

WT310/WT310HC/WT332/WT333

デジタルパワーメータ

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

ユーザーズマニュアル

はじめに

このたびは、デジタルパワーメータ WT310、WT310HC、WT332、または WT333(以降、これらの機種を示す場合、WT300 シリーズと略します)をお買い上げいただきましてありがとうございます。本機器は電圧、電流、電力などを測定する電力測定器です。

このユーザズマニュアルは、WT300 シリーズの機能と操作方法について説明したものです。ご使用前にこのマニュアルをよくお読みいただき、正しくお使いください。

お読みになったあとは、大切に保存してください。ご使用中に操作がわからなくなったときなどにきつとお役に立ちます。

なお、WT300 シリーズのマニュアルは、このマニュアルを含め 3 冊あります。あわせてお読みください。

マニュアル名	マニュアル No.	内容
WT310/WT310HC/WT332/WT333 デジタルパワーメータ ユーザズ マニュアル	IM WT310-01JA	本書です。通信インタフェースの機能を除く、本機器の全機能と、その操作方法について説明しています。
WT310/WT310HC/WT332/WT333 デジタルパワーメータ スタートガイド	IM WT310-02JA	冊子で提供しています。本機器の取り扱い上の注意、基本的な操作や仕様について、説明しています。
WT310/WT310HC/WT332/WT333 デジタルパワーメータ 通信インタ フェースユーザズマニュアル	IM WT310-17JA	本機器の通信インタフェースの機能について、その操作方法を説明しています。

上表に記載のすべてのマニュアルの pdf データが、付属の CD に収納されています。

ご注意

- ・ 本書の内容は、性能・機能の向上などにより、将来予告なしに変更することがあります。また、実際の画面表示内容が本書に記載の画面表示内容と多少異なることがあります。
- ・ 本書の内容に関しては万全を期していますが、万一ご不審の点や誤りなどお気づきのことがありましたら、お手数ですが、お買い求め先か、当社支社・支店・営業所までご連絡ください。
- ・ 本書の内容の全部または一部を無断で転載、複製することは禁止されています。
- ・ 安全にご使用していただくための注意事項については、スタートガイド IM WT310-02JA に記載されています。注意事項を必ずお守りください。
- ・ 保証書が付いています。再発行はいたしません。よくお読みいただき、ご理解のうえ大切に保存してください。
- ・ 本製品の TCP/IP ソフトウェア、および TCP/IP ソフトウェアに関するドキュメントは、カリフォルニア大学からライセンスされた BSD Networking Software, Release 1 をもとに当社で開発 / 作成したものです。

商標

- ・ Microsoft、Internet Explorer、MS-DOS、Windows、Windows NT、Windows XP、Windows Vista および Windows 7 は、米国 Microsoft Corporation の、米国およびその他の国における登録商標または商標です。
- ・ Adobe、Acrobat は、アドビシステムズ社の登録商標または商標です。
- ・ 本文中の各社の登録商標または商標には、®、TM マークは表示していません。
- ・ その他、本文中に使われている会社名、商品名は、各社の登録商標または商標です。

履歴

- ・ 2013 年 1 月 初版発行
- ・ 2013 年 6 月 2 版発行

このマニュアルで使用している記号と表記法

単位

k……1000 の意味です。

使用例：100kS/s(サンプルレート)

K……1024 の意味です。

使用例：720K バイト (ファイルの容量)

注記

このマニュアルでは、注記を以下のようなシンボルで区別しています。



本機器で使用しているシンボルマークで、人体への危険や機器の損傷の恐れがあることを示すとともに、その内容についてユーザーズマニュアルを参照する必要があることを示します。ユーザーズマニュアルでは、その参照ページに目印として、「警告」「注意」の用語と一緒に使用しています。

警 告

取り扱いを誤った場合に、使用者が死亡または重傷を負う危険があるときに、その危険を避けるための注意事項が記載されています。

注 意

取り扱いを誤った場合に、使用者が軽傷を負うか、または物的損害のみが発生する危険があるときに、それを避けるための注意事項が記載されています。

Note

本機器を取り扱ううえで重要な情報が記載されています。

7 セグメント LED で表示する文字

本機器のディスプレイは、7 セグメント LED 表示のため、数字 / アルファベット / 四則演算記号を、次のように特殊な文字で表示しています。本機器では使用していない文字もあります。

0 → 0	A → A	K → K	U → U	^(累乗) → ^
1 → 1	B → b	L → L	V → V	
2 → 2	C → C 小文字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 小文字h→h	R → r	- → -	
8 → 8	I → i	S → S	x → x	
9 → 9	J → j	T → t	÷ → ÷	

操作説明のページで使用しているシンボルと表記法

説明内容を区別するために、次のようなシンボルを使用しています。

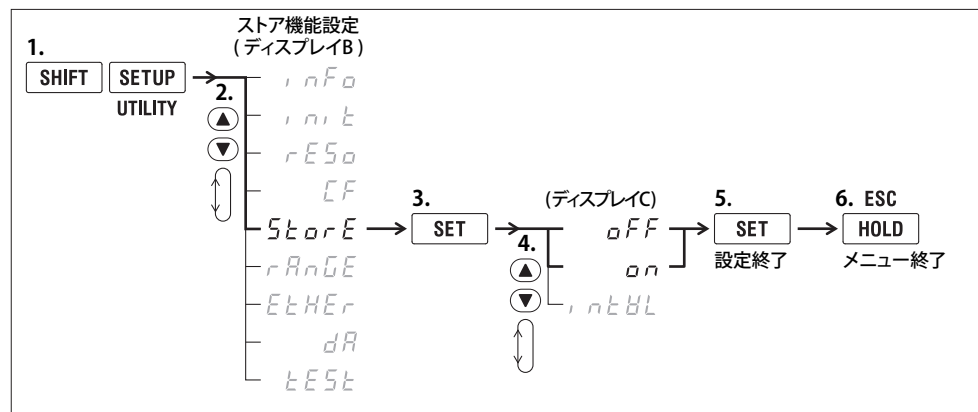
WTVIEWerFreePlus

ページの右上にこのマークがある機能や設定は、本機器に付属のアプリケーションソフトウェア WTVIEWerFreePlus で操作したり、設定できます。

操 作

操作をフロー図で説明しています。各操作の意味は、下記の記載例をご覧ください。本書では初めて操作をすることを前提に手順を説明しています。したがって、設定内容を変更するときは、すべての操作を必要としない場合があります。

記載例：ストア機能を ON/OFF する操作



上記のフロー図は、次の操作を示しています。

点滅している表示を設定できます。

1. **SHIFT** キーを押し **SHIFT** キーを点灯させてから **SETUP(UTILITY)** キーを押します。
ディスプレイ B にメニューが表示されます。
 2. **▲** または **▼** キーを押して **StorE** を選択します。
どちらのキーを押しても 9 つの選択項目が繰り返し表示されます。
 3. **SET** キーを押して **StorE** の選択を確定します。
ディスプレイ C に操作 2 で選択した **StorE** 機能のメニューが表示されます。
 4. **▲** または **▼** キーを押して **oFF** または **on** を選択します。
どちらのキーを押しても 3 つの選択項目が繰り返し表示されます。
 5. **SET** キーを押して設定を確定します。
選択または設定した内容は、**SET** キーを押したときに確定します。
ディスプレイ B にメニューが表示されます。
 6. **HOLD(ESC)** キーを押してメニュー表示を測定データ表示に戻します。
- ・ 数値の正 (符号なし) 負 (－) の符号や数値を設定する操作のとき、該当するディスプレイの入力桁がブランク (空白) のときは、その桁にアンダーバーが点滅します。
 - ・ 操作の途中でメニューから抜け出すときは、**HOLD(ESC)** キーを押します。そのときまでに **SET** キーで確定した内容は、設定情報として反映されます。

解 説

操作に関連する設定内容や限定事項について説明しています。ここでは、機能そのものについては詳しく説明していない場合があります。その場合の機能については、第 1 章をご覧ください。

数値を入力する

数値の選択

表示が点滅している桁が、数値の設定桁です。

▼キーまたは▲キーを押して、数値を選択します。

設定する桁の移動

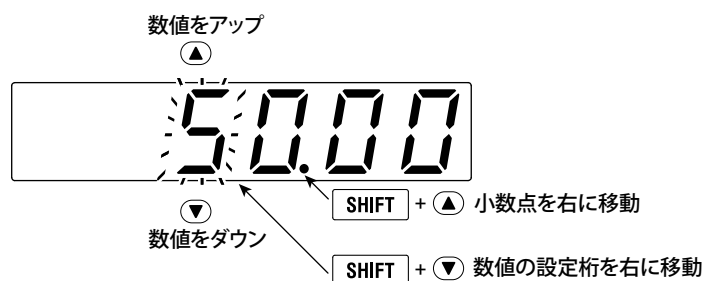
SHIFT + ▼ (▶) キーを押して、数値の設定桁を左から右に移動します。

設定桁が一番右のときに SHIFT + ▼ (▶) キーを押すと、設定桁が、設定可能な範囲で一番左に移動します。

小数点の移動

SHIFT + ▲ (.) キーを押して、小数点を左から右回りに移動します。

小数点が一番右にあるときに SHIFT + ▲ (.) キーを押すと、小数点が、設定可能な範囲で一番左に移動します。



目次

このマニュアルで使用している記号と表記法	ii
数値を入力する	iv

第 1 章

機能説明

1.1	この製品で測定できる項目 (測定ファンクション)	1-1
1.2	測定条件	1-5
1.3	測定値ホールドとシングル測定	1-13
1.4	電力測定	1-14
1.5	積算電力 (電力量)	1-15
1.6	高調波測定 (オプション)	1-17
1.7	測定データのストア、設定情報の保存 / 読み込み	1-18
1.8	通信機能	1-19
1.9	その他の機能	1-20

第 2 章

測定条件

2.1	測定モードを設定する	2-1
2.2	結線方式を設定する (WT332/WT333 だけに適用)	2-3
2.3	直接入力の際の測定レンジを設定する	2-4
2.4	外部電流センサ使用時の測定レンジを設定する (オプション)	2-9
2.5	変圧器 / 変流器を使用するときのスケーリング機能を設定する	2-13
2.6	測定レンジスキップを設定する	2-16
2.7	クレストファクタを設定する	2-17
2.8	測定区間を設定する	2-18
2.9	入力フィルタを設定する	2-19
2.10	データ更新周期を設定する	2-21
2.11	アベレージングを設定する	2-22

第 3 章

測定値ホールドとシングル測定

3.1	測定値をホールドする	3-1
3.2	シングル測定をする	3-2

第 4 章

電力測定

4.1	電圧、電流、有効電力を表示する	4-1
4.2	皮相電力、無効電力、力率を表示する	4-3
4.3	位相角、周波数を表示する	4-5
4.4	ピーク値を表示する	4-7
4.5	効率 (WT332/WT333 だけ)、クレストファクタ、四則演算値、平均有効電力を表示する	4-8
4.6	MAX ホールドを設定する	4-15
4.7	表示桁数を設定する	4-16

第 5 章

積算

5.1	積算機能	5-1
5.2	積算モード、積算タイマを設定する	5-5
5.3	積算値を表示する	5-6
5.4	積算機能を使うときの注意	5-9

第 6 章	高調波測定（オプション）	
6.1	高調波測定機能.....	6-1
6.2	高調波測定データを表示する.....	6-3
6.3	PLL ソース、測定次数、ひずみ率の演算式を設定する.....	6-6
第 7 章	測定データのストア、設定情報の保存 / 読み込み	
7.1	測定データをストアする.....	7-1
7.2	設定情報を保存する / 読み込む.....	7-3
第 8 章	その他の機能	
8.1	システムの状態を確認する.....	8-1
8.2	設定を初期化（イニシャライズ）する.....	8-2
8.3	ゼロレベル補正をする.....	8-4
8.4	D/A 出力を設定する（オプション）.....	8-5
8.5	キープロテクトをする.....	8-10
8.6	自己診断（セルフテスト）をする.....	8-11
付録		
付録 1	測定ファンクションの記号と求め方.....	付 -1
付録 2	電力の基礎（電力 / 高調波 / 交流回路の RLC）.....	付 -6
付録 3	電力レンジ.....	付 -14
付録 4	測定区間の設定方法.....	付 -17
付録 5	測定確度、測定誤差.....	付 -21
付録 6	メニュー遷移図.....	付 -26
付録 7	ブロック図.....	付 -34

索引

1.1 この製品で測定できる項目 (測定ファンクション)

この製品で測定できる項目は次のとおりです。各測定ファンクションの求め方の詳細は、付録1をご覧ください。測定ファンクション、入力エレメント、結線ユニット、 Σ ファンクションという用語については「測定ファンクションとは」(1-4 ページ)をご覧ください。

WT310/WT310HC

入力エレメントが1つだけ装備されています。そのため、単相についての測定ファンクションだけを測定します。複数の入力エレメントを結線ユニットとした場合についての総和的な測定ファンクション (Σ ファンクション) は測定しません。

WT332/WT333 (WT330 シリーズ)

入力エレメントが2つまたは3つ装備されています。そのため、各入力エレメントの単相についての測定ファンクションだけでなく、複数相を結線ユニットとした場合についての測定ファンクション (Σ ファンクション) も測定できます。

この製品で測定できる測定ファンクションを、通常測定と高調波測定に分け、次のように表に示します。

通常測定の測定ファンクション

電圧

測定ファンクション (記号)	パネルの点灯 インジケータ *1	意味	入力エレメントご とに測定	結線ユニットで 測定 (WT332/WT333 だけ)
U (RMS)	V	電圧の真の実効値	○	○
U (VOLTAGE MEAN)	V	電圧の平均値整流実効値校正	○	○
U (DC)	V	電圧の単純平均	○	○
U+pk	Vpk	電圧の最大値	○	—
U-pk	Vpk	電圧の最小値	○	—
Cf U*2	MATH	電圧のクレストファクタ	○	—

○：測定する —：測定しない

*1 測定値の単位または測定項目を示します。測定データを表示する7セグメント表示の右側、または左側にあるインジケータです。

*2 本機器の MATH 機能で設定する測定ファンクションです。

電流

測定ファンクション (記号)	パネルの点灯 インジケータ	意味	入力エレメントご とに測定	結線ユニットで 測定 (WT332/WT333 だけ)
I (RMS)	A	電流の真の実効値	○	○
I (DC)	A	電流の単純平均	○	○
I+pk	Apk	電流の最大値	○	—
I-pk	Apk	電流の最小値	○	—
Cf I*	MATH	電流のクレストファクタ	○	—

* 本機器の MATH 機能で設定する測定ファンクションです。

1.1 この製品で測定できる項目

電力

測定ファンクション (記号)	パネルの点灯 インジケータ	意味	入力エレメントご とに測定	結線ユニットで 測定 (WT332/WT333 だけ)
P	W	有効電力	○	○
S	VA	皮相電力	○	○
Q	var	無効電力	○	○
λ	PF	力率	○	○
Φ	°	位相差	○	○
P+pk	Wpk	電力の最大値	○	—
P-pk	Wpk	電力の最小値	○	—

周波数

測定ファンクション (記号)	パネルの点灯 インジケータ	意味	入力エレメントご とに測定	結線ユニットで 測定 (WT332/WT333 だけ)
fU	VHz	電圧の周波数	○	—
fI	AHz	電流の周波数	○	—
fPLL (PLL U)	VHz	PLL の電圧の周波数 *	○	—
fPLL (PLL I)	AHz	PLL の電流の周波数 *	○	—

* 高調波測定オプション付きの機種。

積算電力 (電力量)

測定ファンクション (記号)	パネルの点灯 インジケータ	意味	入力エレメントご とに測定	結線ユニットで 測定 (WT332/WT333 だけ)
Time	Time	積算時間	○	—
WP	Wh	正負両方向の電力量の和	○	○
WP ±	Wh ±	正方向または負方向の電力量	○	○
q	Ah	正負両方向の電流量の和	○	○
q ±	Ah ±	正方向または負方向の電流量	○	○
AVP*	MATH	積算動作中の平均有効電力	○	○

* 本機器の MATH 機能で設定する測定ファンクションです。

効率* (WT332/WT333 だけ)

測定ファンクション (記号)	パネルの点灯 インジケータ	意味
EFFi	MATH	効率

* 本機器の MATH 機能で設定する測定ファンクションです。

四則演算*

測定ファンクション (記号)	パネルの点灯 インジケータ	意味
A+B	MATH	A+B
A-B	MATH	A-B
A × B	MATH	A × B
A ÷ B	MATH	A ÷ B
A ÷ B ²	MATH	A ÷ B ²
A ² ÷ B	MATH	A ² ÷ B

* 本機器の MATH 機能で設定する測定ファンクションです。

高調波測定の測定ファンクション (オプション)

高調波測定の測定ファンクションは、入力エレメントごとに、単相の測定ファンクションだけを測定します。複数相を結線ユニットとした場合についての総和的な測定ファンクション (Σ ファンクション) は測定しません。

測定ファンクション (記号)	パネルの点灯インジケータ	意味
U(k)	V	次数 k の高調波電圧の実効値
I(k)	A	次数 k の高調波電流の実効値
P(k)	W	次数 k の高調波の有効電力
λ (k)	PF	基本波 (1 次) の力率
Φ (k)	V° または A°	次数 k が 1 次 (基本波) のとき、1 次の電圧に対する 1 次の電流の位相差
Uthd	V%	電圧の全高調波ひずみ
Ithd	A%	電流の全高調波ひずみ
Uhdf(k)	V%	次数 k の高調波電圧の含有率
Ihdf(k)	A%	次数 k の高調波電流の含有率
Phdf(k)	W%	次数 k の高調波電力の含有率
Φ U(k)	V°	1 次の電圧に対する次数 k の電圧の位相差
Φ I(k)	A°	1 次の電流に対する次数 k の電流の位相差

k：高調波の次数。ディスプレイ A で表示します。

高調波測定ファンクションの次数

測定できる次数は次のとおりです。

測定ファンクション (記号)	パネルの点灯インジケータ	Total 値 (全実効値)	1 (基本波)	高調波
U(k)	V	○	○	2 ~ 50*
I(k)	A	○	○	2 ~ 50*
P(k)	W	○	○	2 ~ 50*
λ (k)	PF	—	○	—
Φ (k)	V° または A°	—	○	—
Uthd	THD V%	○	—	—
Ithd	THD A%	○	—	—
Uhdf(k)	V%	—	○	2 ~ 50*
Ihdf(k)	A%	—	○	2 ~ 50*
Phdf(k)	W%	—	○	2 ~ 50*
Φ U(k)	V°	—	—	2 ~ 50*
Φ I(k)	A°	—	—	2 ~ 50*

k：高調波の次数

* 測定次数の最大値は基本波の周波数によって異なります。(スタートガイド IM WT310-02JA の 7.4 節の「高調波測定」を参照)

測定ファンクションとは

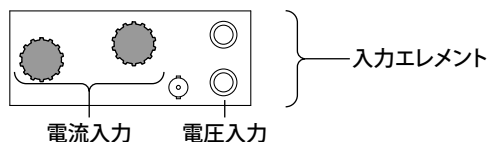
測定ファンクション

本機器で測定、表示される電圧実効値、電流平均値、電力、位相差などの各種の物理量を測定ファンクションといい、それぞれの物理量に対応した記号で表示します。たとえば、「U」は電圧です。単位は「V」です。測定モード (1.2 節 測定条件を参照) が RMS の場合、電圧の真の実効値を表します。

WT310/WT310HC

入力エレメント

測定する 1 相分の電圧と電流を入力する端子のセットを入力エレメントといいます。WT310/WT310HC では、入力エレメントは 1 つだけです。



結線方式

WT310/WT310HC では、単相 2 線式です。

結線ユニット、Σファンクション

WT310/WT310HC は複数の入力エレメントを組み合わせる結線ユニット、Σファンクションはありません。

WT332/WT333

入力エレメント

測定する 1 相分の電圧と電流を入力する端子のセットを入力エレメントといいます。WT333 は 3 つの入力エレメントを装備しています。エレメント番号は 1 ～ 3 まであります。

結線方式

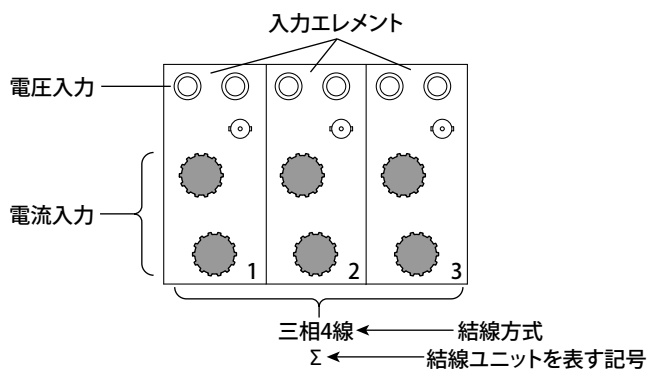
単相や三相のさまざまな回路の電力を測定するために、WT332/WT333 では、入力エレメントごとの単相 2 線式のほかに、複数の入力エレメントを組み合わせ、単相 3 線式、三相 3 線式、三相 4 線式、および三相 3 線式 (3 電圧 3 電流計法) の 4 つの結線方式を設定できます。

結線ユニット

三相電力を測定するために、2 つ、または 3 つの入力エレメントをグループにしたものを結線ユニットといいます。結線ユニットは Σ という記号で表されます。

Σファンクション

結線ユニットの測定ファンクションを Σ ファンクションといいます。たとえば、「U Σ」は、結線ユニット Σ に割り当てられた各入力エレメントの電圧の平均です。測定モードが RMS の場合、電圧の真の実効値を表します。



1.2 測定条件

電圧、電流の測定モード << 操作説明は 2.1 節 >>

電圧の測定モードを、RMS、MEAN (VOLTAGE MEAN)、DC の 3 種類から選択できます。

電流の測定モードを、RMS、DC の 2 種類から選択できます。

RMS(真の実効値)

電圧または電流の真の実効値です。

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

f(t) : 入力信号
T : 入力信号の1周期

MEAN(VOLTAGE MEAN、平均値整流実効値校正)

電圧の 1 周期分を整流して、その平均を求め、入力信号が正弦波のとき真の実効値になるように係数をかけたものです。正弦波を測定した場合は RMS での測定値と同じになります。ひずみ波や直流波形を測定した場合は RMS での測定値と異なります。

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

f(t) : 入力信号
T : 入力信号の1周期

DC(単純平均)

電圧または電流の 1 周期分の平均値です。直流だけの入力信号の平均値や、交流の入力信号に重畳した直流成分を求めるときに有効です。

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

f(t) : 入力信号
T : 入力信号の1周期

結線方式 << 操作説明は 2.2 節 >>

機種によって選択できる結線方式が異なります。

WT310、WT310HC

入力エレメントを 1 つだけ装着しています。単相 2 線式の測定が可能です。そのため、結線方式の選択機能はありません。

WT332 (WT330 2 入力エレメントモデル)

入力エレメントを 2 つ (エレメント 1、エレメント 3) 装着しています。次の結線方式を選択できます。

結線方式	意味	構成エレメント
1P3W	単相 3 線式	エレメント 1 と 3 で構成。
3P3W	三相 3 線式	エレメント 1 と 3 で構成。

単相 2 線式 (1P2W) の測定データは、エレメント 1 または 3 のそれぞれのエレメントの測定データです。単相 2 線式の測定データは上記のどの結線方式を選択していても正しく測定されます。

WT333 (WT330 3 入力エレメントモデル)

入力エレメントを 3 つ (エレメント 1、エレメント 2、エレメント 3) 装着しています。次の結線方式を選択できます。

結線方式	意味	構成エレメント
1P3W	単相 3 線式	エレメント 1 と 3 で構成。エレメント 2 は 1P2W になる。
3P3W	三相 3 線式	エレメント 1 と 3 で構成。エレメント 2 は 1P2W になる。
3P4W	三相 4 線式	エレメント 1、2、3 で構成。
3V3A	3 電圧 3 電流計法	エレメント 1、2、3 で構成。

単相 2 線式の測定データはエレメント 1、2、または 3 のそれぞれのエレメントの測定データです。単相 2 線式の測定データは上記のどの結線方式を選択していても正しく測定されます。

測定レンジ << 操作説明は 2.3 節 >>

測定する電圧や電流の実効値に合わせて測定レンジを設定します。固定レンジとオートレンジの2種類があります。

固定レンジ

いくつかの選択肢の中から、それぞれのレンジを選択します。選択されたレンジは、入力信号の大きさが変わっても切り替わりません。

電圧の場合、クレストファクタの設定が「3」のときは、選択枝の最大が「600V」、最小が「15V」です。クレストファクタの設定が「6」のときは、選択枝の最大が「300V」、最小が「7.5V」です。

オートレンジ

入力信号の大きさによって、それぞれ自動的にレンジを切り替えます。切り替えられるレンジの種類は、固定レンジと同じです。

レンジアップ

次の条件を一つでも満たした場合、測定レンジをアップします。

- ・ 電圧または電流の実効値が、測定レンジの 130% を超える
- ・ クレストファクタ「3」の場合、電圧ピーク Upk、電流ピーク Ipk の値が測定レンジの約 300% を超える
- ・ クレストファクタ「6」の場合、電圧ピーク Upk、電流ピーク Ipk の値が測定レンジの約 600% を超える

WT332/WT333 では、装備されている入力エレメントが1つでも上記のレンジアップの条件を満たすと、測定レンジをアップします。

レンジダウン

次の条件をすべて満たした場合、測定レンジをダウンします。

- ・ 電圧または電流の実効値が、測定レンジの 30% 以下
- ・ 電圧または電流の実効値が、下位レンジ (レンジダウンしようとするレンジ) の 125% 以下
- ・ クレストファクタ「3」の場合、電圧ピーク Upk、電流ピーク Ipk の値が下位レンジの 300% 以下
- ・ クレストファクタ「6」の場合、電圧ピーク Upk、電流ピーク Ipk の値が下位レンジの 600% 以下

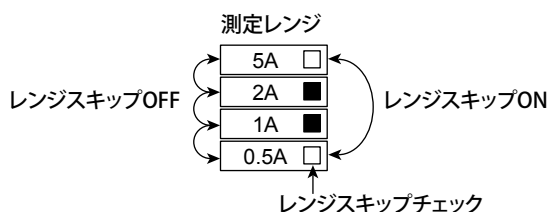
WT332/WT333 では、装備されているすべての入力エレメントが上記のレンジダウンの条件を満たすと、測定レンジをダウンします。

レンジスキップ << 操作説明は 2.6 節 >>

スキップさせる測定レンジを設定できます (レンジコンフィグレーション)。使用しない測定レンジをスキップし、選択した有効な測定レンジ間でレンジをアップ/ダウンします。たとえば、動作モード時に 5A、スタンバイモード時に 500mA が流れる機器をオートレンジで測定する場合、1A、2A レンジを無効に設定します。スタンバイモード時に 500mA レンジで測定中、動作モードに切り替わった場合、1A、2A の途中のレンジをスキップして、5A レンジに切り替わります。

レンジが順次切り替わる場合の、測定データの取りこぼしを軽減できます。

WT300 シリーズ本体のメニューでは、レンジスキップの ON/OFF を設定できます。どの測定レンジをスキップするかは、通信インタフェースを通じて通信コマンドで設定します。WTViewerFreePlus ソフトウェアでも設定できます。



ピークオーバージャンプ (Peak Over Jump)

オートレンジで使用中にピークオーバーが発生したとき、切り替える測定レンジを指定できます。この機能は、通信インタフェースを通じて通信コマンドで設定します。WTViewerFreePlus ソフトウェアでも設定できます。OFF の場合、ピークオーバーが発生すると、レンジスキップをしない設定になっている測定レンジの順に測定レンジが上がります。

測定レンジの設定方法 << 操作説明は 2.3 節 >>

測定レンジの設定方法には、2 種類あります。

測定レンジメニューで設定する

VOLTAGE または CURRENT キーを押すと、測定レンジメニューが表示されます。▼、▲キーで測定レンジを設定し、SET キーを押します。測定レンジが切り替わり、測定データ表示に復帰します。

測定レンジメニューを表示させずに設定する

VOLTAGE または CURRENT キーを押すと、測定レンジメニューは表示されず、▼、▲キーだけで測定レンジを設定できます。

▼、▲キーを押すと測定レンジが切り替わり、一定時間、現在のレンジが表示された後、測定データ表示に自動的に復帰します。

SET キーを押す必要がないので、次のような場合に便利です。

- ・ 測定レンジを頻繁に切り替える場合。
- ・ 測定レンジを順次切り替えて、その測定データを都度、確認したい場合。

例：オーバレンジやピークオーバーが発生しない測定レンジを探す場合。

電力レンジ

有効電力 / 皮相電力 / 無効電力の測定レンジ (電力レンジ) は、結線方式、電圧レンジおよび電流レンジから決まり、次のようになります。具体的な電力レンジの数値は、付録 3 をご覧ください。

結線方式	電力レンジ
1P2W(単相 2 線式)	電圧レンジ×電流レンジ
1P3W(単相 3 線式) 3P3W(三相 3 線式) 3V3A(3 電圧 3 電流計法)	電圧レンジ×電流レンジ× 2
3P4W(三相 4 線式)	電圧レンジ×電流レンジ× 3

外部電流センサレンジ (オプション) << 操作説明は 2.4 節 >>

シャントやクランプなどの電圧出力型の電流センサの出力を、エレメントの外部電流センサ入力コネクタ (EXT) に入力して測定できます。

オートレンジもできます。

外部電流センサ換算比 (オプション) << 操作説明は 2.4 節 >>

電圧出力型の電流センサの出力を、外部電流センサ入力コネクタ (EXT) に入力して測定する場合の換算比を設定します。1A の電流が流れたときに、電流センサの出力が何 mV になるか (換算比) を設定します。

電流出力型の電流センサを使用するときは、換算比を CT 比として設定します。

スケーリング機能 << 操作説明は 2.5 節 >>

変圧器^{*1}/変流器^{*2}を介して電圧や電流の信号を入力する場合、それぞれ係数を設定できます。

*1 VT(voltage transformer)

*2 CT(current transformer)

VT 比、CT 比

VT 比、CT 比を設定し、変圧、変流する前の電圧や電流の数値データや波形表示データに換算できます。

電力係数

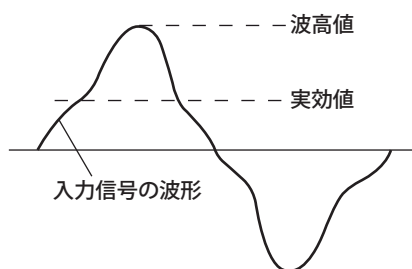
電力係数 (F) を設定すると、測定された有効電力、皮相電力、無効電力に係数を掛けて表示できます。

測定ファンクション	換算前のデータ	換算結果	
電圧 U	U ₂ (VT の 2 次出力)	U ₂ × V	V : VT 比
電流 I	I ₂ (CT の 2 次出力)	I ₂ × C	C : CT 比
有効電力 P	P ₂	P ₂ × V × C × F	F : 電力係数
皮相電力 S	S ₂	S ₂ × V × C × F	
無効電力 Q	Q ₂	Q ₂ × V × C × F	
電圧の最大値 / 最小値 Upk	Upk ₂ (VT の 2 次出力)	Upk ₂ × V	
電流の最大値 / 最小値 Ipk	Ipk ₂ (CT の 2 次出力)	Ipk ₂ × C	

クレストファクタ (Crest Factor) << 操作説明は 2.7 節 >>

波形の波高値 (ピーク値) と実効値の比で定義され、波高率とも呼ばれます。

$$\text{クレストファクタ(CF、波高率)} = \frac{\text{波高値}}{\text{実効値}}$$



本機器のクレストファクタは測定レンジの何倍までの波高値を入力できるかを示します。

$$\text{クレストファクタ(CF、波高率)} = \frac{\text{入力可能な波高値}}{\text{測定レンジ}}$$

クレストファクタを 3 と 6 から選択できます。測定可能なクレストファクタは次のとおりです。

$$\text{クレストファクタ(CF)} = \frac{\{\text{測定レンジ} \times \text{CF 設定値(3 または 6)}\}}{\text{測定値(実効値)}}$$

*ただし、入力信号のピーク値が、最大許容入力以下であること

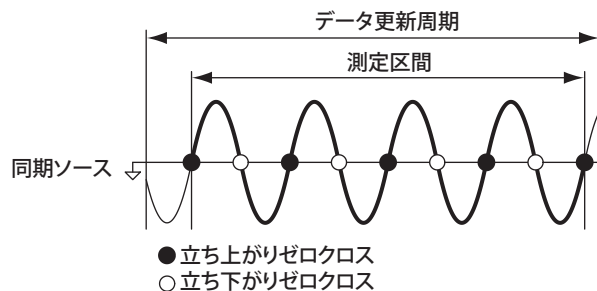
入力信号のクレストファクタが本機器の仕様 (定格入力でのクレストファクタ規定値) より大きい測定信号のとき、入力信号に対して、より大きい測定レンジを設定することで仕様以上のクレストファクタを持つ信号を測定できます。たとえば、クレストファクタ「3」の場合でも、測定値 (実効値) が測定レンジの 60% 以下の場合、クレストファクタが 5 以上の測定が可能です。また、クレストファクタ「3」の場合で、最小有効入力 (測定レンジの 1%) の場合、クレストファクタ 300 の測定が可能です。

クレストファクタの設定により、電圧レンジ、電流レンジ、有効入力範囲、測定確度が異なります。詳細は、スタートガイド IM WT310-02JA の 7 章をご覧ください。

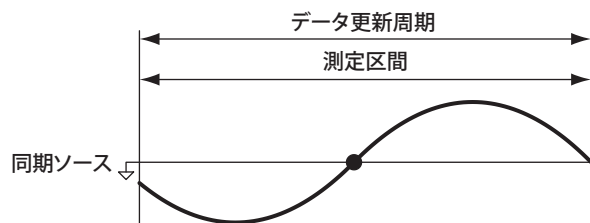
測定区間 << 操作説明は 2.8 節 >>

通常測定の測定ファンクションの測定区間

測定区間は、基準になる入力信号 (同期ソース) により決まります。同期ソースが、レベルゼロ (振幅の中央値) を立ち上がり (または立ち下がり) スロープで横切る (ゼロクロス) データ更新周期内の最初の点から、レベルゼロを立ち上がり (または立ち下がり) スロープで横切るデータ更新周期内の最後の点までを測定区間にします。



データ更新周期内にゼロクロスが1つ、またはないときは、データ更新周期内の全区間が測定区間になります。



電圧や電流の最大値 (Peak) の数値データは、常にデータ更新周期内が測定区間です。したがって、電圧や電流の最大値から求められる下記の各測定ファンクションも、データ更新周期内が測定区間になります。

電圧ピーク ($U+pk/U-pk$)、電流ピーク ($I+pk/I-pk$)、電力ピーク ($P+pk/P-pk$)

詳細は、付録 5 をご覧ください。

高調波測定 (オプション) の測定ファンクションの測定区間

データ更新周期の最初のサンプリングデータから、高調波時のサンプリング周波数でカウントした、1024 点が測定区間になります。

高調波測定のサンプリング周波数は PLL ソースに設定した信号の周期から、本機器内で自動的に決定されます。

高調波に関する測定ファンクションを求める元となるサンプリングデータや測定区間は、通常測定に関する測定ファンクションのサンプリングデータ、測定区間と異なる場合があります。

データ更新周期 << 操作説明は 2.10 節 >>

データ更新周期は、サンプリングデータを取り込み、測定ファンクションを算出して、表示、通信出力、D/A 出力する周期です。

データ更新周期を次の中から選択できます。

0.1s、0.25s、0.5s、1s、2s、5s

選択した周期で 1 回の数値データを更新し、ストア、D/A 出力、通信出力されます。

電力系統の比較的速い負荷変動を捉えるには、短いデータ更新周期を選択してください。周波数が低い信号を捉えるには、長いデータ更新周期を選択してください。

入力フィルタ << 操作説明は 2.9 節 >>

入力フィルタはラインフィルタと周波数フィルタの 2 種類あります。

ラインフィルタ

ラインフィルタは電圧、電流測定用入力回路に挿入されるので、電圧、電流、電力測定に直接影響します (付録 7 のブロック図を参照)。ラインフィルタを ON にすると、測定値は、高周波成分を含まない値となります。このためインバータ波形やひずみ波形などの高周波成分を除去して、電圧、電流、電力を測定できます。

周波数フィルタ

周波数フィルタは周波数測定用入力回路に挿入されるので、周波数測定に影響します。また、電圧、電流、電力測定のための測定区間の検出に影響します (付録 4 を参照)。この場合、同期ソース信号のゼロクロス、を、より精度よく検出するためのフィルタとしても機能します。また、周波数フィルタは電圧、電流測定用入力回路には挿入されません。したがって周波数フィルタを ON に設定しても、測定値は、高周波成分を含んだ値となります。

アベレージング << 操作説明は 2.11 節 >>

数値データを指数化平均、または移動平均します。電源や負荷の変動が大きいときや、入力信号の周波数が低いときで、数値表示がふらついて読みとりにくい場合に有効です。

アベレージングの ON/OFF

通常測定の測定ファンクション

アベレージングを実行する (ON)/しない (OFF) を選択できます。アベレージングを実行する (ON) と、AVG インジケータが点灯します。

高調波測定 (オプション) の測定ファンクション

- ・ アベレージングの ON/OFF の選択が ON で、アベレージングのタイプの選択が EP (指数化平均) のとき、高調波測定の測定ファンクションをアベレージングします。
- ・ アベレージングの ON/OFF の選択が ON でも、アベレージングのタイプの選択が Lin (移動平均) の場合、高調波測定の測定ファンクションはアベレージングしません。

アベレージングのタイプ

指数化平均または移動平均を選択します。

指数化平均

設定した減衰定数で、次の式に従って、数値データを指数化平均します。

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

D_n : n 回目の指数化平均した表示値 (1 回目の表示値 D_1 は、 M_1 になります。)

D_{n-1} : $n-1$ 回目の指数化平均した表示値

M_n : n 回目の数値データ

K : 減衰定数 (8、16、32、または 64 から選択)

移動平均

設定した平均個数で、次の式に従って、数値データを単純平均します。

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

D_n : $n-(m-1) \sim n$ 回目までの m 個の数値データを単純平均した表示値

$M_{n-(m-1)}$: $n-(m-1)$ 回目の数値データ

.....

