율
주파수	엘리먼트1의 전압 주파수와 전류 주파수
적산	리셋 상태, 적산 모드: 매뉴얼 적산 모드 적산 타이머 설정시간: 0시간 00분 00초
고조파 측정(옵션)	PLL 소스: U1, 고조파 왜곡률 연산식: iEC, 최대 측정 차수: 50 고조파 측정 데이터 표시 ON/OFF: OFF
저장	간격: 0시간 00분 00초, 저장 ON/OFF: OFF
D/A 출력(옵션)	출력 항목: 일반 측정 디폴트 설정, 적산 정격시간: 1시간 00분 00초

항목	초기 설정
GP-IB	주소: 1
RS-232	핸드셰이크방식: 0, 데이터 포맷: 0, 보율: 9600, 터미네이터: Cr+Lf
이더넷(옵션)	DHCP: ON DHCP 가 OFF인 경우 IP 주소: 192.168.0.100 서브넷 마스크: 255.255.255.0 디폴트 게이트웨이: 192.168.0.1
명령어 모드	WT300

### 출하 시의 설정으로 초기화할 수 없는 항목

- 통신(GP-IB, RS-232, 이더넷, 명령어 모드) 관련 설정

### 데이터에 대하여

- 저장해둔 측정 데이터를 초기화하면, 저장했던 측정 데이터를 잃게 되므로, 주의해 주십시오.
- 설정 정보 내장 메모리에 저장한 설정 정보는 초기화해도 유지됩니다.

#### Note

설정을 초기값으로 해도 되는지 여부를 확인한 후에 초기화를 실행해 주십시오. 초기화를 실행하면 원래대로 되돌릴 수 없습니다. 초기화 실행 전에 설정 정보를 저장(7.2절 참조)해 둘 것을 권장합니다.

### 통신 명령어로 초기화하기

통신 명령어(\*RST 명령어)로 설정 정보를 초기화하는 경우에도 위의 UTILITY 키로 초기화하는 경우와 동일합니다.

### 전원 ON일 때에 초기화하기

SET 키를 누르면서 전원 스위치를 ON으로 하면, 초기 설정 상태에서 본 기기가 기동됩니다. 모든 LED의 깜빡임이 멈출 때까지 (스타트 가이드 IM WT310-02JA의 2-8 페이지에 기재되어 있는 "오프닝 메시지"의 ②까지) SET 키를 계속 누르고 있어 주십시오. 통신 설정 정보 및 내장 메모리에 저장한 설정 정보도 포함해 모든 설정 정보가 위의 설정값대로 초기화됩니다. 이때 초기화되었음을 나타내는 메시지 "CodE.3"이 표시되지만, 고장은 아닙니다.

---

## 8.3 Zero 레벨 보정하기

### 조 작

WTViewerFreePlus 

SHIFT + SET(CAL) 키를 누릅니다. Zero 레벨 보정이 실행됩니다.



### 해 설

#### Zero 레벨 보정

본 기기의 사양(스타트 가이드 IM WT310-02JA의 7장 참조)을 만족시키기 위해 본 기기의 내부회로에서 입력 신호 Zero 상태를 만들고, 그때의 레벨을 Zero 레벨로 하는 기능입니다. 측정 레인지를 변경했을 때에도 자동으로 Zero 레벨이 보정이 이뤄집니다.

#### Note -----

- 정확도 높은 측정을 위해서는 30분 이상 워밍업한 후에 Zero 레벨 보정을 해서 측정할 것을 권장합니다. 또한, 주위 온도가 사양 범위 내(스타트 가이드 IM WT310-02JA의 7장 참조)에서 안정되어 있을 필요도 있습니다.
- 장시간, 측정 레인지를 변경하지 않을 때에는 본 기기 주위의 환경 변화로 인해 Zero 레벨이 변해 있는 경우가 있습니다. 이런 경우 Zero 레벨 보정을 할 것을 권장합니다.

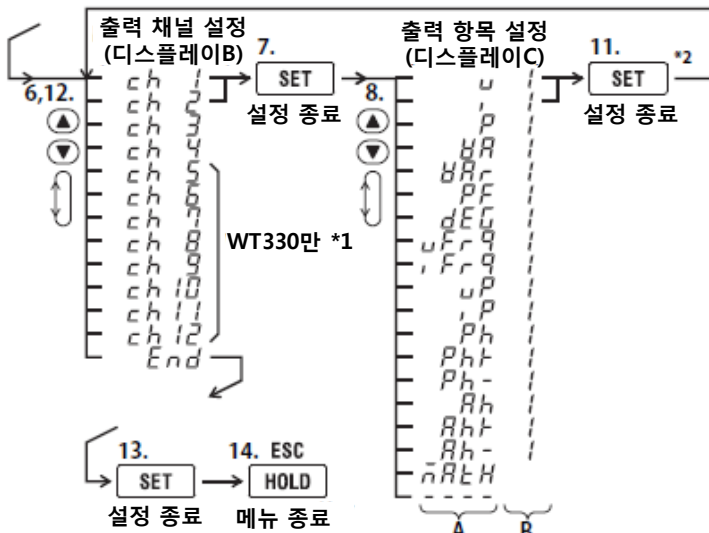
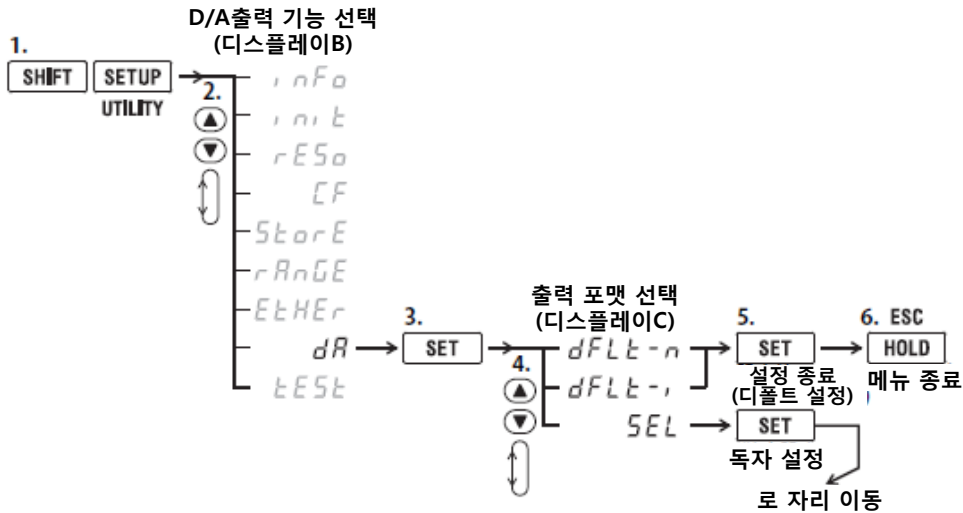
## 8.4 D/A 출력 설정하기(옵션)

### 조 작

WTViewerFreePlus

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

### D/A 출력 포맷



8. ▼▲로 A영역(출력 평선)을 설정

WT330의 경우, 다음 조작 9와 10으로 엘리먼트를 설정

9. SHIFT ▼로 B영역으로 이동

10. ▼▲로 엘리먼트를 설정(\*3 nRtH 는 불가)

\*1 채널 수는 옵션사양에 따라 다릅니다.

- WT310/WT310HC의 /DA 4: 4 채널
- WT330의 /DA12: 12 채널

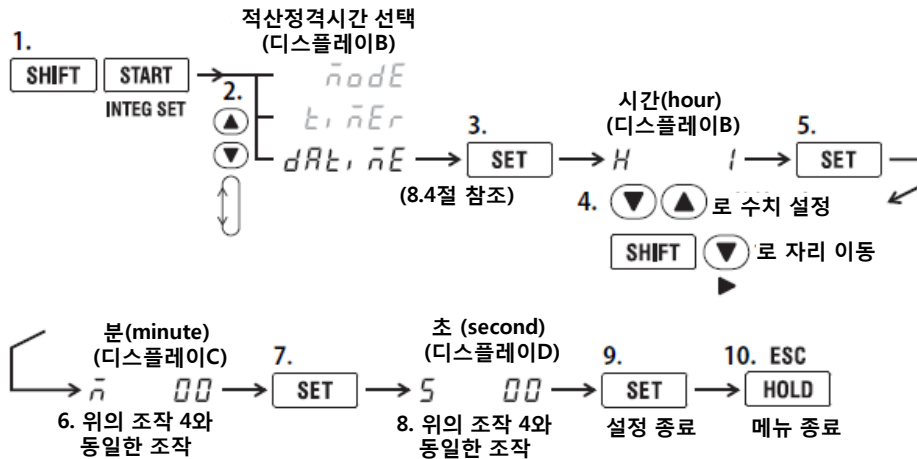
\*2 조작 11. 에서 SET 키를 누르면, 디스플레이 B에 표시되어 있는 출력 채널이 다음 채널로 바뀝니다.

예를 들어, "ch1" → "ch2"처럼 바뀝니다.

\*3 기종에 따라 선택 가능한 숫자(엘리먼트 번호)가 다릅니다. 자세한 내용은 해설을 참조 바랍니다.



### 적산 정격 시간



### 해설

### D/A 출력

전압, 전류, 유효전력, 피상전력, 무효전력, 역률, 위상각, 주파수, 전압 피크, 전류 피크 및 적산값을, ± 5VFS의 직류 아날로그 전압으로 출력합니다.

### 채널 수

채널 수는 옵션사양에 따라 다릅니다.

- WT310/WT310HC의 /DA 4: 4 채널
- WT330의 /DA12: 12 채널

### 출력 포맷

미리 설정해 둔 출력 포맷을 선택하거나 독자적으로 포맷을 설정할 수 있습니다.

### 디폴트 설정 사용하기

미리 설정한(디폴트) 항목을 출력할 때에 선택합니다.

#### 디폴트 일반 측정값: dFLt-n

일반 측정값을 출력할 때에 선택합니다. 출력 설정은 다음과 같습니다.

	사양 코드	/DA4		/DA12	
		제품명	WT310	WT330	
		WT310HC	WT332	WT333	
출력 채널	ch1	U1	U1	U1	
	ch2	I1	-	U2	
	ch3	P1	U3	U3	
	ch4	fU	U Σ	U Σ	
	ch5	*1	I1	I1	
	ch6		-	I2	
	ch7		I3	I3	
	ch8		I Σ	I Σ	
	ch9		P1	P1	
	ch10		-	P2	
	ch11		P3	P3	
	ch12		P Σ	P Σ	

\*1 이 채널은 설정할 수 없습니다.

\*2 숫자는 입력 엘리먼트 1, 2, 3을 의미합니다.

**디폴트 적산값: dFLt-**

적산값을 출력할 때에 선택합니다. 출력 설정은 다음과 같습니다.

	사양 코드 제품명	/DA4		/DA12	
		WT310 WT310HC	WT330 WT332	WT333	
출력 채널	ch1	P1	P1	P1	
	ch2	WP1	-	P2	
	ch3	q1	P3	P3	
	ch4	fU	P Σ	P Σ	
	ch5	*1	WP1	WP1	
	ch6		-	WP2	
	ch7		WP3	WP3	
	ch8		WP Σ	WP Σ	
	ch9		q1	q1	
	ch10		-	q2	
	ch11		q3	q3	
	ch12		q Σ	q Σ	

\*1 이 채널은 설정할 수 없습니다.

\*2 숫자는 입력 엘리먼트 1, 2, 3을 의미합니다.

**출력 포맷을 독자적으로 설정하기**

출력 채널별로 출력 항목(출력 평선과 엘리먼트)를 설정할 수 있습니다.

**출력 평선(조작 설명에서 조작 8의 A 영역)**

다음 중에서 설정합니다.

u(전압 U), i(전류 I), P(유효전력 P), VA(피상전력 S),

VAr(무효전력 Q), PF(역률λ), dEG(위상각Φ),

uFrq(전압 주파수 fU), iFrq(전류 주파수 fi),

uP(전압 피크값 Upk), iP(전류 피크값 Ipk),

Ph(전력량 - 총합 Wp), Ph + (정방향 전력량 Wp+), Ph - (역방향 전력량 Wp-),

Ah(전류량 - 총합 q), Ah + (정방향 전류량 \*q+), Ah - (역방향 전류량 \*q-), MATH(연산),

- - - - (D/A 출력 0V: 다음 페이지의 엘리먼트 설정은 없습니다.)

\* 전류량의 정방향/역방향에 관한 자세한 내용은 5.1절의 "적산값의 표시 평선"을 참조 바랍니다.

**엘리먼트(조작 설명에서 조작 10의 B 영역)**

제품명	엘리먼트	
WT310, WT310HC	1	
WT330	WT332	1, 3, 4
	WT333	1, 2, 3, 4

엘리먼트 번호 4는 Σ를 나타냅니다.

### 적산 정격 시간

적산값을 D/A 출력할 경우, 정격값(측정 레인지와 동일한 값)이 계속해서 입력되고, 설정한 시간만큼 경과했을 때의 적산값을 100%로 하여 그때의 D/A 출력을 5V로합니다.

초기 설정은 1.00.00(1시간 00분 00초)입니다.

- 설정 범위: 0.00.00(00시간 00분 00초)~10000.00.00(10000시간 00분 00초) 적산 정격 시간을 0.00.00로 설정하면, D/A 출력값은 0V이 됩니다.

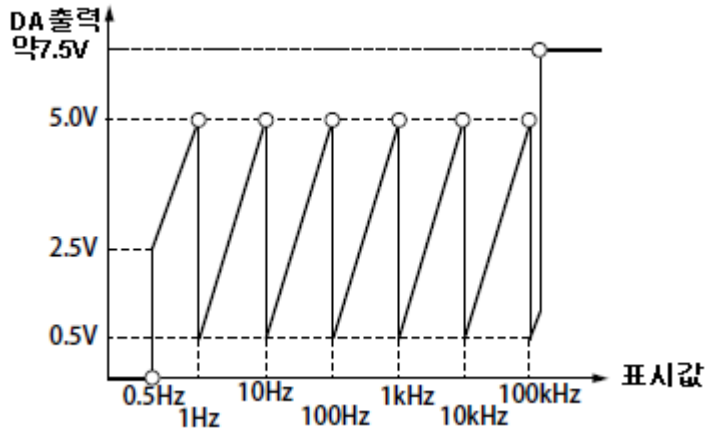
적산값의 D/A 출력 측정값과 전압의 관계에 대해서는 "출력 항목과 D/A 출력 전압의 관계"를 참조 바랍니다.

#### **Note** -----

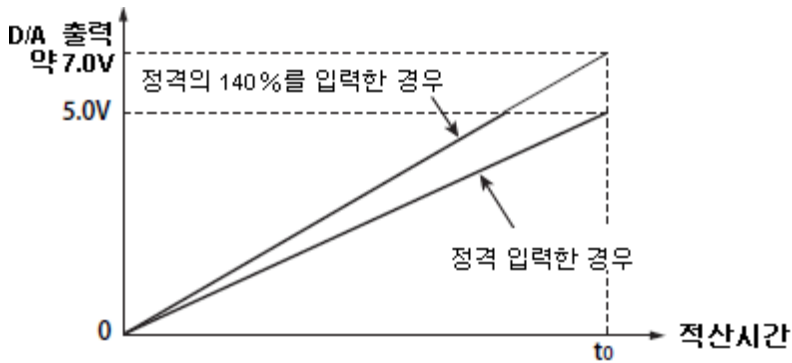
- MAX 홀딩 기능(4.6절 참조)이 동작하고 있는 경우, 아래의 표시값은 보관중인 최대값(MAX값)이 됩니다.  
D/A 출력 값도 보관중이 최대값(MAX값) 이 됩니다.  
전압, 전류, 유효전력, 피상전력, 무효전력, 전압 피크, 전류 피크
- 전압, 전류 및 전력의 레인지 정격이 입력되었을 때를 100%(5V)로 해서, 각 출력 항목의 D/A 출력을 합니다.
- 전압, 전류 또는 전력에 VT비, CT비, 전력계수 등의 스케일링 계수가 설정되어 있고 스케일링이 ON으로 되어 있는 경우, 스케일링 후의 값이 스케일링된 정격값(측정 레인지×스케일링 계수)인 때를 100%(5V)로 해서 D/A 출력을 합니다.
- 스케일링 정수가 각 엘리먼트별로 다른 경우에 엘리먼트에 Σ를 설정한 경우에도, 각 엘리먼트에 스케일링된 정격값이 입력된 때를 100%(5V)로 해서 D/A 출력을 합니다.
- MATH(연산)을 D/A 출력으로 설정한 경우, 아래의 평선 외에는 0V를 D/A 출력합니다.  
효율, 적산 동작 중의 평균 유효전력

## 출력 항목과 D/A 출력 전압의 관계

### 주파수

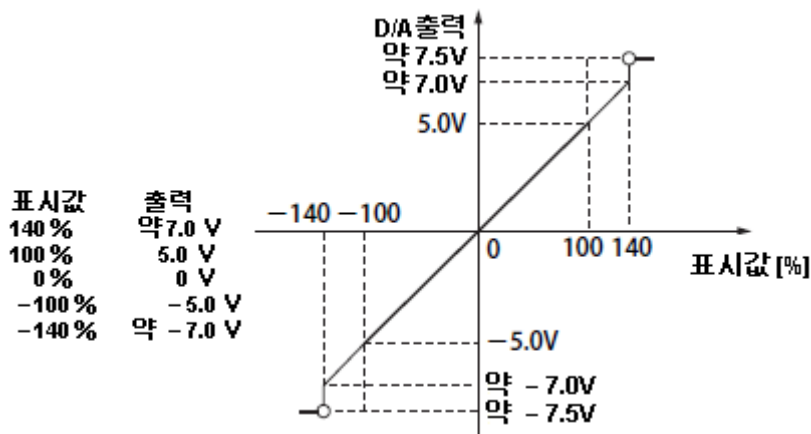


### 적산값



t0: 적산 정격 시간

### 그 외의 항목



- $\lambda$ ,  $\Phi$ 인 경우, +5~+7V와 -5~-7V의 범위는 출력하지 않습니다. 오류 발생 시에는 약  $\pm 7.5V$ 를 출력합니다.
- MATH 설정이 효율일 경우, 100%를 +5V로 출력합니다.
- Upk, Ipk는 레인지 정격의 3배(파고율 "6"일 때는 6배)일 때,  $\pm 5V$ 를 출력합니다.
- 출력 평선으로 "----"가 선택되어 있는 경우, 또는 수치 데이터가 없을 경우에는 0V를 출력합니다.