M_{n-2} : $n-2$ 回目の数値データ

M_{n-1} : $n-1$ 回目の数値データ

M_n : n 回目の数値データ

m : 平均個数 (8、16、32、または 64 から選択)

アベレージング処理される測定ファンクション

直接、アベレージング処理される測定ファンクションは、次のとおりです。他の測定ファンクションでも、次の測定ファンクションのデータを使用して演算されている場合には、アベレージングの影響を受けます。各測定ファンクションの求め方の詳細は、スタートガイド IM WT310-02JA の付録 1 をご覧ください。

通常測定の測定ファンクション

- U、I、P、S、Q
- λ 、 Φ 、CfU、CfI はアベレージングされた Urms、Irms、P、S、Q から演算されます。

高調波測定 (オプション) の測定ファンクション

- U(k)、I(k)、P(k)
 - $\lambda(k)$ 、 $\Phi(k)$ はアベレージングされた P(k)、Q(k) から演算されます。
 - Uthd、Ithd、Uhdf(k)、Ihdf(k)、Phdf(k) はアベレージングされた U(k)、I(k)、P(k) から演算されます。
- k : 高調波の次数
Q(k) : 次数 k の高調波の無効電力

アベレージング処理をしない測定ファンクション

アベレージング処理をしない測定ファンクションは、次のとおりです。

通常測定の測定ファンクション

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

高調波測定 (オプション) の測定ファンクション

Φ U(k)、 Φ I(k)、fPLL

1.3 測定値ホールドとシングル測定

測定値のホールド (HOLD) << 操作説明は 3.1 節 >>

データ更新周期ごとの測定、表示の動作を中断し、各測定ファンクションのデータの表示を保持できます。D/A 出力、通信出力などの値も、ホールドされている数値データになります。

シングル測定 (SINGLE) << 操作説明は 3.2 節 >>

ホールド中に、設定されているデータ更新周期で 1 回だけ測定動作をします。測定してデータを更新したあと、再びホールド状態になります。ホールド中でないときに SHIFT + HOLD (SINGLE) キーを押すと、その時点から再測定します。

1.4 電力測定

測定データの表示 << 操作説明は 4.1 ～ 4.5 節 >>

画面に、電圧、電流、電力などの測定データを表示します。測定データは、赤色高輝度発光の 7 セグメント LED の 4 つのディスプレイで表示します。4 値を同時に観測できます。表示される測定ファンクションの記号と意味については、「この製品で測定できる項目」をご覧ください。

MAX ホールド << 操作説明は 4.6 節 >>

U、I、P、S、Q、U+pk、U-pk、I+pk、I-pk、P+pk、P-pk の最大値をホールドできます。MAX ホールド機能が動作しているとき (ON) の最大値をホールドします。

演算機能

効率 (WT332/WT333 だけに適用) << 操作説明は 4.5 節 >>

効率を演算できます。

クレストファクタ << 操作説明は 4.5 節 >>

電圧、電流のクレストファクタを、ピーク値 / 実効値で求めます。

四則演算 << 操作説明は 4.5 節 >>

6 種類の演算結果を表示します。(A + B、A - B、A * B、A/B、 A^2/B 、 A/B^2)

積算動作中の平均有効電力 << 操作説明は 4.5 節 >>

積算した時間内の平均有効電力を演算できます。電力量 (有効電力を積算したもの) を、積算経過時間で除算して求めます。

1.5 積算電力 (電力量)

有効電力の積算 (電力量)、および電流の積算 (電流量) ができます。

積算電力 (電力量) に関する測定ファクションの記号と意味については、「この製品で測定できる項目」をご覧ください。

積算モード << 操作説明は 5.2 節 >>

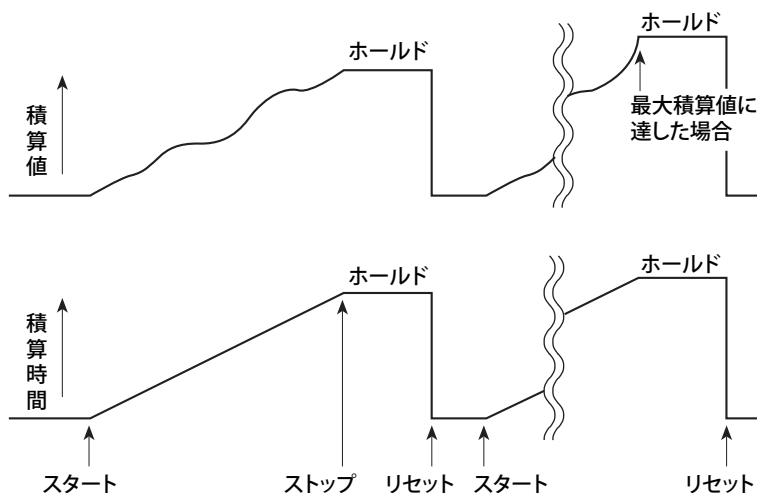
積算機能には、次の 3 種類のモードがあります。

積算モード	スタート	ストップ	繰り返し動作
マニュアル積算モード	キー操作	キー操作	---
標準積算モード	キー操作	タイマ時間でストップ	---
連続 (繰り返し) 積算モード	キー操作	キー操作	タイマ時間で繰り返し

マニュアル積算モード

積算モードを標準積算モード (nor) に設定し、積算タイマの設定を 00000:00:00 に設定すると、マニュアル積算モードで積算します。START キーを押すと積算をスタートし、STOP キーを押すまで積算を継続します。ただし、次の条件のどれかが成立すると、積算をストップして、そのときの積算時間と積算値をホールドします。

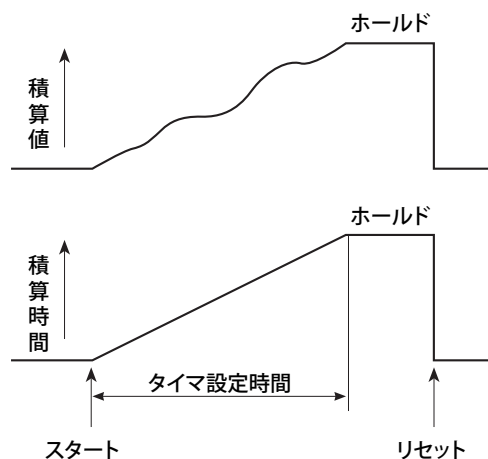
- ・ 積算時間が最大積算時間 (10000 時間) に達する。
- ・ 積算値が最大 / 最小表示積算値に達する。



標準積算モード

積算時間を相対時間で設定 (タイマ設定時間) します。START キーを押すと積算をスタートし、次の条件のどれかが成立すると、積算をストップして、そのときの積算時間と積算値をホールドします。

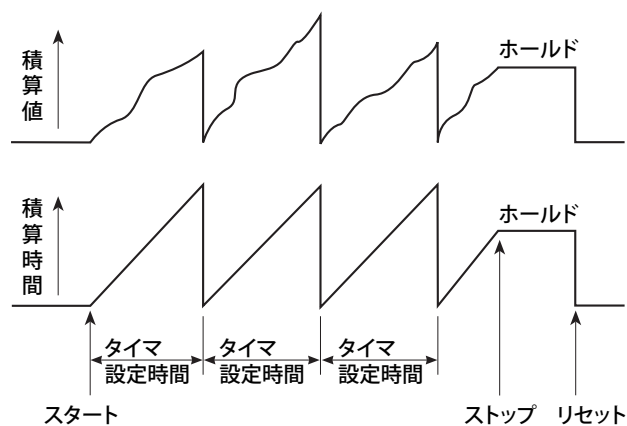
- ・ タイマ設定時間だけ経過する。
- ・ STOP キーを押す。
- ・ 積算値が最大 / 最小表示積算値に達する。



連続積算モード (繰り返し積算モード)

積算時間を相対時間で設定します。START キーを押すと積算をスタートし、設定した積算タイマ時間が経過すると、自動的にリセットし再スタートし、積算を繰り返します。次の条件のどれかが成立すると、積算をストップして、そのときの積算時間と積算値をホールドします。

- ・ STOP キーを押す。
- ・ 積算値が最大 / 最小表示積算値に達する。



積算方式 (演算式)

積算の演算式については、付録 1 をご覧ください。

1.6 高調波測定 (オプション)

高調波測定を使うと、50 次までの次数別の電圧、電流、有効電力や、次数別の含有率、基本波 (1 次) に対する各次数の位相角を演算できます。また、電圧、電流および有効電力の全実効値 (基本波 + 高調波) や、高調波ひずみ率 (THD) も演算できます。

高調波測定で測定できる測定ファクションの記号と意味については、「この製品で測定できる項目」の「高調波測定の測定ファクション」をご覧ください。

PLL ソース << 操作説明は 6.3 節 >>

高調波測定をするときは、高調波の次数を解析するために基準になる基本周期 (基本波の周期) を決める必要があります。この基本周期を求めるための信号が PLL (Phase Locked Loop) ソースです。ひずみや変動が少ない入力信号を PLL ソースに選択したほうが、安定して高調波測定ができます。

基本波、高調波、次数などの用語については付録 2 をご覧ください。

ひずみ率の演算式 << 操作説明は 6.3 節 >>

高調波ひずみ率の演算式を次の中から設定します。下記の説明は測定次数の上限値が 50 次の場合です。上限値が 50 次より小さい場合はその上限値までの次数について演算します。

- ・ IEC：基本波 (1 次) に対する 2 ～ 50 次成分までの実効値の比率を演算します。
- ・ CSA：1 ～ 50 次成分までの実効値に対する 2 ～ 50 次成分までの実効値の比率を演算します。

1.7 測定データのストア、設定情報の保存 / 読み込み

測定データや設定情報を内蔵（内部）メモリにストアできます。

測定データのストア << 操作説明は 7.1 節 >>

1 回のデータ更新周期で得られるすべてのデータを 1 ブロックとしてストアします。データ数は装備している入力エレメントの数によって異なります。そのため、ストアできるブロック数は、製品によって異なります。ストアした測定データを本機器の画面上にリコールすることはできません。ストアした測定データは通信機能で PC へ送信し、PC 上で確認できます。

設定情報の保存 / 読み込み << 操作説明は 7.2 節 >>

本機器の設定情報を 4 つ、保存できます。

保存した設定情報を読み込んで、設定を復元できます。

1.8 通信機能

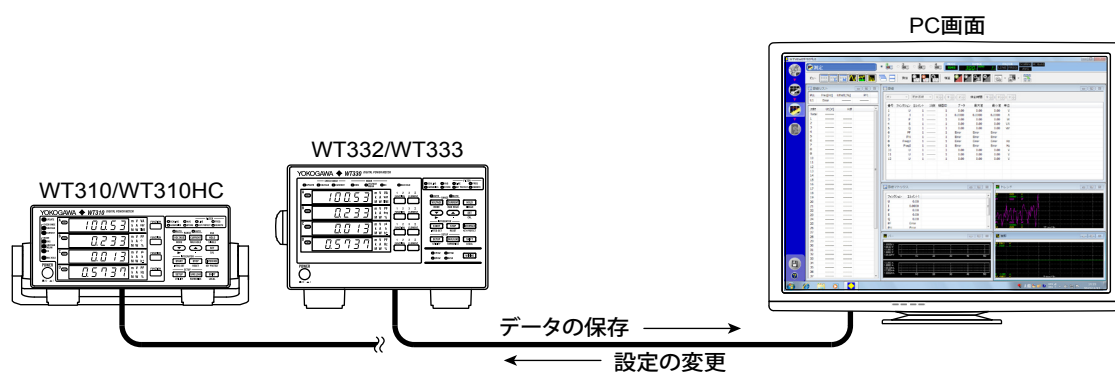
本機器と PC を接続すると、測定データを PC に保存したり、PC から本機器の設定を変更できます。

本機器では、下記の通信インタフェースを装備できます。

- ・ USB
- ・ GP-IB (仕様コード：-C1)
- ・ RS-232 (仕様コード：-C2)
- ・ イーサネット (仕様コード：/C7)

WTViewerFreePlus

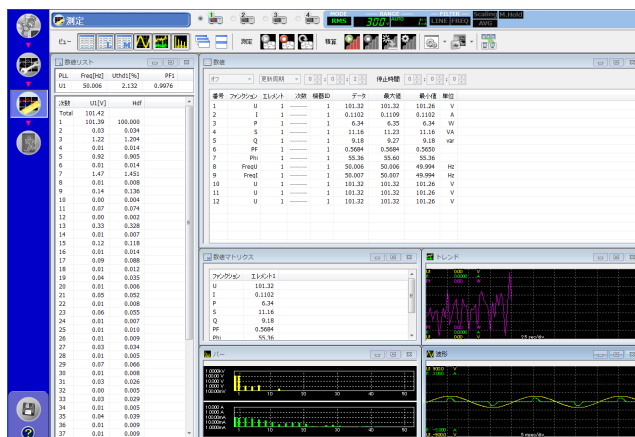
本機器に付属している、アプリケーションソフトウェア WTViewerFreePlus を用いると、通信による制御プログラムを自作せずに、測定データを PC に保存したり、本機器の設定を変更できます。



WTを設定する画面例



測定データの画面例



1.9 その他の機能

設定情報の初期化 << 操作説明は 8.2 節 >>

設定情報を、工場出荷時の初期設定に戻す機能です。

ゼロレベル補正 << 操作説明は 8.3 節 >>

本機器の内部回路で入力信号ゼロの状態をつくり、そのときのレベルをゼロレベルとすることをゼロレベル補正といいます。本機器の仕様を満たすためには、このゼロレベル補正をする必要があります。測定レンジを変更したときには、自動的にゼロレベルの補正がされますが、長時間、測定レンジを変更していないときは、本機器周囲の環境変化でゼロレベルが変化している場合があります。このようなときに、強制的にゼロレベルの補正をすることもできます。

D/A 出力 (オプション) << 操作説明は 8.4 節 >>

電圧、電流、有効電力、皮相電力、無効電力、力率、位相角、周波数、電圧ピーク、電流ピークおよび積算値を $\pm 5V$ FS の直流電圧に変換して出力します。WT310/WT310HC は 4 チャンネル、WT332/WT333 は 12 チャンネルの出力項目を設定できます。

リモート制御 (オプション) << 詳細はスタートガイド IM WT310-02JA の 5 章 >>

オプション /DA4、/DA12 付きの製品では、TTL レベル負パルスのロジック信号で本機器を制御したり、ロジック信号を外部に出力できます。

外部入力

次の 5 種類の制御信号があります。

- EXT HOLD
表示値をホールド、またはホールドした状態を解除します。
- EXT TRIG
ホールド状態のときに表示値を更新します。
- EXT START
積算動作をスタートします。
- EXT STOP
積算動作をストップします。
- EXT RESET
積算結果をリセットします。

外部出力

積算中に、次の信号を出力します。

INTEG BUSY

積算スタートから積算ストップまで、連続して出力します。

キープロテクト << 操作説明は 8.5 節 >>

電源スイッチの ON/OFF や KEY PROTECT スイッチの操作以外の、操作キーでの設定操作を無効にできます。

2.1 測定モードを設定する

WTVIEWerFreePlus

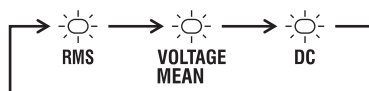
2

測定条件

操 作

SHIFT + VOLTAGE(MODE) キーを押して、測定モードを選択します。

SHIFT + VOLTAGE(MODE) キーを押すたびに、測定モードが次の順序で変わります。



解 説

測定モード

電圧と電流を測定する方式を次の中から選択します。初期設定は RMS です。

インジケータ	電圧	電流
RMS	真の実効値測定実効値	真の実効値測定実効値
VOLTAGE MEAN	平均値整流実効値校正	真の実効値測定実効値
DC	単純平均	単純平均

理論式

RMS

電圧と電流を真の実効値で表示したいときに選択します。

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

$f(t)$: 入力信号
 T : 入力信号の1周期

VOLTAGE MEAN

電圧を平均値整流実効値校正で表示したいときに選択します。正弦波で実効値校正をしているので、正弦波を測定した場合は RMS での測定値と同じになります。ひずみ波や直流波形など、正弦波以外の波形を測定した場合は RMS での測定値と異なります。

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

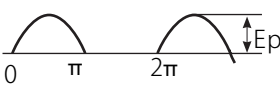
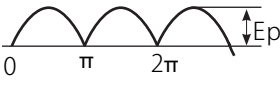
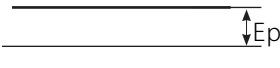
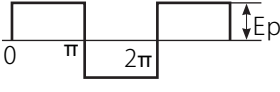
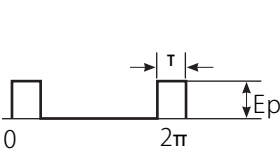
$f(t)$: 入力信号
 T : 入力信号の1周期

DC

電圧と電流が直流のときに選択します。入力信号を単純平均して表示します。

代表的な周期波形と電圧、電流測定モードによる表示値の相違

本機器は、下表の中の平均値整流測定モードには対応していません。

名称	測定モード	実効値	平均値整流	平均値整流 実効値校正	単純平均
	波形	RMS	—	VOLTAGE MEAN	DC
正弦波		$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{2}{\pi} \cdot E_p$	$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	0
半波整流		$\frac{E_p}{2}$	$\frac{E_p}{\pi}$	$\frac{E_p}{2\sqrt{2}}$	$\frac{E_p}{\pi}$
全波整流		$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{2}{\pi} \cdot E_p$	$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{2}{\pi} \cdot E_p$
直流		E_p	E_p	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot E_p$	E_p
三角波		$\frac{E_p}{\sqrt{3}}$	$\frac{E_p}{2}$	$\frac{\pi}{4\sqrt{2}} \cdot E_p$	0
方形波		E_p	E_p	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot E_p$	0
パルス		$\sqrt{\frac{\tau}{2\pi}} \cdot E_p$	$\frac{\tau}{2\pi} \cdot E_p$	$\frac{\pi\tau}{4\pi\sqrt{2}} \cdot E_p$	$\frac{\tau}{2\pi} \cdot E_p$
		上記をデューティ比 $D (= \frac{\tau}{2\pi})$ で表すと $\sqrt{D} \cdot E_p$	$D \cdot E_p$	$\frac{\pi D}{2\sqrt{2}} \cdot E_p$	$D \cdot E_p$

2.2 結線方式を設定する (WT332/WT333 だけに適用)

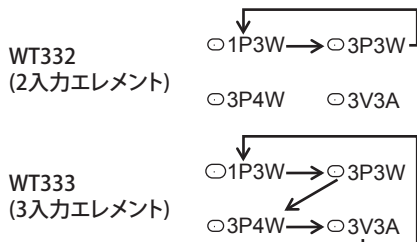
WTViewerFreePlus 

操 作

WIRING キーを押して、結線方式を選択します。

WIRING キーを押すたびに、結線方式が次の順序で変わります。

WT310、WT310HC では、入力エレメントが 1 つのため、結線方式の選択はありません。



解 説

結線方式

機種によって選択できる結線方式が異なります。

WT310、WT310HC

入力エレメントを 1 つだけ装着しています。単相 2 線式の測定が可能です。そのため、結線方式の選択機能はありません。

WT332 (WT330 2 入力エレメントモード)

入力エレメントを 2 つ (エレメント 1、エレメント 3) 装着しています。次の結線方式を選択できます。

結線方式	意味	構成エレメント
1P3W	単相 3 線式	エレメント 1 と 3
3P3W	三相 3 線式	エレメント 1 と 3

単相 2 線式 (1P2W) の測定データはエレメント 1 または 3 のそれぞれのエレメントの測定データです。単相 2 線式の測定データは上記のどの結線方式を選択していても正しく測定されます。

WT333 (WT330 3 入力エレメントモード)

入力エレメントを 3 つ (エレメント 1、エレメント 2、エレメント 3) 装着しています。次の結線方式を選択できます。

結線方式	意味	構成エレメント
1P3W	単相 3 線式	エレメント 1 と 3。エレメント 2 は単相 2 線式になる
3P3W	三相 3 線式	エレメント 1 と 3。エレメント 2 は単相 2 線式になる
3P4W	三相 4 線式	エレメント 1、2、3
3V3A	3 電圧 3 電流計法	エレメント 1、2、3

単相 2 線式の測定データは、エレメント 1、2、または 3 のそれぞれのエレメントの測定データです。単相 2 線式の測定データは上記のどの結線方式を選択していても正しく測定されます。

Note

- 実際に接続されている測定回路に合わせて結線方式を選択してください。選択した結線方式により本機器の内部処理方法が異なります。測定回路に合った結線方式を選択していない場合、正しくない測定 / 演算結果が表示されます。
- 各結線方式による測定値や演算値の求め方については、付録 1 をご覧ください。

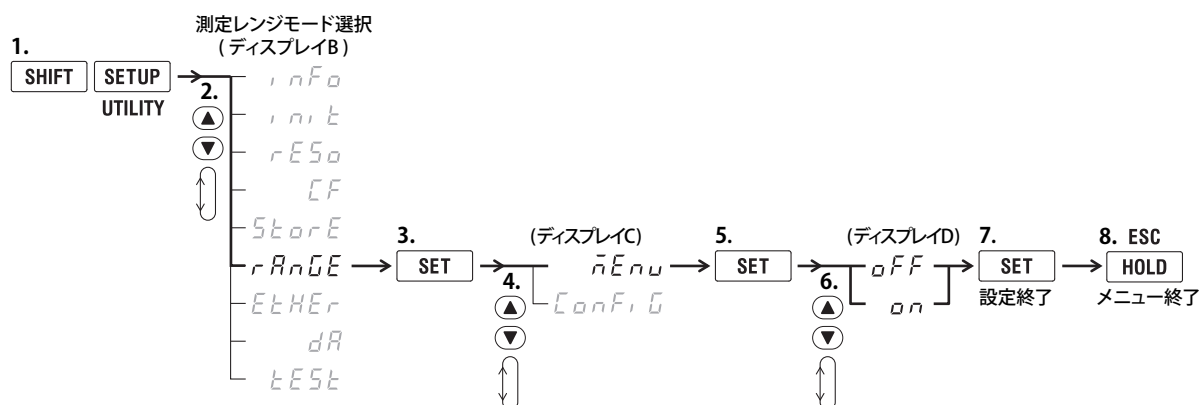
2.3 直接入力の際の測定レンジを設定する

WTViewerFreePlus

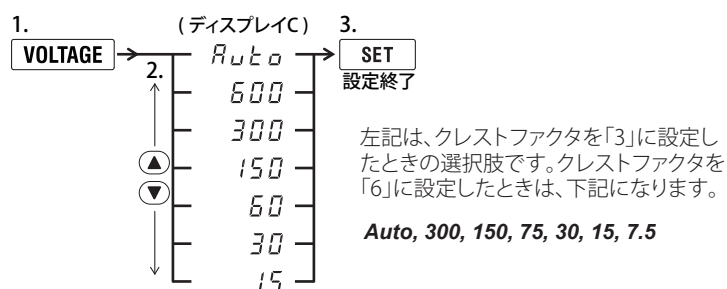
操作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

測定レンジのモード

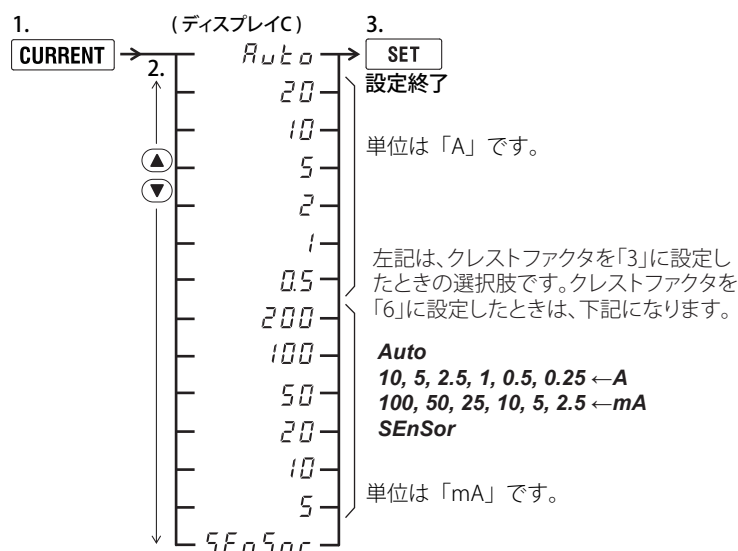


電圧レンジ（メニュー設定モード）

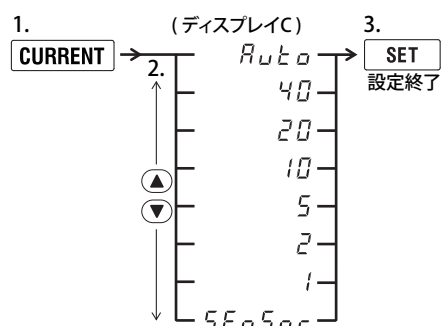


電流レンジ（メニュー設定モード）

WT310



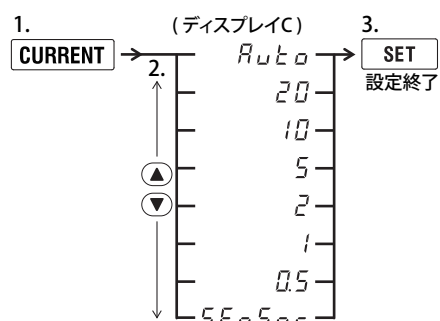
WT310HC



上記は、クレストファクタを「3」に設定したときの選択肢です。
クレストファクタを「6」に設定したときは、下記になります。

Auto, 20, 10, 5, 2.5, 1, 0.5, SEnSor

WT332/WT333



上記は、クレストファクタを「3」に設定したときの選択肢です。
クレストファクタを「6」に設定したときは、下記になります。

Auto, 10, 5, 2.5, 1, 0.5, 0.25, SEnSor

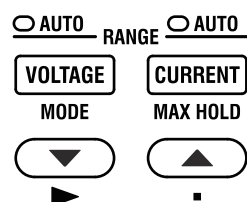
Note

SEnSor は、オプションの外部電流センサ入力を搭載した場合のみ表示されます。操作の詳細は 2.4 節をご覧ください。

電圧 / 電流レンジ (クイック設定モード)

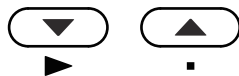
1. VOLTAGE キーまたは CURRENT キーを押します。

クイック設定モードの場合は、VOLTAGE キーまたは CURRENT キーと、▼キー、▲キーが点灯します。ディスプレイにはメニューが表示されません。ディスプレイ B(電圧レンジ)またはディスプレイ D(電流レンジ)に、現在設定されているレンジが一時的に表示され、測定データ表示に戻ります。

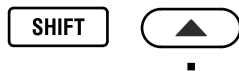


2.3 直接入力のための測定レンジを設定する

2. ▼キーまたは▲キーを押して、レンジを選択します。
レンジの変更中は、ディスプレイ B(電圧レンジ)またはディスプレイ D(電流レンジ)に、レンジが一時的に表示されます。



3. **SHIFT + ▲ (■)** キーを押して、オートレンジの ON/OFF を選択します。



4. **VOLTAGE** キーまたは **CURRENT** キーを押して、設定を終了します。
VOLTAGE キーまたは CURRENT キーと、▼キー、▲キーが消灯します。

解説

測定レンジのモード

測定レンジの設定モードには、メニュー設定モード (on) とクイック設定モード (oFF) の 2 種類あります。初期設定はメニュー設定モード (on) です。

メニュー設定モード：on

レンジ設定のメニューを表示します。ディスプレイ C の表示で測定レンジを選択できます。設定中はデータ表示されません。

クイック設定モード：oFF

測定データを表示したままで、測定レンジを切り替えたりオートレンジに設定できます。設定できる内容は、メニュー設定モードと同じです。次のような場合に有効なモードです。

- ・ 測定レンジを頻繁に切り替える
- ・ 測定レンジを順次切り替えていき、各レンジの表示を確認する (オーバレンジやピークオーバが発生しない測定レンジを探す場合)

Note

- ・ クイック設定モードの場合は、VOLTAGE キーまたは CURRENT キーを押したとき、VOLTAGE キーまたは CURRENT キーと、▼キー、▲キーが点灯します。
- ・ クイック設定モードにおいて SETUP キーなど他のメニューキーを押すと、一時的にクイック設定モードは解除されます。測定データの表示に戻ると、クイック設定モードを再開します。

固定 (手動) レンジとオートレンジ

実効値のレベルで測定レンジを設定します。固定レンジとオートレンジの 2 種類があります。初期設定はオートレンジです。

固定レンジ

固定レンジでは、選択肢の中から電圧レンジを選択します。選択された電圧レンジは、入力信号の大きさが変わっても切り替わりません。入力信号の実効値を基準に設定します。

電圧レンジ

- ・ クレストファクタ「3」の場合、600V、300V、150V、60V、30V、15V
- ・ クレストファクタ「6」の場合、300V、150V、75V、30V、15V、7.5V

電流レンジ**WT310**

- ・ クレストファクタ「3」の場合、20A、10A、5A、2A、1A、0.5A、200mA、100mA、50mA、20mA、10mA、5mA
- ・ クレストファクタ「6」の場合、10A、5A、2.5A、1A、0.5A、0.25A、100mA、50mA、25mA、10mA、5mA、2.5mA

WT310HC

- ・ クレストファクタ「3」の場合、40A、20A、10A、5A、2A、1A
- ・ クレストファクタ「6」の場合、20A、10A、5A、2.5A、1A、0.5A

WT332/WT333

- ・ クレストファクタ「3」の場合、20A、10A、5A、2A、1A、0.5A
- ・ クレストファクタ「6」の場合、10A、5A、2.5A、1A、0.5A、0.25A

Note

WT310 で、次の電流レンジを固定レンジで用いて測定中に、過大な入力が一定時間、連続して入力された場合、入力回路を保護するために、電流レンジが強制的に 1A レンジ (クレストファクタ「6」の場合は 0.5A レンジ) に切り替わり、固定レンジからオートレンジに切り替わります。

- ・ クレストファクタ「3」の場合：200mA、100mA、50mA、20mA、10mA、5mA
- ・ クレストファクタ「6」の場合：100mA、50mA、25mA、10mA、5mA、2.5mA

オートレンジ：Auto

入力信号の大きさによって、それぞれ自動的にレンジを切り替えます。

レンジアップ

次の条件を一つでも満たした場合、測定レンジをアップします。

- ・ 電圧または電流の実効値が、測定レンジの 130% を超える
- ・ クレストファクタ「3」の場合、電圧ピーク Upk、電流ピーク Ipk のデータが測定レンジの約 300% を超える
- ・ クレストファクタ「6」の場合、電圧ピーク Upk、電流ピーク Ipk のデータが測定レンジの約 600% を超える

WT332/WT333 では、装備されている入力エレメントが 1 つでも上記のレンジアップの条件を満たすと、測定レンジをアップします。

レンジダウン

次の条件をすべて満たした場合、測定レンジをダウンします。

- ・ 電圧または電流の実効値が、測定レンジの 30% 以下
- ・ 電圧または電流の実効値が、下位レンジ (レンジダウンしようとするレンジ) の 125% 以下
- ・ クレストファクタ「3」の場合、電圧ピーク Upk、電流ピーク Ipk のデータが下位レンジの 300% 以下
- ・ クレストファクタ「6」の場合、電圧ピーク Upk、電流ピーク Ipk のデータが下位レンジの 600% 以下

WT332/WT333 では、装備されているすべての入力エレメントが上記のレンジダウンの条件を満たすと、測定レンジをダウンします。

Note

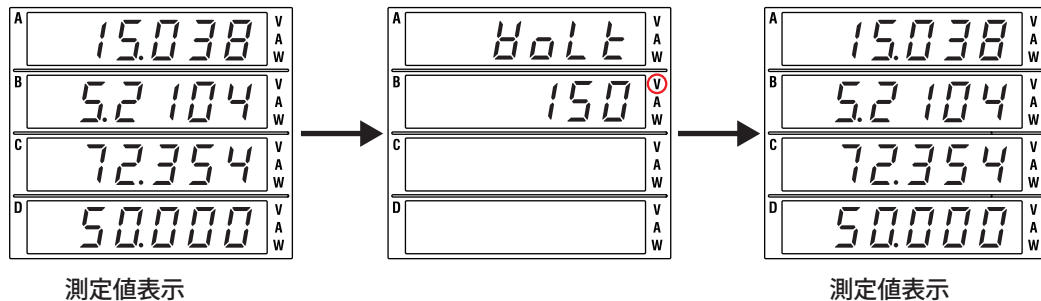
オートレンジの場合、不定期なパルス状の波形が入力されると、レンジが一定に保たれないことがあります。このときは固定レンジに設定してください。

2.3 直接入力の際の測定レンジを設定する

レンジの確認

測定中に現在設定されているレンジを確認するときは、VOLTAGE キーまたは CURRENT キーを押します。設定されているレンジがディスプレイに表示されます。

測定状態に戻すには、メニュー設定モードのときは再度同じキーを押します。クイック設定モードではデータ更新周期の時間だけレンジが表示されたあと、測定データ表示に戻ります。



電力レンジ

有効電力 / 皮相電力 / 無効電力の測定レンジ (電力レンジ) は、結線方式、電圧レンジおよび電流レンジから決まり、次のようになります。

結線方式	電力レンジ
1P2W(単相 2 線式)	電圧レンジ×電流レンジ
1P3W(単相 3 線式)	
3P3W(三相 3 線式)	電圧レンジ×電流レンジ× 2
3V3A(3 電圧 3 電流計法)	
3P4W(三相 4 線式)	電圧レンジ×電流レンジ× 3

- ・ 最大表示は 99999(表示桁数 5 桁の場合) です。
- ・ 電圧レンジ×電流レンジの結果が 1000W 以上になると表示単位は kW 表示になり、1000kW 以上になると表示単位は MW 表示になります。
- ・ 具体的な電圧レンジと電流レンジの組み合わせと電力レンジの数値は、付録 3 をご覧ください。

Note

- ・ オートレンジの場合、レンジのアップ / ダウン条件により、電圧や電流のレンジがそれぞれ切り替わるため、同じ電力測定値 / 演算値でも異なった電力レンジに設定されることがあります。
- ・ 電圧入力端子を開放にすると、商用電源周波数である 50Hz または 60Hz のノイズ (ハムノイズ) が電圧入力端子に混入し、最大で 0.3V 程度の電圧値が表示されることがあります。これは、電圧入力端子の入力抵抗が高いためです。端子を短絡すると 0V になります。

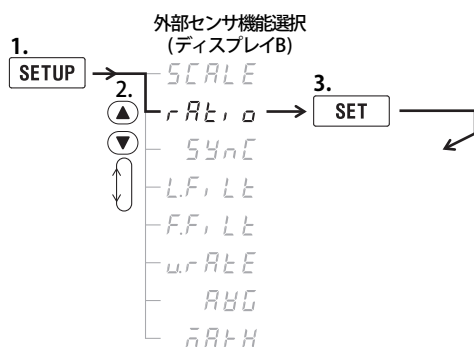
2.4 外部電流センサ使用時の測定レンジを設定する (オプション)

WTVIEWERFreePlus

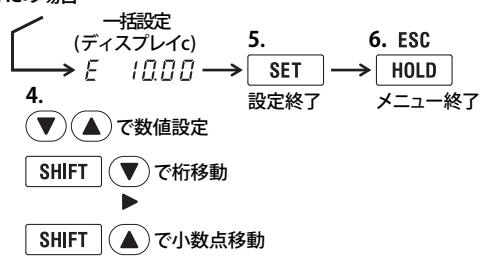
操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

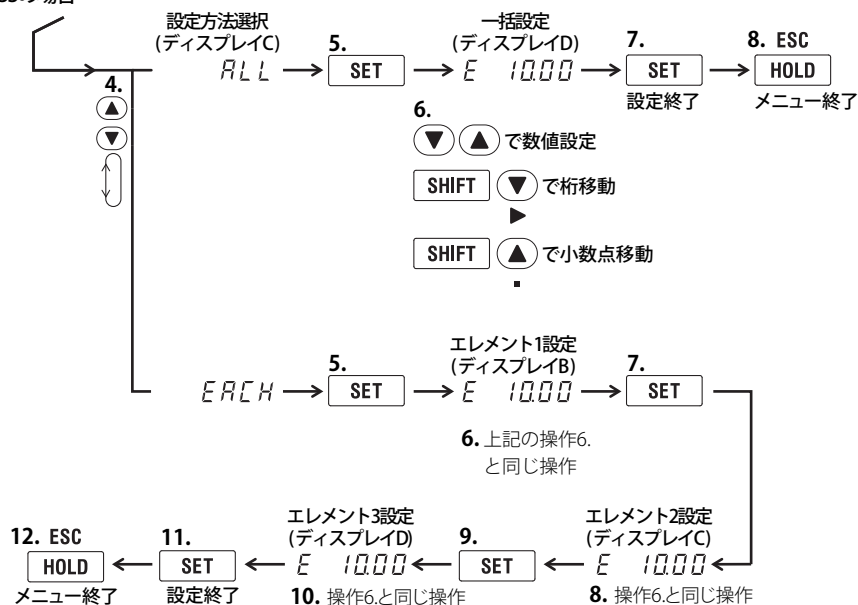
外部電流センサのスケーリング定数



WT310/WT310HCの場合



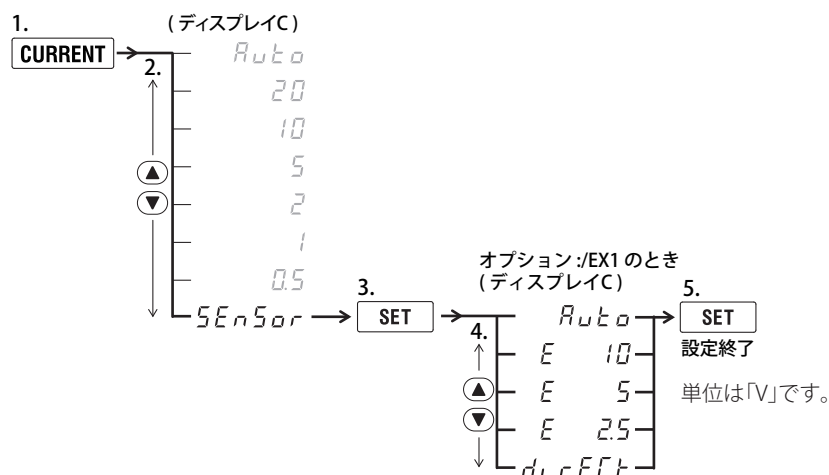
WT332/WT333の場合



Note

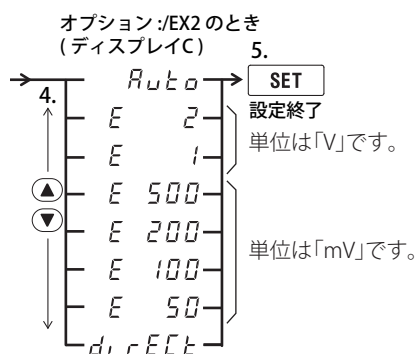
WT310/WT310HC では設定方法選択のメニュー (ALL/EACH) は表示されません。

外部電流センサの測定レンジ (メニュー設定モード)



上記は、クレストファクタを「3」に設定したときの選択肢です。
クレストファクタを「6」に設定したときは、下記になります。

Auto, E 5, E 2.5, E 1.25, dirECt



上記は、クレストファクタを「3」に設定したときの選択肢です。
クレストファクタを「6」に設定したときは、下記になります。

Auto, E 1, E 0.5, E 250, E 100, E 50, E 25, dirECt

上記のメニューは WT332/WT333 の場合です。

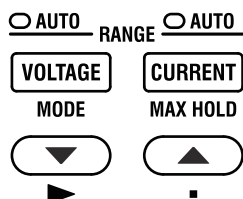
WT310 の場合は 5mA レンジを表示したあとに、SEnSor を表示します。

WT310HC の場合は 1A レンジを表示したあとに、SEnSor を表示します。

外部電流センサの測定レンジ (クイック設定モード)

1. **CURRENT** キーを押します。

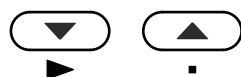
クイック設定モードの場合は、**CURRENT** キーと、▼キー、▲キーが点灯します。ディスプレイにはメニューが表示されません。



2. **SHIFT + ▼ (▶)** キーを押して、直接入力 / 外部電流センサ入力を切り替えます。



3. ▼キーまたは▲キーを押して、レンジを選択します。
レンジの変更中は、ディスプレイ D にレンジが一時的に表示されます。



4. **CURRENT** キーを押して、設定を終了します。
CURRENT キーと、▼キー、▲キーが消灯します。

Note

測定レンジのメニュー設定モードとクイック設定モードの切り替え方法は、2.3 節をご覧ください。

解説

外部電流センサ

シャントやクランプなどの電圧出力型の電流センサの出力を、エレメントの外部電流センサ入力コネクタ (EXT) に入力して測定できます。外部センサの換算比からスケーリング定数と測定レンジを設定して測定します。

Note

電流出力型の電流センサを使用するときは、換算比を CT 比として設定します。

外部電流センサのスケーリング定数

換算比は、1A の電流が流れたときに外部電流センサの出力が何 mV になるかで、このときの数値をスケーリング定数として設定します。

スケーリング定数の求め方

たとえば、当社のクランプオンプローブ 96030 を使用する場合、換算比が 2.5mV/A なので、1A の電流が流れたときに電流センサの出力が 2.5mV になります。スケーリング定数に 2.500 を設定します。同様に、96031 を使用する場合、換算比が 1mV/A なので、スケーリング定数に 1.000 を設定します。96001 を使用する場合、換算比が 10mV/A なので、スケーリング定数に 10.00 を設定します。

Note

当社の WT110、WT110E、WT130、WT200、WT210、WT230 の置き換えとして、WT310、WT310HC、WT332、WT333 と、外部センサを組み合わせる場合、スケーリング定数の算出方法が異なるため、スケーリング定数を変更する必要がある場合があります。上記の説明に従って、スケーリング定数を正しく設定し直してください。

一括設定と個別設定 (WT332/WT333)

WT332/WT333 では設定方法が、ALL と EACH の 2 種類あります。初期設定は ALL です。WT310/WT310HC では設定方法の選択メニューは表示されません。

- ・ ALL：すべてのエレメントのスケーリング定数を同じ数値に一括設定するときに選択します。
- ・ EACH：エレメントごとにスケーリング定数を設定するときに選択します。

スケーリング定数

前項で選択した設定方法によって、スケーリング定数の設定手順が異なります。設定範囲は 0.001 ~ 9999、初期設定は 10.00 です。WT310/WT310HC ではディスプレイ C でスケーリング定数を設定します。

- ・ 前項で ALL を選択したとき
ディスプレイ D ですべてのエLEMENTのスケーリング定数を一括して設定します。
- ・ 前項で EACH を選択したとき
 - ・ ディスプレイ B でELEMENT 1 だけのスケーリング定数を設定します。
 - ・ ディスプレイ C でELEMENT 2 だけのスケーリング定数を設定します。WT332 ではELEMENT 2 の設定メニューは表示しません。
 - ・ ディスプレイ D でELEMENT 3 だけのスケーリング定数を設定します。

外部電流センサの測定レンジ

スケーリング定数を設定したあと、外部センサの定格出力を測定レンジとして選択します。オートレンジも選択可能です。

メニュー設定モードの場合は電流測定レンジの設定メニューから、クイック設定モードの場合は測定データを表示したままで設定できます。

メニュー設定モード / クイック設定モードの選択方法については 2.3 節をご覧ください。

電流レンジ (外部センサレンジ) の選び方

例 1 :

クランプオンプローブ 96030(換算比 2.5mV/A) を用いて、200A の電流を測定する場合、プローブの出力電圧は $2.5\text{mV/A} \times 200\text{A} = 500\text{mV}$ です。

そこで、本機器の電流レンジ (外部センサレンジ) は /EX2 オプションの 500mV レンジを使用します。

例 2 :

クランプオンプローブ 96030(換算比 2.5mV/A) を用いて、60A の電流を測定する場合、プローブの出力電圧は $2.5\text{mV/A} \times 60\text{A} = 150\text{mV}$ です。

そこで、本機器の電流レンジ (外部センサレンジ) は /EX2 オプションの 200mV レンジを使用します。

例 3 :

クランプオンプローブ 96031(換算比 1mV/A) を用いて、200A の電流を測定する場合、プローブの出力電圧は $1\text{mV/A} \times 200\text{A} = 200\text{mV}$ です。

そこで、本機器の電流レンジ (外部センサレンジ) は /EX2 オプションの 200mV レンジを使用します。

例 4 :

クランプオンプローブ 96001(換算比 10mV/A) を用いて、200A の電流を測定する場合、プローブの出力電圧は $10\text{mV/A} \times 200\text{A} = 2000\text{mV} = 2\text{V}$ です。

そこで、本機器の電流レンジ (外部センサレンジ) は /EX1 オプションの 2.5V レンジを使用します。

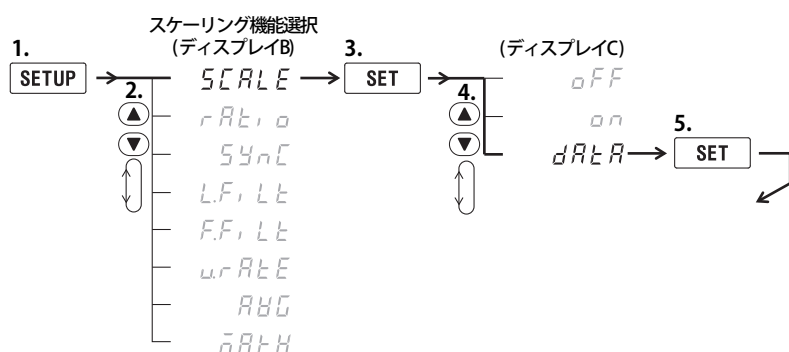
2.5 変圧器 / 変流器を使用するときのスケーリング機能を設定する

WTVIEWERFreePlus

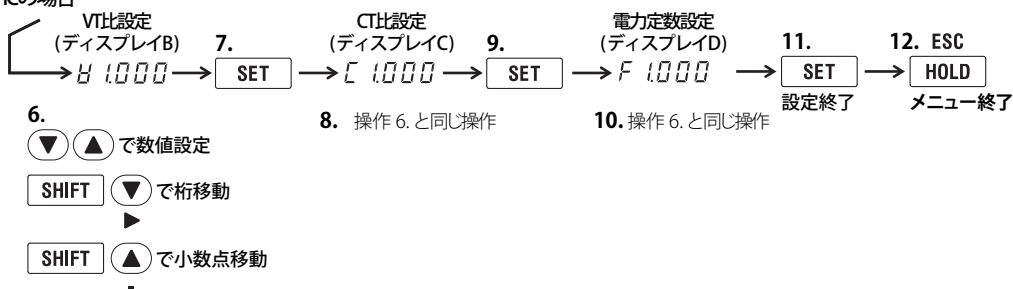
操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

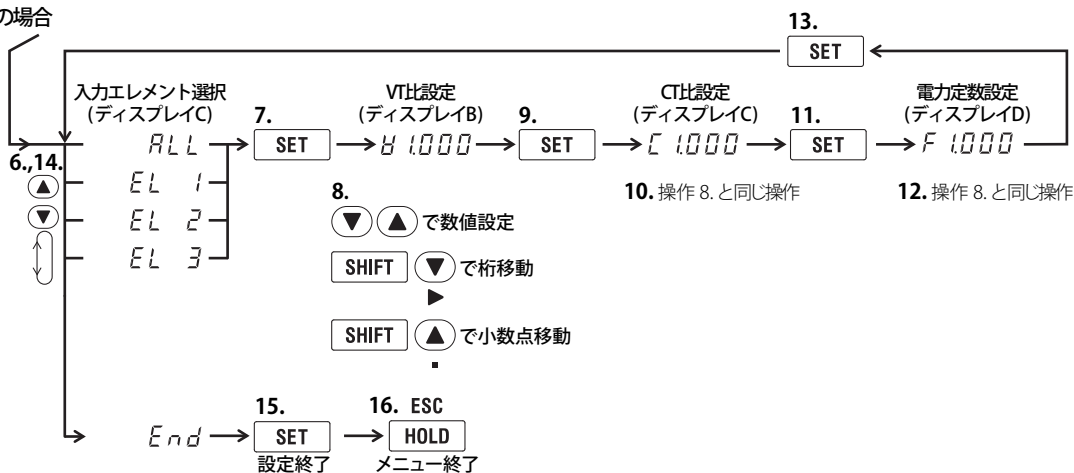
スケーリングの係数



WT310/WT310HCの場合



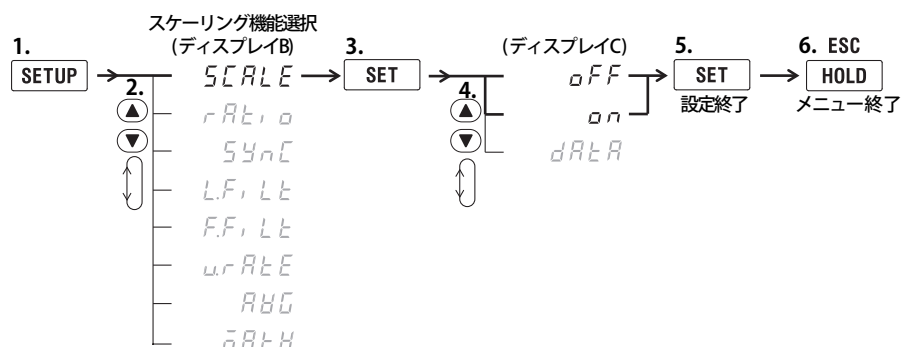
WT332/WT333の場合



Note

WT310/WT310HC では入力エレメント選択のメニュー (ALL/EL1/EL2/EL3/End) は表示されません。

スケーリング機能の ON/OFF



解 説

スケーリング機能

変圧器^{*1}/変流器^{*2}を介して電圧や電流の信号を入力する場合、それぞれ係数を設定できます。スケーリング機能で設定できる係数は、VT 比、CT 比と、電力係数 (SF) です。

*1 VT(voltage transformer)

*2 CT(current transformer)

VT 比、CT 比

VT 比、CT 比を設定し、変圧、変流する前の電圧や電流の数値データや波形表示データに換算できます。

電力係数

電力係数 (F) を設定すると、測定された有効電力、皮相電力、無効電力に係数を掛けて表示できます。

測定ファンクション	換算前のデータ	換算結果	
電圧 U	U_2 (VT の 2 次出力)	$U_2 \times V$	V : VT 比
電流 I	I_2 (CT の 2 次出力)	$I_2 \times C$	C : CT 比
有効電力 P	P_2	$P_2 \times V \times C \times F$	F : 電力係数
皮相電力 S	S_2	$S_2 \times V \times C \times F$	
無効電力 Q	Q_2	$Q_2 \times V \times C \times F$	
電圧の最大値 / 最小値 Upk	Upk_2 (VT の 2 次出力)	$Upk_2 \times V$	
電流の最大値 / 最小値 Ipk	Ipk_2 (CT の 2 次出力)	$Ipk_2 \times C$	

スケーリング係数

係数の一括設定と個別設定

WT332/WT333 では、係数を設定するエレメントを選択します。初期設定は ALL です。WT310/WT310HC ではエレメントの選択メニューは表示されません。

- ・ ALL：すべてのエレメントの係数を同じ数値に一括設定するときを選択します。
- ・ EL1：エレメント 1 だけの係数を設定するときを選択します。
- ・ EL2：エレメント 2 だけの係数を設定するときを選択します。WT332 ではこのメニューは表示しません。
- ・ EL3：エレメント 3 だけの係数を設定するときを選択します。
- ・ End：設定が終了したとき、または設定しないときを選択します。

係数の種類と設定順序

次の順序で係数を設定します。設定範囲は 0.001 ～ 9999、初期設定は 1.000 です。

- ・ V：ディスプレイ B で VT 比を設定します。
- ・ C：ディスプレイ C で CT 比を設定します。
- ・ F：ディスプレイ D で電力係数を設定します。

WT310/WT310HC は V、C、F の順に進み、SET キーを押したときに係数の設定を終了します。

WT332/WT333 は入力エレメントの選択で End を選ぶと設定を終了します。

スケーリング機能の ON/OFF

係数を設定したあと、スケーリング機能の on/oFF を選択します。初期設定は oFF です。

- ・ on：スケーリングを開始し、SCALING のインジケータが点灯します。
- ・ oFF：スケーリングを停止します。SCALING のインジケータが消灯します。

Note

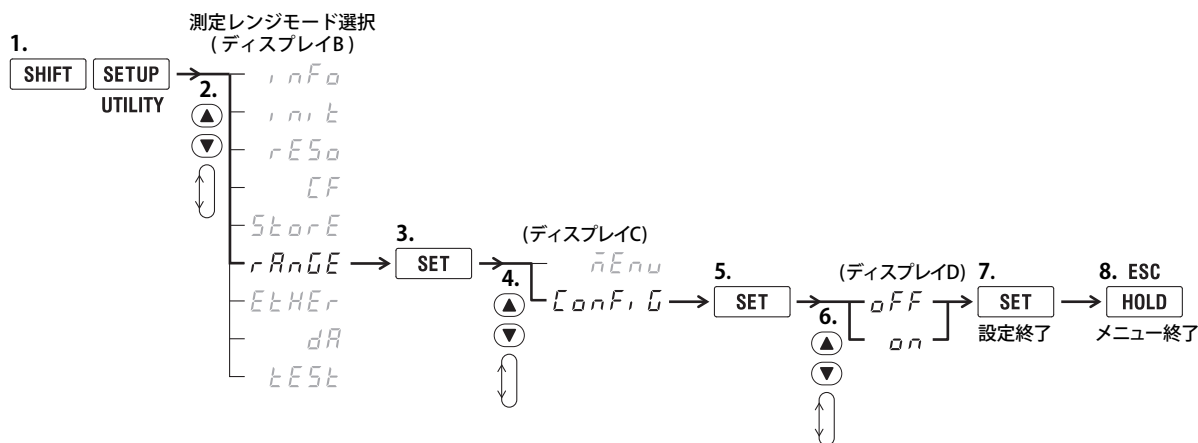
- ・ 係数×測定レンジが 9999M(10⁶) を超えると、演算オーバ表示 (oF--) になります。
- ・ 外部センサを使用して測定する場合、スケーリング機能が ON になっていると、外部センサのスケーリング定数に VT 比 / CT 比がさらに掛けられます。スケーリング定数は、本節で説明しているスケーリング機能とは別のものです。詳細は 2.4 節をご覧ください。

2.6 測定レンジスキップを設定する

WTVIEWERFreePlus

操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。



解 説

測定レンジスキップの ON/OFF

スキップさせる測定レンジを設定できます (レンジコンフィグレーション)。測定がオートレンジのとき、使用しない測定レンジをスキップし、選択した有効な測定レンジ間でレンジをアップ / ダウンします。レンジが順次切り替わる場合の測定データの取りこぼしを軽減できます。初期設定は OFF です。

- ・ on：レンジスキップ機能が働きます。
- ・ off：レンジスキップ機能は働きません。

スキップする測定レンジ (レンジコンフィグレーション)

どの測定レンジをスキップするかは、通信インタフェースを通じて通信コマンドで設定します。WT300 シリーズ本体のメニューでは、スキップする測定レンジの設定はできません。詳細は、通信インタフェースユーザーズマニュアル IM WT310-17JA をご覧ください。WTVIEWERFreePlus ソフトウェアでも設定できます。

ピークオーバージャンプ (Peak Over Jump)

測定レンジスキップとは別に、オートレンジで使用中にピークオーバーが発生したとき、切り替える測定レンジを指定できます。この機能は、通信インタフェースを通じて通信コマンドで設定します。WT300 シリーズ本体のメニューでは設定できません。詳細は、通信インタフェースユーザーズマニュアル IM WT310-17JA をご覧ください。WTVIEWERFreePlus ソフトウェアでも設定できます。通信コマンドでは、スキップする測定レンジを選択するのではなく、有効な測定レンジを選択する形式で設定します。

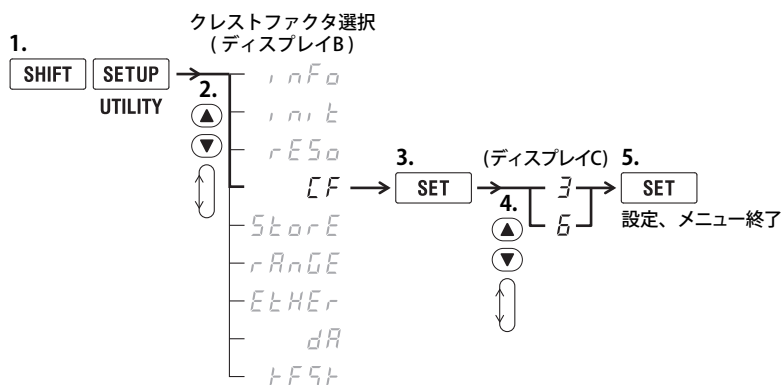
- ・ OFF の場合、ピークオーバーが発生すると有効な測定レンジの順に測定レンジが上がります。
- ・ 測定レンジスキップが OFF の場合、ピークオーバージャンプも動作しません。

2.7 クレストファクタを設定する

WTVIEWERFreePlus

操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。



解 説

クレストファクタ (Crest Factor)

波形の波高値 (ピーク値) と実効値の比で定義され、波高率とも呼ばれます。

$$\text{クレストファクタ (CF、波高率)} = \frac{\text{波高値}}{\text{実効値}}$$

WT300 シリーズのクレストファクタは測定レンジの何倍までの波高値を入力できるかを示し、3 または 6 を選択できます。初期設定は 3 です。

Note

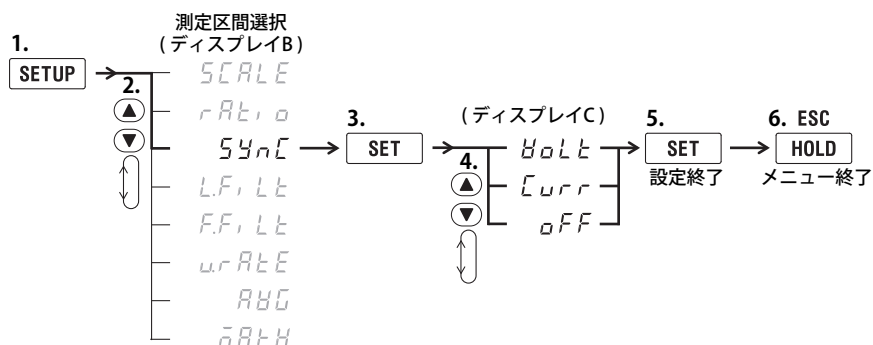
- 固定レンジのときにクレストファクタを設定すると、電圧レンジおよび電流レンジが最大レンジに設定されます。
- オートレンジのときにクレストファクタを設定すると、電圧レンジおよび電流レンジが最大レンジに設定されたあと、オートレンジが動作します。
- クレストファクタを 6 に設定すると、IEC62018 などが要求するクレストファクタ 5 以上の測定条件を満たします。
- クレストファクタの値により、電圧レンジ、電流レンジ、有効入力範囲、測定確度が異なります。詳細は、スタートガイド IM WT310-02JA の 7 章をご覧ください。

2.8 測定区間を設定する

WTVIEWERFreePlus

操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。



解 説

測定区間

測定区間は、基準になる入力信号 (同期ソース) により決まります。同期ソースが、レベルゼロ (振幅の中央値) を立ち上がり (または立ち下がり) スロープで横切る (ゼロクロス) データ更新周期内の最初の点から、レベルゼロを立ち上がり (または立ち下がり) スロープで横切るデータ更新周期内の最後の点までを測定区間にします。

データ更新周期内にゼロクロスが 1 つ以下のときは、データ更新周期内の全区間が測定区間になります。

同期ソース

入力信号の周期は電圧および電流信号から検出しているため、同期ソースは電圧信号 VoLt または電流信号 Curr を選択できます。初期設定は WT310、WT310HC が VoLt、WT332/WT333 が Curr です。

- VoLt

優先的に電圧信号の周期を検出し同期ソースにします。各エレメントの電圧信号が、それぞれのエレメントの同期ソースになります。電圧信号の周期を検出できない場合には、電流信号を同期ソースにします。電流信号の周期も検出できない場合は、データ更新周期の全区間が測定区間になります。

- Curr

優先的に電流信号の周期を検出し同期ソースにします。各エレメントの電流信号が、それぞれのエレメントの同期ソースになります。電流信号の周期を検出できない場合には、電圧信号を同期ソースにします。電圧信号の周期も検出できない場合は、データ更新周期の全区間が測定区間になります。

- oFF

電圧や電流信号に同期して測定するのではなく、データ更新周期の全区間が測定区間になります。

Note

- 電圧や電流の最大値 (ピーク値) の数値データは、常にデータ更新周期内が測定区間になります。
- 測定区間の設定方法の詳細は、付録 4 をご覧ください。
- 高調波測定 (オプション) の測定ファクションの測定区間については、6.3 節をご覧ください。

2.9 入力フィルタを設定する

WTVIEWerFreePlus

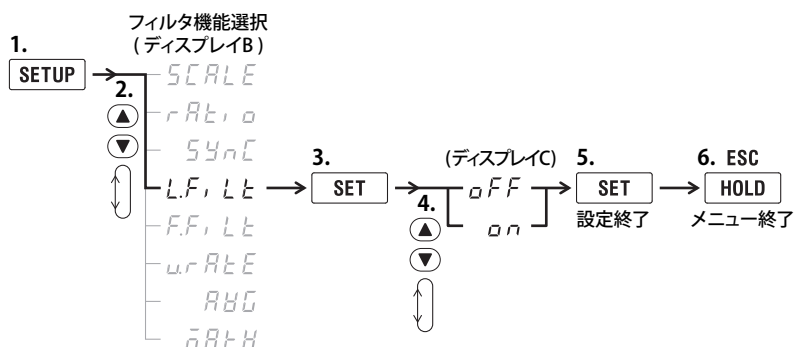
操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

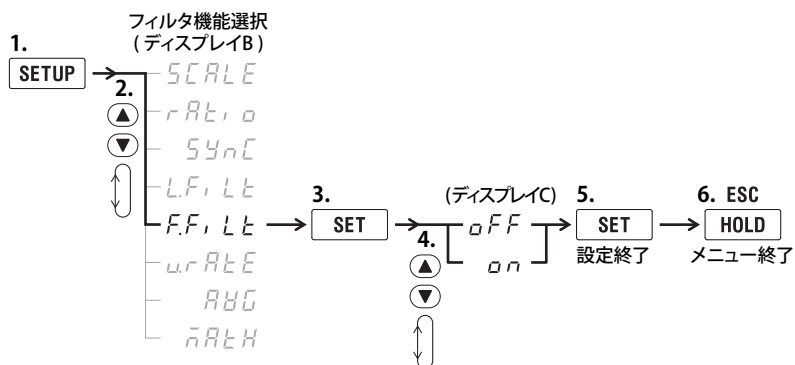
2

測定条件

ラインフィルタの ON/OFF



周波数フィルタの ON/OFF



解 説

入力フィルタはラインフィルタと周波数フィルタの2種類あります。インバータ波形やひずみ波形などのノイズを除去し、安定した測定値を得ることができます。

ラインフィルタ

測定回路だけに挿入されます。入力信号のノイズ成分を除去します。カットオフ周波数は500Hzです。初期設定はOFFです。

- ・ on：ラインフィルタ機能が働き、LINEのインジケータが点灯します。
- ・ off：ラインフィルタ機能は働きません。LINEのインジケータが消灯します。

周波数フィルタ

周波数測定回路だけに挿入されます。カットオフ周波数は 500Hz です。本機器は、入力信号に同期して測定しているため、入力信号の周波数を正しく測定することが必要です。初期設定は oFF です。

- on：周波数フィルタ機能が働き、FREQ のインジケータが点灯します。
- oFF：周波数フィルタ機能は働きません。FREQ のインジケータが消灯します。

周波数フィルタを on に設定しても、電圧および電流の測定値は高周波成分を含んだ値となります。

Note

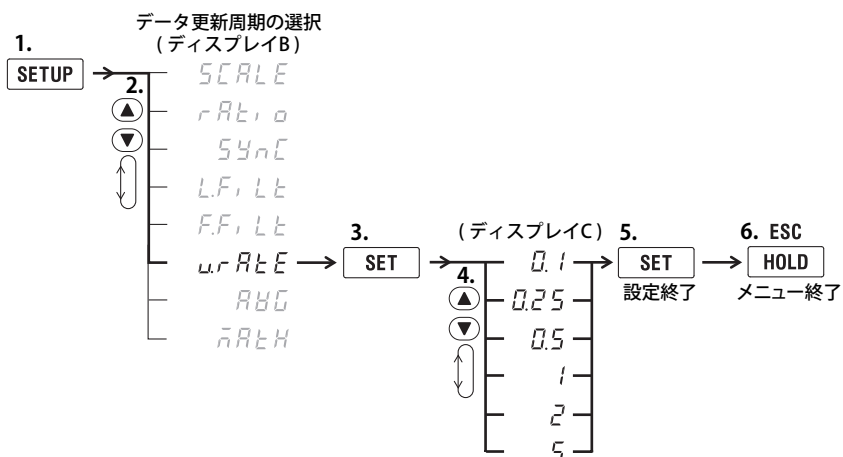
積算をスタートしてから、積算をストップしてリセットするまで、入力フィルタの ON/OFF の変更はできません。

2.10 データ更新周期を設定する

WTViewerFreePlus

操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。



解 説

データ更新周期

データ更新周期は、測定ファンクションを求めるためのサンプリングデータを取り込む周期です。
データ更新周期を次の中から選択できます。初期設定は 0.25s です。

0.1s、0.25s、0.5s、1s、2s、5s

- ・ 選択した周期で 1 回の数値データを更新し、ストア、D/A 出力、通信出力します。
- ・ 選択した周期に合わせて、UPDATE のインジケータが点滅します。
- ・ 電力系統の比較的速い負荷変動を捉えるには、短いデータ更新周期を選択してください。周波数が低い信号を捉えるには、長いデータ更新周期を選択してください。

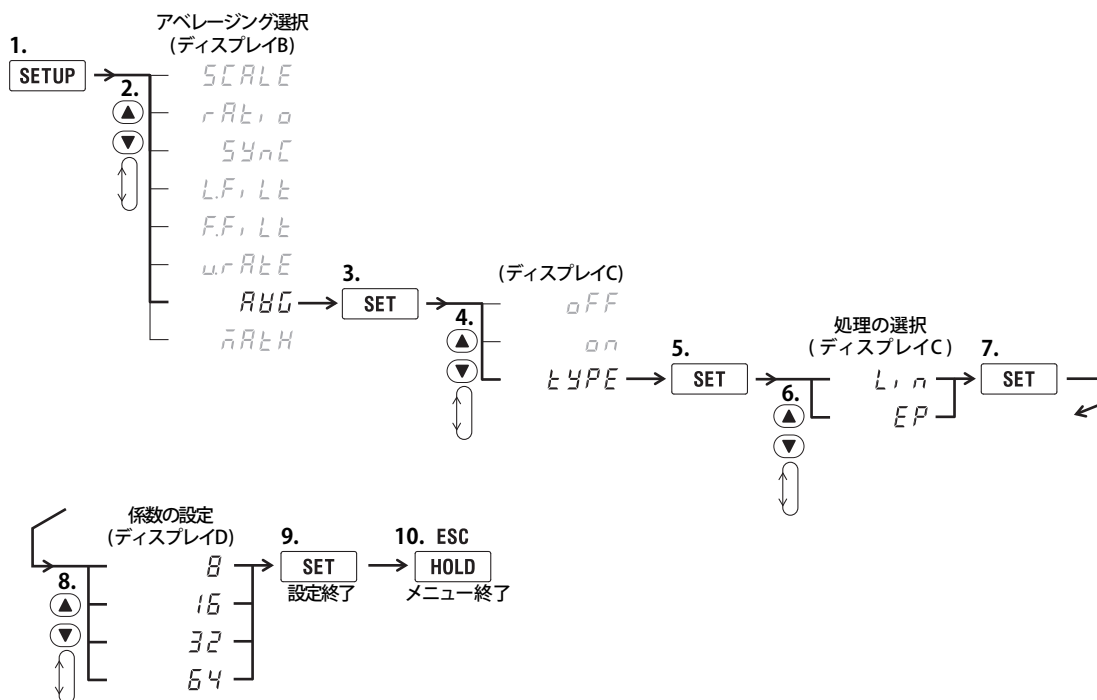
2.11 アベレージングを設定する

WTVViewerFreePlus

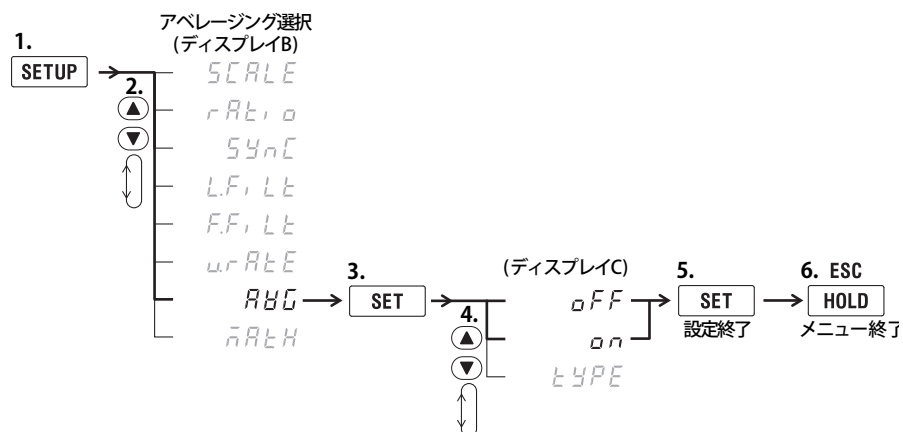
操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

アベレージングのタイプ



アベレージングの ON/OFF



解 説

アベレージング

数値データを指数化平均、または移動平均します。電源や負荷の変動が大きいときや、入力信号の周波数が低いときで、数値表示がふらついて読みとりにくい場合に有効です。

アベレージング処理される測定ファンクション

直接、アベレージング処理される測定ファンクションは、次のとおりです。他の測定ファンクションでも、次の測定ファンクションのデータを使用して演算されている場合には、アベレージングの影響を受けます。

- ・ U、I、P、S、Q
- ・ λ 、 Φ 、Cf I はアベレージングされた Urms、Irms、P、S、Q から演算されます。

アベレージング処理をしない測定ファンクション

アベレージング処理をすると測定値の意味がなくなってしまうピーク値 (Upk、Ipk) のような測定ファンクションは、アベレージング処理されません。

- ・ fU、fI、U+pk、U-pk、I+pk、I-pk、P+pk、P-pk、Time、WP、WP+、WP-、q、q+、q-

アベレージングのタイプ

指数化平均 EP または移動平均 Lin を選択します。初期設定は Lin です。

指数化平均：EP

設定した減衰定数で、次の式に従って、数値データを指数化平均します。

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

D_n : n 回目の指数化平均した表示値 (1 回目の表示値 D_1 は、 M_1 になります。)

D_{n-1} : n-1 回目の指数化平均した表示値

M_n : n 回目の数値データ

K : 減衰定数

移動平均：Lin

設定した平均個数で、次の式に従って、数値データを単純平均します。

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

D_n : n-(m-1) 回目から n 回目までの合計 m 個の数値データを単純平均した表示値

$M_{n-(m-1)}$: n-(m-1) 回目の数値データ

.....