---

## 8.5 키 프로텍트 하기

### 조 작

#### 키 프로텍트

**SHIFT + INTERFACE**(KEY PROTECT) 키를 누릅니다. KEY PROTECT 표시기가 점등되고, 전원 스위치와 키 프로텍트 OFF 외의 조작 키로는 설정 조작을 할 수 없게 됩니다.



#### 키 프로텍트 해제

키 프로텍트상태일 때, **SHIFT + INTERFACE**(KEY PROTECT) 키를 누릅니다. KEY PROTECT 표시기가 소등되고, 모든 조작 키로 설정 조작을 할 수 있게 됩니다.



### 해 설

#### 키 프로텍트

프론트 패널의 조작 키에 의한 설정 조작을 무효화(키 프로텍트)시킬 수 있습니다. 단, 키 프로텍트 중이라도 아래의 스위치 및 키의 조작은 유효합니다.

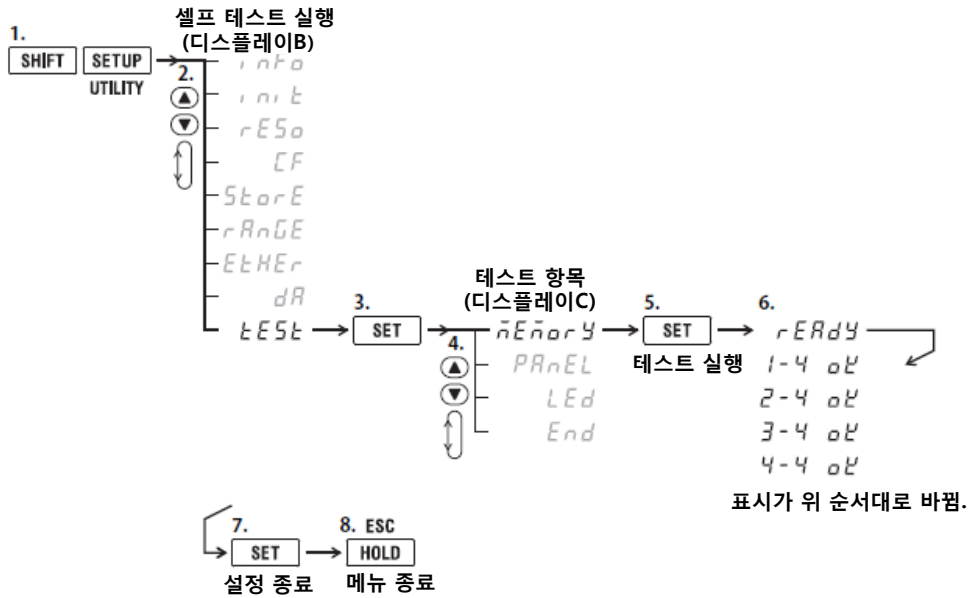
- 전원 스위치의 ON/OFF
- 키 프로텍트 OFF의 조작

## 8.6 자가진단(셀프 테스트) 하기

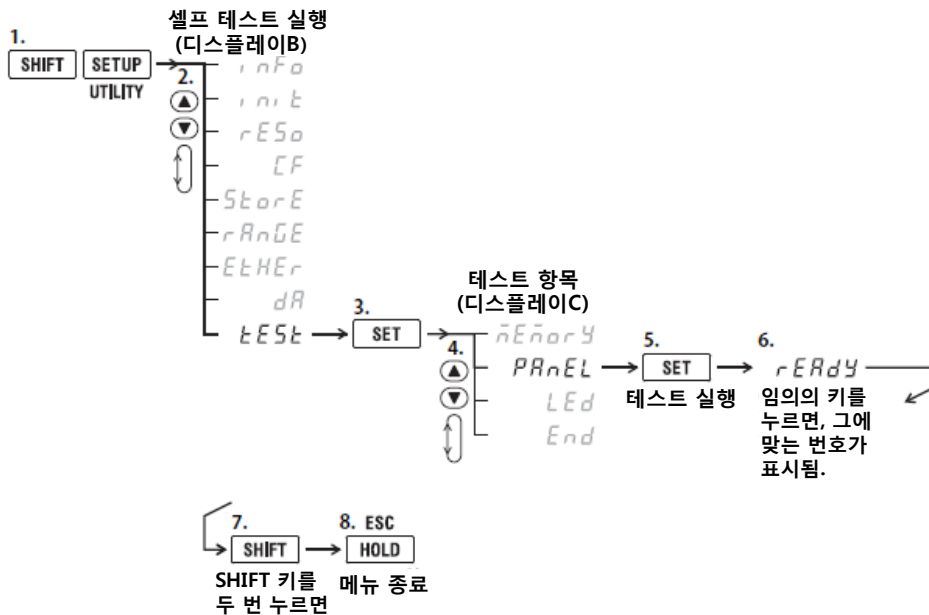
### 조 작

아래 메뉴의 굵은 선을 따라 조작해 주십시오.

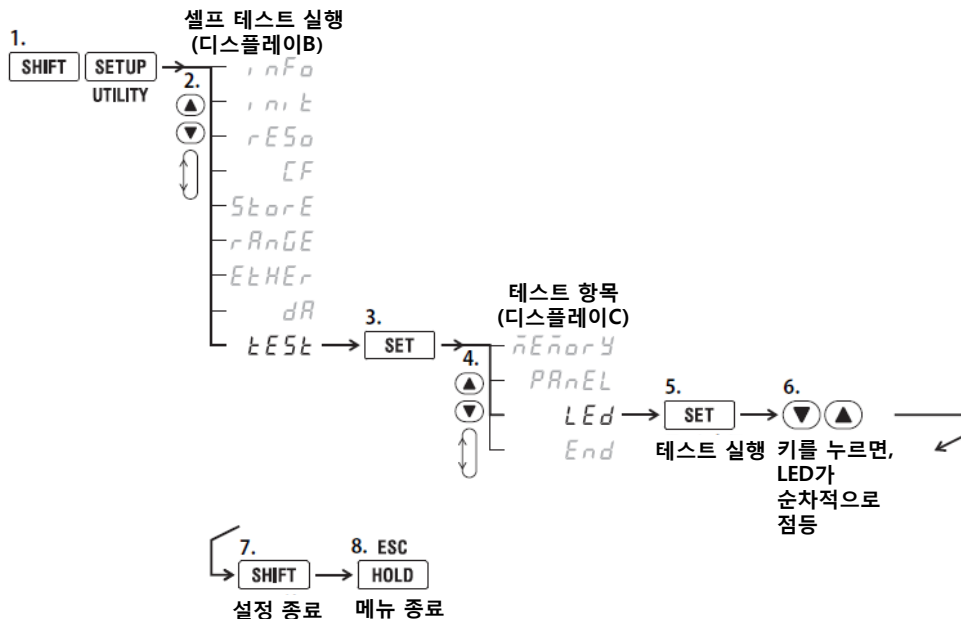
#### 메모리 테스트



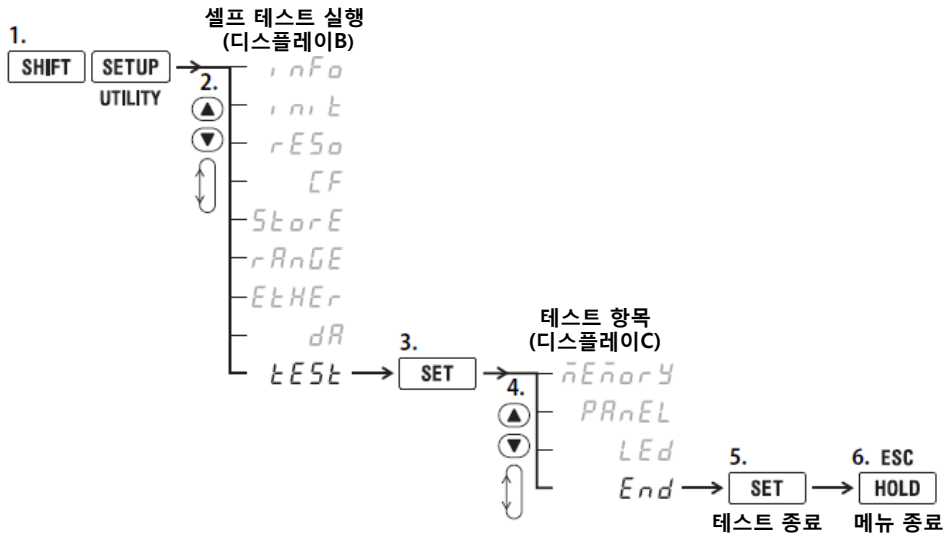
#### 패널 키 테스트



## LED 테스트



## 테스트 종료



**해설****셀프 테스트(Selftest)**

메모리, 키, LED가 정상적으로 작동하고 있는지 테스트할 수 있습니다.

**메모리 테스트(MEMorY)**

내부 메모리가 정상인지 테스트합니다. 다음 순서대로 메시지가 표시되면 정상입니다.

- rEAdy
- 1-4 oK
- 2-4 oK
- 3-4 oK
- 4-4 oK

**패널 키 테스트(PAnEL)**

- 프론트 패널의 조작 키가 정상인지 테스트합니다. 누른 키와 대응하는 번호가 표시되면 정상입니다.
- 키 테스트에서 빠져 나오려면 SHIFT 키를 두 번 연속해서 누릅니다.

**LED 테스트(LEd)**

- 프론트 패널 표시기가 정상인지 테스트합니다. ▲▼키를 눌러서 프론트 패널의 LED가 순차적으로, 점등 또는 소등되면 정상입니다.
- LED 테스트에서 빠져 나오려면 SHIFT 키를 누릅니다.

**셀프 테스트 종료(End)**

셀프 테스트를 종료합니다.

**셀프 테스트에 오류가 발생한 경우**

메모리 테스트를 여러 번 실행해도 메모리 오류가 발생하거나, 패널 키 테스트 및 LED 테스트를 해도 정상적으로 기능하지 않는 경우에는 구입처로 연락 바랍니다.



# 부록 1 측정 평선의 기호와 산출법

## 일반 측정의 측정 평선

(표 1/2)

측정 평선	산출법, 연산식		
	식 안에서 사용하는 기호에 대해서는 다음 페이지의 Note를 참조 바랍니다.		
전압 U [V] 실제 실효값 Urms 평균값 정류 실효값 교정 Umn 단순평균 Udc	Urms $\sqrt{\text{AVG}[u(n)^2]}$	Umn $\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \text{AVG}[ u(n) ]$	Udc AVG[u(n)]
전류 I [A] 실제 실효값 Irms 단순평균 Idc	Irms $\sqrt{\text{AVG}[i(n)^2]}$	/	Idc AVG[i(n)]
유효전력 P [W]	AVG[u(n) • i(n) ]		
피상전력 S [VA]	Urms • Irms, Umn • Irms, Udc • Idc 중에서 선택		
무효전력Q[var]	$s \cdot \sqrt{S^2 - P^2}$ S는 진상(LEAD)일 때 -1, 지상(LAG)일 때 1		
역률 λ	$\frac{P}{S}$		
위상차 φ [°]	$\cos^{-1} \left( \frac{P}{S} \right)$ 위상각은 진행(D)/지연(G) 표시		
전압의 주파수 fU(FreqU) [Hz] 전류의 주파수 fI(FreqI) [Hz]	전압의 주파수(fU)와 전류의 주파수(fI)는 제로 크로싱 검출로 측정. WT 본체의 디스플레이D에 설정되어 있는 요소의 fU와 fI, 두 가지를 측정.		
전압의 최대값 U+pk[V]	데이터 갱신별 u(n)의 최대값		
전압의 최소값 U-pk[V]	데이터 갱신별 u(n)의 최소값		
전류의 최대값 I+pk[A]	데이터 갱신별 i(n)의 최대값		
전류의 최소값 I-pk[A]	데이터 갱신별 i(n)의 최소값		
전력의 최대값 P+pk[W]	데이터 갱신별 u(n) • i(n)의 최대값		
전력의 최소값 P-pk[W]	데이터 갱신별 u(n) • i(n)의 최소값		
전압의 파고율 CfU 전류의 파고율 CfI	전압의 파고율 CfU = $\frac{Upk}{Urms}$ Upk =  U+pk  또는  U-pk  중 큰 쪽	전류의 파고율 CfI = $\frac{Ipk}{Irms}$ Ipk =  I+pk  또는  I-pk  중 큰 쪽	

(다음 페이지에 계속)

측정 평선		산출법, 연산식				
		식 안에서 사용하는 기호에 대해서는 다음 페이지의 Note를 참조 바랍니다.				
적산	적산시간 [h:m:s]	Time	적산을 시작해서 멈추기까지의 경과시간			
	전력량 [Wh]	WP WP+ WP-	$\left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \{u(n) \cdot i(n)\} \right] \cdot \text{Time}$ N은 적산시간의 샘플링 횟수, Time의 단위는 h WP은 정방향/역방향 양방향 전력량의 합입니다. WP+는 위 식의 $u(n) \cdot i(n)$ 의 값이 정(+)일 때만 가산한 것입니다. WP-는 위 식의 $u(n) \cdot i(n)$ 의 값이 부(-)일 때만 가산한 것입니다.			
	전류량 [Ah]	ms	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i(n) \cdot \text{Time}$ I(n)은 n번째 전류 측정값 N은 데이터 갱신횟수 Time의 단위는 h			
	q q+ q-	dc	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i(n) \cdot \text{Time}$ i(n)은 n번째 전류 신호의 샘플링 데이터 N은 데이터샘플링 횟수 Time의 단위는 h q는 i(n)의 정방향/역방향 양방향 전류량의 합입니다. q+는 위 식의 i(n)가 정(+)일 때만 가산한 것입니다. q-는 위 식의 i(n)가 부(-)일 때만 가산한 것입니다.			
Σ 평선	결선방식	단상 3선식 1P3W	3상 3선식 3P3W	3전압 3전류 측정 3V3A	3상 4선식 3P4W	
	UΣ [V]	(U1 + U3) / 2			(U1 + U2 + U3) / 3	
	IΣ [A]	(I1 + I3) / 2			(I1 + I2 + I3) / 3	
	PΣ [W]	P1 + P3			P1 + P2 + P3	
	SΣ [VA]	S1 + S3	$\frac{\sqrt{3}}{2}(S1 + S3)$	$\frac{\sqrt{3}}{3}(S1 + S2 + S3)$	S1 + S2 + S3	
	QΣ [var]	Q1 + Q3			Q1 + Q2 + Q3	
	WPΣ [Wh]	WPΣ	WP1 + WP3			WP1 + WP2 + WP3
		WP+Σ	WP+1 + WP+3			WP+1 + WP+2 + WP+3
		WP-Σ	WP-1 + WP-3			WP-1 + WP-2 + WP-3
	qΣ [Ah]	qΣ	q1 + q3			q1 + q2 + q3
q+Σ		q+1 + q+3			q+1 + q+2 + q+3	
q-Σ		q-1 + q-3			q-1 + q-2 + q-3	
λΣ	$\frac{P\Sigma}{S\Sigma}$					
ΦΣ [°]	$\cos^{-1}\left(\frac{P\Sigma}{S\Sigma}\right)$					

**Note** -----

- u(n) 는 전압 순시값을 나타냅니다.
- i(n) 는 전류 순시값을 나타냅니다.
- n은 동기 소스 설정에 따른 측정구간의 n 번째를 나타냅니다.
- AVG[ ] 는 [ ] 내의 동기 소스 설정에 따른 측정기간의 단순평균을 나타냅니다.
- PΣ 은 결선 유닛 Σ의 유효전력을 나타냅니다. 또한 결선 유닛Σ에 어떤 입력 엘리먼트가 할당되는지는 본 기기에 장착되어 있는 입력 엘리먼트의 수와, 선택한 결선방식의 패턴에 의해 결정됩니다.
- UΣ, IΣ, PΣ, SΣ, QΣ, WPΣ, qΣ 연산식 안의 숫자 1과 2와 3은 입력 엘리먼트 1과 2와 3이 표 안의 결선방식으로 설정된 경우를 나타냅니다.
- 본 기기의 S, Q, λ, Φ은 전압, 전류, 유효전력의 측정값으로부터 연산을 통해 구합니다. 따라서, 왜형파 입력인 경우, 측정원리가 다른 별도의 측정기와 차이가 발생하는 경우가 있습니다.

- Q 연산에서 전류가 전압에 대해 진상일 때 Q의 값은 부의 값(-)으로 표시되고, 전류가 전압에 대해 지상일 때 Q의 값은 정의 값(+)으로 표시됩니다. QΣ 은 각 엘리먼트의 Q로부터 부호있는 것으로 연산되므로 부(-)가 되는 경우가 있습니다.