.....

M_{n-2} : n-2 回目の数値データ

M_{n-1} : n-1 回目の数値データ

M_n : n 回目の数値データ

m : 平均個数

アベレージングの係数 (減衰定数または平均個数)

減衰定数 (指数化平均の場合)、平均個数 (移動平均の場合) を次の中から選択できます。初期設定はいずれも 8 です。

8、16、32、64

Note

ここで設定するアベレージングの係数は、指数化平均と移動平均にて、別々に設定できます。

アベレージングの ON/OFF

アベレージングの係数 (減衰定数または平均個数) を設定したあと、アベレージングの on/off を選択します。初期設定は off です。

- on : アベレージングを開始し、AVG のインジケータが点灯します。
- off : アベレージングを停止します。AVG のインジケータが消灯します。

Note

-
- 積算をスタートしたときは、アベレージングが OFF になります。積算をストップしてリセットしても元に戻りません。
 - 高調波測定の際のアベレージングは、指数化平均だけが可能です。詳細は 6.1 節をご覧ください。
-

3.1 測定値をホールドする

WTVIEWERFreePlus 

操 作

測定値のホールド

HOLD キーを押します。HOLD キーが点灯し、測定データの表示がホールドされます。



ホールドの解除

ホールド状態のとき、**HOLD** キーを押します。HOLD キーが消灯し、表示が更新されます。



解 説

ホールド

データ更新周期ごとの測定と表示の動作を中断し、各測定ファンクションのデータの表示を保持できます。D/A 出力、通信出力などの値も、ホールドされている数値データになります。

Note

積算中のホールド機能については、5.1 節をご覧ください。

3.2 シングル測定をする

WTVIEWERFreePlus 

操 作

シングル測定

ホールド状態のとき、**SHIFT + HOLD (SINGLE)** キーを押します。1 回だけ測定動作をして、ホールド状態になります。



解 説

シングル測定

ホールド中に、設定されているデータ更新周期で 1 回だけ測定動作をします。測定してデータを更新したあと、再びホールド状態になります。ホールド中でないときに SHIFT + HOLD (SINGLE) キーを押すと、その時点から再測定します。

SHIFT キーを約 2 秒以上、押し続けると、SHIFT ロック機能が ON になります。シングル測定を頻繁に行う場合、SHIFT ロック機能を ON にすると、HOLD キーを押すだけで、シングル測定を実行できます。SHIFT ロック機能を OFF にするには、SHIFT キーを押します。

4.1 電圧、電流、有効電力を表示する

WTVIEWERFreePlus

操 作

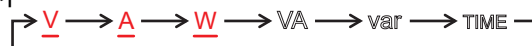
表示ファンクション

FUNCTION キーを押して、V(電圧)、A(電流)、または W(有効電力) を選択します。

FUNCTION キーを押すたびに、表示ファンクションが次の順序で変わります。

ディスプレイ

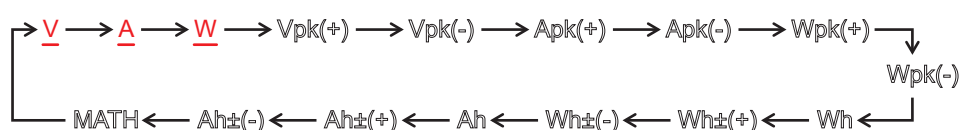
A



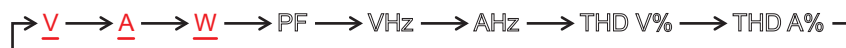
B



C



D



- Vpk、Apk、Wpk、Wh ±、Ah ± は 2 回づけて点灯します。1 回目が +、2 回目が - の測定です。
- MATH、THD は 7 セグメント表示の左側にあります。
- SHIFT キーを押してから FUNCTION キーを押すと、ファンクションの表示が反対方向に変化します。

入力エレメント (WT332/WT333 だけ)

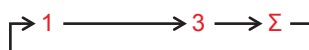
ELEMENT キーを押して、入力エレメントを選択します。

ELEMENT キーを押すたびに、入力エレメントが次の順序で変わります。

WT310/WT310HC では、入力エレメントが 1 つのため、入力エレメントの選択はありません。

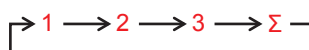
WT332

(2入力エレメント)



WT333

(3入力エレメント)



解 説

表示ファンクション

ディスプレイで表示する測定ファンクションを選択します。

- V：電圧 U を表示します。
- A：電流 I を表示します。
- W：有効電力 P を表示します。

連続最大許容入力

電圧

ピーク電圧 1.5kV、または実効値 1.0kV のどちらか低い方です。

電流

直接入力

• WT310/WT332/WT333

クレストファクタ「3」のとき：0.5A ～ 20A レンジ

クレストファクタ「6」のとき：0.25A ～ 10A レンジ

ピーク値が 100A、または実効値が 30A のどちらか低い方です。

• WT310

クレストファクタ「3」のとき：5mA ～ 200mA レンジ

クレストファクタ「6」のとき：2.5mA ～ 100mA レンジ

ピーク値が 30A、または実効値が 20A のどちらか低い方です。

• WT310HC

クレストファクタ「3」のとき：1A ～ 40A レンジ

クレストファクタ「6」のとき：0.5A ～ 20A レンジ

ピーク値が 100A、または実効値が 44A のどちらか低い方です。

外部電流センサ入力

ピーク値が測定レンジの 5 倍以下です。

最大表示、単位、単位の接頭記号

- 最大表示：電圧、電流、有効電力ともに 99999(表示桁数 5 桁の場合)
- 単位：電圧 V、電流 A、有効電力 W
- 接頭記号：m、k、M のどれか

入力エレメント (WT332/WT333 だけ)

機種によって選択できるエレメントの種類が異なります。形名を確認のうえ選択してください。

- 1/2/3：エレメント 1/2/3 の測定値を表示します。
- Σ：表示ファンクション、結線方式によって次のような内容になります。

結線方式	UΣ	IΣ	PΣ	SΣ	QΣ
1P3W	$\frac{U_1+U_3}{2}$	$\frac{I_1+I_3}{2}$	P ₁ +P ₃	U ₁ I ₁ +U ₃ I 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 ₁ I ₁ +U ₂ I ₂ +U ₃ I 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

結線方式	λΣ	ΦΣ
1P3W		
3P3W	$\frac{PΣ}{SΣ}$	cos ⁻¹ λΣ
3P4W		
3V3A		

4.2 皮相電力、無効電力、力率を表示する

WTViewerFreePlus

操 作

表示ファンクション

ディスプレイ A、B、または D の **FUNCTION** キーを押して、VA(皮相電力)、var(無効電力)、または PF(力率)を選択します。

FUNCTION キーを押すたびに、表示ファンクションが次の順序で変わります。

ディスプレイ

A → V → A → W → VA → var → TIME

B → V → A → W → PF → °

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

- ・ THD は 7 セグメント表示の左側にあります。
- ・ SHIFT キーを押してから FUNCTION キーを押すと、ファンクションの表示が反対方向に変化します。

入力エレメント (WT332/WT333 だけ)

表示ファンクションを選択したディスプレイ A、B、または D の **ELEMENT** キーを押して、入力エレメントを選択します。

操作の流れは、4.1 節と同じです。

WT310/WT310HC では、入力エレメントが 1 つのため、入力エレメントの選択はありません。

解 説

表示ファンクション

ディスプレイで表示する測定ファンクションを選択します。

- ・ VA：皮相電力 S を表示します。
- ・ var：無効電力 Q を表示します。
- ・ PF：力率 λ を表示します。

最大表示、単位、単位の接頭記号

- ・ 皮相電力と無効電力の最大表示：99999(表示桁数 5 桁の場合)
- ・ 力率の表示範囲：- 1.0000 ~ 1.0000(表示桁数 5 桁の場合)
- ・ 単位：皮相電力 VA、無効電力 var、力率無単位
- ・ 頭記号：m、k、M のどれか

入力エレメント (WT332/WT333 だけ)

機種によって選択できるエレメントの種類が異なります。形名を確認のうえ選択してください。

- ・ 1/2/3：エレメント 1/2/3 の測定値を表示します。
- ・ Σ ：4.1 節を参照してください。

Note

- ・ 力率が 1.0001 ～ 2.0000 のときは 1.0000、2.0001 以上のときはエラー (Error)、－ 1.0001 ～－ 2.0000 のときは－ 1.0000、－ 2.0001 以下のときはエラー (Error) を表示します。
 - ・ 同じ入力信号でも、測定モード (RMS、VOLTAGE MEAN、DC) を変えると表示が異なる場合があります。測定モードの詳細は 2.1 節をご覧ください。
 - ・ 電圧または電流のどちらかが測定レンジの 0.5% 以下 (クレストファクタを「6」に設定しているときは、1% 以下) のときは、力率のエラー (Error) を表示します。
-

4.3 位相角、周波数を表示する

WTViewerFreePlus

操 作

表示ファンクション

ディスプレイ B または D の **FUNCTION** キーを押して、° (位相角)、V Hz (電圧の周波数)、または A Hz (電流の周波数) を選択します。

FUNCTION キーを押すたびに、表示ファンクションが次の順序で変わります。

ディスプレイ B

→ V → A → W → PF → °

D

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

- ・ THD は 7 セグメント表示の左側にあります。
- ・ SHIFT キーを押してから FUNCTION キーを押すと、ファンクションの表示が反対方向に変化します。

入力エレメント (WT332/WT333 だけ)

表示ファンクションを選択したディスプレイ B または D の **ELEMENT** キーを押して、入力エレメントを選択します。

操作の流れは、4.1 節と同じです。

WT310/WT310HC では、入力エレメントが 1 つのため、入力エレメントの選択はありません。

解 説

表示ファンクション

ディスプレイで表示する測定ファンクションを選択します。

- ・ ° : 位相角 Φ を表示します。
- ・ V Hz : 電圧の周波数 f_U を表示します。
- ・ A Hz : 電流の周波数 f_I を表示します。

最大表示、単位、単位の接頭記号

- ・ 位相角の表示範囲 : G180.0 ~ d180.0 (G は遅相、d は進相を表示)
- ・ 周波数の最大表示 : 99999 (表示桁数 5 桁の場合)
- ・ 単位 : 位相角 °、周波数 Hz
- ・ 接頭記号 : m、k (周波数のときのみ)

周波数の測定範囲

- ・ 測定範囲は、データ更新周期 (2.10 節参照) によって次のようになります。

データ更新周期	測定範囲
0.1s	25Hz ~ 100kHz
0.25s	10Hz ~ 100kHz
0.5s	5Hz ~ 100kHz
1s	2.5Hz ~ 100kHz
2s	1.5Hz ~ 50kHz
5s	0.5Hz ~ 20kHz

- ・ 測定レンジは、1Hz、10Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz の 6 種類で、自動的に切り替わります。
- ・ WT332/WT333 では、ディスプレイ D で選択したエレメントの電圧周波数と電流周波数を同時測定しています。

入力エレメント (WT332/WT333 だけ)

機種によって選択できるエレメントの種類が異なります。形名を確認のうえ選択してください。

- ・ 1/2/3：エレメント 1/2/3 の測定値を表示します。
- ・ Σ ：位相角は 4.1 節を参照してください。周波数のときはバー表示 (-----) になり、測定値を表示しません。

Note

位相角

- ・ 同じ入力信号でも、測定モード (RMS、VOLTAGE MEAN、DC) を変えると表示が異なる場合があります。測定モードの詳細は 2.1 節をご覧ください。
- ・ 電圧または電流のどちらかが測定レンジの 0.5% 以下 (クレストファクタを「6」に設定しているときは、1% 以下) のときは、位相角のエラー (Error) を表示します。
- ・ 遅相 / 進相表示は電圧、電流がともに正弦波で、測定レンジに対する入力の割合が電圧と電流で大きく変わらない場合に、正しく識別されます。
- ・ 力率が 1 を超えたとき、位相角を次のように表示します。
 - ・ 力率 1.0001 ~ 2.0000：位相角表示 0.0
 - ・ 力率 - 1.0001 ~ - 2.0000：位相角表示 180.0
 - ・ 力率 2.0001 以上、または - 2.0001 以下：位相角表示 Error

周波数

- ・ 交流振幅が小さい場合には周期検出ができません。周波数測定の検出レベルについてはスタートガイド IM WT310-02JA の 7 章の「周波数測定」の「確度」に記載されている条件をご覧ください。
 - ・ 入力信号の周期と同期をとる方式で周波数を測定しています。インバータ波形やノイズが多い波形を測定するときは、周波数フィルタを ON にして測定することをおすすめします。しかし、その信号の周波数とレベルによっては Error を表示することがあります。カットオフ周波数 500Hz のフィルタによって、信号が減衰し信号が入力されていないと認識されるためです。
 - ・ 周波数フィルタが OFF のときでも周波数が測定範囲より大きいと、内部回路によって信号が減衰され、信号が入力されていないと認識して、Error を表示することがあります。
-

4.4 ピーク値を表示する

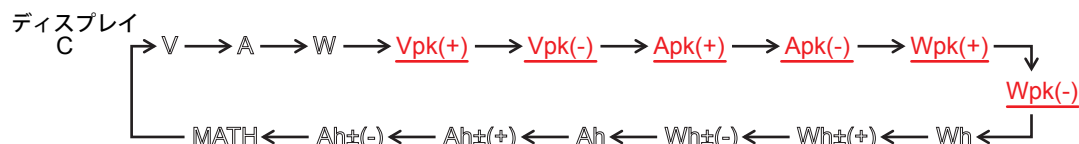
WTViewerFreePlus

操 作

表示ファンクション

ディスプレイ C の **FUNCTION** キーを押して、Vpk(電圧のピーク値)、Apk(電流のピーク値)、または Wpk(電力のピーク値) を選択します。

FUNCTION キーを押すたびに、表示ファンクションが次の順序で変わります。



- Vpk、Apk、Wpk、Wh ±、Ah ± は 2 回つづけて点灯します。1 回目が +、2 回目が - の測定です。
- MATH は 7 セグメント表示の左側にあります。
- SHIFT キーを押してから FUNCTION キーを押すと、ファンクションの表示が反対方向に変化します。

入力エレメント (WT332/WT333 だけ)

ディスプレイ C の **ELEMENT** キーを押して、入力エレメントを選択します。

操作の流れは、4.1 節と同じです。

WT310/WT310HC では、入力エレメントが 1 つのため、入力エレメントの選択はありません。

解 説

表示ファンクション

ディスプレイで表示する測定ファンクションを選択します。

- Vpk：電圧のピーク値を表示します。最大値 U+pk、最小値 U-pk
- Apk：電流のピーク値を表示します。最大値 I+pk、最小値 I-pk
- Wpk：電力のピーク値を表示します。最大値 P+pk、最小値 P-pk

ピーク値の最大表示、単位、単位の接頭記号

- 最大表示：99999（表示桁数 5 桁の場合）
- 単位：電圧のピーク値 V、電流のピーク値 A、電力のピーク値 W
- 接頭記号：m、k、M のどれか

入力エレメント (WT332/WT333 だけ)

機種によって選択できるエレメントの種類が異なります。形名を確認のうえ選択してください。

- 1/2/3：エレメント 1/2/3 の測定値を表示します。
- Σ：バー表示 (-----) になり、測定値を表示しません。

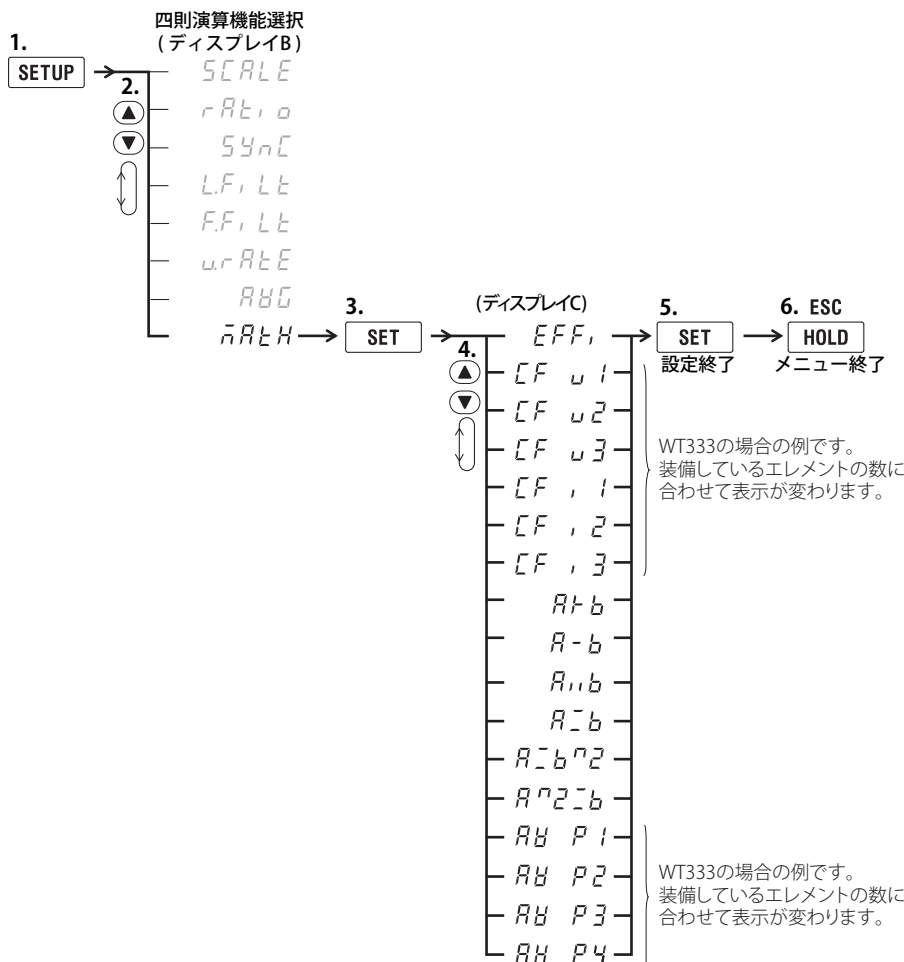
4.5 効率 (WT332/WT333 だけ)、クレストファクタ、四則演算値、平均有効電力を表示する

WTViewerFreePlus

操 作

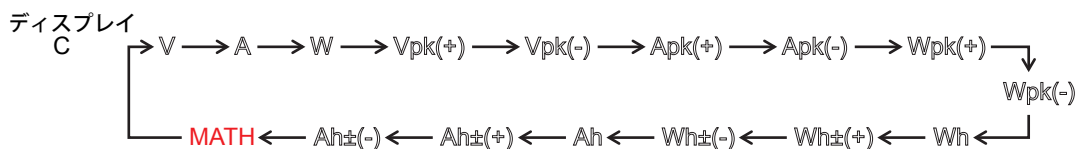
演算機能

下記メニューの太線に沿って操作してください。



表示ファンクション

ディスプレイ C の **FUNCTION** キーを押して、**MATH**(演算機能) を選択します。
FUNCTION キーを押すたびに、表示ファンクションが次の順序で変わります。



- Vpk、Apk、Wpk、Wh ±、Ah ± は 2 回つづけて点灯します。1 回目が +、2 回目が - の測定です。
- **MATH** は 7 セグメント表示の左側にあります。
- **SHIFT** キーを押してから **FUNCTION** キーを押すと、ファンクションの表示が反対方向に変化します。

表示ファンクションが **MATH** のときは、エレメント表示はありません。

ELEMENT キーを押しても何も機能しません。

解 説

演算機能

演算機能には、効率 (WT332/WT333 だけ)、クレストファクタ、四則演算値および平均有効電力の 4 種類あります。初期設定は、WT310/WT310HC がクレストファクタ (CF u1)、WT332/WT333 が効率 (EFFi) です。

効率：EFFi(WT332/WT333 だけ)

機器の効率を演算します。

効率の演算式

- WT332 の場合

エレメント 1 で測定された有効電力 (P1) を変換器 1 次側に入力された有効電力、エレメント 3 で測定された有効電力 (P3) を変換器 2 次側で消費された電力として、効率を演算します。



演算式

$$\text{効率} = \frac{P3}{P1} \times 100(\%)$$

- WT333 の場合

エレメント 2 で測定された有効電力 (P2) を変換器 1 次側に入力された有効電力、エレメント 1 と 3 で測定された有効電力 (P1 と P3) を変換器 2 次側で消費された電力として、効率を演算します。



演算式

$$\text{効率} = \frac{P1+P3}{P2} \times 100(\%)$$

Note

上記の演算式中の分母が、レンジ定格値の 0.0001% 以下の場合、エラー表示 (Error) になります。

クレストファクタ：CF_u、CF_i

電圧、電流のクレストファクタを、ピーク値 / 実効値で求めます。

クレストファクタの演算方式と表示内容

- CF_{u1} : (U1 のピーク値) / (U1 の実効値) の演算結果を表示
- CF_{u2} : (U2 のピーク値) / (U2 の実効値) の演算結果を表示 (WT333 だけ)
- CF_{u3} : (U3 のピーク値) / (U3 の実効値) の演算結果を表示 (WT332 と WT333)
- CF_{i1} : (I1 のピーク値) / (I1 の実効値) の演算結果を表示
- CF_{i2} : (I2 のピーク値) / (I2 の実効値) の演算結果を表示 (WT333 だけ)
- CF_{i3} : (I3 のピーク値) / (I3 の実効値) の演算結果を表示 (WT332 と WT333)

Note

- 実効値がレンジ定格値の 0.5% 以下 (クレストファクタを「6」に設定しているときは、1% 以下) のときは、エラー表示 (Error) になります。
 - 測定モードが VOLTAGE MEAN または DC のときでも、クレストファクタは演算できます。
-

四則演算

6 種類の演算 ($A + B$ 、 $A - B$ 、 $A \times B$ 、 $A \div B$ 、 $A^2 \div B$ 、 $A \div B^2$) が可能です。

ディスプレイ A の表示値とディスプレイ B の表示値を演算し、その結果をディスプレイ C に表示します。

$A + B$: A + B
 $A - B$: A - B
 $A \times B$: A × B
 $A \div B$: A ÷ B
 $A^2 \div B$: A² ÷ B
 $A \div B^2$: A ÷ B²

Note

- 表示される記号の意味は、次のとおりです。
 - $+$: +(加算)
 - $-$: -(減算)
 - $\times$: ×(乗算)
 - $\div$: ÷(除算)
 - $^$: ^ (累乗)
 - ディスプレイ A のファンクションが積算経過時間 (TIME) を表示している場合、演算結果の表示はデータなし表示 (-----) になります。
 - 除算でディスプレイ B のファンクションの値が定格の 0.0001% 以下の場合、エラー表示 (Error) になります。
-

応用例

A + B : ディスプレイ A + ディスプレイ B の演算結果 (電力和) を表示

演算例 1 :

ディスプレイA	ディスプレイB	ディスプレイC	結線方式
P1	P2またはP3	P1+P2 またはP1+P3	どれでも可



A - B : ディスプレイ A - ディスプレイ B の演算結果 (電力ロス) を表示

演算例 1 :

ディスプレイA	ディスプレイB	ディスプレイC	結線方式
P1	P3	P1-P3	どれでも可



演算例 2 :

ディスプレイA	ディスプレイB	ディスプレイC	結線方式
$P\Sigma (=P1+P3)$	P2	$P\Sigma - P2$	3P3W



演算例 3 :

ディスプレイA	ディスプレイB	ディスプレイC	結線方式
P2	$P\Sigma (=P1+P3)$	$P2 - P\Sigma$	3P3W



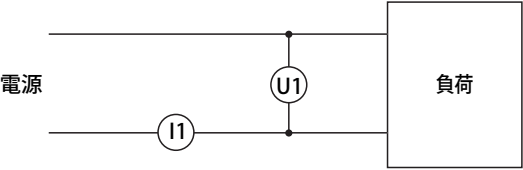
4.5 効率 (WT332/WT333 だけ)、クレストファクタ、四則演算値、平均有効電力を表示する

A × B：ディスプレイ A × ディスプレイ B の演算結果を表示
 ディスプレイ A で VA(皮相電力 S) 以外のファンクションを設定し、ディスプレイ C で S 表示させたいときに有効です。
 演算例：

ディスプレイA	ディスプレイB	ディスプレイC	結線方式
U1rms	I1rms	$U1rms \times I1rms$	どれでも可

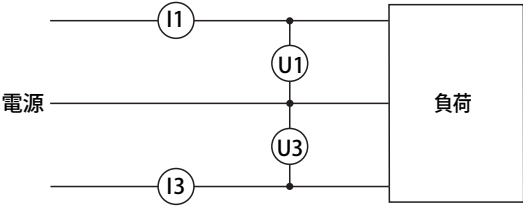
A ÷ B：ディスプレイ A ÷ ディスプレイ B の演算結果を表示
 インピーダンスの絶対値の演算を行う場合
 演算例 1：

ディスプレイA	ディスプレイB	ディスプレイC	結線方式
U1rms	I1rms	$ Z = \frac{U1rms}{I1rms}$	どれでも可



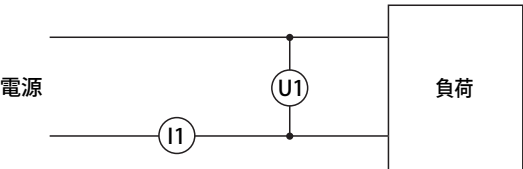
三相結線で、線間電圧比や線電流比を求める場合
 演算例 2：

ディスプレイA	ディスプレイB	ディスプレイC	結線方式
U1rms	U3rms	$\frac{U1rms}{U3rms}$	3P3W
I1rms	I3rms	$\frac{I1rms}{I3rms}$	



A ÷ B²：ディスプレイ A ÷ (ディスプレイ B)² の演算結果を表示
 インピーダンス (Z)、抵抗 (R)、リアクタンス (X) の演算をする場合
 演算例：

ディスプレイA	ディスプレイB	ディスプレイC	結線方式
S1 (VA)	I1rms	$ Z = \frac{S1}{(I1rms)^2}$	どれでも可
P1 (W)	I1rms	$R = \frac{P1}{(I1rms)^2}$	
Q1 (var)	I1rms	$ X = \frac{Q1}{(I1rms)^2}$	



4.5 効率 (WT332/WT333 だけ)、クレストファクタ、四則演算値、平均有効電力を表示する

$A^2 \div B$: (ディスプレイ A)² ÷ ディスプレイ B の演算結果を表示

抵抗 (R) の演算をする場合

演算例 :

ディスプレイA	ディスプレイB	ディスプレイC	結線方式
U1rms	P1	$R = \frac{(U1rms)^2}{P1}$	どれでも可

積算動作中の平均有効電力 : AV P

積算した時間内の平均有効電力を演算します。電力量 (有効電力を積算したもの) を、積算経過時間で除算して求めます。

$$\text{積算動作中の平均有効電力(W)} = \frac{\text{電力量(Wh)}}{\text{積算経過時間(h)}}$$

積算動作中の平均有効電力の演算方式と表示内容

- AV P1 : (エLEMENT 1 の電力量 WP1) / 積算経過時間の演算結果を表示
 - AV P2 : (エLEMENT 2 の電力量 WP2) / 積算経過時間の演算結果を表示 (WT333 だけ)
 - AV P3 : (エLEMENT 3 の電力量 WP3) / 積算経過時間の演算結果を表示 (WT332 と WT333)
 - AV P4 : (エLEMENT Σ の電力量 WPΣ) / 積算経過時間の演算結果を表示 (WT332 と WT333)
- * 電力量 WPΣ の値は、結線方式によって異なります。4.1 節の表の「P」を「WP」に置き換えた値になります。

Note

この演算機能は、積算動作中 (積算中または積算中断中) にのみ有効になります。積算をリセットすると、電力量と積算経過時間がゼロになり、データなし表示 (-----) になります。積算機能の詳細は 5 章をご覧ください。

表示ファンクション

MATH を選択すると、あらかじめ設定した演算 (効率、クレストファクタ、四則演算値、平均有効電力) の結果をディスプレイ C に表示します。

効率は WT332/WT333 だけが演算できます。

最大表示、単位、単位の接頭記号

・最大表示 (表示範囲)

- ・ 効率 : 0.000 ~ 99.999 ~ 100.00 ~ 999.99 (%)
- ・ その他 (クレストファクタ、四則演算値、平均有効電力) : 99999

・単位

- ・ 平均有効電力 : 単位は「W」ですが、ディスプレイには表示されません。
- ・ 効率 : 単位は「%」ですが、ディスプレイには表示されません。
- ・ クレストファクタ、四則演算値 : 単位なし

・接頭記号

- ・ 四則演算値と平均有効電力 : m、k、M のどれか
- ・ その他 (効率、クレストファクタ) : 接頭記号なし

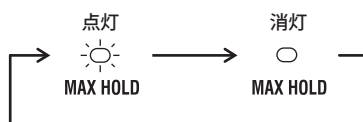
表示ファンクションが MATH のときは、エレメント表示はありません。
ELEMENT キーを押しても何も機能しません。

4.6 MAX ホールドを設定する

WTViewerFreePlus 

操 作

SHIFT + CURRENT(MAX HOLD) キーを押して、MAX ホールドの ON/OFF を選択します。
SHIFT + CURRENT(MAX HOLD) キーを押すたびに、MAX ホールドの ON と OFF が変わります。



解 説

MAX ホールド

MAX ホールドが動作しているときの最大値を保持します。保持している値よりも大きい値が測定されると、その大きい値が保持されます。

次の最大値をホールドできます。初期設定は oFF です。

U(電圧)、I(電流)、P(有効電力)、S(皮相電力)、Q(無効電力)、U+pk、U-pk(電圧ピーク)、I+pk、I-pk(電流ピーク)、P+pk、P-pk(電力ピーク)

- ・ on : MAX HOLD のインジケータが点灯し、MAX ホールドが動作します。
- ・ oFF : MAX HOLD のインジケータが消灯し、MAX ホールドは動作しません。

Note

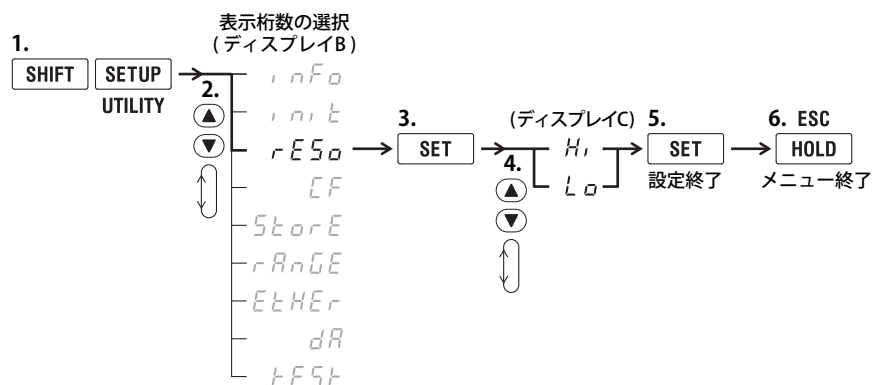
D/A 出力、通信出力などの値も、保持されている最大値になります。

4.7 表示桁数を設定する

WTVIEWERFreePlus

操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。



解 説

表示桁数

位相角、積算値、積算経過時間以外の表示ファクションの最大表示桁数を選択できます。初期設定は Hi です。

- ・ Hi：表示桁数は 5 桁 (99999) になります。
- ・ Lo：表示桁数は 4 桁 (9999) になります。

Note

- ・ 実際に表示される桁数は、電圧レンジと電流レンジの組み合わせや自動の桁上がり動作によって、最大表示桁数より少ない場合があります。
- ・ 位相角、積算値、積算経過時間は、本節の表示桁数の設定の影響を受けません。各項目の説明をしているそれぞれの節をご覧ください。

5.1 積算機能

有効電力の積算（電力量）および電流の積算（電流量）ができます。

積算中には、積算値（電力量または電流量）、積算経過時間の表示だけでなく、その他の測定値または演算値も表示できます。

また、極性別の積算値表示もできるので、正方向だけの消費した電力量（電流量）と負方向の電源側に戻した電力量（電流量は測定モード DC のときだけ）を、別々に表示することもできます。

積算モード

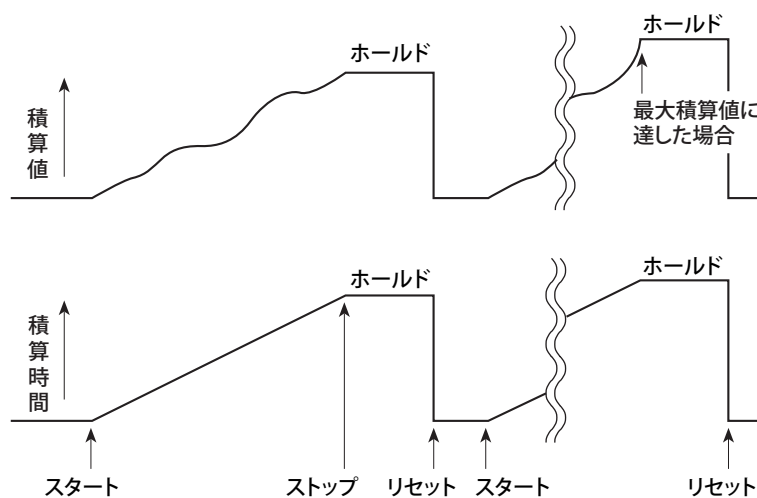
積算機能には、次の 3 種類のモードがあります。

積算モード	スタート	ストップ	繰り返し動作
マニュアル積算モード	キー操作	キー操作	---
標準積算モード	キー操作	タイマ時間でストップ	---
連続（繰り返し）積算モード	キー操作	キー操作	タイマ時間で繰り返し

マニュアル積算モード

積算モードを標準積算モード (nor) に設定し、積算タイマの設定を 00000:00:00 に設定すると、マニュアル積算モードで積算します。START キーを押すと積算をスタートし、STOP キーを押すまで積算を継続します。ただし、次の条件のどれかが成立すると、積算をストップして、そのときの積算時間と積算値をホールドします。

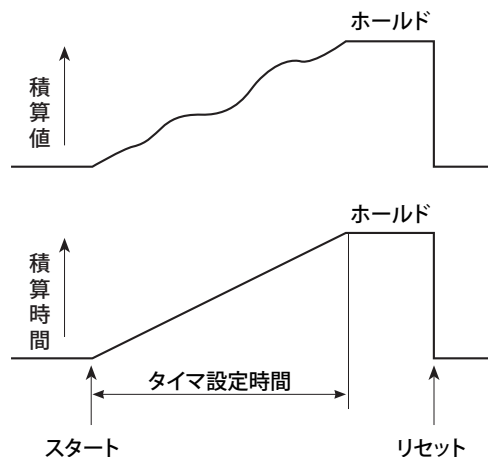
- ・ 積算時間が最大積算時間 (10000 時間) に達する。
- ・ 積算値が最大 / 最小表示積算値に達する。



標準積算モード

積算時間を相対時間で設定（タイマ設定時間）します。START キーを押すと積算をスタートし、次の条件のどれかが成立すると、積算をストップして、そのときの積算時間と積算値をホールドします。

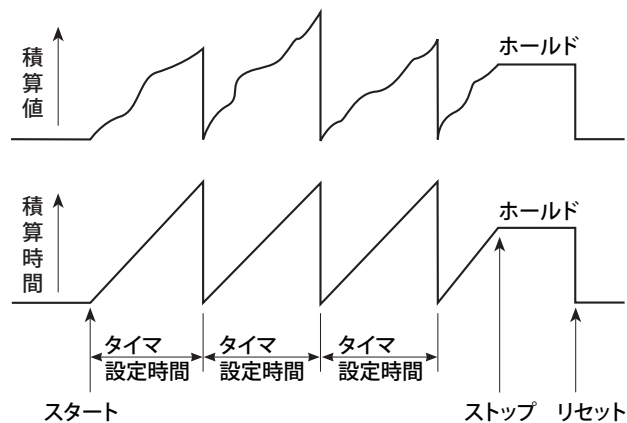
- ・ タイマ設定時間だけ経過する。
- ・ STOP キーを押す。
- ・ 積算値が最大 / 最小表示積算値に達する。



連続積算モード（繰り返し積算モード）

積算時間を相対時間で設定します。START キーを押すと積算をスタートし、設定した積算タイマ時間が経過すると、自動的にリセットし再スタートし、積算を繰り返します。次の条件のどれかが成立すると、積算をストップして、そのときの積算時間と積算値をホールドします。

- ・ STOP キーを押す。
- ・ 積算値が最大 / 最小表示積算値に達する。



積算方式

演算式は次のとおりです。時間換算して表示します。

電力積算		$\sum_{i=1}^n u_i \cdot i_i$
電流積算	RMS	$\sum_{i=1}^N I_i$
	DC	$\sum_{i=1}^n i_i$

u_i 、 i_i は電圧および電流の瞬時データ

n はサンプル回数

I_i はデータ更新周期ごとの電流測定値

N はデータ更新回数

電力積算や、測定モードで DC を選択した電流積算は、瞬時電力や瞬時電流の積算です。測定モードを RMS にしたときは、データ更新周期 (2.10 節を参照) ごとの電流測定値の積算です。

Note

積算をストップしたときは、その直前の表示更新までの積算値と積算経過時間で、積算動作は停止します。直前の表示更新から積算ストップ実行までの間の測定値は積算されません。

積算時の表示分解能

積算値の表示分解能は、通常 99999 カウントです。単位が MWh または MAh のときだけ、999999 までカウントします。

積算値が大きくなり、100000 カウントになったときは、小数点位置が自動的に移動します。たとえば 9.9999mWh のあと 0.0001mWh 加算されると、「10.000mWh」という表示になります。

積算値の表示ファンクション

表示ファンクションの選択によって、積算値の表示を極性別に表示できます。

表示ファンクション	測定モード	表示内容
Wh	RMS、VOLTAGE MEAN、DC	正負両方向の電力量の総和
Wh ± *1	RMS、VOLTAGE MEAN、DC	正方向の電力量
Wh ± *1	RMS、VOLTAGE MEAN、DC	負方向の電力量
Ah	RMS、VOLTAGE MEAN	電流量の総和
	DC	正負両方向の電流量の総和
Ah ± *2	RMS、VOLTAGE MEAN	電流量の総和 (理論的に Ah と同じ)
	DC	正方向の電流量
Ah ± *2	RMS、VOLTAGE MEAN	－ 0 を表示
	DC	負方向の電流量

*1 表示ファンクションが Wh のときに、FUNCTION キーを 1 度押しても 2 度押しても表示ファンクションは Wh ± です。1 度だけ FUNCTION キーを押して、Wh ± に移動したときは正方向の電力量を表示します。もう 1 度押して表示ファンクションを Wh ± にしたときは負方向の電力量を表示します。負方向の表示のときは表示値の先頭に「－」を表示します。

*2 表示ファンクションが Ah のときに、FUNCTION キーを 1 度押しても 2 度押しても表示ファンクションは Ah ± です。1 度だけ FUNCTION キーを押して、Ah ± に移動したときは正方向の電流量を表示します。もう 1 度押して表示ファンクションを Ah ± にしたときは負方向の電流量を表示します。負方向の表示のときは表示値の先頭に「－」を表示します。

Note

- ・ 積算値が負の極性のときディスプレイに－ (マイナス) を表示するため、最小積算表示値は－99999MWh/MAh となります。
- ・ 積算をスタートしたあとリセットするまで、他の機能の変更操作に制限があります。詳細は 5.4 節をご覧ください。

外部信号による積算の制御 (オプション)

DA 出力オプション (/DA4 または /DA12) 付きの機種では、リモート制御機能を用いて、外部信号により積算をスタート/ストップ/リセットできます。リモート制御機能についてはスタートガイド IM WT310-02JA の 5.2 節をご覧ください。

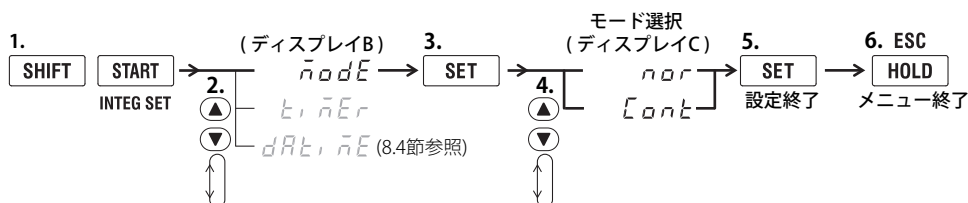
5.2 積算モード、積算タイマを設定する

WTVIEWERFreePlus

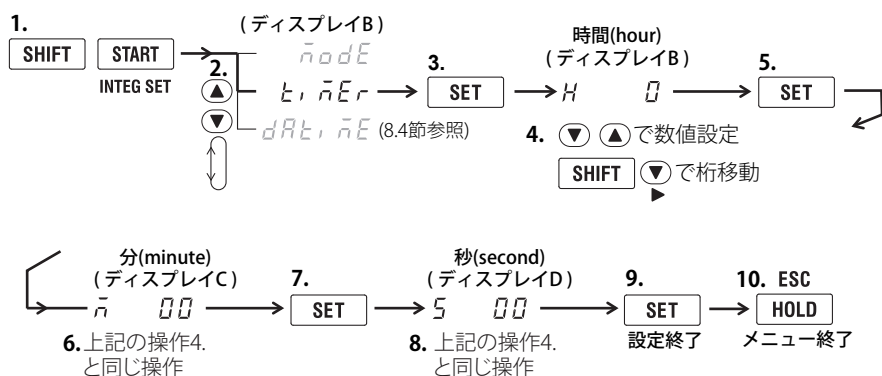
操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

積算モード



積算タイマ



解 説

積算モード

次の中から設定します。初期設定は nor です。

- nor：マニュアル積算モードまたは標準積算モードで積算するときを選択します。
マニュアルか標準積算かの選択は、積算タイマの設定で本機器が自動的に判断します。
- 積算タイマの設定が 0.00.00 のとき：マニュアル積算モード
- 積算タイマの設定が 0.00.00 以外の値のとき：標準積算モード
- Cont：連続積算モードで積算するときを設定します。

積算タイマ

積算時間を設定します。設定範囲は 0.00.00(0 時間 00 分 00 秒)～10000.00.00(10000 時間 00 分 00 秒)です。初期設定は 0.00.00 です。

- 0.00.00：積算モードのメニューで nor を選択しているとき、マニュアル積算モードで積算します。
Cont を選択しているときは、積算スタート時にエラーコードを表示し積算しません。
- 0.00.01～10000.00.00：標準積算または連続積算モードで積算するときの積算時間です。標準積算か連続積算モードかは、積算モードのメニューで選択します。

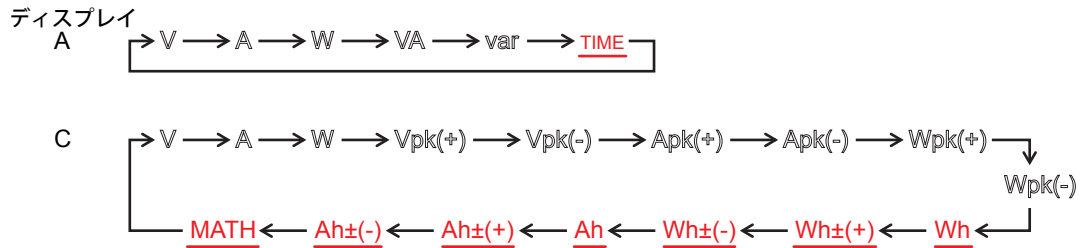
5.3 積算値を表示する

WTVViewerFreePlus

操 作

表示ファンクション

ディスプレイ A または C の **FUNCTION** キーを押して、TIME(積算経過時間)、Wh/Wh 土 (電力積算)、Ah/Ah 土 (電流積算)、または MATH(積算動作中の平均有効電力) を選択します。
FUNCTION キーを押すたびに、表示ファンクションが次の順序で変わります。



- Vpk、Apk、Wpk、Wh 土、Ah 土は 2 回つづけて点灯します。1 回目 が +、2 回目 が - の測定です。
- MATH は 7 セグメント表示の左側にあります。
- SHIFT キーを押してから FUNCTION キーを押すと、ファンクションの表示が反対方向に変化します。

入力エレメント (WT332/WT333 だけ)

ディスプレイ C の **ELEMENT** キーを押して、入力エレメントを選択します。
操作の流れは、4.1 節と同じです。
WT310/WT310HC では、入力エレメントが 1 つのため、入力エレメントの選択はありません。

積算の開始と終了

1. **START** キーを押します。
START キーが点灯し、積算がスタートします。積算値 (または積算動作中の平均有効電力) をディスプレイ C に、積算経過時間をディスプレイ A に表示します。

START

2. **HOLD** キーを押します。
HOLD キーが点灯し、表示値をホールドします。
3. ホールド状態のとき、**HOLD** キーを押します。
HOLD キーが消灯し、ホールド状態を解除して積算結果を更新表示します。

HOLD

4. ホールド状態のとき、**SHIFT + HOLD(SINGLE)** キーを押します。
シングル測定を行い、表示を更新してホールド状態になります。

SHIFT

HOLD
SINGLE

5. **STOP** キーを押します。
積算をストップします。START キーが消灯し、STOP キーが点灯します。積算の表示値はホールドされます。

STOP

6. 積算をリセットするには、**SHIFT + STOP(RESET)** キーを押します。
STOP キーが消灯し、ディスプレイ A と C がバー表示 (-----) になります。



解説

表示ファンクション

- ディスプレイで表示する測定ファンクションを選択します。
- TIME：積算経過時間を表示します。
 - Wh：正負両方向の電力量の総和 WP を表示します。
 - Wh ±：正負極性別の電力量を表示します。正：WP+、負：WP-
 - Ah：電流量の総和 q を表示します。
 - Ah ±：電流量の総和または正負極性別の電流量を表示します。正：q+、負：q-
 - MATH：演算機能の設定で積算動作中の平均有効電力を選択しているときに、積算動作中の平均有効電力を表示します。

最大表示、単位、単位の接頭記号

- 最大表示
積算経過時間：10000
積算値：99999(MWh または MAh の単位のときだけ、999999)、負の極性を表示するときは - 99999
- 単位：電力積算 (電力量)Wh、電流積算 (電流量)Ah
- 接頭記号：m、k、M のどれか (積算値)

積算経過時間の表示と分解能

積算経過時間は、時間、分、秒の桁数を合わせると最大 9 桁になります。本機器では積算経過時間をディスプレイ A に表示しますが、ディスプレイ A の最大表示桁数が 6 桁であるため、積算経過時間の全桁数を表示できない場合があります。

積算経過時間によって、表示する時間の桁が次のように変わります。

積算経過時間	ディスプレイ A の表示	表示分解能
0 ～ 99 時間 59 分 59 秒	0.00.00 ～ 99.59.59	1 秒
100 時間～ 9999 時間 59 分 59 秒	100.00 ～ 9999.59	1 分
10000 時間	10000	1 時間

Note

- Wh、Wh ±、Ah、Ah ±の詳細は、5.1 節をご覧ください。
- 積算動作中の平均有効電力の詳細は、4.5 節をご覧ください。
- 積算値は、MAX ホールドに関係なく、データ更新周期ごとに測定される値を加算して求められ、表示されます。

入力エレメント (WT332/WT333 だけ)

機種によって選択できるエレメントの種類が異なります。形名を確認のうえ選択してください。

- ・ 1/2/3：エレメント 1/2/3 の積算結果を表示します。
- ・ Σ ：装着しているエレメントの積算値の総和を表示します。総和の演算式は結線方式によって異なります。演算式は有効電力の式 (4.1 節を参照) の P を WP または q に置き換えた式になります。

Note

ディスプレイ A の表示ファンクションが TIME(積算経過時間) のとき、ディスプレイ A のエレメント表示はありません。ディスプレイ A の ELEMENT キーを押しても何も機能しません。

積算の開始と終了

表示値のホールド

- ・ ホールドすると表示値は更新しませんが、機器内部での積算演算は継続しています。UPDATE のインジケータは内部データの更新ごとに点滅するため、点滅し続けます。ホールドを解除すると解除した時点の積算結果 (積算値と積算経過時間) を表示します。
- ・ START/STOP キーとの関係については、5.4 節をご覧ください。

積算のストップ

積算をストップすると、その直前の表示更新までの積算値と積算経過時間で、積算動作を停止します。直前の表示更新から積算ストップ実行までの間の測定値は積算されません。

積算のリセット

- ・ リセットすると積算結果を積算スタート前の状態に戻します。
- ・ SHIFT + STOP(RESET) キーは、積算をストップしたあとに有効になります。
- ・ START/STOP キーとの関係については、5.4 節をご覧ください。

積算オーバのときの表示

- ・ 積算値が最大積算値 (999999MWh/MAh) または最少積算値 (- 999999MWh/MAh) になったときは積算をストップし、そのときの積算結果の表示をホールドします。
- ・ 積算経過時間が最大積算時間 (10000 時間) になったとき積算をストップし、そのときの積算結果の表示をホールドします。
- ・ 積算オーバのときは、START キーと STOP キーの両方が点灯します。

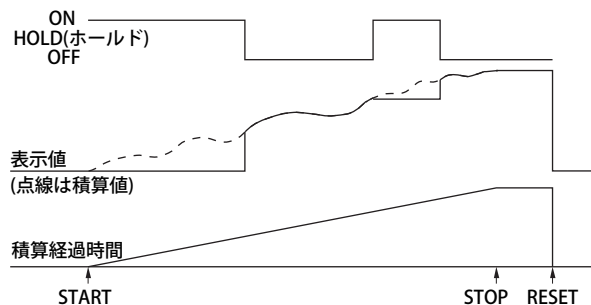
5.4 積算機能を使うときの注意

積算のホールドと START/STOP キーの関係

HOLD キーを押して表示をホールドしているときは、積算結果の表示と通信出力をホールドしますが積算は継続しています。このホールドと START/STOP キーの操作の関係は次のようになっています。

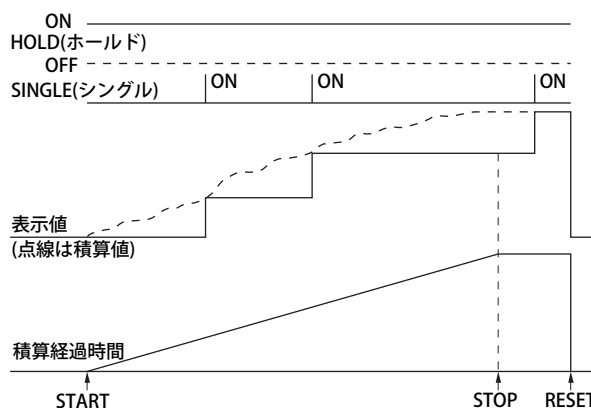
- 表示ホールドのときに積算をスタート

表示と通信出力は変化しません。ホールドを解除するかシングル測定をする (SHIFT + HOLD(SINGLE) キーを押す) と、その時点の積算結果を表示または通信出力します。



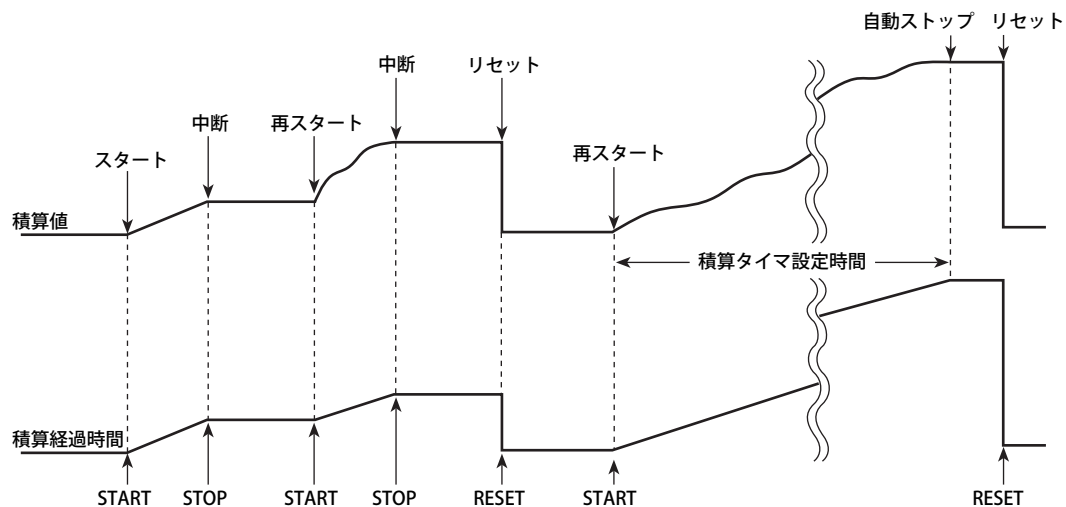
- 表示ホールドのときに積算をストップ

表示と通信出力の値はホールドしたときの値のまま変化しません。ホールドを解除するかシングル測定をすると、ストップした時点の積算結果を表示または通信出力します。



積算のリセットと START/STOP キーの関係

下図のようになっています。



積算中に停電したときのデータ

- ・ 積算動作状態のときに停電しても積算結果を記憶保持します。停電後に電源が復旧すると、次の状態になります。
- ・ 積算はストップした状態となる。
- ・ START キーと STOP キーの両方が点灯する。
- ・ 積算の測定データは、停電が発生した時点までの積算結果を表示する。
- ・ 電源が復旧したあとは、そのまま積算を再スタートできません。積算をリセットしてからスタートしてください。

積算時の設定変更操作の制限

積算動作状態のときは、次のように変更操作できない機能があります。

	積算動作状態		
	積算リセット	積算中	積算中断中
START キー	消灯	点灯	消灯
STOP キー	消灯	消灯	点灯
機能			
測定モード	○	×	×
結線方式 (WT332/WT333 だけ)	○	×	×
測定レンジ	○	×	×
スケールリング	○	×	×
クレストファクタ	○	×	×
測定同期ソース	○	×	×
入力フィルタ	○	×	×
データ更新周期	○	×	×
アベレージング	○ ^{*2}	×	×
ホールド	○	○	○
シングル	○	○	○
表示ファンクション	○	○	○
入力エレメント (WT332/WT333 だけ)	○	○	○
MAX ホールド	○	○	○
表示桁数	○	○	○
積算			
積算モード	○	×	×
積算タイマ	○	×	×
スタート	○	×	○
ストップ	×	○	×
リセット	○	×	○
高調波測定 (オプション)			
表示の ON/OFF	○	○	○
PLL ソース	○	×	×
測定次数	○	×	×
ひずみ率の演算式	○	×	×
ストア	○	○	○
ゼロレベル補正	○	×	×

・ ○：設定の変更操作ができます。

・ ×：設定の変更操作はできません。変更しようするとエラーコードを表示します。

*1 オートレンジによる測定レンジの変更は実行されますが、マニュアル操作によるレンジ変更はできません。

*2 積算をスタートしたときは、アベレージングが OFF になります。積算をストップしてリセットしても元に戻りません。

オートレンジとレンジスキップ

オートレンジの状態で積算をスタートしたときは、オートレンジを継続したまま積算できます。

- ・ オートレンジでは、電圧、電流レンジのどちらも入力信号の大きさによって、自動的に測定レンジを切り替えます。
- ・ オートレンジのレンジアップ、レンジダウンの条件は、2.3 節をご覧ください。

また、測定がオートレンジのとき、使用しない測定レンジをスキップし、選択した測定レンジ間でレンジをアップ / ダウンするレンジスキップも設定できます。詳細は 2.6 節をご覧ください。

Note

不定期なパルス状の波形が入力された場合、レンジが一定に保たれないときがあります。このときは、固定レンジにしてください。

オートレンジによるレンジ変更発生時のデータ補正

オートレンジにより測定レンジが切り替わっている最中は測定が実行されません。測定レンジの確定後の最初の測定データを、測定が実行されなかった時間分だけ、積算値に加算します。

- ・レンジアップのとき
レンジアップ条件が成立する直前の積算値に、測定レンジの確定後の最初の測定データを、1回のレンジアップにつき、最大で3回分を加算する。
- ・レンジダウンのとき
レンジダウン条件が成立する直前の積算値に、測定レンジの確定後の最初の測定データを、1回のレンジダウンにつき、最大で2回分を加算する。

オートレンジによるレンジ変更の発生の確認方法

積算中に、オートレンジにより測定レンジの変更が発生した場合、通信で出力される測定レンジ情報に「-」が付きます。

測定値が測定限度を超えたときの積算演算（固定レンジの場合）

サンプリングした瞬時電圧または瞬時電流が測定レンジの約333%（クレストファクタを「6」に設定しているときは、約666%）を超えたとき、それらの値を測定レンジの約333%（クレストファクタを「6」に設定しているときは、約666%）の値として処理します。

電流入力が小さいときの積算

測定モードがRMSまたはVOLTAGE MEANの場合、電流入力レンジ定格の0.5%以下（クレストファクタを「6」に設定しているときは、1%以下）のとき、電流値を0（ゼロ）として積算します。

積算に有効な周波数の範囲

サンプルレートは約100kHzです。積算に有効な電圧 / 電流信号の周波数は、次のとおりです。

積算項目		積算に有効な周波数の範囲
有効電力		DC ~ 45kHz
電流	測定モードがRMSのとき	DC、データ更新周期で決まる下限周波数 ~ 45kHz
	測定モードがVOLTAGE MEANのとき	DC、データ更新周期で決まる下限周波数 ~ 45kHz
	測定モードがDCのとき	DC ~ 45kHz

6.1 高調波測定機能

前章までが電圧、電流および電力の通常測定であったのに対して、この章では高調波測定機能の説明をしています。

高調波測定を使うと、50 次までの次数別の電圧、電流、有効電力や、次数別の含有率、基本波 (1 次) に対する各次数の位相角を演算できます。また、電圧、電流および有効電力の全実効値 (基本波 + 高調波) や、ひずみ率 (THD) も演算できます。

表示項目

電圧、電流および有効電力の高調波成分を表示します。表示ファンクションの設定によって、次のようにディスプレイ A、B、C、D の表示が変わります

ディスプレイ
A

→ 表示ファンクション消灯 → V → A → W →

表示ファンクション消灯 : 高調波次数(1~50次)を表示
表示ファンクション V、A、W : 電圧、電流および有効電力の1~50次成分までの全実効値(演算値)を表示

ディスプレイ
B

→ V → A → W → V% → A% → W% → V° → A° →

表示ファンクション

V : ディスプレイAで示す次数の電圧の測定値を表示
A : ディスプレイAで示す次数の電流の測定値を表示
W : ディスプレイAで示す次数の有効電力の測定値を表示
V% : ディスプレイAで示す次数の電圧の含有率を表示
A% : ディスプレイAで示す次数の電流の含有率を表示
W% : ディスプレイAで示す次数の有効電力の含有率を表示
V° : ・ディスプレイAで示す次数が1次(基本波)のとき
1次の電圧に対する1次の電流の位相角を表示
・ディスプレイAで示す次数が2~50次のとき
1次の電圧に対する2~50次の各電圧の位相角を表示
A° : ・ディスプレイAで示す次数が1次のとき
1次の電圧に対する1次の電流の位相角(V°と同じ)を表示
・ディスプレイAで示す次数が2~50次のとき
1次の電流に対する2~50次の各電流の位相角を表示

ディスプレイ
C

→ V → A → W →

表示ファンクション V、A、W : 電圧、電流および有効電力の1~50次成分までの全実効値(演算値)を表示

ディスプレイ
D

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

表示ファンクション V、A、W : 電圧、電流および有効電力の1~50次成分までの全実効値(演算値)を表示
PF : 基本波(1次)の力率を表示
VHz : 電圧の周波数を表示
AHz : 電流の周波数を表示
THD V% : 電圧の高調波ひずみ率を表示
THD A% : 電流の高調波ひずみ率を表示

オートレンジの動作

高調波測定データを表示している場合でも、オートレンジの動作は通常測定時と同じです。詳細は 2.3 節をご覧ください。

Note

オートレンジによるレンジ変更が繰り返されると PLL 同期が外れ再同期を繰り返します。そのため正しい測定値を得られず、そのことがさらにレンジ設定を不安定にするときがあります。このようなときは、測定値に適した固定レンジを設定してください。

データ更新周期、測定値ホールド、表示データの更新

通常測定と同じです。

エラー表示

PLL ソースの基本周波数が測定範囲外るとき

PLL ソースの基本周波数は 10Hz ~ 1200Hz です。この範囲内にはないときは、高調波測定値はすべてデータなし (-----) を表示します。

Note

高調波測定の基本周波数の測定範囲は、通常測定の周波数測定範囲と異なります。詳細は、スタートガイド IM WT310-02JA の 7.3 節をご覧ください。

オーバレンジ表示

高調波測定値については、オーバレンジ表示 (---OL-) と、測定値が小さすぎるときの表示 * はありません。

* スタートガイド IM WT310-02JA の 1-12 ページ「測定値が小さすぎるときの表示」を参照

測定中断 / データなし表示 (バー表示)

次のようなときにバー表示 (-----) になります。

- ・ 高調波測定データ表示中で表示する解析データがない場合
- ・ 高調波測定データ表示を ON にした直後
- ・ PLL 同期が外れて再同期をかけているとき
- ・ その他、設定を変更してから最初の測定データが得られるまで
- ・ 基本周波数から決まる測定次数の上限を超えて、ディスプレイ A の次数を設定したとき

アベレージング

アベレージングのタイプが EP (指数化平均) のとき、設定された減衰定数でアベレージングします。

エリアシングの影響

本機器はアンチエリアシングフィルタを内蔵していません。次のようなときにエリアシングによる誤差が生じます。

基本周波数 f [Hz]	エリアシング発生条件
$10 \leq f < 75$	512 次以上の高調波成分があるとき
$75 \leq f < 150$	256 次以上の高調波成分があるとき
$150 \leq f < 300$	128 次以上の高調波成分があるとき
$300 \leq f < 600$	64 次以上の高調波成分があるとき
$600 \leq f < 1200$	32 次以上の高調波成分があるとき

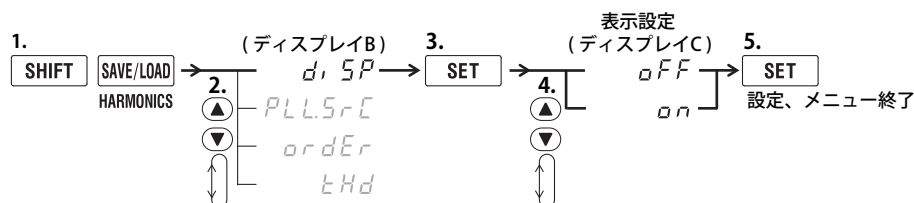
6.2 高調波測定データを表示する

WTVIEWerFreePlus

操 作

高調波測定データ表示の ON/OFF

下記メニューの太線に沿って操作してください。



表示ファンクション

FUNCTION キーを押して、高調波測定データを選択します。

FUNCTION キーを押すたびに、表示ファンクションが次の順序で変わります。

ディスプレイ A → 表示ファンクション消灯 → V → A → W

ディスプレイ B → V → A → W → V% → A% → W% → V ° → A °

ディスプレイ C → V → A → W

ディスプレイ D → V → A → W → PF → VHz → AHz → THD V% → THD A%

- ・ THD は 7 セグメント表示の左側にあります。
- ・ SHIFT キーを押してから FUNCTION キーを押すと、ファンクションの表示が反対方向に変化します。

対象エレメント (WT332/WT333 だけ)

ELEMENT キーを押して、入力エレメントを選択します。

ELEMENT キーを押すたびに、入力エレメントが次の順序で変わります。

WT310/WT310HC では、入力エレメントが 1 つのため、入力エレメントの選択はありません。

WT332 (2入力エレメント) → 1 → 3

WT333 (3入力エレメント) → 1 → 2 → 3

解 説

高調波測定データ表示の ON/OFF

- ・ on: 高調波測定データの表示を開始し、HARMONICS のインジケータが点灯します。
- ・ oFF: 高調波測定データの表示を停止し、通常測定データのデータを表示します。HARMONICS のインジケータが消灯します。

6

高調波測定 (オプション)

表示ファンクション

ディスプレイで表示する測定ファンクションを選択します。

下記の説明は測定次数の上限値が 50 次の場合です。上限値が 50 次より小さい場合は、その上限値までの演算と表示をします。

ディスプレイ A

- ・ 表示ファンクション消灯：高調波次数 (1 ～ 50 次) を表示します。
- ・ V: 電圧の 1 ～ 50 次成分までの全実効値 (演算値) を表示します。下記のディスプレイ C と同じです。
- ・ A: 電流の 1 ～ 50 次成分までの全実効値 (演算値) を表示します。下記のディスプレイ C と同じです。
- ・ W: 有効電力の 1 ～ 50 次成分までの全実効値 (演算値) を表示します。下記のディスプレイ C と同じです。

ディスプレイ B

- ・ V: ディスプレイ A で示す次数の電圧の測定値を表示します。
- ・ A: ディスプレイ A で示す次数の電流の測定値を表示します。
- ・ W: ディスプレイ A で示す次数の有効電力の測定値を表示します。
- ・ V%: ディスプレイ A で示す次数の電圧の含有率を表示します。表示範囲は、表示桁数が 5 桁のとき、0.000 ～ 99.999 ～ 100.00 ～ 999.99% です。
- ・ A%: ディスプレイ A で示す次数の電流の含有率を表示します。表示範囲は、表示桁数が 5 桁のとき、0.000 ～ 99.999 ～ 100.00 ～ 999.99% です。
- ・ W%: ディスプレイ A で示す次数の有効電力の含有率を表示します。表示範囲は、表示桁数が 5 桁のとき、0.000 ～ 99.999 ～ 100.00 ～ 999.99% です。
- ・ V° :
 - ・ ディスプレイ A で示す次数が 1 次 (基本波) のとき
1 次の電圧に対する 1 次の電流の位相角を表示します。電流が遅相のとき G、進相のとき d を、先頭に付加して表示します。
 - ・ ディスプレイ A で示す次数が 2 ～ 50 次のとき
1 次の電圧に対する 2 ～ 50 次の各電圧の位相角を表示します。2 ～ 50 次が遅相のときだけ数値の前に－を表示します。表示範囲は $-180.0 \sim 180.0^\circ$ です。
- ・ A° :
 - ・ ディスプレイ A で示す次数が 1 次 (基本波) のとき
 V° と同じです。
 - ・ ディスプレイ A で示す次数が 2 ～ 50 次のとき
1 次の電流に対する 2 ～ 50 次の各電流の位相角を表示します。2 ～ 50 次が遅相のときだけ数値の前に－を表示します。表示範囲は $-180.0 \sim 180.0^\circ$ です。

ディスプレイ C

- ・ V：電圧の 1 ～ 50 次成分までの全実効値 (演算値) を表示します。
- ・ A：電流の 1 ～ 50 次成分までの全実効値 (演算値) を表示します。
- ・ W：有効電力の 1 ～ 50 次成分までの全実効値 (演算値) を表示します。

演算式

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

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

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

- ・ U_k 、 I_k 、 P_k ：電圧、電流および有効電力の 1 ～ 50 次までの各成分
- ・ k ：測定次数
- ・ n ：測定次数の上限値、この値は PLL ソースの基本周波数によって異なります。

ディスプレイ D

- ・ V：電圧の 1 ～ 50 次成分までの全実効値 (演算値) を表示します。ディスプレイ C と同じです。
- ・ A：電流の 1 ～ 50 次成分までの全実効値 (演算値) を表示します。ディスプレイ C と同じです。
- ・ W：有効電力の 1 ～ 50 次成分までの全実効値 (演算値) を表示します。ディスプレイ C と同じです。
- ・ PF：基本波 (1 次) の力率を表示します。
- ・ VHz：電圧の周波数を表示します。
- ・ AHz：電流の周波数を表示します。
- ・ THD V%：電圧のひずみ率を表示します。演算式は 2 種類あり、設定の詳細は 6.3 節をご覧ください。表示範囲は、0.000 ～ 99.999 ～ 100.00 ～ 999.99% です。
- ・ THD A%：電流のひずみ率を表示します。演算式は 2 種類あり、設定の詳細は 6.3 節をご覧ください。表示範囲は、0.000 ～ 99.999 ～ 100.00 ～ 999.99% です。

Note

- ・ ディスプレイ A の FUNCTION キーを押して、表示ファンクションを V、A または W にしたとき、ディスプレイ A には、ディスプレイ C または D の V、A または W と同じ測定項目が表示されます。
- ・ 最大表示、表示範囲、単位、単位の接頭記号などは、本節で記載がない場合は通常測定と同じです。

対象エレメント (WT332/WT333 だけ)

高調波測定データ表示をする入力エレメントを設定します。機種によって選択できるエレメントの種類が異なります。形名を確認のうえ選択してください。

- ・ 1/2/3：エレメント 1/2/3 の測定データを表示します。

Note

高調波測定データ表示が ON になっているとき、ELEMENT キーを押しても Σ にはエレメント表示が移動しません。

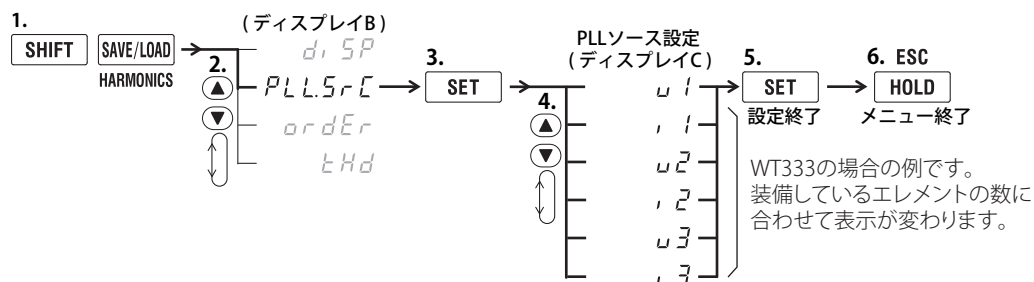
6.3 PLL ソース、測定次数、ひずみ率の演算式を設定する

WTVIEWERFreePlus

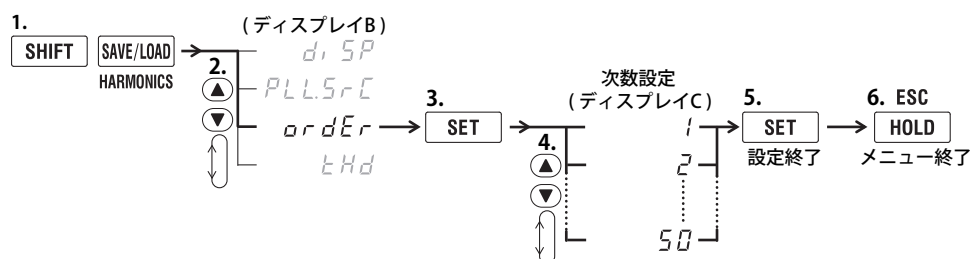
操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

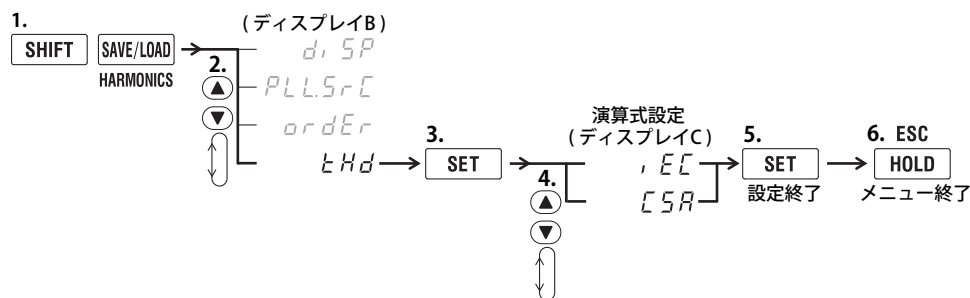
PLL ソース



測定次数



ひずみ率の演算式



解 説

PLL ソース

高調波測定の測定次数の基準となる基本周期を決定するための信号を PLL(Phase Locked Loop：周波数同期) ソースとして設定します。初期設定は U1 です。

必ず高調波測定をする対象波形と同周期の信号を設定してください。ひずみや変動が少ない入力信号を PLL ソースに選択したほうが、安定して高調波測定ができます。

- ・ U1：エレメント 1 の電圧を PLL ソースにするときに設定します。
- ・ I1：エレメント 1 の電流を PLL ソースにするときに設定します。
- ・ U2：エレメント 2 の電圧を PLL ソースにするときに設定します。(WT333 だけ)
- ・ I2：エレメント 2 の電流を PLL ソースにするときに設定します。(WT333 だけ)
- ・ U3：エレメント 3 の電圧を PLL ソースにするときに設定します。(WT332 と WT333)
- ・ I3：エレメント 3 の電流を PLL ソースにするときに設定します。(WT332 と WT333)