## 고조파 측정(옵션)의 측정 평선

(표 1/2)

측정 평선	산출법, 연산식		
	고조파의 차수		전체 성분의 실효값(Total값)
	1(기본파)	2 ~ max (고조파)	
전압 U ( ) [V]	$U(k) = \sqrt{U_r(k)^2 + U_j(k)^2}$		$U = \sqrt{\sum_{k=1}^{\max} U(k)^2}$
전류 I ( ) [A]	$I(k) = \sqrt{I_r(k)^2 + I_j(k)^2}$		$I = \sqrt{\sum_{k=1}^{\max} I(k)^2}$
유효전력 P ( ) [W]	$P(k) = U_r(k) \cdot I_r(k) + U_j(k) \cdot I_j(k)$		$P = \sum_{k=1}^{\max} P(k)$
역률 λ ( )	$\lambda(1) = \frac{P(1)}{S(1)}$	—	—
위상차 ΦU ( ) [°]	U(1)에 대한 I(1)의 위상차	ΦU(k) = U(1)에 대한 U(k)의 위상차	—
위상차 ΦI ( ) [°]	상동	ΦI(k) = I(1)에 대한 I(k)의 위상차	—
PLL 소스의 주파수 fU, fI [Hz]	PLL 소스에 지정된 전압 또는 전류의 기본 주파수		

(다음 페이지에 계속)

### Note

- k는 고조파 차수, r은 실수부, j는 허수부를 나타냅니다.
- U(k), Ur(k), Uj(k), I(k), Ir(k), Ij(k) 는 실효값으로 표현됩니다.
- max는 측정 차수 상한값입니다. 측정 차수 상한값은 자동으로 결정되는 값과 설정된 측정 차수 최대값 중 작은 쪽이 됩니다.
- 고조파 측정의 측정 평선은 각 입력 엘리먼트에 대해서만 측정됩니다. Σ평선은 측정되지 않습니다.

(表2/2)

측정 평선	산출법, 연산식	
	왜곡률의 연산식의 분모가 Total값(CSA)일 때	왜곡률의 연산식의 분모가 기본파(IEC)일 때
전압의 고조파 함유율 U <sub>hdf</sub> ( ) [%]	$\frac{U(k)}{U(\text{Total})^2} \cdot 100$	$\frac{U(k)}{U(1)} \cdot 100$
전류의 고조파 함유율 I <sub>hdf</sub> ( ) [%]	$\frac{I(k)}{I(\text{Total})^2} \cdot 100$	$\frac{I(k)}{I(1)} \cdot 100$
유효전력의 고조파 함유율 P <sub>hdf</sub> ( ) [%]	$\frac{P(k)}{P(\text{Total})^2} \cdot 100$	$\frac{P(k)}{P(1)} \cdot 100$
전압의 전고조파 왜곡 U <sub>thd</sub> [%]	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} U(k)^2}}{U(\text{Total})^2} \cdot 100$	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} U(k)^2}}{U(1)} \cdot 100$
전류의 전고조파 왜곡 I <sub>thd</sub> [%]	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} I(k)^2}}{I(\text{Total})^2} \cdot 100$	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} I(k)^2}}{I(1)} \cdot 100$

$$U(\text{Total}) = \sqrt{\sum_{k=1}^{\max} U(k)^2}, \quad I(\text{Total}) = \sqrt{\sum_{k=1}^{\max} I(k)^2}, \quad P(\text{Total}) = \sum_{k=1}^{\max} P(k)$$

**Note** -----

- k는 고조파 차수를 나타냅니다.
- max는 측정 차수 상한값입니다. 측정 차수 상한값은 자동으로 결정되는 값과 설정된 측정 차수 최대값 중 작은 쪽이 됩니다.

## 부록 2 전력의 기초(전력 / 고조파 / 교류회로의 RLC)

전력, 고조파, 교류회로의 세 정수(RLC) 등의 기초적인 사항에 대하여 설명합니다.

### 전력

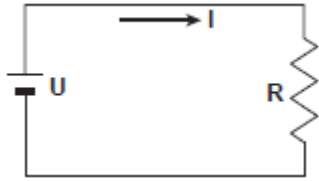
전기 에너지는 전열기나 전기로의 열, 모터의 회전력, 형광등이나 수은 등의 빛과 같은 각각의 에너지로 변환되어 이용됩니다. 이러한 부하에 대해 전기가 하는 일(전기 에너지)을 단위시간당 양으로 나타낸 것이 전력(electric power)입니다. 단위는 W(와트)를 사용하며, 1초 동안에 1줄(Joule)의 일을 할 때 해당 전기 에너지는 1W가 됩니다.

### 직류 전력

직류전력P[W]은 가해진 전압U[V]과 흐르는 전류I[A]와의 곱으로 구할 수 있습니다.

$$P = UI \text{ [W]}$$

아래 그림에서는 매초마다 이 만큼의 전기 에너지가 전원으로부터 내보내져, 저항R[Ω](부하) 으로 소비됩니다.

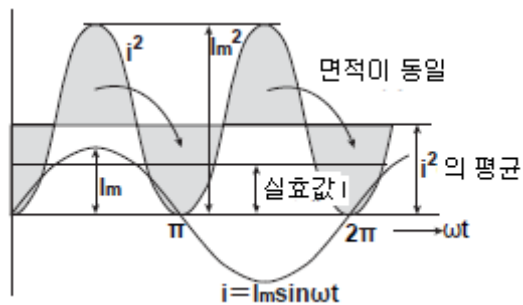


### 교류

보통 전력회사가 공급하고 있는 전기는 교류이며, 그 파형은 정현파입니다. 교류의 크기를 표현하는 방법으로는 순시값, 최대값, 실효값, 평균값 등이 있으며, 보통은 실효값으로 표현됩니다.

정현파 교류전류의 순시값  $i$ 는  $I_m \sin \omega t$ ( $I_m$ : 전류의 최대값,  $\omega$ : 각속도로  $\omega = 2\pi f$ ,  $f$ : 정현파 교류의주파수)로 표현됩니다. 이 교류 전류의 열작용 \* 은  $i^2$ 에 비례해 아래 그림과 같이 변화합니다.

- 저항에 전류가 흐르면서 전기 에너지가 열 에너지로 바뀌는 것입니다.



실효값(effective value)은 그 교류 전류와 동일한 열작용을 발생시키는 직류의 값이 됩니다. 동일한 열작용의 직류값을 I라고 한다면,

$$I = \sqrt{i^2 \text{의 1주기의 평균}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2 d\omega t} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \text{ 이 됩니다.}$$

1주기 중의 각 순시값  $i$ 의 2승의 평균의 제곱근(root mean square, 약칭 rms)에 해당하므로, 보통 실효값의 의미로 "rms"라는 기호를 이용합니다.

평균값(mean value)의 경우, 정현파의 1주기분의 평균을 그대로 하면 0이 되므로, 절대값으로 1주기분의 평균을 계산합니다. 실효값의 경우와 마찬가지로 순시값  $i = I_m \sin \omega t$ 의 전류의 평균값을  $I_{mn}$ 로 한다면,

$$I_{mn} = |i| \text{의 1 주기의 평균} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |i| d\omega t = \frac{2}{\pi} I_m$$

이러한 관계는 정현파의 전압에 대해서도 동일합니다.

정현파 교류의 최대값, 실효값, 평균값에는 다음 관계가 있습니다. 교류 파형의 경향을 알 수 있는 것으로 각각 파고율(crest factor), 파형률(form factor)이 있습니다.

**파고율(crest factor) = 최대값 / 실효값**

**파형률(form factor) = 실효값 / 평균값**

### 교류의 벡터 표시

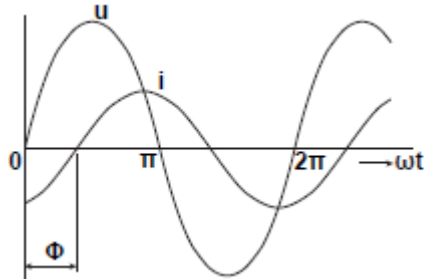
전압과 전류의 순시값은 각각 일반적으로 다음과 같은 식으로 표현됩니다.

전압:  $u = U_m \sin \omega t$

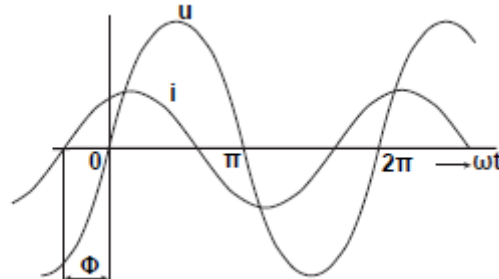
전류:  $i = I_m \sin(\omega t - \Phi)$

전압과 전류 간의 시간적 차이를 위상차라 하며,  $\Phi$ 를 위상각이라고 합니다. 이 시간적 차이는 주로 전력이 공급되는 부하로 인해 발생합니다. 일반적으로 부하에 저항만이 있을 때는 위상차 제로(0), 부하에 인덕턴스(코일 모양의 것)가 있을 때는 전류가 전압보다 늦어지고, 부하에 콘덴서가 있을 때는 전류가 전압보다 앞서게 됩니다.

전류가 전압보다 늦어질 때



전류가 전압보다 앞설 때



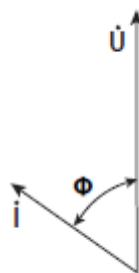
전압과 전류의 크기나 위상관계를 알기 쉽도록 하기 위해 벡터 표시가 사용됩니다. 수직축의 윗 방향을 기준으로 시계 반대 방향의 각도를 정(+)의 위상각이라 합니다.

보통 벡터임을 명시하는 경우에는 수량을 나타내는 기호 위에 "·" 표시(dot)를 붙입니다. 벡터의 크기는 실효값을 나타냅니다.

전류가 전압보다 늦어질 때



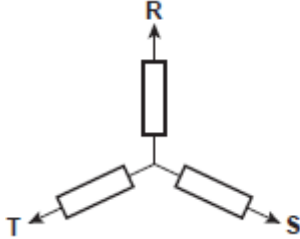
전류가 전압보다 앞설 때



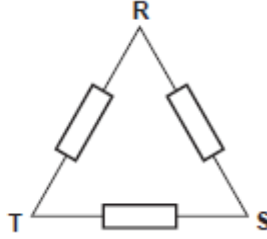
### 3상 교류의 결선

일반적으로 3상 교류의 전원 또는 부하에서는 전력선이 성형 결선(스타 결선) 또는 삼각결선(델타결선)으로 결선되어 있습니다.

성형(스타) 결선

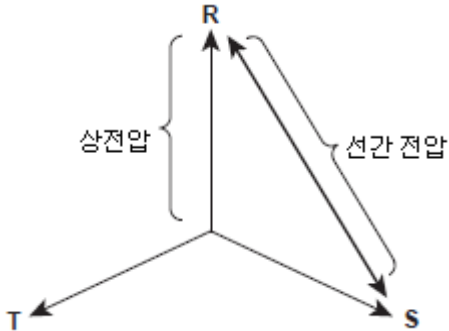


삼각(델타) 결선



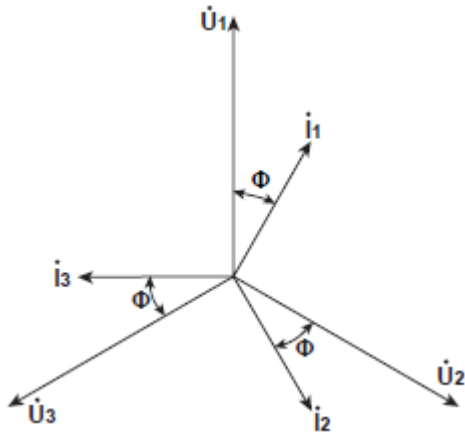
### 3상 교류의 벡터 표시

일반적인 3상 교류에서는 각 상의 전압은 120°씩 어긋나 있습니다. 이것을 벡터로 쓰면 다음과 같습니다. 이 때 각 상의 전압을 상전압, 각 상 사이의 전압을 선간전압이라고 합니다.



전원이나 부하가 삼각결선으로 되어 있고 중성선이 없을 때는 상전압을 측정할 수 없습니다. 그래서 선간 전압을 측정합니다. 또한, 3상 교류 전력을 2개의 단상전력계로 측정(2전력계법이라고 함)하기 위해 선간전압을 측정하기도 합니다. 각 상의 상전압의 크기가 같고 위상차가 120°씩 어긋나 있으면, 선간 전압은 상전압에 대해 크기가  $\sqrt{3}$ 배가 되고, 위상이 30° 어긋납니다.

전류의 위상이 전압의 위상보다  $\Phi^\circ$  지연되는 3상 교류의 상전압과 선전류의 위상의 관계를 벡터로 나타내면 다음과 같습니다.





### 교류 전력

교류 전력은 부하로 인해 전압과 전류 사이에 위상차가 있으므로, 직류 전력처럼 간단히 구할 수 없습니다.

전압의 순시값이  $u = U_m \sin \omega t$ , 전류의 순시값이  $i = I_m \sin(\omega t - \Phi)$ 인 경우, 교류 전력의 순시값  $p$ 는  $p = u \times i = U_m \sin \omega t \times I_m \sin(\omega t - \Phi) = UI \cos \Phi - UI \cos(2\omega t - \Phi)$

$U$ 와  $I$ 는 각각 전압과 전류의 실효값을 나타냅니다.

$P$ 는 시간과 관계 없는 " $UI \cos \Phi$ "과, 전압 및 전류의 2배의 주파수의 교류분 " $- UI \cos(2\omega t - \Phi)$ "의 합이 됩니다.

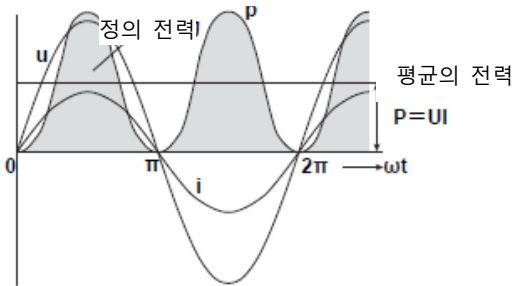
1 주기의 평균 전력을 교류 전력이라고 합니다. 1 주기의 평균을 내면 교류 전력  $P$ 는,

$$P = UI \cos \Phi \text{ [W]}$$

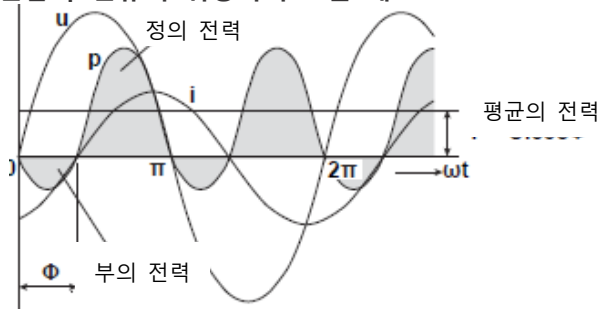
이 됩니다.

동일한 전압과 전류라도 그 위상차  $\Phi$ 에 따라 전력이 다릅니다. 아래 그림의 횡축보다 윗쪽은 정(+)<sup>의</sup> 전력(부하로 공급되는 전력)이며, 횡축보다 아랫쪽은 부(-)<sup>의</sup> 전력(부하로부터 역으로 송출되는 전력)입니다. 이 정/부의 차가 부하로 소비되는 전력이 됩니다. 전압과 전류의 위상차가 커지면 커질수록 부의 전력이 증가하고,  $\Phi = \pi/2$ 에서는 정/부의 전력이 동일해져 전력을 소비하지 않게 됩니다.

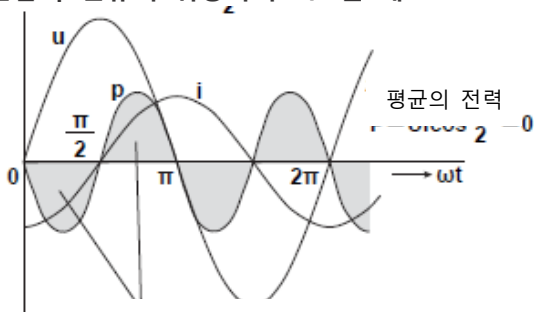
#### 전압과 전류의 위상차가 0일 때



#### 전압과 전류의 위상차가 $\Phi$ 일 때



#### 전압과 전류의 위상차가 $\pi/2$ 일 때



정(+)<sup>의</sup>과 부(-)<sup>의</sup> 전력이 동일

### 유효전력과 역률

교류 전기는 전압과 전류의 곱  $UI$ 가 모두 소비되는 전력이 아닙니다. 곱  $UI$ 는 피상전력  $S$ (apparent power)이라 하며, 보여지는 전력을 나타냅니다. 단위는 VA(볼트 암페어)입니다. 피상전력은 교류 전기로 작동하는 기기의 전기용량을 표현하는 데에 이용됩니다. 피상전력 중 기기에서 소비되는 실제 전력을 유효전력  $P$ (active power 또는 effective power)이라 하며, 이것이 앞에서 설명한 교류 전력과 동일한 것입니다.

$$S = UI \text{ [VA]}$$

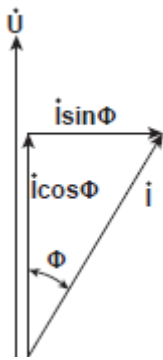
$$P = UI\cos\Phi \text{ [W]}$$

$\cos\Phi$  은 피상전력이 실제 전력으로 되는 비율을 나타내는 것으로, 이것을 역률  $\lambda$ (power factor)라고 합니다.

### 무효전력

전류  $I$ 가 전압  $U$ 보다  $\Phi$ 만큼 지연되고 있는 경우, 전류  $I$ 를 전압  $U$ 와 같은 방향의 성분  $I\cos\Phi$ 과 직각방향의 성분  $I\sin\Phi$ 으로 분해하면, 유효전력  $P = UI\cos\Phi$ 은 전압  $U$ 와 전류성분  $I\cos\Phi$ 의 곱이 됩니다. 이에 비해 전압  $U$ 와 전류성분  $I\sin\Phi$ 의 곱은 무효전력  $Q$ (reactive power)이라 하며, 단위는 var입니다.

$$Q = UI\sin\Phi \text{ [var]}$$



피상전력  $S$ , 유효전력  $P$ , 무효전력  $Q$  사이에는 다음의 관계가 있습니다.