Note

- ・ ひずみが少ない入力信号を PLL ソースに選択すると、安定して高調波測定ができます。PLL ソースの基本周波数が変動したり波形がひずんでいて基本周波数が測定できない場合、正しい測定結果を得られません。測定対象がスイッチング電源などで、電流信号より電圧信号の方がひずみが少ない場合は、PLL ソースを電圧に設定することをおすすめします。
- ・ 基本周波数が 200Hz 以下で高い周波数成分を含んでいるときには、周波数フィルタ (カットオフ周波数 500Hz) を ON にすることをおすすめします。
- ・ PLL ソースとして設定した入力信号の振幅レベルがレンジ定格値に対して小さい場合、PLL 同期がかからないことがあります。PLL ソースの振幅レベルがレンジ定格の 50% 以上 (クレストファクタを「6」に設定しているときは、100% 以上) になるように、測定レンジを設定してください。

測定次数

測定次数の上限値は 2 ～ 50 次で設定できますが、基本波 (1 次) の周波数によって、測定できる測定次数の上限値の範囲が異なります。基本波の周波数によって演算する次数の上限値が異なるためです。初期設定は 50 です。

例

- ・ 基本波の周波数が 50Hz のときは、50 次まで
- ・ 基本波の周波数が 1.2kHz のときは、4 次まで

Note

- ・ 上限値を超える次数を設定したときのディスプレイ B の表示はバー表示 (----) になります。
- ・ 測定次数の上限値の詳細は、スタートガイド IM WT310-02JA の 7.3 節をご覧ください。

ひずみ率の演算式

ひずみ率の演算式を次の中から設定します。初期設定は iEC です。

下記の説明は測定次数の上限値が 50 次の場合です。上限値が 50 次より小さい場合はその上限値までの次数について演算します。

- ・ iEC：基本波 (1 次) に対する 2 ～ 50 次成分までの実効値の比率を演算します。
- ・ CSA：1 ～ 50 次成分までの実効値に対する 2 ～ 50 次成分までの実効値の比率を演算します。

演算式

iEC のとき

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

CSA のとき

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

- ・ C_1 ：基本波 (1 次) 成分
- ・ C_k ：基本波または高調波成分
- ・ k ：測定次数
- ・ n ：測定次数の上限値、この値は PLL ソースの基本周波数によって異なります。

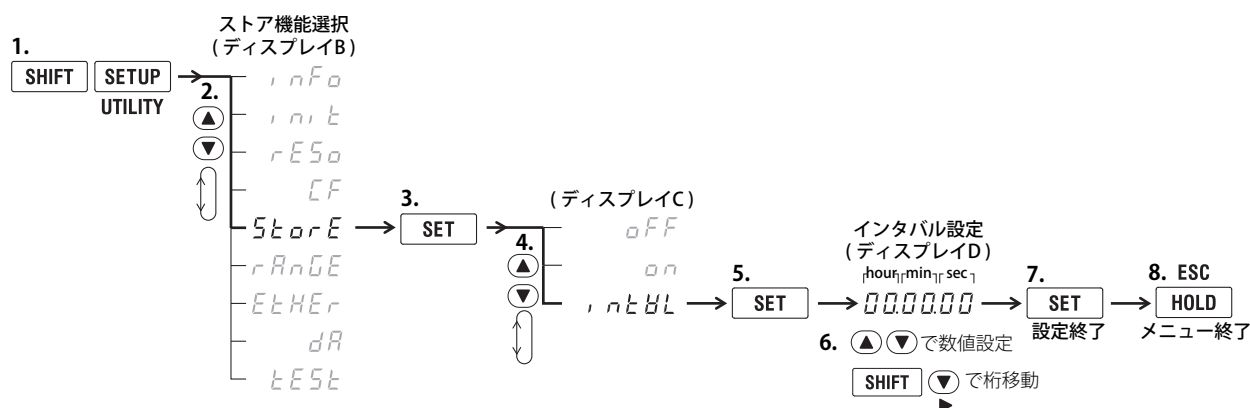
7.1 測定データをストアする

WTVViewerFreePlus

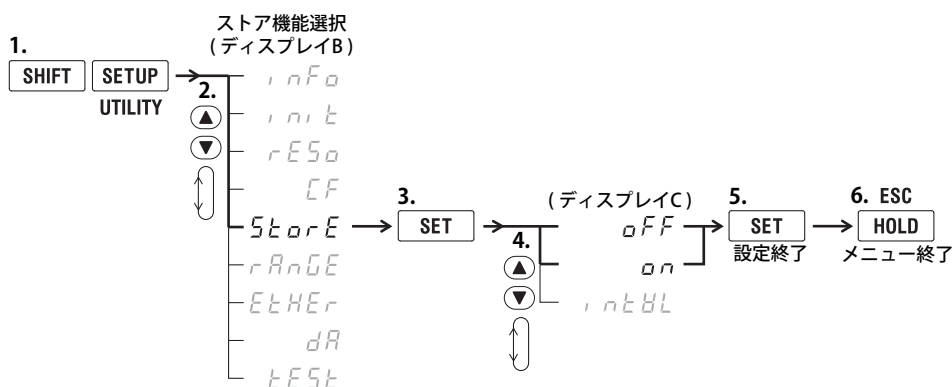
操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

測定データのストアインタバル



測定データのストア ON/OFF



解 説

測定データのストア

本機器の測定データを内蔵 (内部) メモリにストアできます。

ストアする項目

全測定データ、演算データ、積算データ、周波数 (電圧 / 電流) をストアします。

高調波測定オプション搭載の機種で、高調波データの表示が ON (6.2 節を参照) の場合は、高調波測定を含めた全測定データ、演算データ、積算データ、周波数 (電圧 / 電流) をストアします。

ストアするブロック数

1 回のデータ更新周期で得られるすべてのデータを 1 ブロックとしてストアします。

データ数は装着している入力エレメントの個数によって異なるため、製品によってストアできるブロック数が変わります。内蔵メモリにストアできるデータのブロック数は次のようになります。

形名	通常測定データだけ	通常測定データ + 高調波測定データ *
WT310、WT310HC	9000 ブロック	700 ブロック
WT332	4000 ブロック	300 ブロック
WT333	3000 ブロック	200 ブロック

* 高調波測定オプション搭載の機種で、高調波データの表示が ON の場合

ストアの停止

次のとき、ストアを停止します。

- ・ 上記の全ブロックに、データをストアしたとき
- ・ ストア中、ストアの ON/OFF 設定で OFF を選択したとき

Note

- ・ ストアした測定データを本機器の画面上にリコールすることはできません。
- ・ ストアした測定データは通信機能で PC へ送信し、PC 上で確認できます。詳細は、通信インタフェースユーザーズマニュアル IM WT310-17JA をご覧ください。

ストアインタバル

ストアを繰り返す時間間隔を設定します。初期設定は 00.00.00 です。

- ・ 設定範囲：00.00.00(00 時間 00 分 00 秒) ～ 99.59.59(99 時間 59 分 59 秒)
- 00.00.00 のときは、設定されているデータ更新周期がストアインタバルになります。

ストアの ON/OFF

ストアインタバルを設定したあと、ストアの ON/OFF を選択します。初期設定は OFF です。

- ・ on：ストアを開始し、STORE のインジケータが、ストアするタイミングで点滅します。
- ・ OFF：ストアを停止し、STORE のインジケータの点滅が停止します。

Note

- ・ ストアを停止後、再度ストアを開始するとメモリにデータを上書きします。前のデータは消去されます。
- ・ 次の操作をすると、ストアしたデータは消去されます。
 - ・ 電源を OFF にする。
 - ・ 設定を初期化する (5.2 節)。
 - ・ 設定情報を読み込む (7.2 節)。
- ・ 基本周波数が高く 50 次までの高調波測定値がないときは、データなし表示のデータをストアします。
- ・ ストア中は、測定レンジを除く各種測定条件の変更操作はできません。
- ・ ストアしているときに HOLD キーを押して表示ホールドにすると、測定動作とストアインタバルの時間カウント動作がホールド (一時停止) され、ストア動作そのものもホールドされます。ただし、積算中は、内部処理として測定と積算は継続されます。
- ・ MAX ホールド機能 (4.6 節を参照) が動作している間の U (電圧)、I (電流)、P (有効電力)、S (皮相電力)、Q (無効電力)、U+pk、U-pk (電圧ピーク)、I+pk、I-pk (電流ピーク)、P+pk、P-pk (電力ピーク) の表示値は、保持されている最大値 (MAX 値) になります。D/A 出力、通信出力などの値も、保持されている最大値 (MAX 値) になります。ストアされる測定データも、保持されている最大値 (MAX 値) になります。

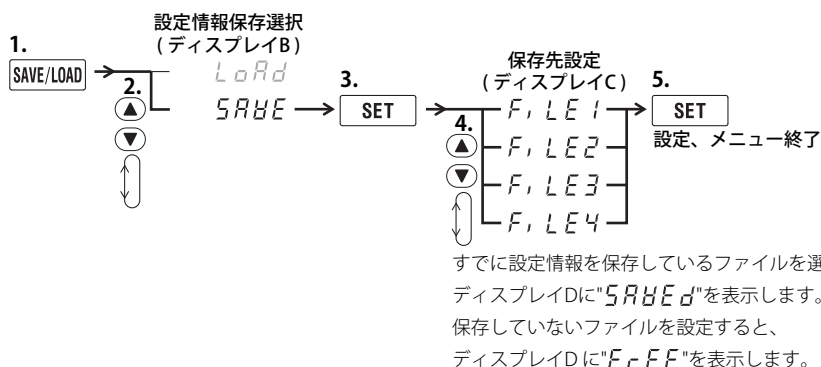
7.2 設定情報を保存する / 読み込む

WTVIEWERFreePlus

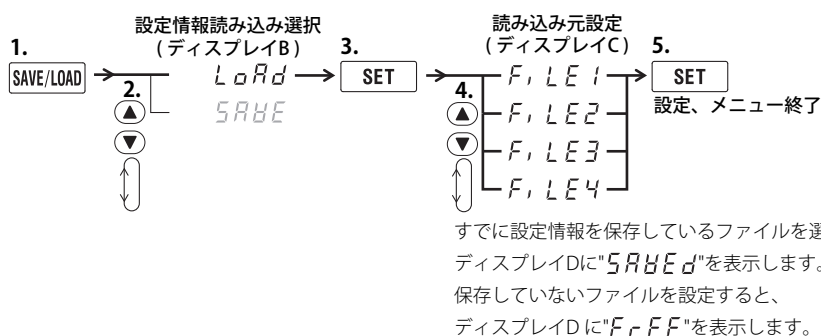
操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

設定情報の保存



設定情報の読み込み



解 説

設定情報の保存

本機器の設定情報を4つ、内蔵(内部)メモリに保存できます。FILE1/FILE2/FILE3/FILE4の4つのファイルから保存先を選択し、現在設定している次のような設定情報を保存します。

測定レンジ、測定モード、同期ソース、スケールリングの設定、アベレージングの設定、入力フィルタの設定、MAX ホールド ON/OFF、演算設定、表示桁数、データ更新周期、クレストファクタ、積算の設定、高調波の設定、ストアの設定、通信の設定など。

Note

- 一度保存したファイルには、ディスプレイDにSAVEdの表示をします。そのままSETキーを押すと、以前の設定情報は消え、新しい設定情報を保存します。
- 測定データの内蔵メモリとは別の内蔵メモリに保存します。
- 保存した設定情報は、リチウム電池で記憶保持します。リチウム電池の寿命については、スタートガイドIM WT310-02JAの5.3節をご覧ください。

設定情報の読み込み

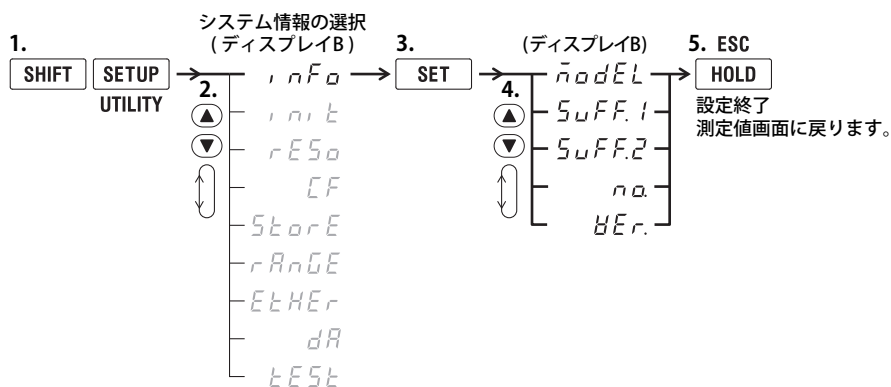
保存した設定情報を読み込んで、設定を復元できます。保存されていた設定情報に従って本機器の各種設定をします。設定後、測定を開始します。

8.1 システムの状態を確認する

WTViewerFreePlus

操作

下記メニューの太線に沿って操作してください。



解説

システム情報

本機器に関する次の情報を表示します。

項目	意味
Model	形名
Suff.1	仕様コード (Suffix)
Suff.2	仕様コード (Suffix) のつづき
No.	計器番号
Ver.	ファームウェアのバージョン

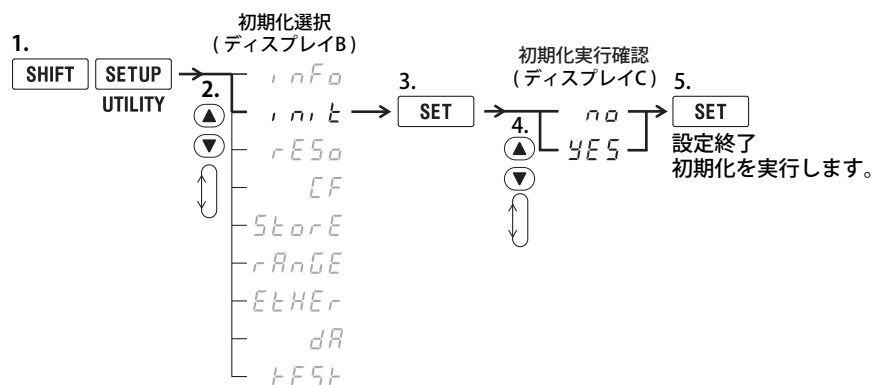
形名、仕様コードの詳細は、スタートガイド IM WT310-02JA の ii ページをご覧ください。

8.2 設定を初期化 (イニシャライズ) する

WTVViewerFreePlus

操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。



解 説

設定情報の初期化

設定情報を、工場出荷時の初期設定に戻すことができます。それまでの設定を取り消したいときや、初めから測定をやり直すときなどに便利です。初期設定は次のようになっています。

項目	初期設定
ディスプレイ A	表示ファンクション：V、エレメント：1
ディスプレイ B	表示ファンクション：A、エレメント：1
ディスプレイ C	表示ファンクション：W、エレメント：1
ディスプレイ D	表示ファンクション：PF、エレメント：1
表示桁数	Hi(5 桁)
データ更新周期	0.25s
ラインフィルタ	OFF
周波数フィルタ	OFF
測定同期ソース	WT310/WT310HC : VoLt(電圧) WT332/WT333 : Curr(電流)
測定レンジ	オートレンジ
測定レンジスキップ	OFF
測定モード	RMS
結線方式 (WT332/WT333 だけ)	1P3W
ホールド	OFF
MAX ホールド	OFF
スケーリング	V : 1.000、C : 1.000、F : 1.000 スケーリング ON/OFF : OFF
外部センサスケーリング定数	10.00
アベレージング	アベレージング方式：Lin(移動平均)、アベレージング係数：8 アベレージング ON/OFF : OFF
クレストファクタ	3
MATH 演算式	WT310/WT310HC : 電圧のクレストファクタ WT332/WT333 : 効率
周波数	エレメント 1 の電圧周波数と電流周波数
積算	リセット状態、積算モード：マニュアル積算モード 積算タイマ設定時間：0 時間 00 分 00 秒
高調波測定 (オプション)	PLL ソース：U1、高調波ひずみ率演算式：iEC、最大測定次数：50 高調波測定データ表示 ON/OFF : OFF
ストア	インタバル：0 時間 00 分 00 秒、ストア ON/OFF : OFF
D/A 出力 (オプション)	出力項目：通常測定デフォルト設定、積算定格時間：1 時間 00 分 00 秒

項目	初期設定
GP-IB	アドレス：1
RS-232	ハンドシェーク方式：0、データフォーマット：0、ボーレート：9600、ターミネータ：Cr+Lf
イーサネット (オプション)	DHCP：ON DHCP が OFF の場合 IP アドレス：192.168.0.100 サブネットマスク：255.255.255.0 デフォルトゲートウェイ：192.168.0.1
コマンドモード	WT300

出荷時の設定にできない項目

- ・ 通信 (GP-IB、RS-232、イーサネット、コマンドモード) に関する設定

データについて

- ・ ストアした測定データ
初期化をすると、ストアした測定データが失われますので注意してください。
- ・ 設定情報
内蔵メモリに保存した設定情報は、初期化をしても、記憶保持されます。

Note

設定を初期値にしていかなどを確認したうえで、初期化を実行してください。初期化を実行すると元に戻せません。初期化する前に設定情報を保存 (7.2 節を参照) しておくことをおすすめします。

通信コマンドにより初期化する

通信コマンド (*RST コマンド) により設定情報の初期化を行う場合も、上記の UTILITY キー操作による初期化と同様です。

電源 ON のときに初期化する

SET キーを押しながら電源スイッチを ON にすると、初期設定の状態で本機器が立ち上がります。SET キーは全 LED の点灯が終了するまで (スタートガイド IM WT310-02JA の 2-8 ページに記載の「オープニングメッセージ」の②まで)、押し続けてください。通信の設定情報や内蔵メモリに保存した設定情報も含めすべての設定情報が上記の設定値のとおり初期化されます。このとき、初期化されたことを示すメッセージとして「CodE.3」を表示しますが、故障ではありません。

8.3 ゼロレベル補正をする

WTVIEWERFreePlus 

操 作

SHIFT + SET(CAL) キーを押します。ゼロレベル補正が実行されます。



解 説

ゼロレベル補正

本機器の仕様 (スタートガイド IM WT310-02JA の 7 章を参照) を満たすため、本機器の内部回路で入力信号ゼロの状態をつくり、そのときのレベルを、ゼロレベルとする機能です。

測定レンジを変更したときにも、自動的にゼロレベルが補正されます。

Note

- 精度のよい測定をするには、30 分以上ウォーミングアップしてから、ゼロレベル補正をして測定されることをおすすめします。また、周囲温度が仕様範囲内 (スタートガイド IM WT310-02JA の 7 章を参照) で安定していることも必要です。
- 長時間、測定レンジを変更していないときは、本機器周囲の環境変化でゼロレベルが変化している場合があります。このようなときに、ゼロレベルの補正をされることをおすすめします。

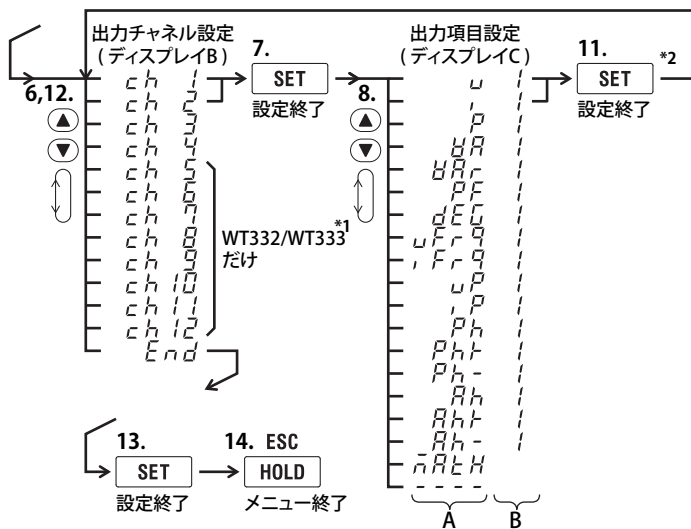
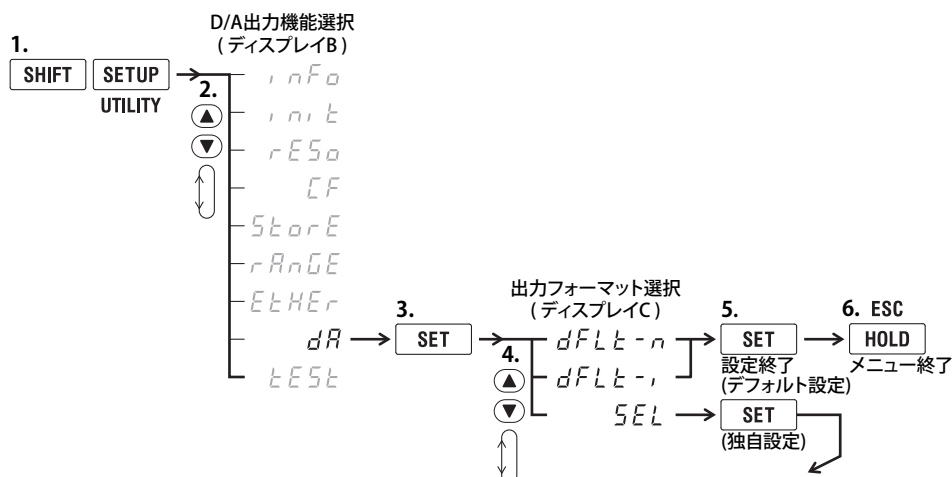
8.4 D/A 出力を設定する (オプション)

WTVViewerFreePlus

操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

D/A 出力のフォーマット



8. (▼) (▲) でA領域(出力ファンクション)を設定

WT332/WT333の場合、次の操作9と10で、エレメントを設定

9. (SHIFT) (▼) でB領域に移動

10. (▼) (▲) でエレメントを設定(*3)

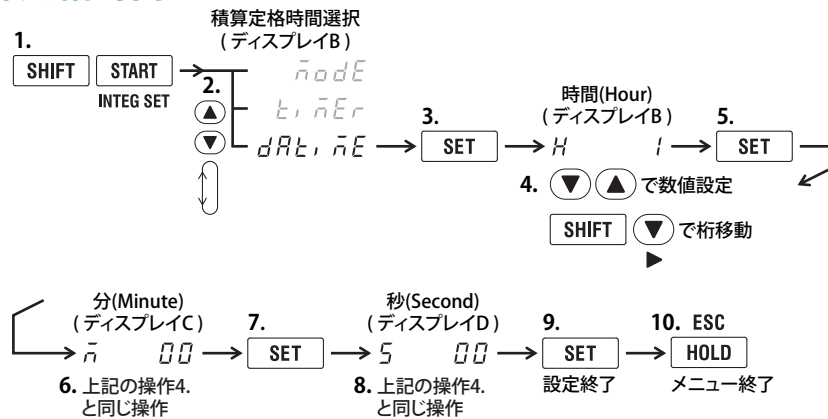
*1 チャンネル数はオプション仕様によって異なります。

- ・ WT310/WT310HC の /DA 4 : 4 チャンネル
- ・ WT332/WT333 の /DA12 : 12 チャンネル

*2 操作11.でSETキーを押すと、ディスプレイBで表示している出力チャンネルが、次のチャンネルに変わります。
たとえば、「ch1」→「ch2」というように変わります。

*3 機種によって選択できる数字 (エレメント番号) が異なります。詳細は解説をご覧ください。

積算定格時間



解説

D/A 出力

電圧、電流、有効電力、皮相電力、無効電力、力率、位相角、周波数、電圧ピーク、電流ピークおよび積算値を、± 5VFS の直流アナログ電圧で出力します。

チャンネル数

チャンネル数はオプション仕様によって異なります。

- ・ WT310/WT310HC の /DA 4 : 4 チャンネル
- ・ WT332/WT333 の /DA12 : 12 チャンネル

出力フォーマット

あらかじめ設定済みの出力フォーマットを選択したり、独自にフォーマットを設定することができます。

デフォルト設定を使用する

あらかじめ設定した (デフォルト) 項目を出力するときに選択します。

デフォルト通常測定値 : dFLt-n

通常測定値を出力するときに選択します。出力設定は次のとおりです。

	仕様コード	/DA12		
	製品名	WT310 WT310HC	WT332	WT333
出力チャンネル	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 このチャンネルの設定はできません。

*2 数字は、入力エレメント 1、2、3 を意味します。

デフォルト積算値：dFLt-i

積算値を出力するときに選択します。出力設定は次のとおりです。

	仕様コード	/DA4	/DA12	
	製品名	WT310 WT310HC	WT332	WT333
出力チャンネル	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 このチャンネルの設定はできません。
*2 数字は、入力エレメント 1、2、3 を意味します。

出力フォーマットの独自設定を行う

出力チャンネルごとに、出力項目 (出力ファンクションとエレメント) を設定できます。

出力ファンクション (操作説明中の操作 8 の A 領域)

次の中から設定します。
u(電圧 U)、i(電流 I)、P(有効電力 P)、VA(皮相電力 S)、
VAr(無効電力 Q)、PF(力率 λ)、dEG(位相角 Φ)、
uFrq(電圧周波数 fU)、iFrq(電流周波数 fI)、
uP(電圧ピーク値 Upk)、iP(電流ピーク値 Ipk)、
Ph(電力量 - 総和 Wp)、Ph + (正方向の電力量 Wp+)、Ph - (負方向の電力量 Wp-)、
Ah(電流量 - 総和 q)、Ah + (正方向の電流量 *q+)、Ah - (負方向の電流量 *q-)、
MATH(演算)、
----- (D/A 出力 0V：次項のエレメント設定はありません。)

* 電流量の正負方向の詳細は、5.1 節の「積算値の表示ファンクション」をご覧ください。

エレメント (操作説明中の操作 10 の B 領域)

製品名	エレメント
WT310、WT310HC	1
WT332	1、3、4
WT333	1、2、3、4

エレメント番号 4 は Σ を示します。

積算定格時間

積算値を D/A 出力する場合、定格値 (測定レンジと同じ値) が継続して入力され、設定した時間だけ経過したときの積算値を 100% とし、そのときの D/A 出力を 5V にします。

初期設定は 1.00.00(1 時間 00 分 00 秒) です。

- ・ 設定範囲: 0.00.00(00 時間 00 分 00 秒) ~ 10000.00.00(10000 時間 00 分 00 秒)

積算定格時間を 0.00.00 に設定すると D/A 出力値は 0V になります。

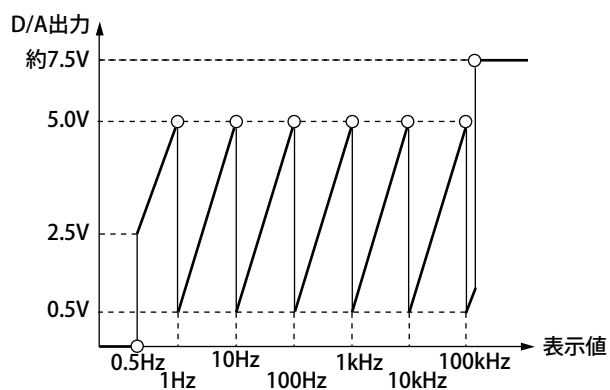
積算値の D/A 出力の測定値と電圧の関係については、「出力項目と D/A 出力電圧の関係」をご覧ください。

Note

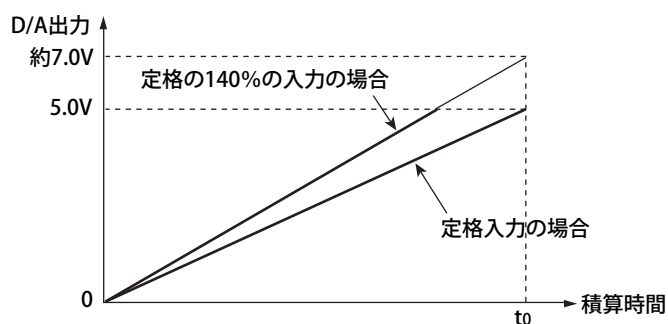
- ・ MAX ホールド機能 (4.6 節を参照) が動作している場合、次の表示値は保持されている最大値 (MAX 値) になります。D/A 出力の値も保持されている最大値 (MAX 値) になります。
電圧、電流、有効電力、皮相電力、無効電力、電圧ピーク、電流ピーク
 - ・ 電圧、電流、および電力のレンジ定格が入力されたときを 100% (5V) として、各出力項目の D/A 出力をします。
 - ・ 電圧、電流、または電力に、VT 比、CT 比、または電力係数などのスケーリング係数が設定されていて、スケーリングが ON になっている場合は、スケーリングされたあとの値が、スケーリングされた定格値 (測定レンジ×スケーリング係数) のときを 100% (5V) として、D/A 出力をします。
 - ・ スケーリング定数が各エレメントで異なる場合でエレメントにΣを設定したときも、各エレメントにスケーリングされた定格値が入力されたときを 100% (5V) として、D/A 出力をします。
 - ・ MATH(演算) を D/A 出力に設定した場合、次のファンクション以外は、0V を D/A 出力します。
効率、積算動作中の平均有効電力
-

出力項目と D/A 出力電圧の関係

周波数

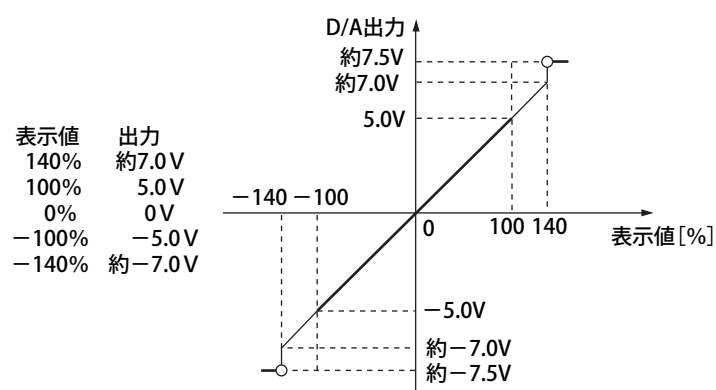


積算値



t_0 : 積算定格時間

その他の項目



- ・ λ 、 Φ の場合、+5 ~ +7V と -5 ~ -7V の範囲は出力しません。エラー発生時には、約±7.5V を出力します。
- ・ MATH 設定が効率のとき、100% を +5V として出力します。
- ・ Upk、Ipk はレンジ定格の3倍 (クレストファクタ「6」のときは、6倍) のとき、±5V を出力します。
- ・ 出力ファンクションに「---」が選択されている場合、または、数値データがない場合は、0V を出力します。

8.5 キープロテクトをする

操 作

キープロテクト

SHIFT + INTERFACE(KEY PROTECT) キーを押します。KEY PROTECT のインジケータが点灯し、電源スイッチとキープロテクト OFF 以外の操作キーによる設定操作は無効になります。



キープロテクトの解除

キープロテクト状態のとき、**SHIFT + INTERFACE**(KEY PROTECT) キーを押します。KEY PROTECT のインジケータが消灯し、すべての操作キーによる設定操作が有効になります。



解 説

キープロテクト

フロントパネルの操作キーでの設定操作を無効(キープロテクト)にできます。ただし、キープロテクト中でも、次のスイッチやキーの操作は有効です。

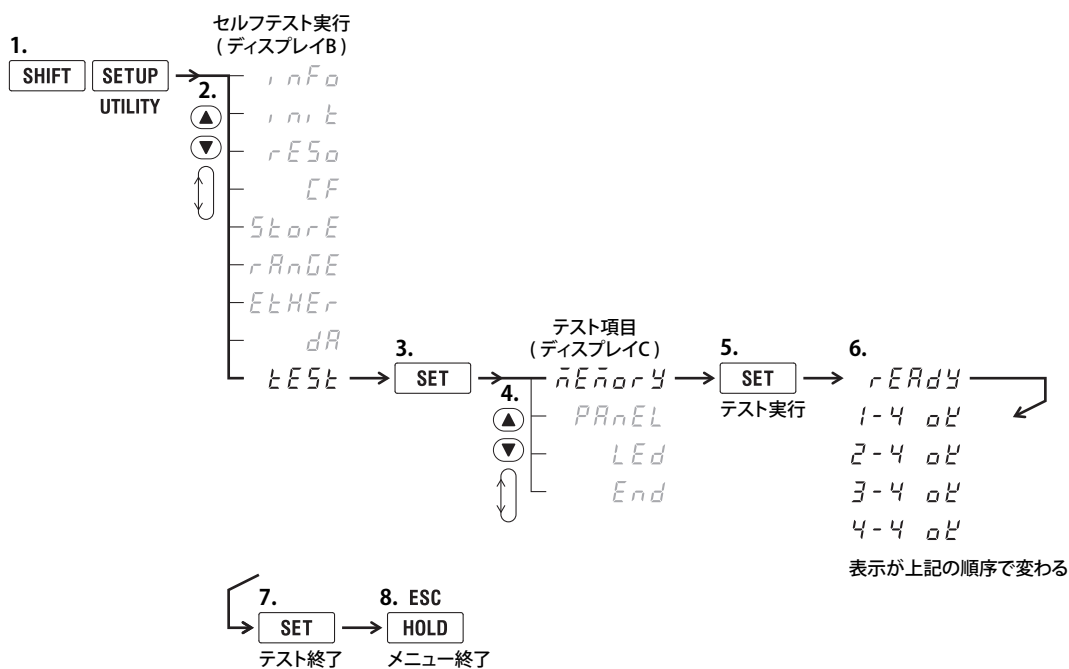
- ・ 電源スイッチの ON/OFF
- ・ キープロテクト OFF の操作

8.6 自己診断 (セルフテスト) をする

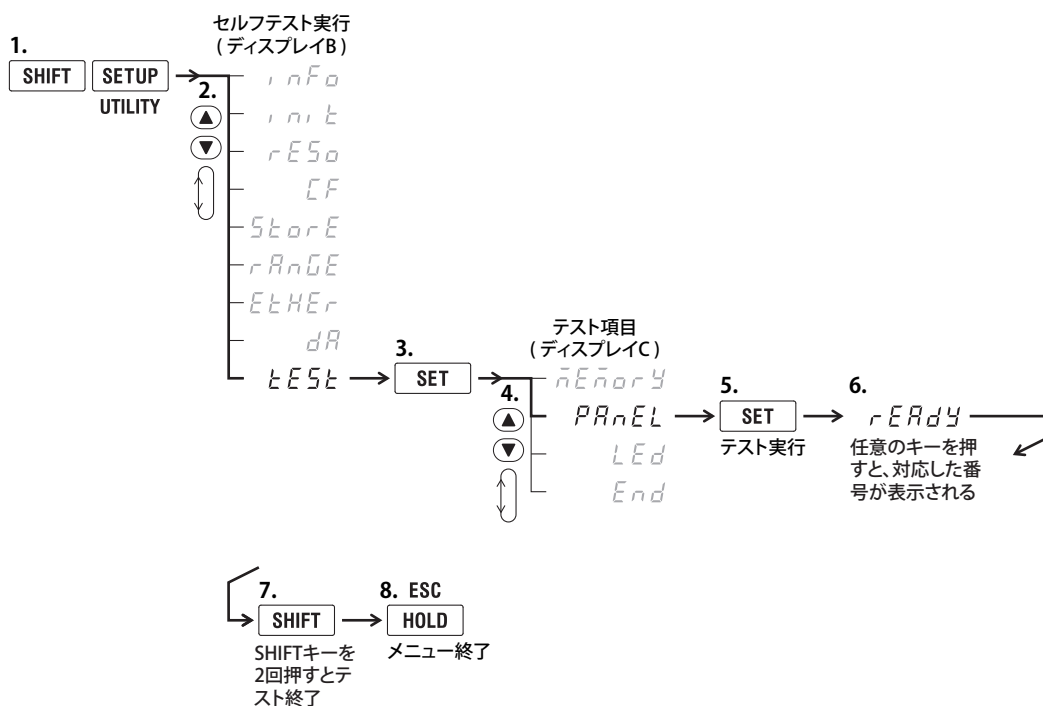
操 作

下記メニューの太線に沿って操作してください。

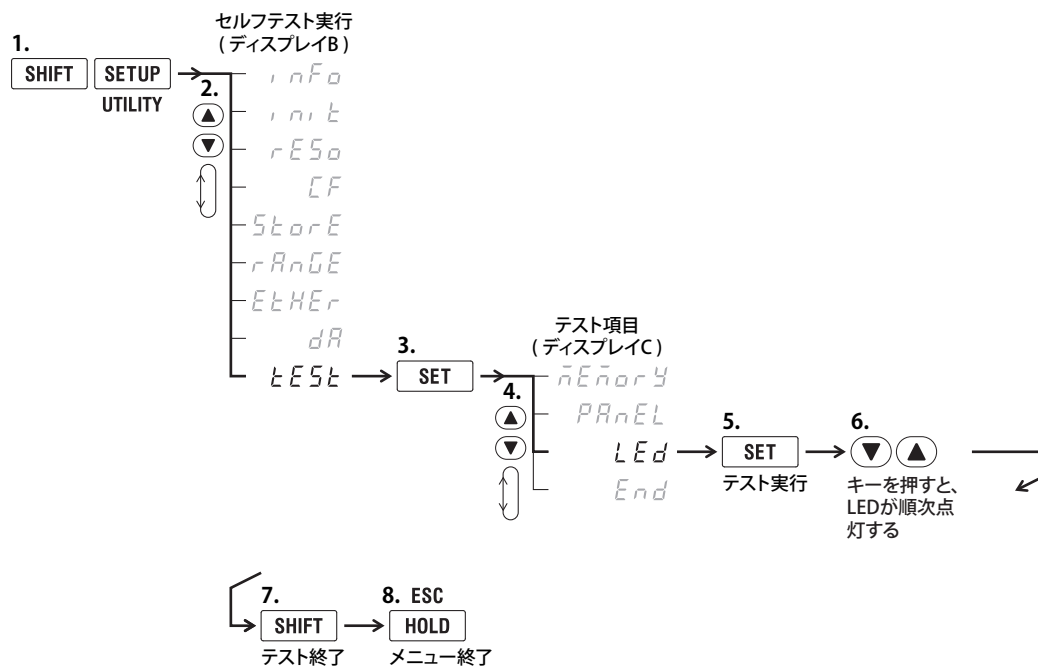
メモリのテスト



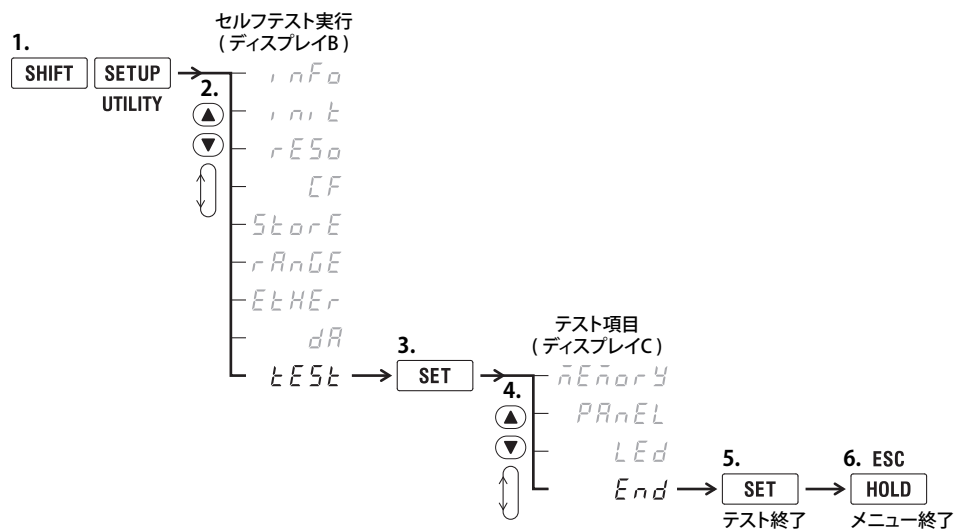
パネルキーのテスト



LED のテスト



テストの終了



解 説**セルフテスト (Selftest)**

メモリ、キー、LED が正常に動作しているかをテストできます。

メモリのテスト (MEMorY)

内部メモリが正常かをテストします。次の順にメッセージが表示されれば正常です。

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

パネルキーのテスト (PAnEL)

- フロントパネルの操作キーが正常かをテストします。押したキーに対応した番号が表示されれば正常です。
- キーテストから抜け出すには、SHIFT キーを 2 回続けて押します。

LED のテスト (LEd)

- フロントパネルの表示器が正常かをテストします。▲▼キーを押して、フロントパネルの LED が順次、点灯または消灯すれば正常です。
- LED テストから抜け出すには、SHIFT キーを押します。

セルフテストの終了 (End)

セルフテストが終了します。

セルフテストでエラーとなった場合

メモリテストを数回実行してもメモリエラーになったり、パネルキーテストや LED テストをしても正常に機能しない場合は、お買い求め先までご連絡ください。

付録 1 測定ファンクションの記号と求め方

通常測定の測定ファンクション

(表1/2)

測定ファンクション		求め方、演算式 式中の記号については次ページのNoteをご覧ください。		
電圧 U [V] 真の実効値 Urms 平均値整流実効値校正 Umn 単純平均 Udc		Urms	Umn	Udc
		$\sqrt{\text{AVG}[u(n)^2]}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \text{AVG}[u(n)]$	$\text{AVG}[u(n)]$
電流 I [A] 真の実効値 Irms 単純平均 Idc		Irms		Idc
		$\sqrt{\text{AVG}[i(n)^2]}$		$\text{AVG}[i(n)]$
有効電力 P [W]		$\text{AVG}[u(n) \cdot i(n)]$		
皮相電力 S [VA]		Urms・Irms、Umn・Irms、Udc・Idcから選択		
無効電力Q[var]		$s \cdot \sqrt{S^2 - P^2}$ sは進相(LEAD)のとき-1、遅相(LAG)のとき1		
力率 λ		$\frac{P}{S}$		
位相差 Φ [°]		$\cos^{-1}\left(\frac{P}{S}\right)$ 位相角は進み(D)/遅れ(G)表示。		
電圧の周波数 fU(FreqU) [Hz] 電流の周波数 fI(FreqI) [Hz]		電圧の周波数(fU)と電流の周波数(fI)は、ゼロクロス検出により測定。 WT本体のディスプレイDに設定されている元素のfUとfIの2つを測定。		
電圧の最大値 U+pk[V]		データ更新ごとのu(n)の最大値		
電圧の最小値 U-pk[V]		データ更新ごとのu(n)の最小値		
電流の最大値 I+pk[A]		データ更新ごとのi(n)の最大値		
電流の最小値 I-pk[A]		データ更新ごとのi(n)の最小値		
電力の最大値 P+pk[W]		データ更新ごとのu(n)・i(n)の最大値		
電力の最小値 P-pk[W]		データ更新ごとのu(n)・i(n)の最小値		
電圧のクレストファクタ CfU 電流のクレストファクタ CfI		電圧のクレストファクタCfU＝ $\frac{Upk}{Urms}$ 電流のクレストファクタCfI＝ $\frac{Ipk}{Irms}$ Upk＝ U+pk または U-pk の どちらか大きい方 Ipk＝ I+pk または I-pk の どちらか大きい方		

(次ページに続く)

(表2/2)

測定ファンクション		求め方、演算式 式中の記号についてはNoteをご覧ください。			
積算	積算時間 [h:m:s] Time	積算をスタートしてからストップするまでの経過時間			
	電力量 [Wh] WP WP+ WP-	$\left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \{u(n) \cdot i(n)\} \right] \cdot \text{Time}$ Nは積算時間のサンプリング回数、Timeの単位はh WPは、正負両方向の電力量の和です。 WP+は、上記式のu(n)・i(n)の値が正のときのみを加算したものです。 WP-は、上記式のu(n)・i(n)の値が負のときのみを加算したものです。			
	電流量 [Ah] rms	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N I(n) \cdot \text{Time}$ I(n)はn番目の電流測定値 Nはデータ更新回数 Timeの単位はh			
	dc	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i(n) \cdot \text{Time}$ i(n)はn番目の電流信号のサンプリングデータ Nはデータサンプリング回数 Timeの単位はh qは、i(n)の正負両方向の電流量の和です。 q+は、上記式のi(n)が正のときのみを加算したものです。 q-は、上記式のi(n)が負のときのみを加算したものです。			
Σ ファンクション	結線方式	単相3線式 1P3W	三相3線式 3P3W	3電圧3電流測定 3V3A	三相4線式 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	WP1 + WP3			WP1 + WP2 + WP3
	WPΣ [Wh] 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	q1 + q3			q1 + q2 + q3
	qΣ [Ah] 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) は電圧瞬時値を表します。
- ・ i(n) は電流瞬時値を表します。
- ・ n は、同期ソースの設定による測定区間の n 番目を表します。
- ・ AVG[] は [] 内の同期ソースの設定による測定期間の単純平均を表します。
- ・ PΣ は、結線ユニット Σ の有効電力を示しています。また結線ユニット Σ にどの入力エレメントが割り当てられるかは、本機器に装備されている入力エレメントの装備数と、選択されている結線方式のパターンによって決まります。
- ・ UΣ、IΣ、PΣ、SΣ、QΣ、WPΣ、qΣ の演算式中の数字 1 と 2 と 3 は、入力エレメント 1 と 2 と 3 が、表中の結線方式に設定されているときを示しています。
- ・ 本機器の S、Q、λ、Φ は、電圧、電流、有効電力の測定値から演算で求めています。したがって、ひずみ波入力の場合、測定原理の異なる他の測定器と差が生じる場合があります。

- Q の演算において、電流が電圧に対して進相のとき Q の値は負の値 (－) として、電流が電圧に対して遅相のとき Q の値は正の値 (+) として表示されます。QΣ は、各エレメントの Q から、符号付きで演算されるため、負 (－) になる場合があります。
-

高調波測定 (オプション) の測定ファンクション

(表1/2)

測定ファンクション	求め方、演算式		
	高調波の次数		全成分の実効値 (Total値)
	1 (基本波)	2~max (高調波)	
電圧 $U()$ [V]	$U(k) = \sqrt{U_r(k)^2 + U_j(k)^2}$		$U = \sqrt{\sum_{k=1}^{\max} U(k)^2}$
電流 $I()$ [A]	$I(k) = \sqrt{I_r(k)^2 + I_j(k)^2}$		$I = \sqrt{\sum_{k=1}^{\max} I(k)^2}$
有効電力 $P()$ [W]	$P(k) = U_r(k) \cdot I_r(k) + U_j(k) \cdot I_j(k)$		$P = \sum_{k=1}^{\max} P(k)$
力率 $\lambda()$	$\lambda(1) = \frac{P(1)}{S(1)}$	—	—
位相差 $\Phi U()$ [°]	$U(1)$ に対する $I(1)$ の位相差	$\Phi U(k) = U(1)$ に対 する $U(k)$ の位相差	—
位相差 $\Phi I()$ [°]	同上	$\Phi I(k) = I(1)$ に対 する $I(k)$ の位相差	—
PLLソースの周波数 f_U, f_I [Hz]	PLLソースに指定された電圧または電流の基本周波数		

(次ページに続く)

Note

- k は高調波次数、 r は実数部、 j は虚数部を表します。
- $U(k)$ 、 $U_r(k)$ 、 $U_j(k)$ 、 $I(k)$ 、 $I_r(k)$ 、 $I_j(k)$ は実効値で表現しています。
- $\max$ は、測定次数上限値です。測定次数上限値は、自動的に決まる値と、設定された測定次数最大値との小さいほうになります。
- 高調波測定の測定ファンクションは、各入力エレメントについてだけ、測定されます。 Σ ファンクションは測定されません。

(表2/2)

測定ファンクション	求め方、演算式	
	ひずみ率の演算式の 分母がTotal値(CSA)のとき	ひずみ率の演算式の 分母が基本波(IEC)のとき
電圧の高調波含有率 U _{hdf} () [%]	$\frac{U(k)}{U(\text{Total})^*} \cdot 100$	$\frac{U(k)}{U(1)} \cdot 100$
電流の高調波含有率 I _{hdf} () [%]	$\frac{I(k)}{I(\text{Total})^*} \cdot 100$	$\frac{I(k)}{I(1)} \cdot 100$
有効電力の高調波含有率 P _{hdf} () [%]	$\frac{P(k)}{P(\text{Total})^*} \cdot 100$	$\frac{P(k)}{P(1)} \cdot 100$
電圧の全高調波ひずみ U _{thd} [%]	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} U(k)^2}}{U(\text{Total})^*} \cdot 100$	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} U(k)^2}}{U(1)} \cdot 100$
電流の全高調波ひずみ I _{thd} [%]	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} I(k)^2}}{I(\text{Total})^*} \cdot 100$	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} I(k)^2}}{I(1)} \cdot 100$

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

Note

- ・ k は高調波次数を表します。
- ・ max は、測定次数上限値です。測定次数上限値は、自動的に決まる値と、設定された測定次数最大値との小さいほうになります。

付録2 電力の基礎 (電力 / 高調波 / 交流回路の RLC)

電力、高調波、交流回路の三定数 (RLC) などの基礎的な事項について、説明します。

電力

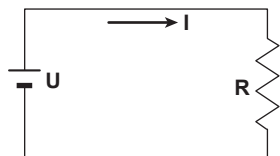
電気エネルギーは、電熱器や電気炉の熱、モータの回転力、蛍光灯や水銀灯の光などの各エネルギーに変換されて利用されます。このような負荷に対して電気がする仕事 (電気エネルギー) を、単位時間あたりの量で表したものが、電力 (electric power) です。単位は W (ワット) を用い、1 秒間に 1 ジュールの仕事をするとき、その電気エネルギーは 1W になります。

直流の電力

直流の電力 $P[W]$ は、加えられた電圧 $U[V]$ と流れる電流 $I[A]$ との積で求められます。

$$P = UI \quad [W]$$

下図の例では、毎秒、これだけの電気エネルギーが電源から取り出され、抵抗 $R[\Omega]$ (負荷) で消費されます。

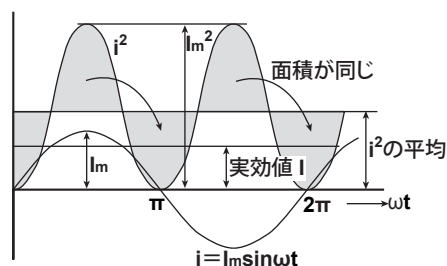


交流

通常、電力会社から供給される電気は交流で、その波形は正弦波です。交流の大きさの表し方には、瞬時値、最大値、実効値、平均値などがあり、普通は、実効値で表現されます。

正弦波交流の電流の瞬時値 i は、 $I_m \sin \omega t$ (I_m : 電流の最大値、 ω : 角速度で $\omega = 2\pi f$ 、 f : 正弦波交流の周波数) で表されます。この交流電流の熱作用* は、 i^2 に比例し下図のように変化します。

* 抵抗に電流が流れることによって、電気エネルギーが熱エネルギーに変えられることです。



実効値 (effective value) は、その交流電流と同じ熱作用を生じる直流の値になります。同じ熱作用の直流値を I とすれば、

$$I = \sqrt{i^2 \text{ の1周期の平均 }} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2 d\omega t} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

となります。1 周期中の各瞬時値 i の 2 乗の平均の平方根 (root mean square、略して rms) に当たるので、通常、実効値の意味として「rms」という記号を用います。

平均値 (mean value) の場合、正弦波の 1 周期分の平均をそのままとるとゼロになってしまうので、絶対値をとって 1 周期分の平均をとります。実効値の場合と同じように、瞬時値 $i = I_m \sin \omega t$ の電流の平均値を I_{mn} とすれば、

$$I_{mn} = |i| \text{ の 1 周期の平均 } = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |i| d\omega t = \frac{2}{\pi} I_m$$

これらの関係は、正弦波の電圧についても同じです。

正弦波交流の最大値、実効値、平均値には、次の関係があります。交流波形の傾向を知るものとして、それぞれ波高率 (crest factor)、波形率 (form factor) があります。

$$\text{波高率 (crest factor)} = \frac{\text{最大値}}{\text{実効値}}$$

$$\text{波形率 (form factor)} = \frac{\text{実効値}}{\text{平均値}}$$

交流のベクトル表示

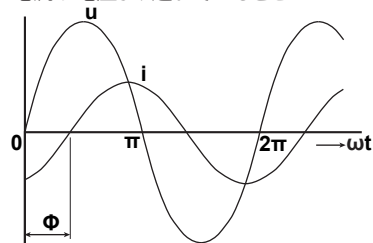
電圧と電流の瞬時値は、それぞれ一般的に次のような式で表されます。

$$\text{電圧: } u = U_m \sin \omega t$$

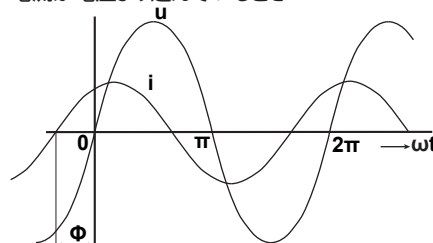
$$\text{電流: } i = I_m \sin(\omega t - \Phi)$$

電圧と電流間の時間的ずれを位相差といい、 Φ を位相角といいます。この時間的ずれは、主に電力が供給される負荷によって生じます。一般的に負荷に抵抗だけがあるときは位相差ゼロ、負荷にインダクタンス (コイル状のもの) があるときは電流が電圧より遅れ、負荷にコンデンサがあるときは電流が電圧より進みます。

電流が電圧より遅れているとき



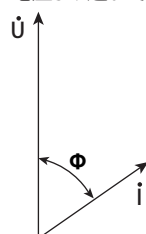
電流が電圧より進んでいるとき



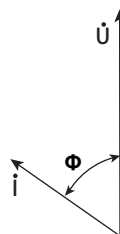
電圧と電流の大きさや位相関係を分かりやすくするため、ベクトル表示が使われます。垂直軸の上の方向を基準にとり、反時計方向の角度を正の位相角とします。

普通、ベクトルであることを明示する場合は、数量を表す記号の上に・印 (ドット) をつけます。ベクトルの大きさは実効値を表します。

電流が電圧より遅れているとき

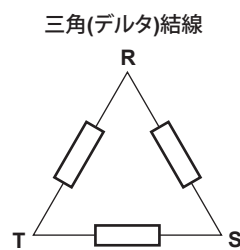
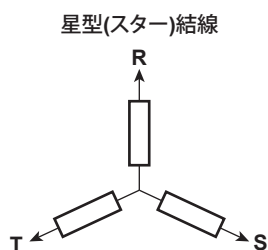


電流が電圧より進んでいるとき



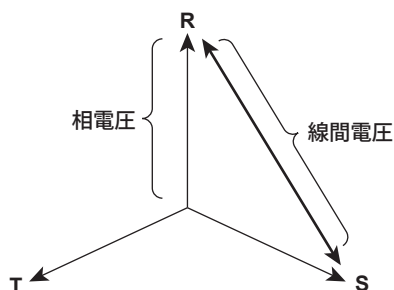
三相交流の結線

一般的に、三相交流の電源または負荷では、電力線は星型結線 (スター結線)、または三角結線 (デルタ結線) により結線されています。



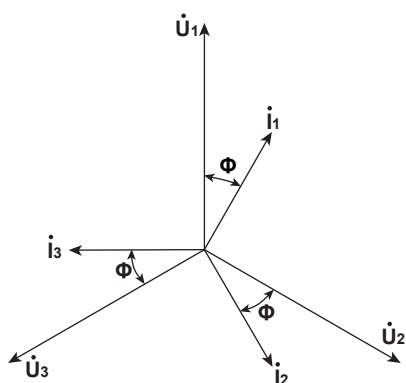
三相交流のベクトル表示

一般的な三相交流では、各相の電圧は 120° ずつずれています。これをベクトルで書くと次のようになります。このとき、各相の電圧を相電圧、各相の間の電圧を線間電圧といいます。



電源や負荷が三角結線になっていて中性線がないときは、相電圧を測れません。そこで、線間電圧を測定します。また、三相交流電力を 2 つの单相電力計で測定する (2 電力計法といいます) ために、線間電圧を測定することもあります。各相の相電圧の大きさが等しく位相差が 120° ずつずれているとき、線間電圧は相電圧に対して、大きさが $\sqrt{3}$ 倍となり、位相が 30° ずれます。

電流の位相が電圧の位相より ϕ° 遅れている三相交流の相電圧と線電流の位相の関係をベクトルで表示すると、次のようになります。



交流の電力

交流の電力は、負荷によって電圧と電流の間に位相差があるため、直流の電力のように簡単に求められません。

電圧の瞬時値が $u = U_m \sin \omega t$ 、電流の瞬時値が $i = I_m \sin(\omega t - \Phi)$ である場合、交流の電力の瞬時値 p は、

$$p = u \times i = U_m \sin \omega t \times I_m \sin(\omega t - \Phi) = UI \cos \Phi - UI \cos(2\omega t - \Phi)$$

U と I は、それぞれ電圧と電流の実効値を表します。

p は時間に無関係の「 $UI \cos \Phi$ 」と、電圧や電流の 2 倍の周波数の交流分「 $-UI \cos(2\omega t - \Phi)$ 」の和になります。

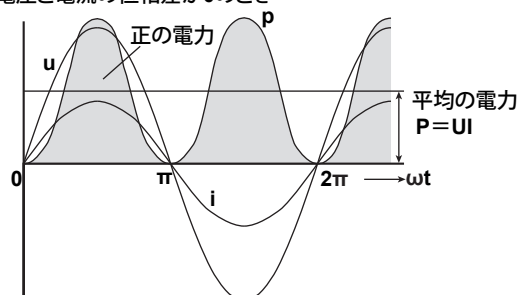
1 周期の平均の電力を交流の電力といいます。1 周期の平均をとると、交流の電力 P は、

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

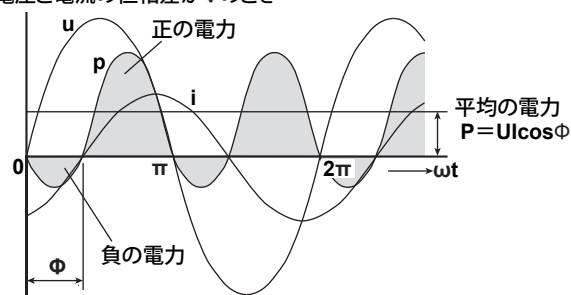
になります。

同じ電圧と電流でも、その位相差 Φ によって電力が異なります。下図の横軸より上は正の電力（負荷に供給される電力）で、横軸より下は負の電力（負荷から逆送される電力）です。この正負の差が負荷で消費される電力になります。電圧と電流の位相差が大きくなればなるほど負の電力が増加し、 $\Phi = \pi/2$ では正負の電力が同じになって、電力を消費しなくなります。

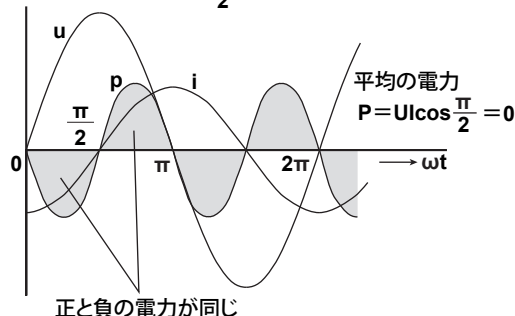
電圧と電流の位相差が 0 のとき



電圧と電流の位相差が Φ のとき



電圧と電流の位相差が $\frac{\pi}{2}$ のとき



正と負の電力が同じ

有効電力と力率

交流の電気では、電圧と電流の積 UI すべてが消費される電力ではありません。積 UI は、皮相電力 S (apparent power) といわれ、見かけの電力を表します。単位は VA (ボルトアンペア) です。皮相電力は、交流の電気で動く機器の電気容量を表すのに用いられます。

皮相電力のうち、機器で消費される真の電力を有効電力 P (active power または effective power) といい、これが前述の交流の電力と同じものです。

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

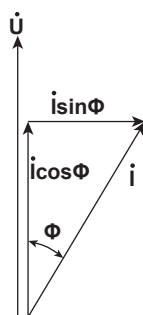
$$P = UI \cos \Phi \quad [\text{W}]$$

$\cos \Phi$ は、皮相電力が真の電力になる割合を示したもので、これを力率 λ (power factor) といいます。

無効電力

電流 I が電圧 U より Φ だけ遅れている場合、電流 I を、電圧 U と同一方向の成分 $I \cos \Phi$ と直角方向の成分 $I \sin \Phi$ に分解すると、有効電力 $P = UI \cos \Phi$ は、電圧 U と電流成分 $I \cos \Phi$ の積になります。これに対して、電圧 U と電流成分 $I \sin \Phi$ の積は、無効電力 Q (reactive power) といい、単位は var (ヴァール) です。

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



皮相電力 S 、有効電力 P 、無効電力 Q との間には、次の関係があります。

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

高調波

高調波とは、基本波 (普通は商用周波数 50/60Hz の正弦波) の整数倍の周波数をもつ正弦波で、基本波以外のものをいいます。各種電気 / 電子機器に使用されている電源整流回路や位相制御回路などに流れる入力電流によって、電源ライン上に高調波電流や電圧が発生します。基本波と高調波が一緒になると、波形にひずみを生じ、電源ラインに接続されている機器に障害が発生することがあります。

用語

高調波に関する用語として次のようなものがあります。

- ・ 基本波 (基本波成分) fundamental wave (fundamental component)
周期性の複合波は異なる正弦波群にわけられ、そのうち最も周期の長い正弦波。または複合波の成分中、基本周波数をもつ正弦波。
- ・ 基本周波数 fundamental frequency
周期性の複合波では、その周期に相当する周波数。基本波の周波数。
- ・ ひずみ波 distorted wave
基本波と異なる波形をもつ波。
- ・ 高調波 higher harmonic
基本周波数の 2 以上の整数倍の周波数をもつ正弦波。
- ・ 高調波成分 harmonic component
基本周波数の 2 以上の整数倍の周波数をもつ波形成分。
- ・ 高調波含有率 harmonic distortion factor
ひずみ波に含まれている指定された n 次高調波の実効値と、基本波 (または全波) の実効値の比。
- ・ 高調波次数 harmonic order
基本周波数に対する高調波の周波数の比で、整数。
- ・ 全高調波ひずみ total harmonic distortion
全高調波の実効値と、基本波 (または全波) の実効値の比。

高調波による障害

高調波が電気機器や設備におよぼす影響には、次のようなものがあります。

- ・ 調相用コンデンサや直列リアクトル
高調波電流による回路のインピーダンスの減少で、過大な電流が流れ、振動、うなり、過熱、または焼損の発生。
- ・ ケーブル
高調波電流が三相 4 線式の中性線に流れることによる中性線の過熱。
- ・ 変圧器
鉄心の磁歪音の発生、鉄損や銅損の増加。
- ・ ブレーカやヒューズ
過大な高調波電流による誤動作、ヒューズの溶断。
- ・ 通信線
電磁誘導作用によるノイズ電圧の発生。
- ・ 制御機器
制御信号の乱れによる誤動作。
- ・ AV 機器
性能や寿命の低下、ノイズによる映像のちらつきの発生、部品の故障。

交流回路の RLC

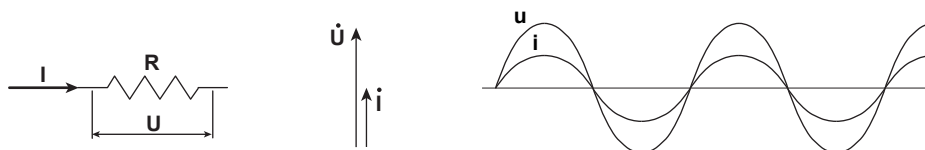
抵抗

抵抗 $R[\Omega]$ の負荷に、瞬時値 $u = U_m \sin \omega t$ の交流電圧を加えたときの電流 i は、次の式で表されます。
 I_m は電流の最大値を示します。

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

実効値で表せば、 $I = U/R$ になります。

抵抗回路に流れる電流は、電圧に対して位相差がありません。



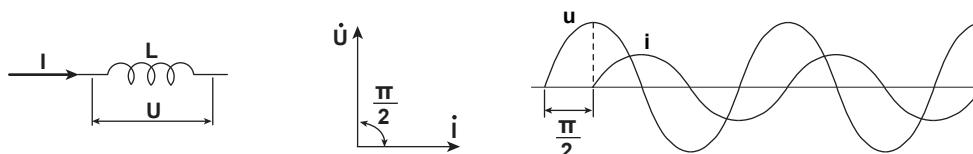
インダクタンス

インダクタンス $L[H]$ のコイル状負荷に、瞬時値 $u = U_m \sin \omega t$ の交流電圧を加えたときの電流 i は、次の式で表されます。

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

実効値で表せば、 $I = U/X_L$ になります。 $X_L = \omega L$ で、 X_L を誘導リアクタンス (inductive reactance) といい、単位は Ω です。

インダクタンスには、電流の変化 (増加または減少) を妨げようとする働きがあり、電流の位相が電圧より遅れます。



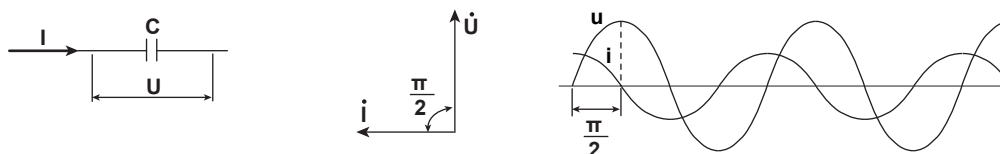
静電容量

静電容量 $C[F]$ のコンデンの負荷に、瞬時値 $u = U_m \sin \omega t$ の交流電圧を加えたときの電流 i は、次の式で表されます。

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

実効値で表せば、 $I = U/X_C$ になります。 $X_C = 1/\omega C$ で、 X_C を容量リアクタンス (capacitive reactance) といい、単位は Ω です。

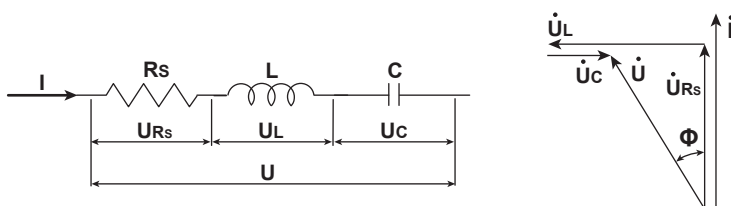
コンデンサには、電圧の極性が変わったときに、電圧と同じ極性の最も大きい充電電流が流れ、電圧が減少するときは、電圧と反対の極性の放電電流が流れます。このため電流の位相が電圧より進みます。



R、L、C の直列回路

抵抗 $R_s[\Omega]$ 、インダクタンス $L[H]$ 、静電容量 $C[F]$ の各負荷が直列に接続されているときの各電圧の関係は、次の式で表されます。

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



抵抗 R_s 、リアクタンス X_s 、インピーダンス Z の関係は、

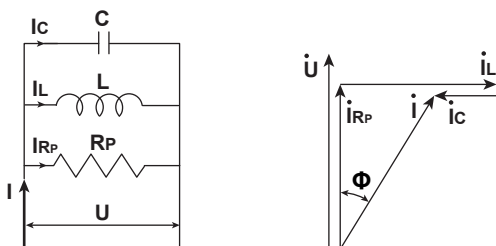
$$\begin{aligned} X_s &= X_L - X_C \\ Z &= \sqrt{R_s^2 + X_s^2} \end{aligned}$$

となります。

R、L、C の並列回路

抵抗 $R_p[\Omega]$ 、インダクタンス $L[H]$ 、静電容量 $C[F]$ の各負荷が並列に接続されているときの各電流の関係は、次の式で表されます。

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



抵抗 R_p 、リアクタンス X_p 、インピーダンス Z の関係は、

$$\begin{aligned} X_p &= \frac{X_L X_C}{X_C - X_L} \\ Z &= \frac{R_p X_p}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}} \end{aligned}$$

となります。

付録3 電力レンジ

- 具体的な電圧レンジと電流レンジの組み合わせと電力レンジの一覧表は次のとおりです。表は有効電力 (単位: W) のレンジについて記載しています。皮相電力 (単位: VA) や無効電力 (単位: var) も有効電力と同じ大きさのレンジになります。単位をそれぞれ VA または var に置き換えてご覧ください。
- 表は表示桁数が 5 桁の場合です。表示桁数を 4 桁にした場合は、下表の数値の最下桁がそれぞれ 1 つずつ減ります。表示桁数の選択については、4.7 節をご覧ください。

WT310

クレストファクタを「3」に設定したとき

電圧レンジ (V)	電流レンジ					
	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

電圧レンジ (V)	電流レンジ					
	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

クレストファクタを「6」に設定したとき

電圧レンジ (V)	電流レンジ					
	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

電圧レンジ (V)	電流レンジ					
	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

クレストファクタを「3」に設定したとき

電圧レンジ	電流レンジ					
(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

クレストファクタを「6」に設定したとき

電圧レンジ	電流レンジ					
(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

WT332/WT333

クレストファクタを「3」に設定したとき

結線方式	電圧レンジ	電流レンジ					
	(V)	500.00 mA	1.0000 A	2.0000 A	5.0000 A	10.000 A	20.000 A
単相 2 線式 (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
単相 3 線式 (1P3W)、 三相 3 線式 (3P3W)、 3 電圧 3 電流計法 (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
	600.00	600.00 W	1.2000 kW	2.4000 kW	6.0000 kW	12.000 kW	24.000 kW
三相 4 線式 (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

クレストファクタを「6」に設定したとき

結線方式	電圧レンジ	電流レンジ					
	(V)	250.00 mA	500.00 mA	1.0000 A	2.5000 A	5.0000 A	10.000 A
単相 2 線式 (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
単相 3 線式 (1P3W)、 三相 3 線式 (3P3W)、 3 電圧 3 電流計法 (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
	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
三相 4 線式 (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
	150.00	112.50 W	225.00 W	450.00 W	1.1250 kW	2.2500 kW	4.5000 kW
	300.00	225.00 W	450.00 W	900.00 W	2.2500 kW	4.5000 kW	9.0000 kW

付録 4 測定区間の設定方法

本機器を正しく使って測定するためには、測定区間を適切に設定する必要があります。

本機器は、測定区間の設定で選択した入力信号の周期を周波数測定回路（付録 11 節参照）を使って検出しています。この周期の整数倍の区間が測定区間になります。本機器では、この測定区間のサンプリングデータを平均化することで測定値を求めています。測定区間を決めるために選択した入力信号を同期ソースと呼びます。

したがって、同期ソースを設定することで、測定区間が自動的に本機器内で決定されます。

同期ソースにする信号を次の中から選択できます。

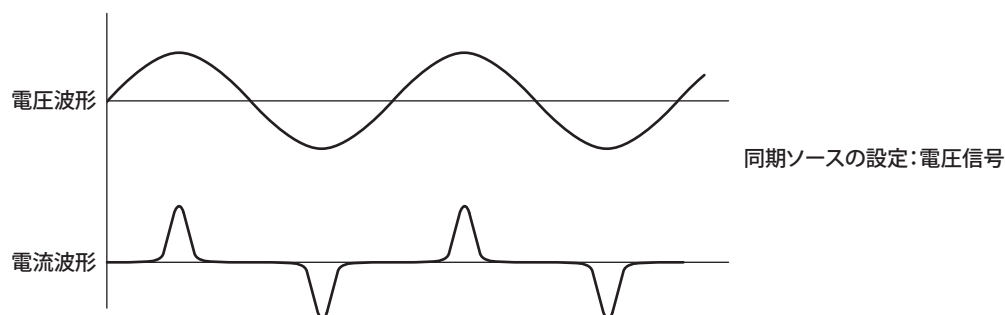
電圧 (VoLt)、電流 (Curr)、OFF

たとえば、同期ソースとして電流を設定すると、電流の周期の整数倍の区間が測定区間となり、この測定区間のサンプリングデータを平均化することで、U、I、P などの測定値を演算しています。

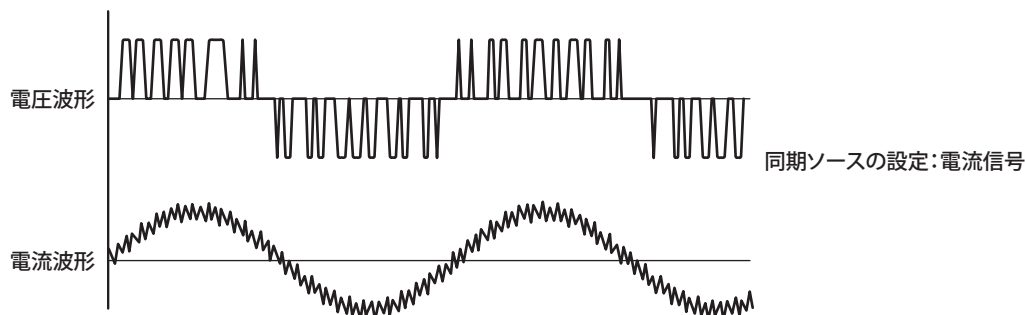
電圧、電流のどちらの入力を同期ソースに設定したら良いか

同期ソースには、ひずみが小さく入力レベルや周波数が安定した入力信号を選択してください。同期ソース信号の周期を正確に検出できていないと、正しい測定値になりません。同期ソースとして選択した入力信号の周波数を本機器に表示させて、同期ソース信号の周波数を正しく測定できているかを確認してください。測定結果が正確で、より安定している入力信号が、同期ソースとして適していると判断できます。