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

## 고조파

고조파란, 기본파(보통은 상용 주파수 50/60Hz인 정현파)의 정수부의 주파수를 갖는 정현파로, 기본파 외의 것을 이릅니다. 각종 전기/전자기기에 사용되는 전원정류회로나 위상제어회로 등에 흐르는 입력 전류로 인해 전원선상에 고조파 전류나 전압이 발생합니다. 기본파와 고조파가 합쳐지면 파형에 왜곡이 발생돼 전원선에 접속돼 있는 기기에 장애가 발생하는 경우가 있습니다.

## 용어

고조파 관련 용어로는 다음과 같은 것이 있습니다.

- 기본파(기본파 성분)                      fundamental wave(fundamental component)  
주기성 복합파는 다른 정현파군으로 분류되며, 그 중 가장 주기가 긴 정현파. 또는 복합파 성분 중 기본 주파수를 갖는 정현파.
- 기본 주파수      fundamental frequency  
주기성 복합파에서는 그 주기에 해당하는 주파수. 기본파의 주파수.
- 왜형파 distorted wave  
기본파와 다른 파형을 갖는 파.
- 고조파 higher harmonic  
기본 주파수의 2개 이상의 정수부 주파수를 갖는 정현파.
- 고조파 성분      harmonic component  
기본 주파수의 2개 이상의 정수부 주파수를 갖는 파형 성분.
- 고조파 함유율 harmonic distortion factor  
왜형파에 포함되어 있는 지정된 n차 고조파 실효값과 기본파 (또는 전파(全波)) 실효값의 비율.
- 고조파 차수      harmonic order  
기본 주파수에 대한 고조파의 주파수 비유이며, 정수.
- 전고조파 왜곡 total harmonic distortion  
전고조파의 실효값과 기본파(또는 전파) 실효값의 비율.

## 고조파로 인한 장애

고조파가 전기기기나 설비에 미치는 영향으로는 다음과 같은 것이 있습니다.

- 조상용 콘덴서 및 직렬 리액터  
고조파 전류로 인한 회로의 임피던스 감소로 과대한 전류가 흐르게 되어, 진동, 울림, 과열, 또는 소손 발생.
- 케이블  
고조파 전류가 3상4선식 중성선으로 흐름으로 인한 중성선 과열.
- 변압기  
철심의 자왜(磁歪) 소리 발생, 철손 및 동손 증가.
- 차단기 및 도화선  
과대한 고조파 전류로 인한 오동작, 도화선이 녹아 끊어짐
- 통신선  
전자유도 작용으로 인한 노이즈 전압 발생.
- 제어기기  
제어 신호 혼란으로 인한 오동작.
- AV 기기  
성능 및 수명의 저하, 노이즈로 인해 영상이 치직거리는 현상 발생, 부품 고장.

## 교류회로의 RLC

### 저항

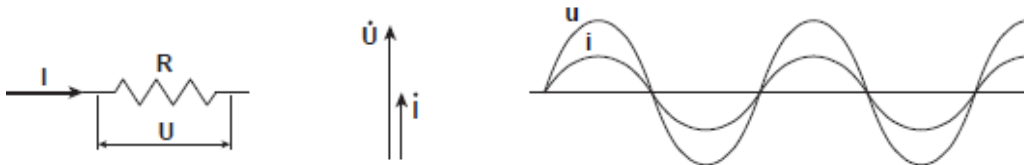
저항 $R[\Omega]$ 의 부하에 순시값  $u = U_m \sin \omega t$ 의 교류 전압을 가했을 때의 전류  $i$ 는 다음 식으로 나타낼 수 있습니다.

$I_m$ 은 전류의 최대값을 나타냅니다.

$$i = \frac{U_m}{R} \sin \omega t = I_m \sin \omega t$$

실효값으로 나타내면  $I = U/R$  이 됩니다.

저항회로에 흐르는 전류는 전압에 대한 위상차가 없습니다.



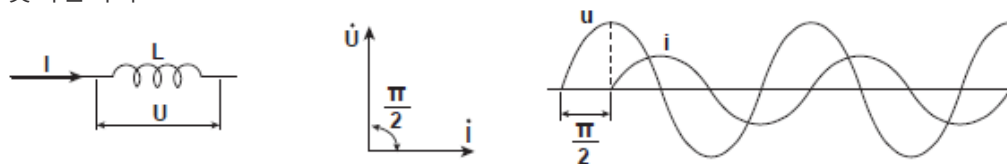
### 인덕턴스

인덕턴스  $L[H]$ 의 코일 모양 부하에 순시값  $u = U_m \sin \omega t$ 의 교류 전압을 가했을 때의 전류  $i$ 는 다음 식으로 나타낼 수 있습니다.

$$i = \frac{U_m}{X_L} \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right) = I_m \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

실효값으로 나타내면  $I = U/X_L$  이 됩니다.  $X_L = \omega L$  이며,  $X_L$ 을 유도 리액턴스(inductive reactance) 라 하고, 단위는  $\Omega$ 입니다.

인덕턴스에는 전류의 변화(증가 또는 감소)을 방해하려는 작용이 있어 전류의 위상이 전압보다 늦어집니다.

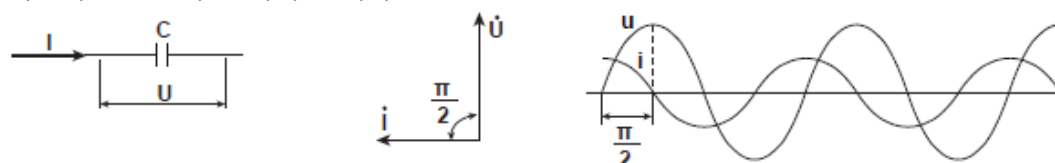


### 정전용량

정전용량  $C[F]$ 의 콘덴서의 부하에 순시값  $u = U_m \sin \omega t$ 의 교류 전압을 가했을 때의 전류  $i$ 는 다음 식으로 나타낼 수 있습니다.

$$i = \frac{U_m}{X_C} \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) = I_m \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

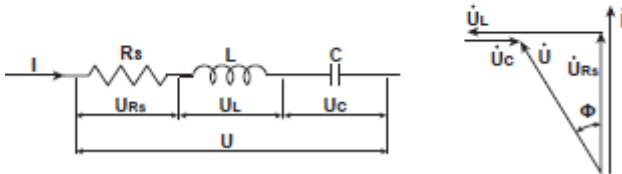
실효값으로 나타내면  $I = U/X_C$  이 됩니다.  $X_C = 1/\omega C$  이며,  $X_C$ 을 용량 리액턴스(capacitive reactance)라 하고, 단위는  $\Omega$ 입니다. 콘덴서에는 전압의 극성이 바뀌면 전압과 동일한 극성의 가장 큰 충전 전류가 흐르고, 전압이 감소하면 전압과 반대 극성의 방전 전류가 흐릅니다. 그래서 전류의 위상이 전압보다 앞서게 됩니다.



### R, L, C의 직렬회로

저항  $R_s[\Omega]$ , 인덕턴스  $L[H]$ , 정전용량  $C[F]$ 의 각 부하가 직렬로 접속되어 있을 때의 각 전압의 관계를 다음 식으로 나타낼 수 있습니다.

$$\begin{aligned}
 U &= \sqrt{(UR_s)^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{(IR_s)^2 + (IX_L - IX_C)^2} \\
 &= I\sqrt{(R_s)^2 + (X_L - X_C)^2} = I\sqrt{R_s^2 + X_s^2} \\
 I &= \frac{U}{\sqrt{R_s^2 + X_s^2}}, \quad \Phi = \tan^{-1} \frac{X_s}{R_s}
 \end{aligned}$$



저항  $R_s$ , 리액턴스  $X_s$ , 임피던스  $Z$ 의 관계는

$$X_s = X_L - X_C$$

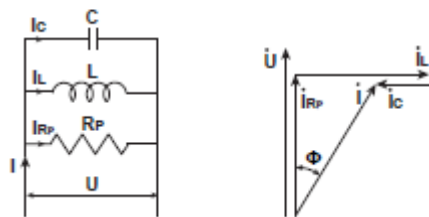
$$Z = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$$

가 됩니다.

### R, L, C의 병렬회로

저항  $R_p[\Omega]$ , 인덕턴스  $L[H]$ , 정전용량  $C[F]$ 의 각 부하가 병렬로 접속되어 있을 때의 각 전류의 관계는 다음 식으로 나타낼 수 있습니다.

$$\begin{aligned}
 I &= \sqrt{(IR_p)^2 + (IL - IC)^2} = \sqrt{\left(\frac{U}{R_p}\right)^2 + \left(\frac{U}{X_L} - \frac{U}{X_C}\right)^2} \\
 &= U\sqrt{\left(\frac{1}{R_p}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2} = U\sqrt{\left(\frac{1}{R_p}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_p}\right)^2} \\
 U &= \frac{IR_p X_p}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}}, \quad \Phi = \tan^{-1} \frac{R_p}{X_p}
 \end{aligned}$$



저항  $R_p$ , 리액턴스  $X_p$ , 임피던스  $Z$ 의 관계는

$$X_p = \frac{X_L X_C}{X_C - X_L}$$

$$Z = \frac{R_p X_p}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}}$$

가 됩니다.

### 부록 3 전력 레인지

- 구체적인 전압 레인지와 전류 레인지의 조합 및 전력 레인지의 목록은 다음과 같습니다. 표에는 유효전력(단위: W)의 레인지에 대해 기재되어 있습니다. 피상전력(단위: VA) 및 무효전력(단위: var)도 유효전력과 동일한 크기의 레인지가 됩니다. 단위를 각각 VA 또는 var로 교체해서 봐 주십시오.
- 표는 표시 자릿수가 5자리인 경우입니다. 표시 자릿수를 4자리로 하면 아래 표의 수치의 마지막 자릿수가 각각 1개씩 줄어듭니다. 표시 자릿수의 선택에 대해서는 4.7절을 참조 바랍니다.

#### WT310

##### 파고율을 "3"으로 설정했을 때

전압 레인지	전류 레인지					
(V)	500.00 mA	1.0000 A	2.0000 A	5.0000 A	10.000 A	20.000 A
15.000	7.5000 W	15.000 W	30.000 W	75.000 W	150.00 W	300.00 W
30.000	15.000 W	30.000 W	60.000 W	150.00 W	300.00 W	600.00 W
60.000	30.000 W	60.000 W	120.00 W	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW
150.00	75.000 W	150.00 W	300.00 W	750.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW
300.00	150.00 W	300.00 W	600.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW
600.00	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW	12.000 kW

전압 레인지	전류 레인지					
(V)	5.0000 mA	10.000 mA	20.000 mA	50.000 mA	100.00 mA	200.00 mA
15.000	75.000 mW	150.00 mW	300.00 mW	750.00 mW	1.5000 W	3.0000 W
30.000	150.00 mW	300.00 mW	600.00 mW	1.5000 W	3.0000 W	6.0000 W
60.000	300.00 mW	600.00 mW	1.2000 W	3.0000 W	6.0000 W	12.000 W
150.00	750.00 mW	1.5000 W	3.0000 W	7.5000 W	15.000 W	30.000 W
300.00	1.5000 W	3.0000 W	6.0000 W	15.000 W	30.000 W	60.000 W
600.00	3.0000 W	6.0000 W	12.000 W	30.000 W	60.000 W	120.00 W

##### 파고율을 "6"으로 설정했을 때

전압 레인지	전류 레인지					
(V)	250.00 mA	500.00 mA	1.0000 A	2.5000 A	5.0000 A	10.000 A
7.5000	1.8750 W	3.7500 W	7.5000 W	18.750 W	37.500 W	75.000 W
15.000	3.7500 W	7.5000 W	15.000 W	37.500 W	75.000 W	150.00 W
30.000	7.5000 W	15.000 W	30.000 W	75.000 W	150.00 W	300.00 W
75.000	18.750 W	37.500 W	75.000 W	187.50 W	375.00 W	750.00 W
150.00	37.500 W	75.000 W	150.00 W	375.00 W	750.00 W	1.5000 kW
300.00	75.000 W	150.00 W	300.00 W	750.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW

전압 레인지	전류 레인지					
(V)	2.5000 mA	5.0000 mA	10.000 mA	25.000 mA	50.000 mA	100.00 mA
7.5000	18.750 mW	37.500 mW	75.000 mW	187.50 mW	375.00 mW	750.00 mW
15.000	37.500 mW	75.000 mW	150.00 mW	375.00 mW	750.00 mW	1.5000 W
30.000	75.000 mW	150.00 mW	300.00 mW	750.00 mW	1.5000 W	3.0000 W
75.000	187.50 mW	375.00 mW	750.00 mW	1.8750 W	3.7500 W	7.5000 W
150.00	375.00 mW	750.00 mW	1.5000 W	3.7500 W	7.5000 W	15.000 W
300.00	750.00 mW	1.5000 W	3.0000 W	7.5000 W	15.000 W	30.000 W

## WT310HC

## 파고율을 "3"으로 설정했을 때

전압 레인지	전류 레인지					
(V)	1.0000 A	2.0000 A	5.0000 A	10.000 A	20.000 A	40.000 A
15.000	15.000 W	30.000 W	75.000 W	150.00 W	300.00 W	600.00 W
30.000	30.000 W	60.000 W	150.00 W	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW
60.000	60.000 W	120.00 W	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW	2.4000 kW
150.00	150.00 W	300.00 W	750.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW
300.00	300.00 W	600.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW	12.000 kW
600.00	600.00 W	1.2000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW	12.000 kW	24.000 kW

## 파고율을 "6"으로 설정했을 때

전압 레인지	전류 레인지					
(V)	500.00 mA	1.0000 A	2.5000 A	5.0000 A	10.000 A	20.000 A
7.5000	3.7500 W	7.5000 W	18.750 W	37.500 W	75.000 W	150.00 W
15.000	7.5000 W	15.000 W	37.500 W	75.000 W	150.00 W	300.00 W
30.000	15.000 W	30.000 W	75.000 W	150.00 W	300.00 W	600.00 W
75.000	37.500 W	75.000 W	187.50 W	375.00 W	750.00 W	1.5000 kW
150.00	75.000 W	150.00 W	375.00 W	750.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW
300.00	150.00 W	300.00 W	750.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW

## WT330

### 파고율을 "3"으로 설정했을 때

결선방식	전압 레인지	전류 레인지					
	(V)	500.00 mA	1.0000 A	2.0000 A	5.0000 A	10.000 A	20.000 A
단상 2선식 (1P2W)	15.000	7.5000 W	15.000 W	30.000 W	75.000 W	150.00 W	300.00 W
	30.000	15.000 W	30.000 W	60.000 W	150.00 W	300.00 W	600.00 W
	60.000	30.000 W	60.000 W	120.00 W	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW
	150.00	75.000 W	150.00 W	300.00 W	750.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW
	300.00	150.00 W	300.00 W	600.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW
	600.00	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW	12.000 kW
단상 3선식 (1P3W), 3상 3선식 (3P3W), 3 전압 3 전류계법 (3V3A)	15.000	15.000 W	30.000 W	60.000 W	150.00 W	300.00 W	600.00 W
	30.000	30.000 W	60.000 W	120.00 W	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW
	60.000	60.000 W	120.00 W	240.00 W	600.00 W	1.2000 kW	2.4000 kW
	150.00	150.00 W	300.00 W	600.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW
	300.00	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW	12.000 kW
3상 4선식 (3P4W)	15.000	22.500 W	45.000 W	90.000 W	225.00 W	450.00 W	900.00 W
	30.000	45.000 W	90.000 W	180.00 W	450.00 W	900.00 W	1.8000 kW
	60.000	90.000 W	180.00 W	360.00 W	900.00 W	1.8000 kW	3.6000 kW
	150.00	225.00 W	450.00 W	900.00 W	2.2500 kW	4.5000 kW	9.0000 kW
	300.00	450.00 W	900.00 W	1.8000 kW	4.5000 kW	9.0000 kW	18.000 kW
600.00	900.00 W	1.8000 kW	3.6000 kW	9.0000 kW	18.000 kW	36.000 kW	

### 파고율을 "6"으로 설정했을 때

결선방식	전압 레인지	전류 레인지					
	(V)	250.00 mA	500.00 mA	1.0000 A	2.5000 A	5.0000 A	10.000 A
단상 2선식 (1P2W)	7.5000	1.8750 W	3.7500 W	7.5000 W	18.750 W	37.500 W	75.000 W
	15.000	3.7500 W	7.5000 W	15.000 W	37.500 W	75.000 W	150.00 W
	30.000	7.5000 W	15.000 W	30.000 W	75.000 W	150.00 W	300.00 W
	75.000	18.750 W	37.500 W	75.000 W	187.50 W	375.00 W	750.00 W
	150.00	37.500 W	75.000 W	150.00 W	375.00 W	750.00 W	1.5000 kW
	300.00	75.000 W	150.00 W	300.00 W	750.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW
단상 3선식 (1P3W), 3상 3선식 (3P3W), 3 전압 3 전류계법 (3V3A)	7.5000	3.7500 W	7.5000 W	15.000 W	37.500 W	75.000 W	150.00 W
	15.000	7.5000 W	15.000 W	30.000 W	75.000 W	150.00 W	300.00 W
	30.000	15.000 W	30.000 W	60.000 W	150.00 W	300.00 W	600.00 W
	75.000	37.500 W	75.000 W	150.00 W	375.00 W	750.00 W	1.5000 kW
	300.00	150.00 W	300.00 W	600.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW
3상 4선식 (3P4W)	7.5000	5.6250 W	11.250 W	22.500 W	56.250 W	112.50 W	225.00 W
	15.000	11.250 W	22.500 W	45.000 W	112.50 W	225.00 W	450.00 W
	30.000	22.500 W	45.000 W	90.000 W	225.00 W	450.00 W	900.00 W
	75.000	56.250 W	112.50 W	225.00 W	562.50 W	1.1250 kW	2.2500 kW
	300.00	225.00 W	450.00 W	900.00 W	2.2500 kW	4.5000 kW	9.0000 kW



## 부록 4 측정구간의 설정 방법

본 기기를 올바르게 사용해서 측정하기 위해서는 측정구간을 적절하게 설정해야 합니다.

본 기기는 측정구간 설정에서 선택한 입력 신호의 주기를 주파수 측정회로(부록 11절 참조)을 사용해 검출하고 있습니다. 이 주기의 정수부구간이 측정구간이 됩니다. 본 기기에서는 이 측정구간의 샘플링 데이터를 평균화함으로써, 측정값을 구합니다. 측정구간 결정을 위해 선택한 입력신호를 동기 소스라고 합니다.

따라서, 동기 소스를 설정하면 본 기기 내부적으로 측정구간이 자동적으로 결정됩니다.

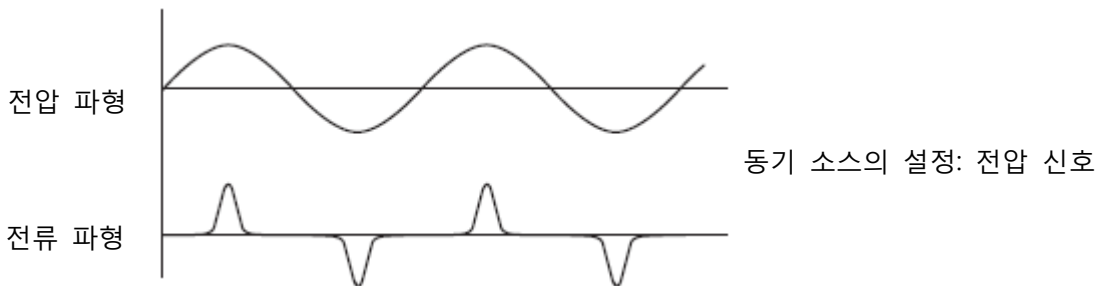
동기 소스로 할 신호를 다음 중에서 선택할 수 있습니다.

전압(VoLt), 전류(Curr), OFF

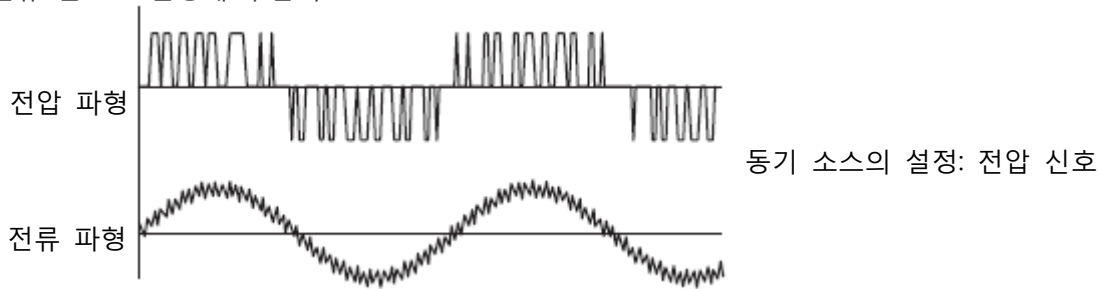
예를 들어, 동기 소스로 전류를 설정하면, 전류 주기의 정수부 구간이 측정구간이 되고, 이 측정구간의 샘플링 데이터를 평균화함으로써 U, I, P 등의 측정값을 연산합니다.

### 전압, 전류 중 한쪽의 입력을 동기 소스로 설정하면 되는가

동기 소스에는 왜곡이 작고 입력레벨 및 주파수가 안정적인 입력 신호를 선택해주시요. 동기 소스 신호의 주기를 정확히 검출하지 못하면, 정확한 측정값을 얻을 수 없습니다. 동기 소스로 선택한 입력 신호의 주파수를 본 기기에 표시시켜 동기 소스 신호의 주파수가 정확히 측정되었는지 확인해주시요. 측정결과가 정확하고 더 안정적인 입력 신호가 동기 소스에 적합합니다. 예를 들어, 측정대상이 스위칭 전원 등이고, 전류 파형보다 전압 파형의 왜곡이 작을 경우에는 동기 소스를 전압 신호로 설정해 주시요.

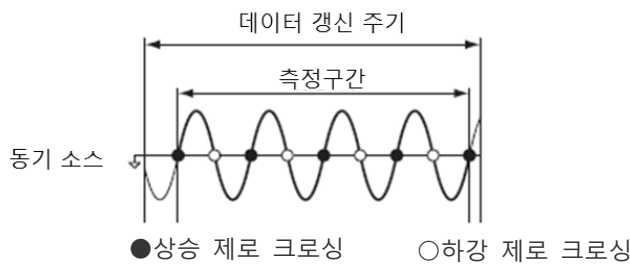


또한, 측정 대상이 인버터 등이고, 전압 파형보다 전류 파형의 왜곡이 작을 경우에는 동기 소스를 전류 신호로 설정해 주십시오.



### 제로 크로싱

- 동기 소스가 레벨 Zero(진폭의 중앙값)에서 상승(또는 하강)하여 경사면을 가로지르는 타이밍을 상승(또는 하강) 제로 크로싱이라고 합니다. 본 기기에서는 데이터 갱신주기 내의 첫 상승(또는 하강) 제로 크로싱부터, 데이터 갱신주기 내의 마지막 상승(또는 하강) 제로 크로싱까지가 측정구간이 됩니다.
- 상승 제로 크로싱과 하강 제로 크로싱 중 어디에서 나눌지는, 데이터 갱신주기 내의 첫 번째 제로 크로싱이 상승(또는 하강)이라면, 상승(또는 하강) 제로 크로싱을 기준으로 해서 측정구간이 정해집니다.

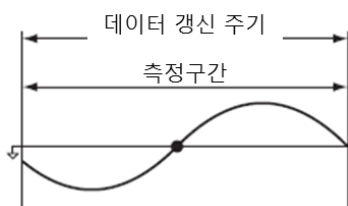


### 동기 소스의 주기를 검출할 수 없는 경우

동기 소스에 설정한 입력 신호의 상승 또는 하강 제로 크로싱이 데이터 갱신주기 내에 1개 이하인 경우에는 주기를 검출할 수 없습니다. 교류 진폭이 작은 경우에는 주기 검출이 불가능합니다. 주파수 측정의 검출 레벨에 대해서는 스타트 가이드 IM WT310-02JA의 "7.4 기능"의 "주파수 측정"의 "확도"에 기재되어 있는 조건을 참조 바랍니다.

동기 소스에 전압을 설정하였고 전압의 주기를 검출할 수 없는 경우에는 전류의 주기를 검출해서 동기 소스로 삼습니다. 전류의 주기도 검출할 수 없는 경우에는 데이터 갱신주기의 전체 구간이 측정구간이 되며, 전체 구간의 샘플링 데이터를 평균화합니다.

마찬가지로 동기 소스에 전류를 설정하고 있고 전류의 주기를 검출할 수 없는 경우에는 전압의 주기를 검출해서 동기 소스로 삼습니다. 전압의 주기도 검출할 수 없는 경우에는 데이터 갱신주기의 전체 구간이 측정구간이 됩니다.

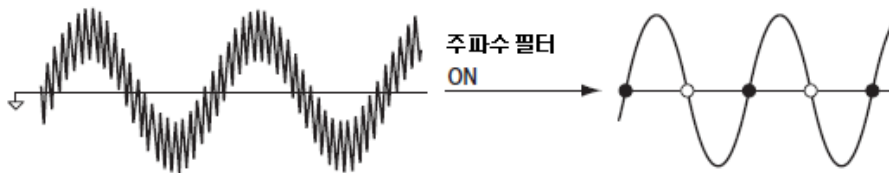


이러한 원인으로 인해 전압이나 전류의 각 측정값이 안정적이지 않은 경우가 있습니다. 이 경우는 데이터 갱신주기를 길게 해서 데이터 갱신주기 내에 보다 많은 주기 수의 입력 신호가 들어가도록 해 주십시오.

### 동기 소스의 파형이 왜곡된 경우

동기 소스의 설정을 전압에서 전류, 또는 전류에서 전압으로 변경해, 보다 안정적으로 주기 검출이 가능한 신호를 동기 소스로 설정해 주십시오. 또한, 주파수 필터를 ON으로 해주십시오.

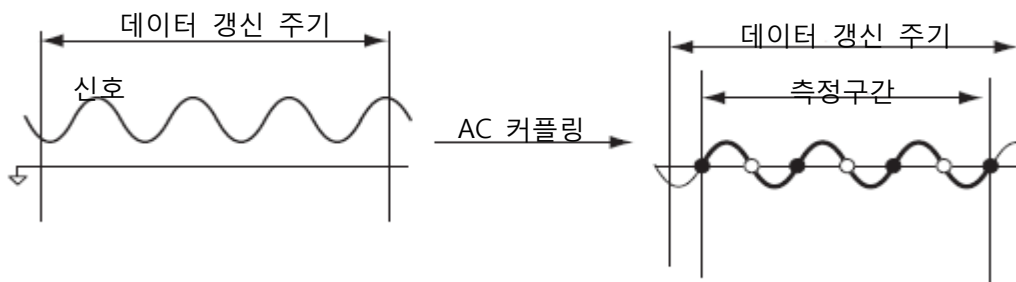
본 기기는 제로 크로싱 검출에 히스테리시스를 주어 노이즈의 영향을 저감시키고 있습니다. 동기 소스의 파형이 왜곡되어 있거나 고주파 및 노이즈가 중첩되어 있으면, 이 히스테리시스를 초과할수록, 고주파 성분으로 인한 제로 크로싱이 많이 발생하고 기본 주파수의 제로 크로싱을 안정적으로 검출할 수 없습니다. 때문에 전압이나 전류 등의 각 측정값이 안정적이지 않은 경우가 있습니다. 앞서 기술한 인버터의 예와 같이, 전류 파형에 고주파 성분이 중첩되어 있는 경우에도 안정적으로 제로 크로싱을 검출할 수 있도록 주파수 필터를 ON으로 해주십시오. 주파수 측정 결과가 정확하고 보다 안정적이라면, 필터 설정이 타당하다고 판단할 수 있습니다. 이처럼 주파수 필터는 동기 소스의 제로 크로싱을 위한 필터로서도 기능합니다. 그래서 주파수 필터를 동기 소스 필터 또는 제로 크로싱 필터라 부르기도 합니다.



### 교류 신호에 직류오프셋이 중첩되고, 제로 크로싱이 없는 신호를 측정할 경우

교류 신호의 주기를 정확히 검출하지 못하면, 측정값이 안정적이지 않을 수 있습니다. 동기 소스의 설정을 전압에서 전류, 또는 전류에서 전압으로 변경해, 보다 안정적으로 주기 검출이 가능한 신호를 동기 소스로 설정해 주십시오. 주파수 검출회로는 AC커플링되어 있습니다. 오프셋 때문에 제로 크로싱이 없는 교류 신호라도 교류진폭이 주파수 측정회로의 검출 레벨\* 이상이라면, 주기를 검출할 수 있습니다.

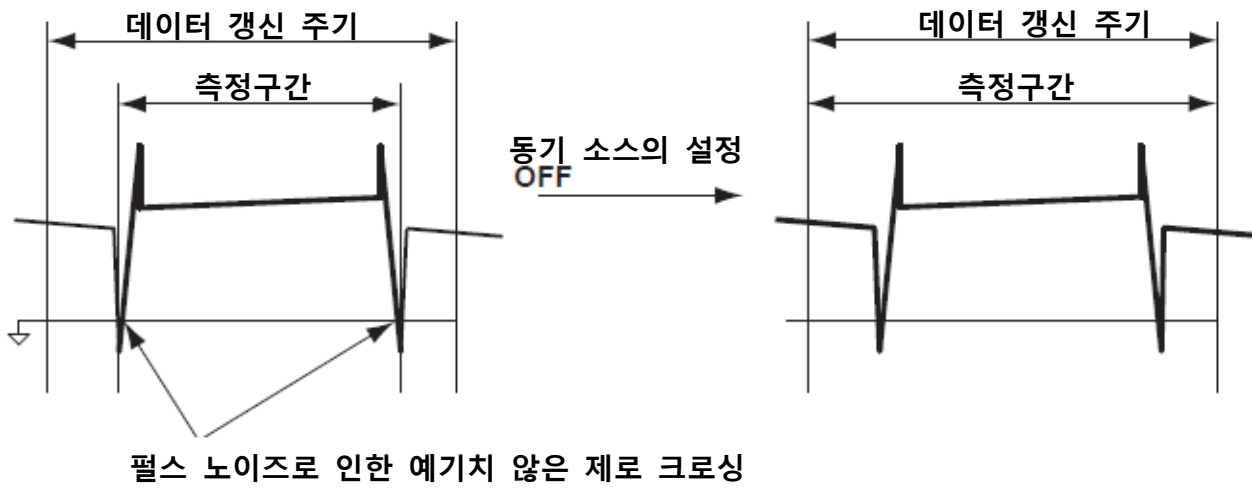
그래서 교류 신호 주기의 정수부 구간이 측정구간이 됩니다.



### 직류 신호를 측정할 경우

직류에 맥동이 존재할 때에는 해당 맥동의 레벨이 주파수 측정회로 검출 레벨\* 이상이고, 주기를 정확히 안정적으로 검출 가능하다면, 보다 안정적으로 직류를 측정할 수 있습니다. 직류에 커다란 교류 신호가 중첩되어 있는 신호에서는 그 주기를 검출해서 평균화하는 편이 안정적으로 측정할 수 있습니다. 또한, 근소하게 변동하는 직류 신호 상의 펄스 노이즈가 레벨 Zero를 가로지르면, 제로 크로싱으로 검출됩니다. 그 결과, 예기치 않은 범위의 샘플링 데이터가 평균화되게 되어, 전압이나 전류 등의 각 측정값이 안정적이지 않을 수 있습니다. 동기 소스의 설정을 OFF로 하면, 이러한 검출오류를 방지할 수 있습니다. 데이터 갱신주기 전체 구간의 샘플링 데이터가 측정값 취득을 위한 데이터가 됩니다. 측정 신호와 측정목적에 맞도록 동기 소스를 설정해 주십시오.

- 스타트 가이드 IM WT310-02JA "7.4 기능" > "주파수 측정" > "확도"에 기재된 조건을 참조



## 부록 5 측정 확도, 측정 오차

전력계 등의 측정기에는 측정 확도, 또는 측정 오차가 사양으로 규정되어 있습니다. 예를 들어, 본 기기는 45Hz~66Hz의 전압, 전류의 확도는  $\pm(0.1\% \text{ of reading} + 0.1\% \text{ of range)}$ 입니다.

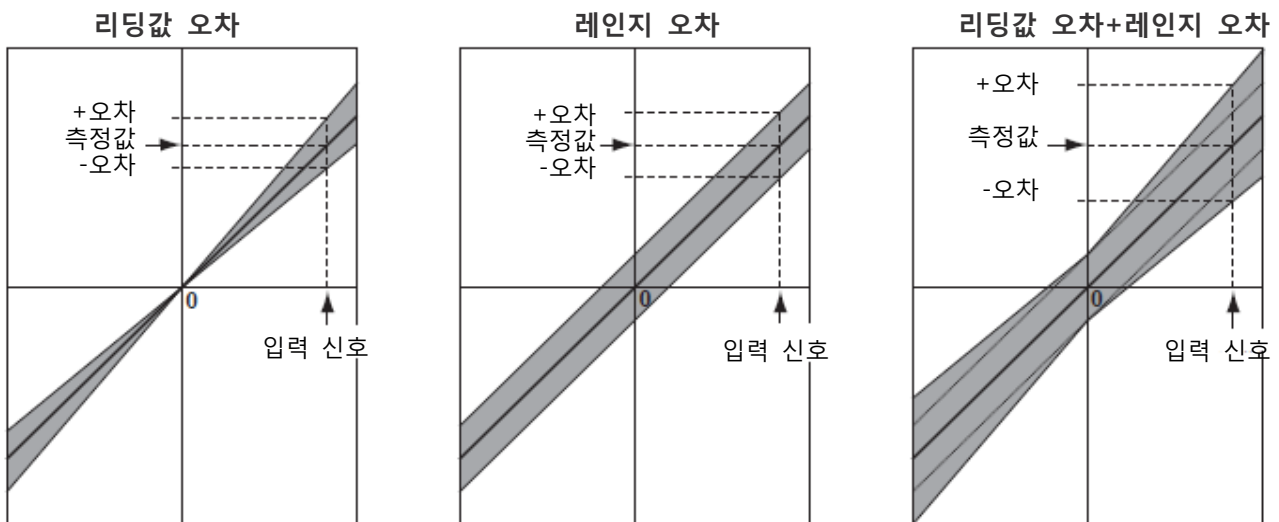
### 리딩값 오차와 레인지 오차

#### 리딩값 오차: of reading

“of reading”으로 규정된 오차를 리딩값 오차라고 합니다. 측정된 리딩값을 바탕으로 오차를 산출합니다. 측정된 값에 어떤 일정한 비율로 포함되는 오차입니다. 측정값이 커지면 포함되는 리딩값 오차도 커지고, 측정값이 작아지면 포함되는 리딩값 오차도 작아집니다.

#### 레인지 오차: of range

“of range”로 규정되어 있는 오차를 레인지 오차라고 합니다. 측정에 사용한 측정 레인지를 바탕으로 오차를 산출합니다. 측정된 값에 어떤 일정한 크기로 포함되는 오차입니다. 측정값이 커도 작아도 포함되는 레인지 오차는 동일한 크기입니다.



측정값에 어느 정도의 오차가 포함되어 있는지, 60Hz 정현파 신호를 입력한 경우에 대하여 구체적으로 몇 가지 예를 들어 계산해 보겠습니다.

### 전압과 전류의 측정 오차

#### 케이스 1: 1A의 측정 레인지로 1Arms를 측정

측정값이 1.0000[A]인 경우, 리딩값 오차, 레인지 오차는 다음과 같습니다.

- 리딩값 오차:  $1.0000 \text{ [A]} \times 0.1\% = 0.001 \text{ [A]}$
- 레인지 오차:  $1 \text{ [A]} \times 0.1\% = 0.001 \text{ [A]}$

측정된 1.0000[A]에 포함되는 오차는 리딩값 오차와 레인지 오차를 더한  $\pm 0.002 \text{ [A]}$ 입니다. 이것은 표시값의 0.2%입니다.

#### Note

이처럼 측정 레인지의 이름과 동일한 값의 신호를 입력하는 것을 레인지 정격 입력이라고 합니다. 또한, 이러한 입력 신호를 레인지 정격 신호라고 합니다.

### 케이스 2: 5A의 측정 레인지로 1Arms를 측정

이번에는 동일한 입력을 5A 레인지로 측정합니다. 측정값이 1.0000[A]인 경우, 리딩값 오차, 레인지 오차는 다음과 같습니다.

- 리딩값 오차:  $1.0000 [A] \times 0.1\% = 0.001[A]$
- 레인지 오차:  $5 [A] \times 0.1\% = 0.005[A]$

측정된 1.0000[A]에 포함되는 오차는 리딩값 오차와 레인지 오차를 더한  $\pm 0.006[A]$ 입니다. 이것은 측정값의 0.6%입니다.

케이스 1과 동일한 전류 신호를 측정했는데 오차가 커져 있습니다. 이처럼 입력 신호에 대해 불필요한 측정 레인지를 사용하면, 측정 오차가 커져 버립니다. 입력 신호에 맞는 적절한 측정 레인지로 측정하는 것이 중요합니다.

#### Note -----

입력 신호가 정현파가 아니라, 왜곡되어 있거나 스파이크 모양의 피크를 포함하고 있는 경우에는 입력 신호의 피크 오버가 발생하지 않는 조금 큰 측정 레인지를 선택하도록 합니다.

### 케이스 3: 1A의 측정 레인지로 0.5Arms를 측정

다음으로 케이스 1과 동일한 1A의 측정 레인지로 0.5A를 측정합니다. 측정값이 0.5000[A]인 경우, 리딩값 오차, 레인지 오차는 다음과 같습니다.

- 리딩값 오차:  $0.5000 [A] \times 0.1\% = 0.0005[A]$
- 레인지 오차:  $1 [A] \times 0.1\% = 0.001[A]$

측정된 0.5000[A]에 포함되는 오차는 리딩값 오차와 레인지 오차를 더한  $\pm 0.0015[A]$ 입니다. 이것은 측정값의 0.3%입니다.

케이스 1과 비교해 보면 다음의 사실을 알 수 있습니다.

- 리딩값 오차는 입력 크기에 맞춰 작아졌다.
- 레인지 오차에는 변함이 없다

그 결과, 오차는 0.3%가 되고, 케이스 1의 0.2% 보다 커져 있습니다. 이 또한 입력 신호에 비해 큰 측정 레인지를 사용했기 때문입니다. 이 경우 0.5A의 측정 레인지를 사용합니다.

## 유효전력의 측정 오차

본 기기에서는 45Hz~66Hz인 전력의 확대는  $\pm(0.1\% \text{ of reading} + 0.1\% \text{ of range})$ 입니다. 다음을 예로 오차를 계산해보겠습니다.

- 전압 측정 레인지: 150V, 전압 측정값: 100.00V
- 전류 측정 레인지: 1A, 전류 측정값: 0.8000A
- 전력 측정값: 80.00W
- 전압, 전류 신호 모두 60Hz인 정현파
- 전압 신호와 전류 신호의 위상차  $=0^\circ$

### 전력 레인지

전력의 측정 레인지는 전압 측정 레인지×전류 측정 레인지로 규정합니다. 이 예에서는  $150V \times 1A = 150W$ 가 전력의 측정 레인지입니다. 레인지 오차를 계산하기 위해서는 이 전력 측정 레인지를 이용합니다.

전력 측정값(80.00W)에 포함되는 리딩값 오차, 레인지 오차는 다음과 같습니다.

- 리딩값 오차:  $80.00 [W] \times 0.1\% = 0.08[W]$
- 레인지 오차:  $150 [W] \times 0.1\% = 0.15[W]$

80.00[W]에 포함되는 오차는 리딩값 오차와 레인지 오차를 더한  $\pm 0.23[W]$ 입니다. 이것은 표시값의 0.2875%입니다.

## 역률의 영향(역률 오차)

앞의 예는 전압 신호와 전류 신호의 위상차가 0°, 즉, 역률이 1인 경우의 예였습니다. 다음으로 역률이 1이 아닌 경우의 예에 대해 오차를 계산합니다.

### 역률이 0인 경우

위상차가 90°, 즉, 역률이 0인 경우입니다. 이 때, 이론적으로는 유효전력은 0W, 피상전력은 80VA, 무효전력도 80var가 됩니다. 부하가 이상적인 C(커패시턴스)이거나 이상적인 L(인덕턴스)인 경우입니다. 자세한 내용은 부록 2를 참조 바랍니다.

역률( $\lambda$ ) = 0일 때, 본 기기에서는 전력 오차를 다음과 같이 규정하고 있습니다.  
45Hz ≤ f ≤ 66Hz 에서 ± 0.2% of S(S: 피상전력)

피상전력의 측정값이 80.00[VA]인 경우, 전력 측정값(0.00W)에 포함되는 오차는 다음과 같습니다.  
80.00 × ± 0.2% = ± 0.16[W]

### 역률이 0 < λ < 1인 경우

예로서 역률이 0.5, 즉, 전압과 전류의 위상차  $\Phi$ 가 60°인 경우에 대하여 오차를 계산해 보겠습니다.

- 전압 측정 레인지: 150V, 전압 측정값: 100.00V
- 전류 측정 레인지: 1A, 전류 측정값: 0.800A
- 전력 측정 레인지: 150W, 전력 측정값: 40.00W, 피상전력 측정값: 80.00VA,  
무효전력 측정값: 69.28var

0 < λ < 1일 때, 본 기기에서는 전력 오차를 다음과 같이 규정하고 있습니다.

전력의 리딩값 × [(전력 리딩값 오차 %) + (전력 레인지 오차 %) × (전력 레인지/피상 전력 지시값) + {tan Φ × (λ = 0일 때의 영향 %)}]

이 식에 위의 값을 대입해서 계산하면, 전력 오차는 다음과 같이 됩니다.

$$\begin{aligned} & 40.00[\text{W}] \times [0.1\% + 0.1\% \times (150/80.00) + \{\tan 60^\circ \times (\lambda = 0 \text{일 때 영향 } \%) \}] \\ & = 40.00[\text{W}] \times \{0.1 + 0.1 \times (150/80.00) + \sqrt{3} \times 0.2\} \% \\ & = 0.2536[\text{W}] \end{aligned}$$

전력 측정값(40.00W)에 포함되는 오차는 ± 0.2536[W]입니다.

### 3상 전력의 오차

WT330의 엘리먼트 1과 3을 사용해 3상3선 결선으로 전력을 측정하는 경우의 오차에 대하여 다음 예로 설명합니다.

- 전압 측정 레인지: 150V, 전압 측정값: U1, U3, U Σ 모두 100V
- 전류 측정 레인지: 1A, 전류 측정값: I1, I3, I Σ 모두 0.8A
- 전력 측정값: P1=69.28W, P3=69.28W, P Σ =138.56W
- 전압, 전류 신호 모두 60Hz 정현파
- 전압 신호와 전류 신호의 위상차 =0°
- 각 상의 위상차 =60°

### 3상의 측정 레인지

3상의 측정 레인지에 대해서는 부-2페이지 Σ평선의 연산식 표를 봐주십시오. 이 표는 측정값을 WT 내부에서 연산하는 식을 나타내고 있습니다. 측정 레인지에 대해서도 이 표를 적용합니다. 이번 예에서는 이 표의 3상 3선식(3P3W) 란을 적용합니다.

### 전압, 전류

3상 전압(U Σ)의 측정 레인지 = (U1의 측정 레인지 + U3의 측정 레인지)/2 = (150 + 150)/2 = 150

3상 전류(I Σ)의 측정 레인지 = (I1의 측정 레인지 + I3의 측정 레인지)/2 = (1 + 1)/2 = 1

3상 전압(U Σ)의 측정값(100.00V)에 포함되는 리딩값 오차, 레인지 오차는 다음과 같습니다.

- 리딩값 오차: 100.00 [V] × 0.1% = 0.1[V]
- 레인지 오차: 150 [V] × 0.1% = 0.15[V]

100.00[V]에 포함되는 오차는 리딩값 오차와 레인지 오차를 더한 ± 0.25[V]입니다. 이것은 표시값의 0.25%입니다. U1와 U3의 측정값이 동일하다는 조건 때문에 U Σ도 이것들과 동일한 오차가 되었습니다. 전류의 경우도 동일한 계산방법입니다.

### 전력

전력 레인지는 부-2 페이지 Σ평선의 연산식 표에 따라 다음과 같이 됩니다.

3상 전력(P Σ)의 측정 레인지

= P1의 측정 레인지 + P3의 측정 레인지

= (U1의 측정 레인지 × I1의 측정 레인지) + (U3의 측정 레인지 × I3의 측정 레인지)

= (150 × 1) + (150 × 1)

= 300

3상 전력(PΣ)의 측정값(138.56W)에 포함되는 리딩값 오차, 레인지 오차는 다음과 같습니다.

- 리딩값 오차: 138.56 [W] × 0.1% = 0.13856[W]
- 레인지 오차: 300 [W] × 0.1% = 0.15[W]

138.56[W]에 포함되는 오차는 리딩값 오차와 레인지 오차를 더한 ± 0.28856[W]입니다. 이것은 표시값의 약 0.208%입니다.



**Note** -----**확도와 정밀도**

측정 확도란, 측정값이 참값에 어느 정도 가까운 값인지를 나타내는 지표입니다. 바꿔 말하자면, 참값과 괴리된 정도를 나타내는 지표입니다. 또한, 측정 정밀도란 측정값의 분산 정도를 나타내는 지표입니다. 예를 들어, 1.00V를 2개의 전압계로 3번 측정한 결과, 다음과 같이 되었다고 하겠습니다.

	전압계 A	전압계 B
첫 번째	1.02V	1.04V
두 번째	1.00V	1.05V
세 번째	0.98V	1.06V

참값인 1.00V에 가까운 것은 전압계 A입니다. 그러므로 “전압계 A는 전압계 B보다 확도가 좋다” 고 할 수 있습니다. 한편, 3번의 측정 분산이 적은 것은 전압계 B입니다. 그러므로 “전압계 B는 전압계 A보다 정밀도가 좋다”고 할 수 있습니다.

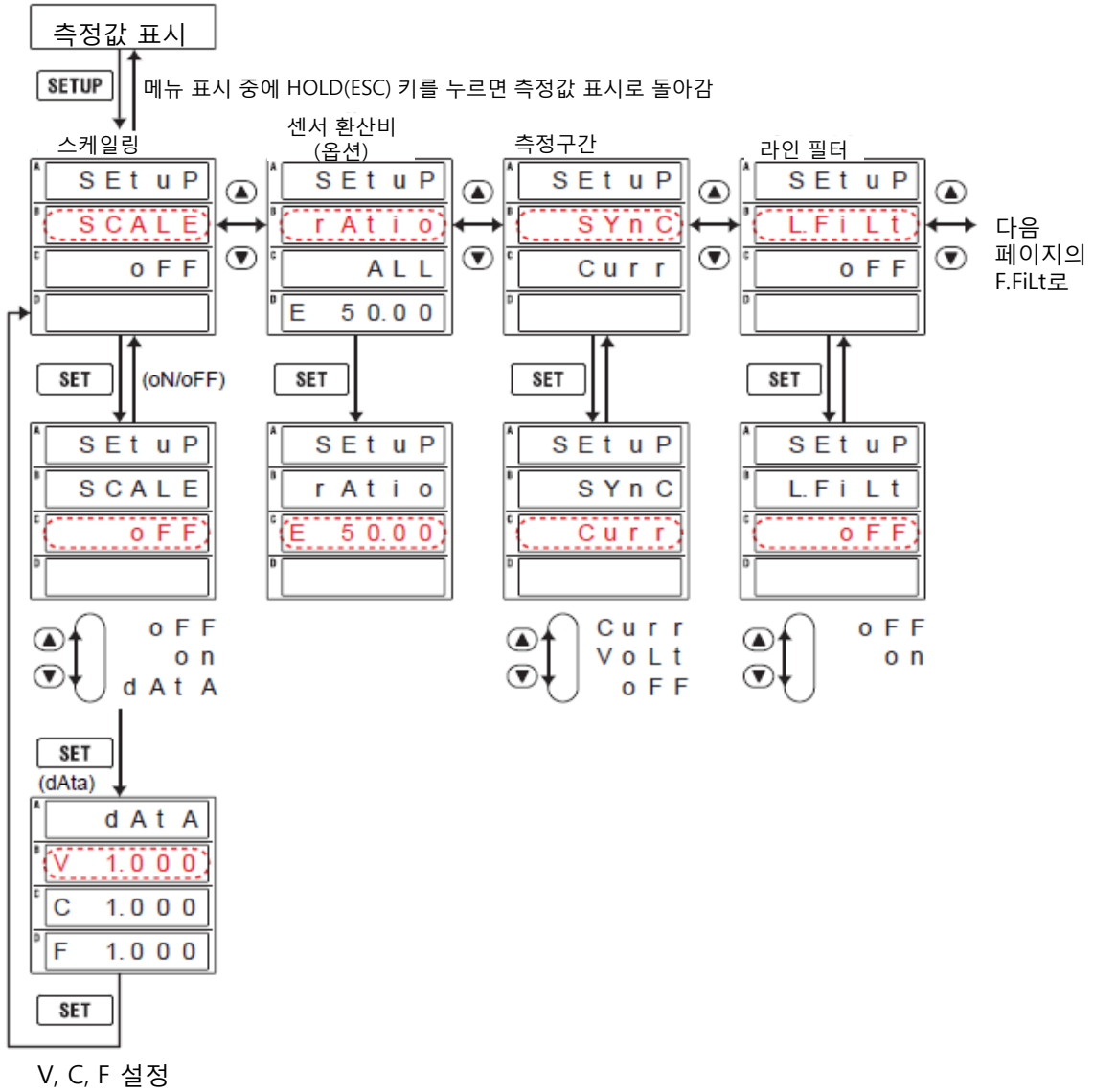
**측정 오차**

참값과 실제 측정값의 차이입니다.

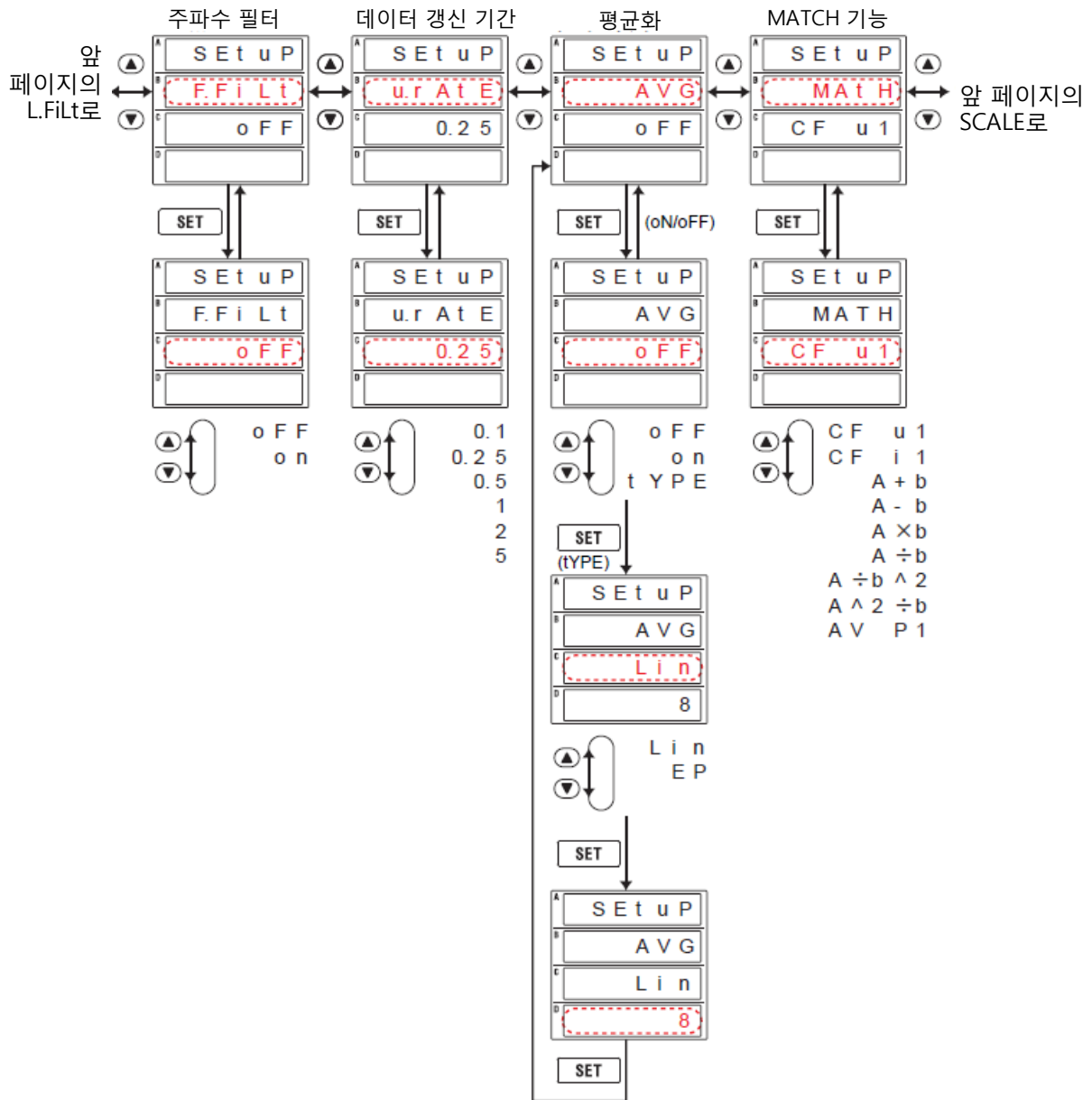
## 부록 6 메뉴 흐름도

이 절에서는 7세그먼트 LED에 의한 문자를 대응하는 알파벳이나 숫자로 표기하고 있습니다.

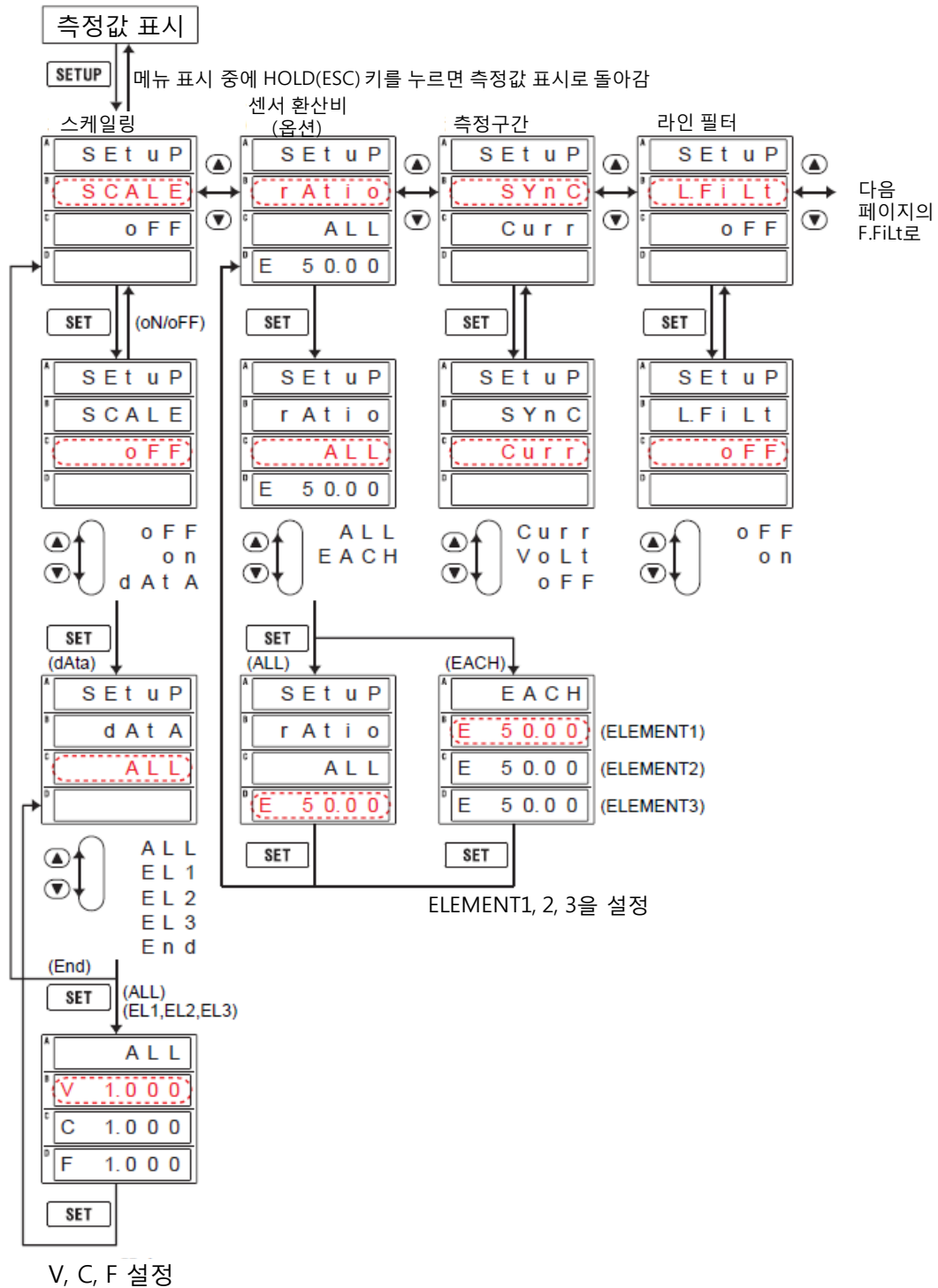
### SETUP 메뉴(WT310/WT310HC, 1/2)



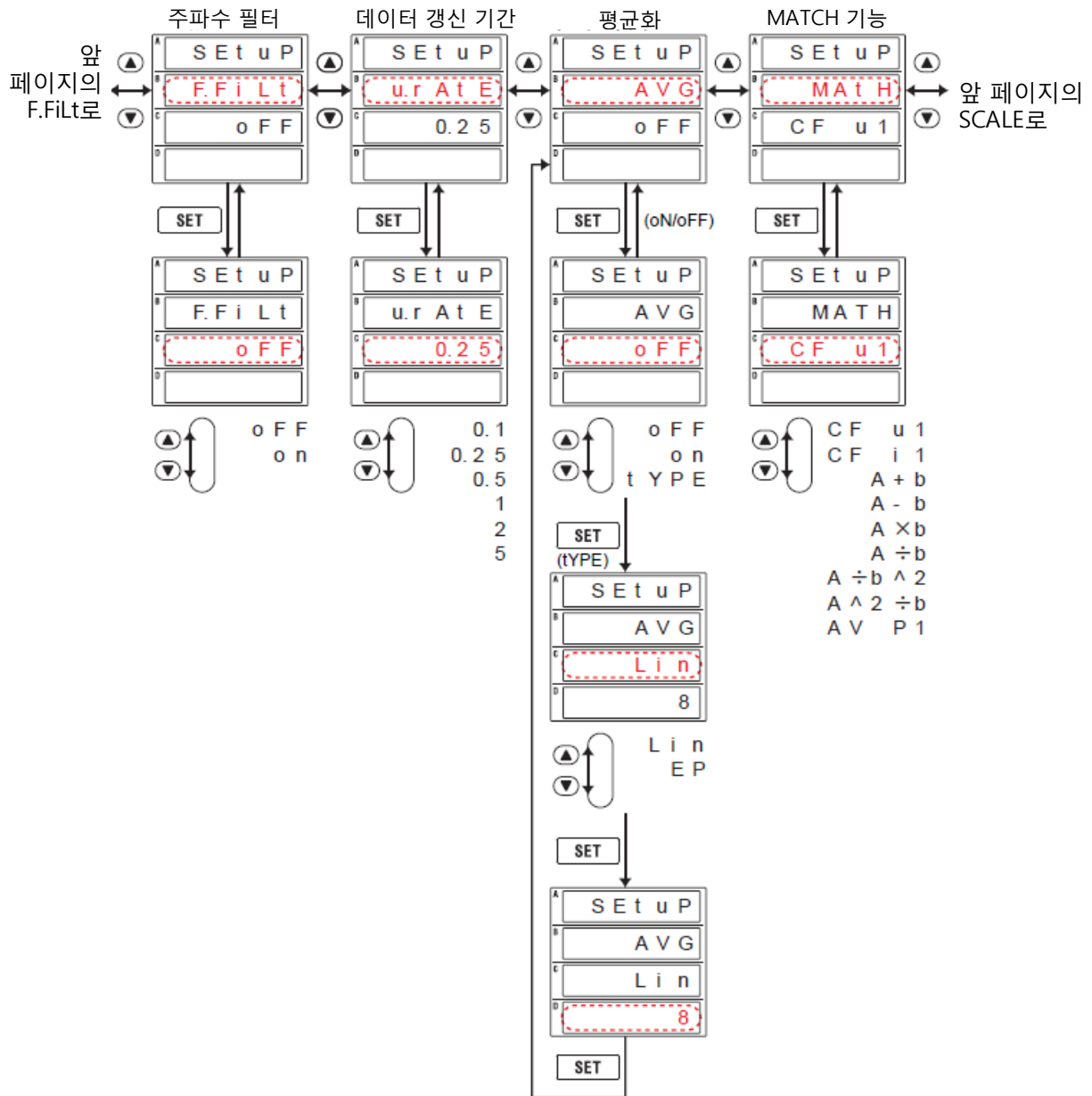
## SETUP 메뉴(WT310/WT310HC, 2/2)



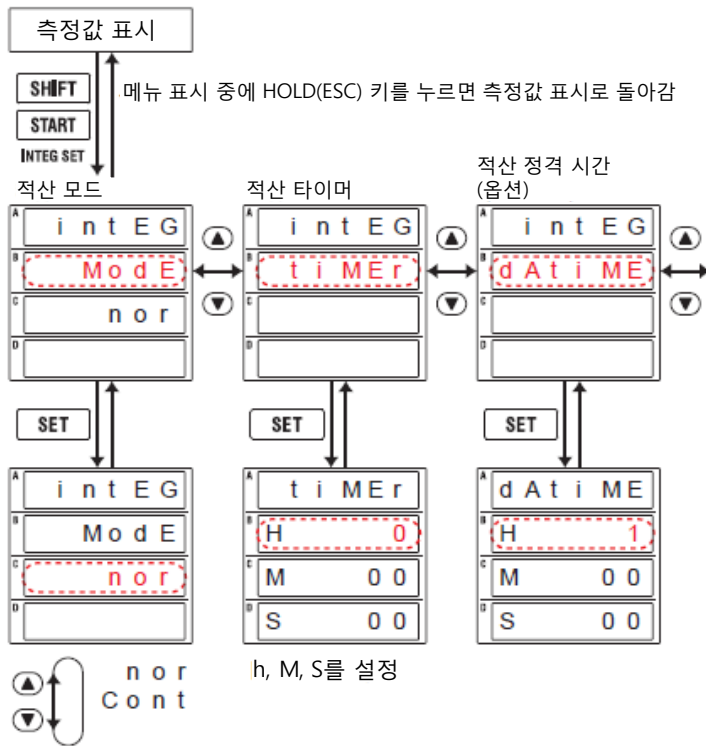
## SETUP 메뉴(WT330, 1/2)



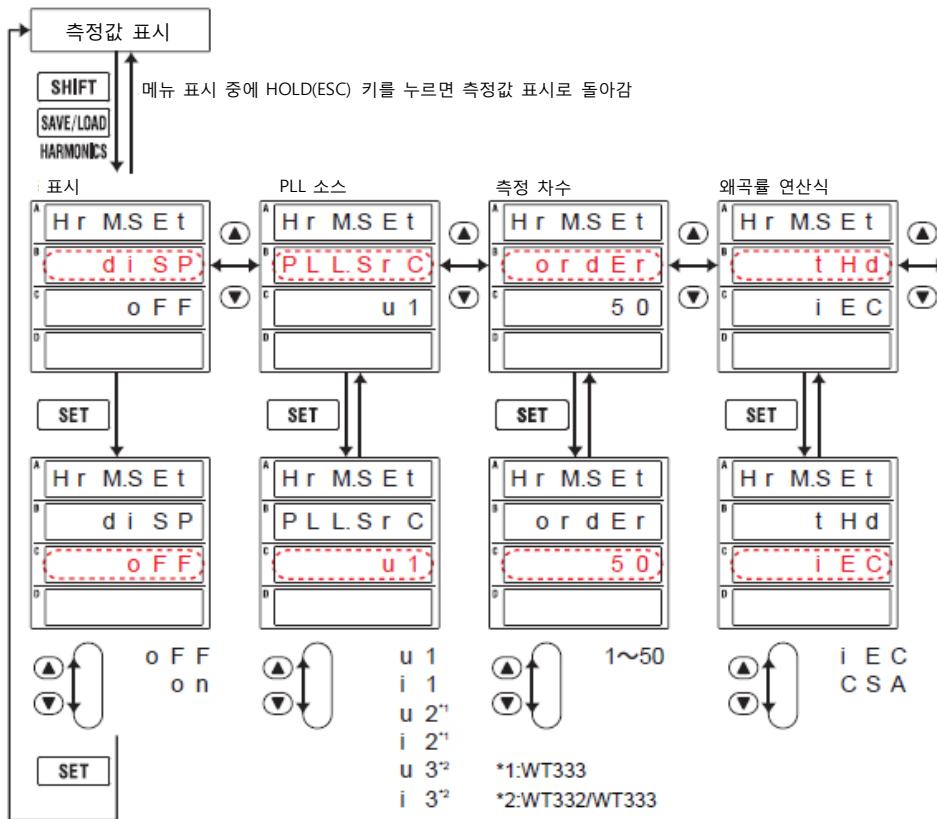
## SETUP 메뉴(WT330, 2/2)



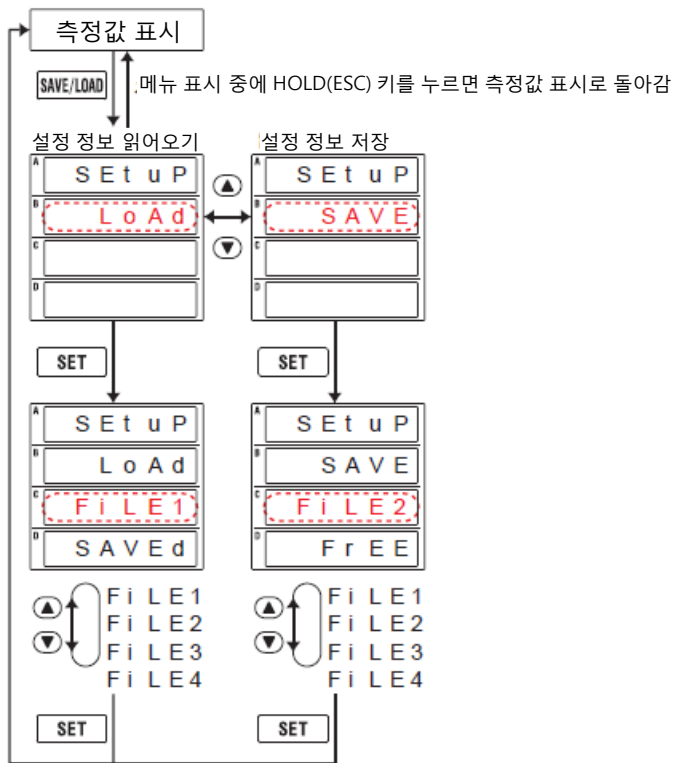
## INTEG SET 메뉴



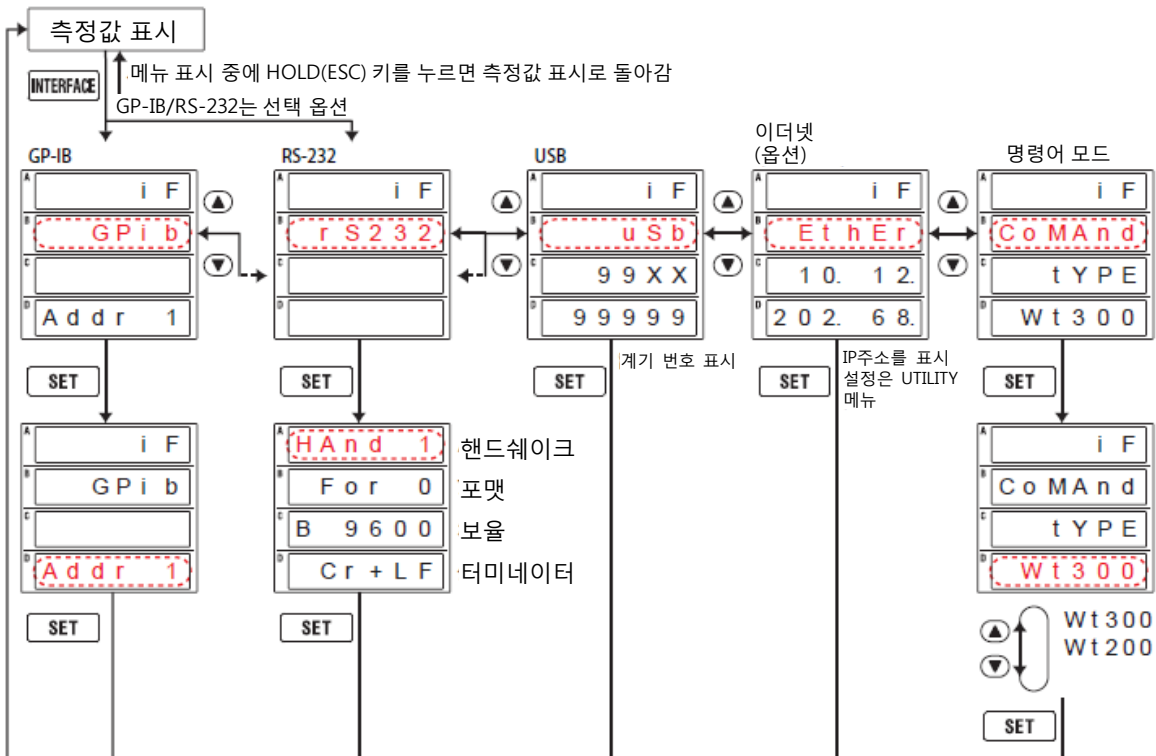
## HARAMONICS 메뉴(옵션)



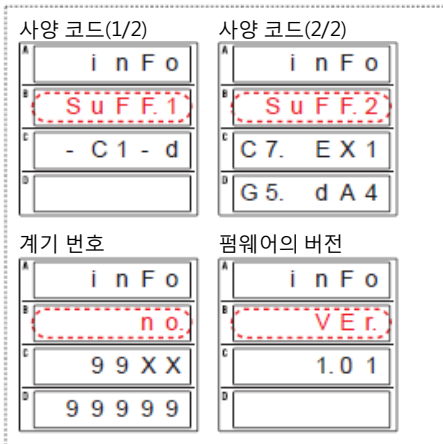
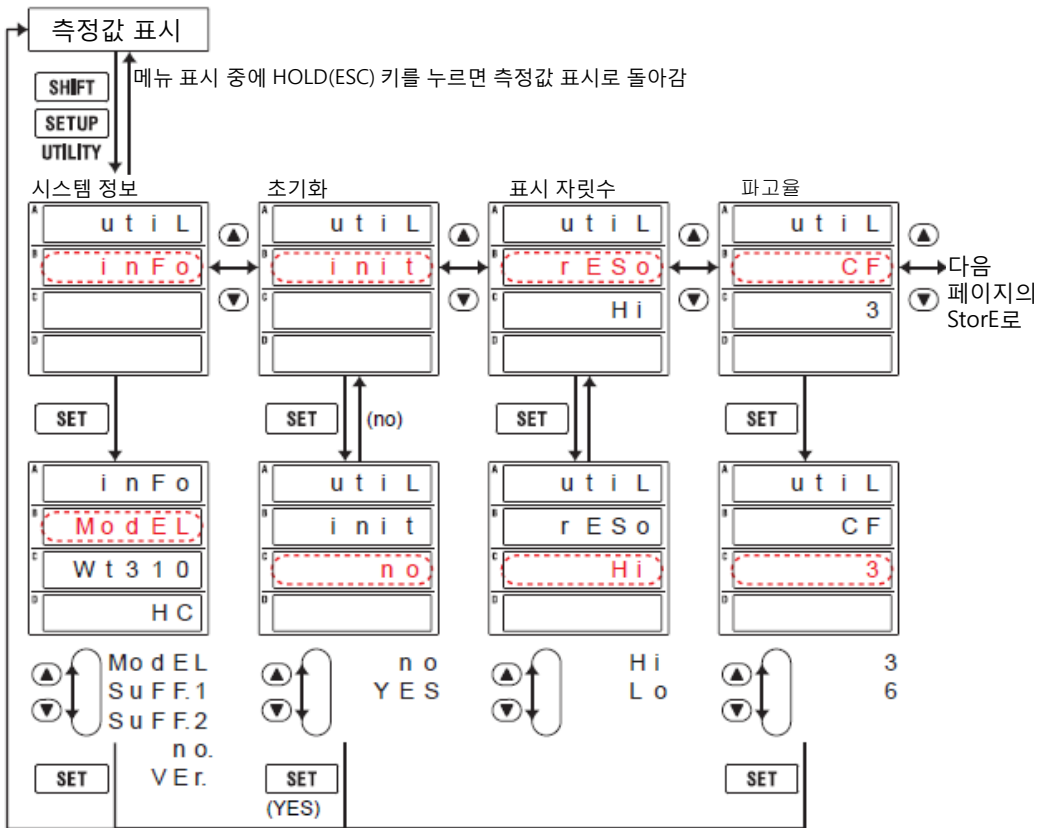
## SAVE/LOAD 메뉴



## INTERFACE 메뉴

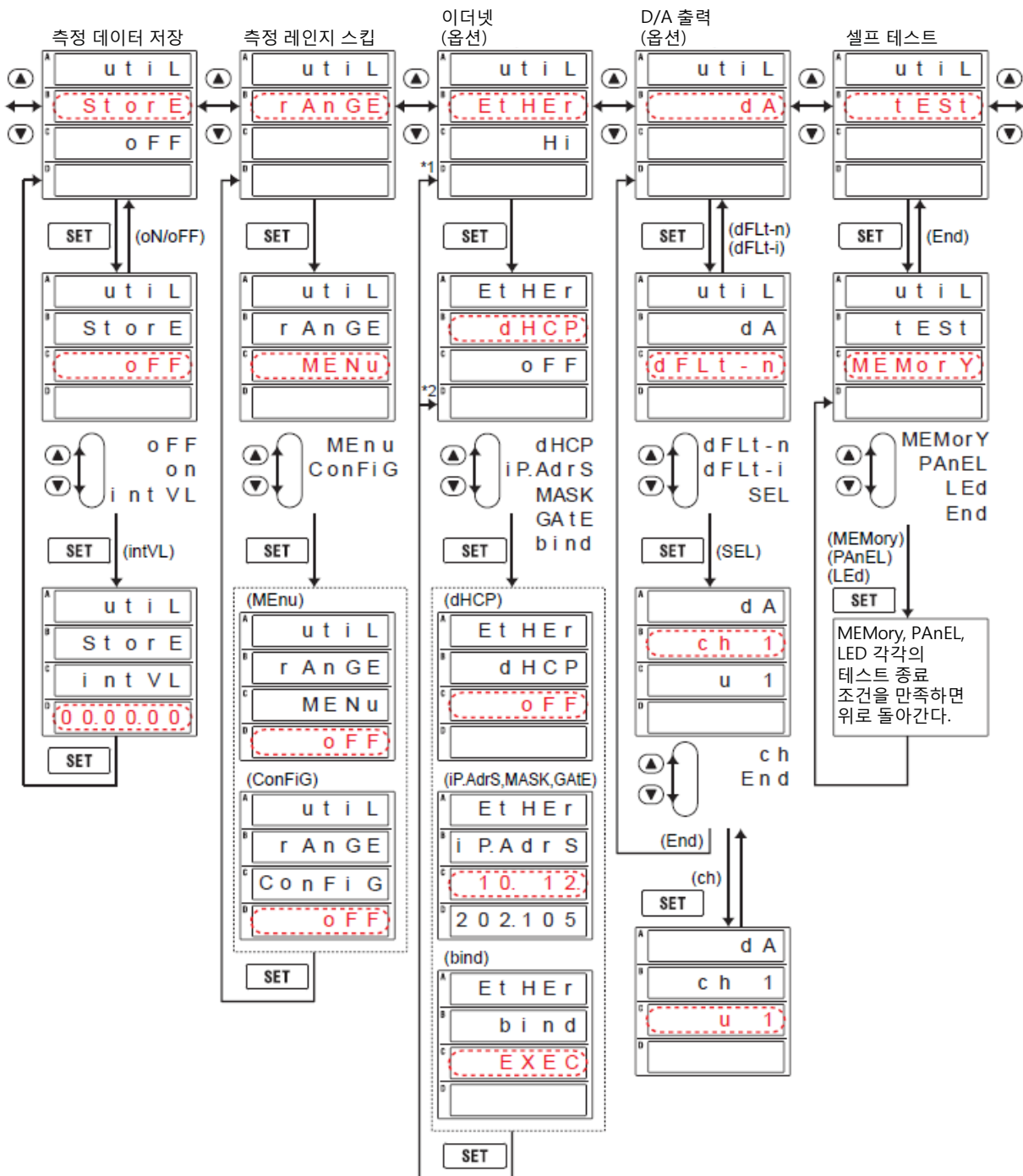


## UTILITY 메뉴(1/2)





UTILITY 메뉴(2/2)

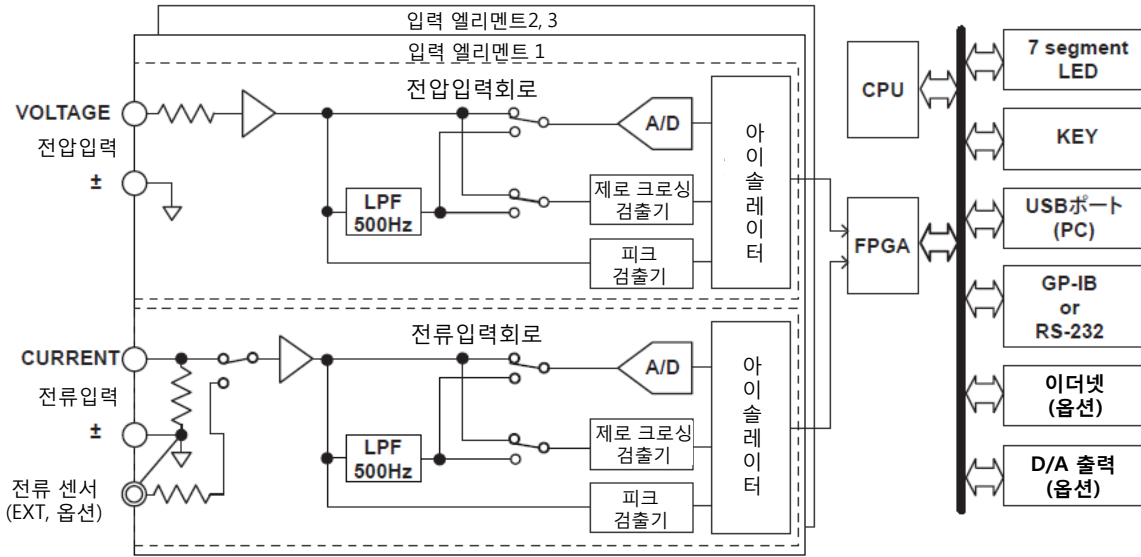


\*1 bind 메뉴에서 SET키를 누르면 \*1로 돌아간다.

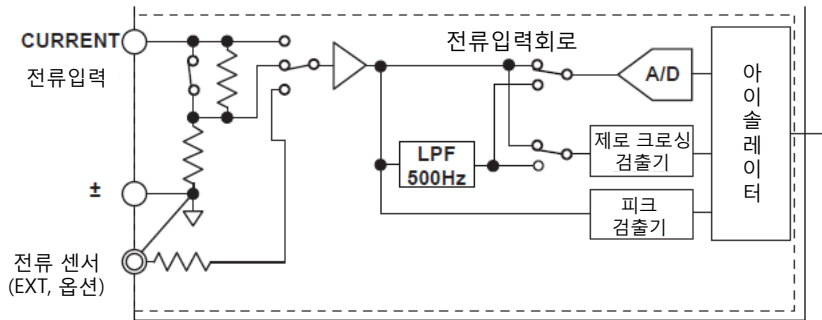
\*2 bind 이외의 메뉴에서 SET키를 누르면 \*2로 돌아간다.

## 부록 7 블록도

### 블록도



WT310의 전류 입력부(CURRENT INPUT)



### 입력 신호의 흐름과 처리

입력 엘리먼트 1~3 은 전압 입력회로와 전류 입력회로로 구성됩니다. 그들은 서로 절연되어 있습니다. 본체 케이스에서도 절연되어 있습니다.

전압 입력단자(VOLTAGE, ±)에 입력된 전압 신호는 전압 입력회로의 분압기와 OP 앰프에 정규화된 후에 전압용 A/D 변환기에 입력됩니다.

전류 입력회로는 전류 입력단자(CURRENT, ±)와 외부 전류센서 입력 커넥터(EXT), 두 종류의 입력단자를 구비하고 있어 이 중 한 쪽을 사용할 수 있도록 되어 있습니다. 전류센서에서 외부 전류센서 입력 커넥터로 입력된 전압 신호는 분압기와 OP 앰프에서 정규화된 후에 전류용 A/D 변환기에 입력됩니다. 전류 입력단자에 입력된 전류 신호는 분류기에서 전압 신호로 변환된 후에, 전류센서에서 온 전압 신호와 마찬가지로 전류용 A/D 변환기에 입력됩니다.

전압용 A/D 변환기와 전류용 A/D 변환기에 입력된 전압 신호는 약 10  $\mu$ s 의 주기로 디지털 값으로 변환됩니다. 이 디지털값은 아이솔레이터로 절연되며, FPGA에 입력됩니다. FPGA에서 디지털값을 바탕으로 측정값을 구할 수 있습니다. 측정값은 CPU로 보내집니다. CPU에서는 측정값으로부터 각종 연산값을 구하고, 이 측정값이나 연산값들이 일반 측정의 측정 평선으로 표시, D/A 출력, 통신출력 됩니다.

고조파 측정(옵션)의 측정 평선을 구하는 방법은 다음과 같습니다. A/D 변환기에 입력된 전압 신호는 PLL 소스 신호를 기반으로 정해진 샘플링 주파수로 디지털 값으로 변환됩니다. 변환된 디지털 값을 바탕으로 CPU에서 FFT 연산을 하여 고조파 측정 각 항목의 측정값을 구할 수 있습니다.

# 색인

1P2W.....	2-3	위상각 .....	4-5, 부-7
1P3W.....	2-3	위상차 .....	부-7
3P3W.....	2-3	이동 평균 .....	1-12, 2-23
3P4W.....	2-3	인덕턴스 .....	부-12
3V3A.....	2-3	엘리먼트 .....	1-4
3 전압 3 전류계법 .....	2-3	연산 기능 .....	1-14
Crest Factor .....	2-17	오토 레인지 .....	1-7, 2-7
CSA.....	6-7	외부 전류센서 .....	2-9
CT비.....	1-9, 2-14	외부전류센서환산비 .....	1-8
D/A 출력 .....	1-20, 8-5	외부 전류센서 레인지 .....	1-8
D/A 출력 포맷 .....	8-5	모델명.....	8-1
DC.....	1-5, 2-1	함유율 .....	6-4
distorted wave .....	부-11	키 프로젝트 .....	1-20, 8-10
form factor.....	부-7	기본 주파수 .....	부-11
higher harmonic .....	부-11	기본파 .....	부-11
HOLD .....	3-1	퀵 설정 모드 .....	2-5
iEC.....	6-7	반복 적산 모드 .....	1-16, 5-2
MAX 홀딩.....	1-14, 4-15	파고율 .....	1-9, 1-14, 2-17, 4-8
MEAN.....	1-5	계기번호.....	8-1
PLL 소스 .....	1-17, 6-6	결선방식 .....	1-4, 1-6, 2-3
RESET .....	5-7	결선 유닛 .....	1-4
RMS.....	1-5, 2-1	감쇠 정수 .....	2-24
SINGLE.....	3-2	고조파 .....	6-1, 부-11
START.....	5-6	고조파 함유율 .....	부-11
STOP.....	5-6	고조파 차수 .....	부-11
total harmonic distortion .....	부-11	고조파 성분 .....	부-11
VOLTAGE MEAN .....	1-5, 2-1	효율.....	1-14, 4-8
VT비례.....	1-9, 2-14	고정 레인지 .....	1-7, 2-6
WTViewerFreePlus .....	1-19	삼각결선 .....	부-8
평균화 .....	1-11, 2-22	3상 3선식 .....	2-3
평균화의 타입 .....	1-11	3상 4선식 .....	2-3
평균화의 타입 .....	2-22		

Σ평선 .....	1-4	단상 3선식 .....	2-3
자가진단 .....	8-11	단상 2선식 .....	2-3
차수 .....	6-4	저항 .....	부-12
지수화 평균 .....	1-11, 2-23	데이터 갱신주기 .....	1-10, 2-21
시스템정보 .....	8-1	델타결선 .....	부-8
사칙연산 .....	1-14, 4-8	전압 .....	4-1
실효값 .....	1-5, 2-1	전압 레인지 .....	2-4
주파수 .....	4-5	전류 .....	4-1
주파수 필터 .....	1-11, 2-19	전류 레인지 .....	2-4
사양		전력 .....	부-6
코드 .....	8-1	전력계수 .....	1-9, 2-14
상표 .....	i	전력량 .....	1-15
초기화 .....	1-20, 8-2	전력 레인지 .....	1-8, 2-8, 부-22
싱글측정 .....	1-13, 3-2	동기 소스 .....	2-18, 부-17
스케일링 기능 .....	1-9, 2-14	입력 엘리먼트 .....	1-4
스케일링 계수 .....	2-14	입력 필터 .....	1-11, 2-19
스케일링 정수 .....	2-9	버전 .....	8-1
스타결선 .....	부-8	파형률 .....	부-7
저장 .....	1-18, 7-1	피크 오버 점프 .....	1-8, 2-16
저장 간격 .....	7-1	피크값 .....	4-7
정전용량 .....	부-12	왜형파 .....	부-11
적산 .....	5-1	왜곡률 .....	6-5
적산 경과시간 .....	5-7	왜곡률의 연산식 .....	1-17, 6-6
적산 타이머 .....	5-5	피상전력 .....	4-3
적산값 .....	5-6	표시 자릿수 .....	4-16
적산정격 시간 .....	8-8	표준 적산 모드 .....	1-16, 5-2
적산 전력 .....	1-15	블록도 .....	부-34
적산방식 .....	5-3	평균개수 .....	2-24
적산 모드 .....	1-15, 5-1, 5-5	평균값 정류 실효값 교정 .....	1-5, 2-1
설정 정보 저장 .....	1-18, 7-3	평균 유효전력 .....	1-14, 4-8
설정 정보 읽어오기 .....	7-3	변압기 .....	2-13
셀프 테스트 .....	8-11	변류기 .....	2-13
제로 크로싱 .....	부-18	홀딩 .....	1-13, 3-1
Zero 레벨 보정 .....	1-20, 8-4	성형결선 .....	부-8
선간 전압 .....	부-8	매뉴얼 적산 모드 .....	1-15, 5-1
전고조파 왜곡 .....	부-11	무효전력 .....	4-3, 부-10
상전압 .....	부-8	메뉴 설정 모드 .....	2-4
측정구간 .....	1-10, 2-18, 부-17	유효전력 .....	4-1, 부-10
측정 오차 .....	부-21		
측정 차수 .....	6-6		
측정 평선 .....	1-4		
측정 모드 .....	1-5, 2-1		
측정측레인지 .....	1-7		
측정 레인지 스킵 .....	2-16		
측정 레인지의 모드 .....	2-4		

---

리딩값 오차 .....	부-21	리모트 제어 .....	1-20
라인 필터 .....	1-11, 2-19	레인지 오차 .....	부-21
역률 .....	4-3	레인지 컨피그레이션 .....	1-7, 2-16
역률 오차 .....	부-23	Range Skip .....	1-7, 2-16
역률의 영향 .....	부-23	연속 적산 .....	1-16
		연속 적산 모드 .....	5-2