たとえば、測定対象がスイッチング電源などで、電流波形より電圧波形のひずみが小さい場合は、同期ソースを電圧信号に設定してください。

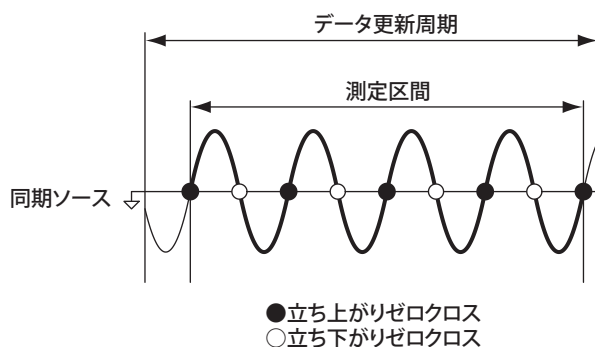


また、測定対象がインバータなどで、電圧波形より電流波形のひずみが小さい場合は、同期ソースを電流信号に設定してください。



ゼロクロス

- 同期ソースが、レベルゼロ（振幅の中央値）を立ち上がり（または立ち下がり）スロープで横切るタイミングを立ち上がり（または立ち下がり）ゼロクロスといいます。本機器では、データ更新周期内の最初の立ち上がり（または立ち下がり）ゼロクロスから、データ更新周期内の最後の立ち上がり（または立ち下がり）ゼロクロスまでが測定区間になります。
- 立ち上りゼロクロスと立ち下がりゼロクロスのどちらで区切るかは、データ更新周期内の最初のゼロクロスが立ち上がり（または立ち下がり）なら、立ち上がり（または立ち下がり）ゼロクロスを基準に、測定区間が決定されます。

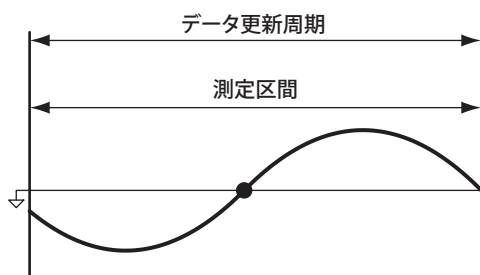


同期ソースの周期を検出できない場合

同期ソースに設定した入力信号の立ち上がりまたは立ち下がりゼロクロスが、データ更新周期内に1つ以下のときは、周期を検出できません。また、交流振幅が小さい場合には周期検出ができません。（周波数測定回路の検出レベルについては、スタートガイド IM WT310-02JA の「7.4 機能」の「周波数測定」の「確度」に記載されている条件をご覧ください。）

同期ソースに電圧を設定していて、電圧の周期を検出できない場合、電流の周期を検出して同期ソースにします。電流の周期も検出できない場合は、データ更新周期の全区間が測定区間になり、全区間のサンプリングデータを平均化します。

同様に、同期ソースに電流を設定していて、電流の周期を検出できない場合、電圧の周期を検出して同期ソースにします。電圧の周期も検出できない場合は、データ更新周期の全区間が測定区間になります。

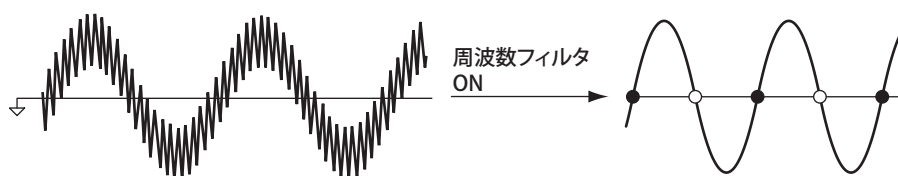


このような原因で、電圧や電流などの各測定値が安定しないことがあります。この場合は、データ更新周期を長くして、データ更新周期内により多くの周期数の入力信号が入るようにしてください。

同期ソースの波形がひずんでいる場合

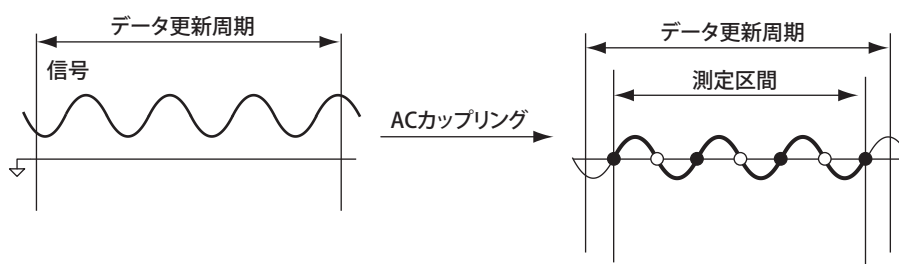
同期ソースの設定を電圧から電流、または電流から電圧に変更し、より安定して周期を検出できる信号を同期ソースに設定してください。また、周波数フィルタを ON にしてください。

本機器は、ゼロクロス検出に、ヒステリシスを持たせ、ノイズの影響を低減させています。このヒステリシスを超えるほど、同期ソースの波形がひずんでいたりと、高調波やノイズが重畳していると、高周波成分によるゼロクロスが多数発生し、基本周波数のゼロクロスを安定して検出できません。そのため、電圧や電流などの各測定値が安定しないことがあります。先述のインバータの例のように、電流波形に高周波成分が重畳している場合にも、ゼロクロスを安定して検出するために周波数フィルタを ON にしてください。周波数測定結果が正確でより安定していれば、フィルタの設定は妥当性があると判断できます。このように、周波数フィルタは同期ソースのゼロクロス検出のためのフィルタとしても機能します。そのため、周波数フィルタは同期ソースフィルタ、またはゼロクロスフィルタと呼ばれることがあります。



交流信号に直流のオフセットが重畳し、ゼロクロスがない信号を測定する場合

交流信号の周期を正確に検出できていないと、測定値が安定しないことがあります。同期ソースの設定を電圧から電流、または電流から電圧に変更し、より安定して周期を検出できる信号を同期ソースに設定してください。周波数検出回路は AC カップリングされています。オフセットのためゼロクロスがない交流信号でも交流振幅が周波数測定回路の検出レベル * 以上あれば周期を検出できます。これにより、交流信号の周期の整数倍の区間が測定区間になります。

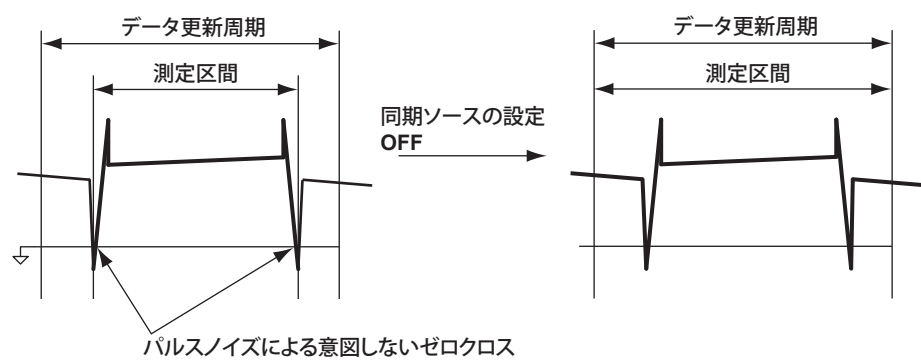


直流信号を測定する場合

直流に脈動が存在するときには、その脈動のレベルが周波数測定回路の検出レベル * 以上あり、周期を正確に安定して検出できれば、より安定した直流測定が可能です。直流に大きな交流信号が重畳している信号では、その周期を検出して平均化した方が安定した測定になります。

また、わずかに変動する直流信号上のパルスノイズがレベルゼロを横切ると、ゼロクロスとして検出します。その結果、意図しない範囲のサンプリングデータが平均化されることになり、電圧や電流などの各測定値が安定しないことがあります。同期ソースの設定を OFF にすると、このような誤検出を防ぐことができます。データ更新周期の全区間のサンプリングデータが、測定値を求めるためのデータになります。測定信号と測定目的に応じて同期ソースを設定してください。

* スタートガイド IM WT310-02JA の「7.4 機能」の「周波数測定」の「確度」に記載されている条件を参照



付録 5 測定確度、測定誤差

電力計などの測定器には、測定確度、または測定誤差が仕様として規定されています。たとえば、本機器では、45Hz～66Hzの電圧、電流の確度は、 $\pm (0.1\% \text{ of reading} + 0.1\% \text{ of range})$ です。

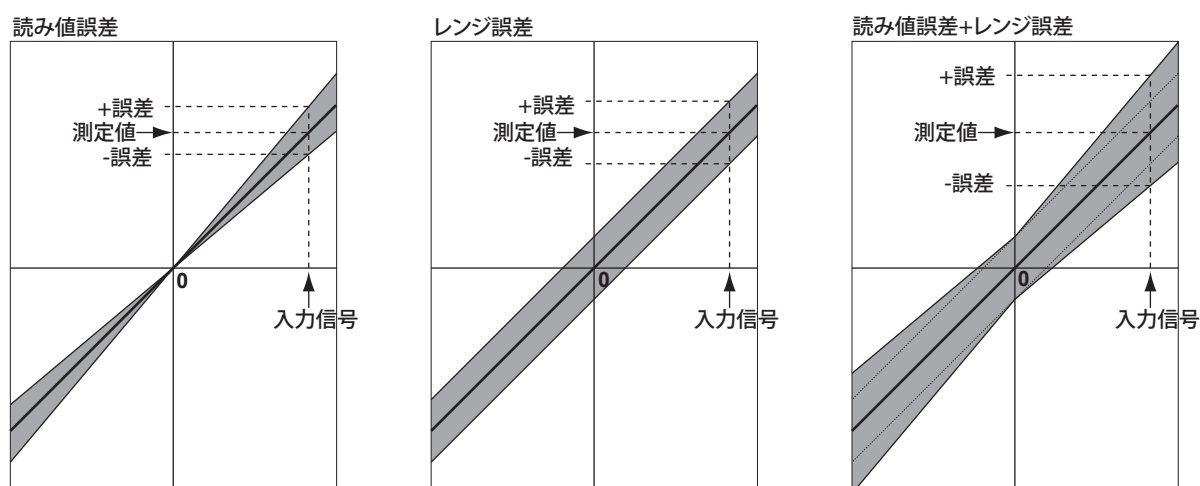
読み値誤差とレンジ誤差

読み値誤差：of reading

「of reading」で規定されている誤差を読み値誤差と言います。測定された読み値をもとに、誤差を算出します。測定された値に、ある一定の比率で含まれる誤差です。測定値が大きくなれば、含まれる読み値誤差も大きくなり、測定値が小さくなれば、含まれる読み値誤差も小さくなります。

レンジ誤差：of range

「of range」で規定されている誤差をレンジ誤差と言います。測定に使用した測定レンジをもとに、誤差を算出します。測定された値に、ある一定の大きさで含まれる誤差です。測定値が大きくても、小さくても、含まれるレンジ誤差は同じ大きさです。



測定値にどれほどの誤差が含まれているか、60Hzの正弦波の信号を入力した場合について、具体的にいくつかの例を挙げて、試算してみましょう。

電圧と電流の測定誤差

ケース 1：1A の測定レンジで 1Arms を測定

測定値が 1.0000[A] の場合、読み値誤差、レンジ誤差は次のようになります。

- ・ 読み値誤差： $1.0000 [\text{A}] \times 0.1\% = 0.001 [\text{A}]$
- ・ レンジ誤差： $1 [\text{A}] \times 0.1\% = 0.001 [\text{A}]$

測定された 1.0000[A] に含まれる誤差は、読み値誤差とレンジ誤差を加えた $\pm 0.002 [\text{A}]$ です。これは、表示値の 0.2% です。

Note

このように、測定レンジの名前と同じ値の信号を入力することを、レンジ定格入力と言います。また、このような入力信号をレンジ定格信号と言います。

ケース 2：5A の測定レンジで 1Arms を測定

今度は、同じ入力を 5A レンジで測定します。測定値が 1.0000[A] の場合、読み値誤差、レンジ誤差は次のようになります。

- ・ 読み値誤差： $1.0000 [A] \times 0.1\% = 0.001[A]$
- ・ レンジ誤差： $5 [A] \times 0.1\% = 0.005[A]$

測定された 1.0000[A] に含まれる誤差は、読み値誤差とレンジ誤差を加えた $\pm 0.006[A]$ です。これは、測定値の 0.6% です。

ケース 1 と同じ電流信号を測定したのに、誤差が大きくなっています。このように、入力信号に対して不要に大きすぎる測定レンジを使用すると、測定誤差が大きくなってしまいます。入力信号に応じた適正な測定レンジで測定することが大切です。

Note

入力信号が正弦波ではなく、ひずんでいたり、スパイク状のピークを含んでいる場合には、入力信号のピークオーバーが発生しない、大きめの測定レンジを選択します。

ケース 3：1A の測定レンジで 0.5Arms を測定

次に、ケース 1 と同じ 1A の測定レンジで、0.5A を測定します。測定値が 0.5000[A] の場合、読み値誤差、レンジ誤差は次のようになります。

- ・ 読み値誤差： $0.5000 [A] \times 0.1\% = 0.0005[A]$
- ・ レンジ誤差： $1 [A] \times 0.1\% = 0.001[A]$

測定された 0.5000[A] に含まれる誤差は、読み値誤差とレンジ誤差を加えた $\pm 0.0015[A]$ です。これは、測定値の 0.3% です。

ケース 1 と比べると、次のことがわかります。

- ・ 読み値誤差は入力大きさに合わせて小さくなった。
- ・ レンジ誤差は変わらない。

その結果、誤差は 0.3% となり、ケース 1 の 0.2% より大きくなっています。これも、入力信号に対して大きい測定レンジを使用したためです。この場合、0.5A の測定レンジを使用します。

有効電力の測定誤差

本機器では、45Hz～66Hz の電力の確度は、 $\pm (0.1\% \text{ of reading} + 0.1\% \text{ of range})$ です。

次の例について、誤差を試算してみましょう。

- ・ 電圧測定レンジ：150V、電圧測定値：100.00V
- ・ 電流測定レンジ：1A、電流測定値：0.800A
- ・ 電力測定値：80.00W
- ・ 電圧、電流信号ともに、60Hz の正弦波
- ・ 電圧信号と電流信号の位相差 $=0^\circ$

電力レンジ

電力の測定レンジは、電圧測定レンジ×電流測定レンジで規定します。この例では、 $150V \times 1A = 150W$ が電力の測定レンジです。レンジ誤差を計算するには、この電力測定レンジを用います。

電力測定値 (80.00W) に含まれる読み値誤差、レンジ誤差は次のようになります。

- ・ 読み値誤差： $80.00 [W] \times 0.1\% = 0.08[W]$
- ・ レンジ誤差： $150 [W] \times 0.1\% = 0.15[W]$

80.00[W] に含まれる誤差は、読み値誤差とレンジ誤差を加えた $\pm 0.23[W]$ です。これは、表示値の 0.2875% です。

力率の影響 (力率誤差)

先述の例は、電圧信号と電流信号の位相差が 0° 、つまり力率が 1 の例でした。次に力率が 1 でない場合の例について誤差を試算します。

力率が 0 の場合

位相差が 90° 、つまり、力率が 0 の場合です。このとき、理論的には、有効電力は 0W、皮相電力は 80VA、無効電力も 80var になります。負荷が理想的な C(キャパシタンス)か、理想的な L(インダクタンス)の場合です。詳細は付録 2 をご覧ください。

力率 (λ) = 0 のとき、本機器での電力誤差は次のように規定されています。

$45\text{Hz} \leq f \leq 66\text{Hz}$ にて、 $\pm 0.2\%$ of S (S : 皮相電力)

皮相電力の測定値が 80.00[VA] の場合、電力測定値 (0.00W) に含まれる誤差は次のようになります。

$$80.00 \times \pm 0.2\% = \pm 0.16[\text{W}]$$

力率が $0 < \lambda < 1$ の場合

例として、力率が 0.5、つまり、電圧と電流の位相差 Φ が 60° の場合について、誤差を試算してみましょう。

- ・ 電圧測定レンジ : 150V、電圧測定値 : 100.00V
- ・ 電流測定レンジ : 1A、電流測定値 : 0.800A
- ・ 電力測定レンジ : 150W、電力測定値 : 40.00W、皮相電力測定値 : 80.00VA、無効電力測定値 : 69.28var

$0 < \lambda < 1$ のとき、本機器での電力誤差は次のように規定されています。

電力の読み値 $\times$ [(電力読み値誤差 %) + (電力レンジ誤差 %) $\times$ (電力レンジ / 皮相電力指示値) + { $\tan \Phi \times (\lambda = 0$ のとき影響 %)}]

この式に上記の値を代入して計算すると、電力誤差は次のようになります。

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

電力測定値 (40.00W) に含まれる誤差は、 $\pm 0.2536[\text{W}]$ です。

三相電力の誤差

WT332/WT333 のエレメント 1 と 3 を用いて、三相 3 線結線で電力を測定する場合の誤差について、次の例で説明します。

- ・ 電圧測定レンジ：150V、電圧測定値：U1、U3、U Σ とも 100V
- ・ 電流測定レンジ：1A、電流測定値：I1、I3、I Σ とも 0.8A
- ・ 電力測定値：P1=69.28W、P3=69.28W、P Σ =138.56W
- ・ 電圧、電流信号ともに、60Hz の正弦波
- ・ 電圧信号と電流信号の位相差 =0°
- ・ 各相の位相差 =60°

三相の測定レンジ

三相の測定レンジについては、付 -2 ページの Σ ファンクションの演算式の表を見ます。この表は、測定値を WT 内部で演算する式を表しています。測定レンジの考え方もこの表を当てはめます。今回の例では、この表の三相 3 線式 (3P3W) の欄を当てはめます。

電圧、電流

三相の電圧 (U Σ) の測定レンジ = (U1 の測定レンジ + U3 の測定レンジ) / 2 = (150 + 150) / 2 = 150

三相の電流 (I Σ) の測定レンジ = (I1 の測定レンジ + I3 の測定レンジ) / 2 = (1 + 1) / 2 = 1

三相の電圧 (U Σ) の測定値 (100.00V) に含まれる読み値誤差、レンジ誤差は次のようになります。

- ・ 読み値誤差：100.00 [V] $\times$ 0.1% = 0.1[V]
- ・ レンジ誤差：150 [V] $\times$ 0.1% = 0.15[V]

100.00[V] に含まれる誤差は、読み値誤差とレンジ誤差を加えた ± 0.25 [V] です。これは、表示値の 0.25% です。U1 と U3 の測定値が同じという条件のため、U Σ も、これらと同じ誤差になりました。電流も、同様の計算方法となります。

電力

電力レンジは付 -2 ページの Σ ファンクションの演算式の表から、次のようになります。

三相の電力 (P Σ) の測定レンジ

= P1 の測定レンジ + P3 の測定レンジ

= (U1 の測定レンジ $\times$ I1 の測定レンジ) + (U3 の測定レンジ $\times$ I3 の測定レンジ)

= (150 $\times$ 1) + (150 $\times$ 1)

= 300

三相の電力 (P Σ) の測定値 (138.56W) に含まれる読み値誤差、レンジ誤差は次のようになります。

- ・ 読み値誤差：138.56 [W] $\times$ 0.1% = 0.13856[W]
- ・ レンジ誤差：300 [W] $\times$ 0.1% = 0.15[W]

138.56[W] に含まれる誤差は、読み値誤差とレンジ誤差を加えた ± 0.28856 [W] です。これは、表示値の約 0.208% です。

Note**確度と精度**

測定確度とは、測定値が真の値にどれだけ近い値であるかを表す指標です。言い換えれば、測定値と真の値との乖離の度合いを表す指標です。また、測定精度とは、測定値のばらつきの度合いを表す指標です。

たとえば、1.00V を、2 つの電圧計で 3 回、測定した結果、次のようになったとします。

	電圧計 A	電圧計 B
1 回目	1.02V	1.04V
2 回目	1.00V	1.05V
3 回目	0.98V	1.06V

真値である 1.00V に近いのは電圧計 A です。なので、「電圧計 A は電圧計 B より、確度が良い。」と言えます。一方、3 回の測定のばらつきが少ないのは電圧計 B です。なので、「電圧計 B は電圧計 A より、精度が良い。」と言えます。

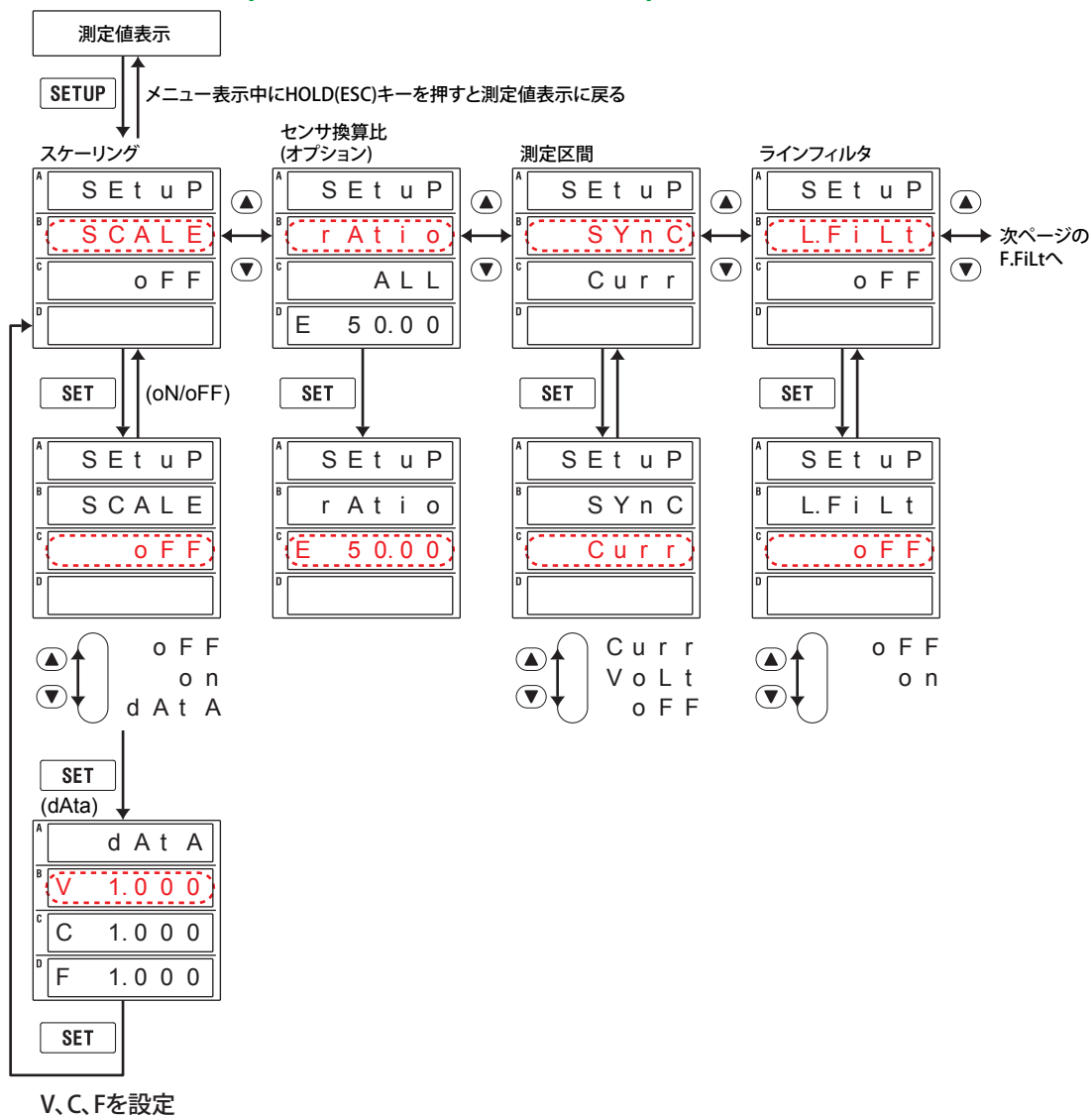
測定誤差

真の値と実際の測定値との差です。

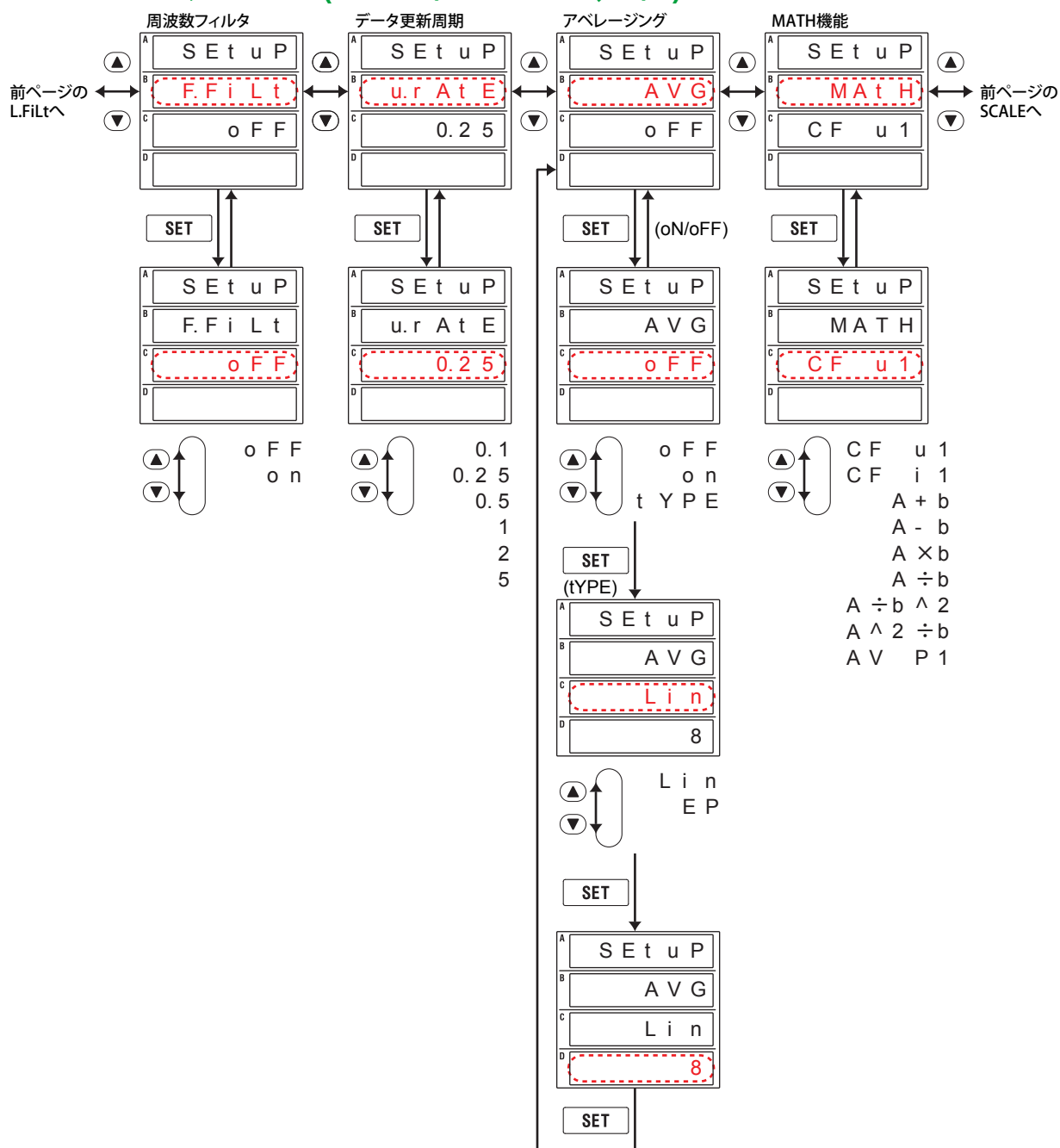
付録6 メニュー遷移図

本節では、7セグメントLEDによる文字を、対応するアルファベットや、数字で表記しています。

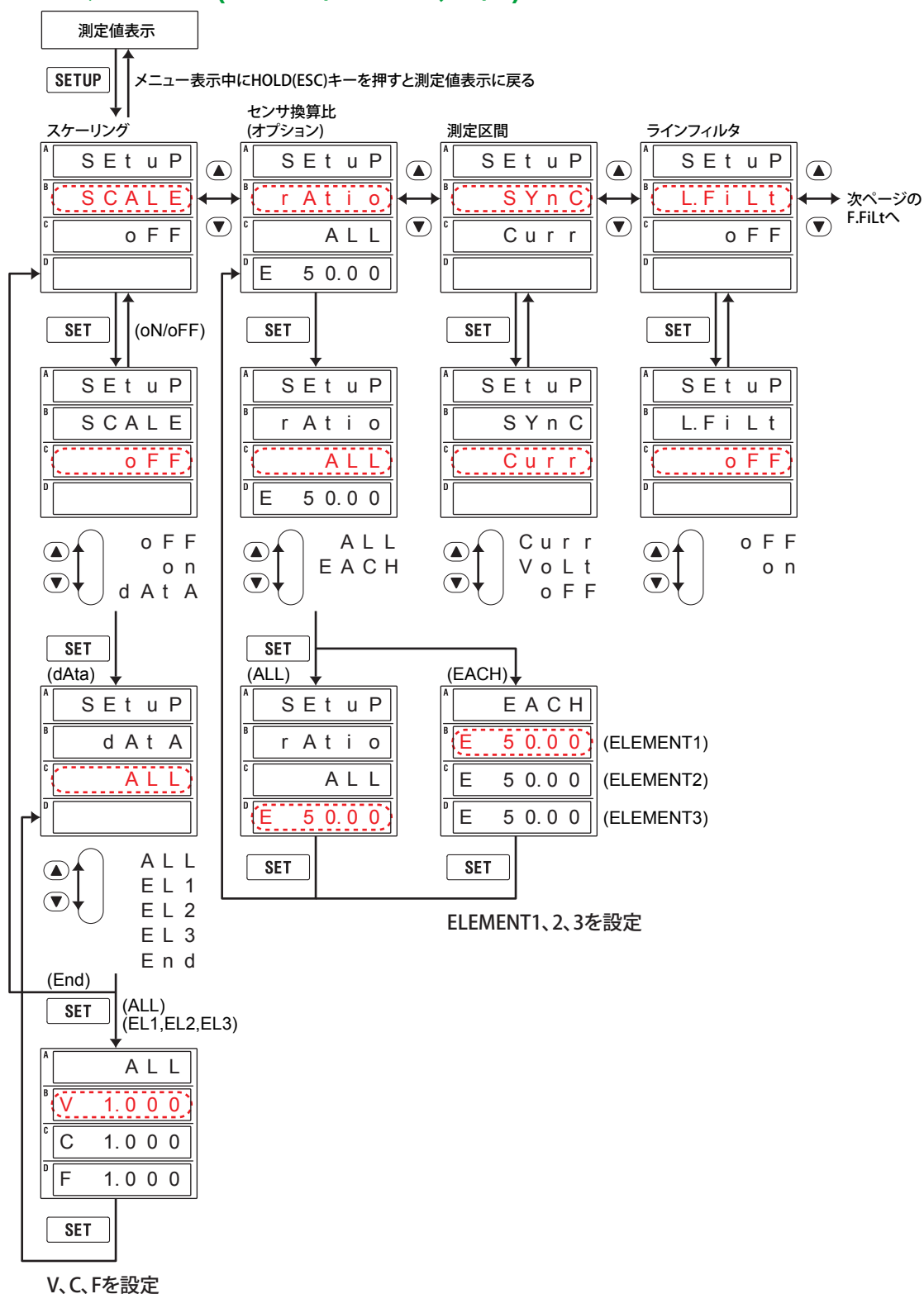
SETUP メニュー (WT310/WT310HC、1/2)



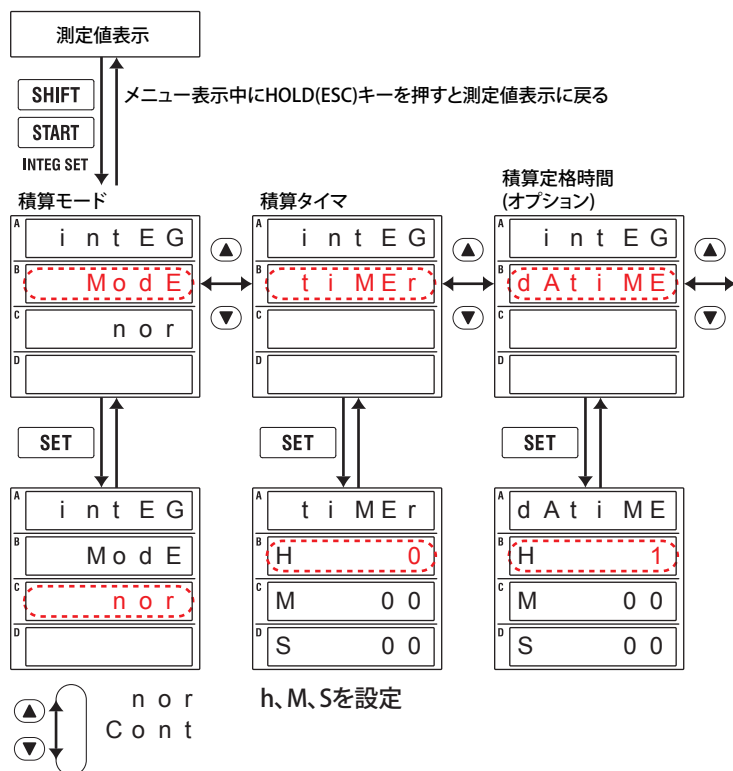
SETUP 2 ニュ－ (WT310/WT310HC、 2/2)



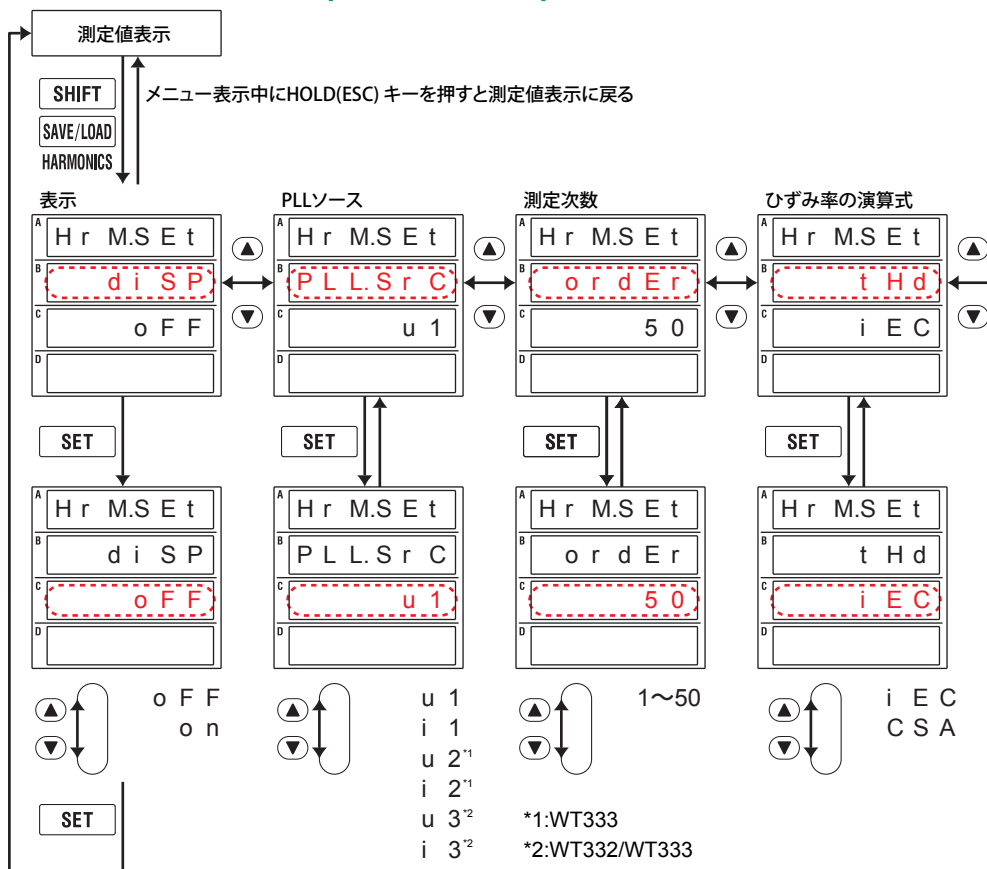
SETUP Ⅹニユ一 (WT332/WT333、1/2)



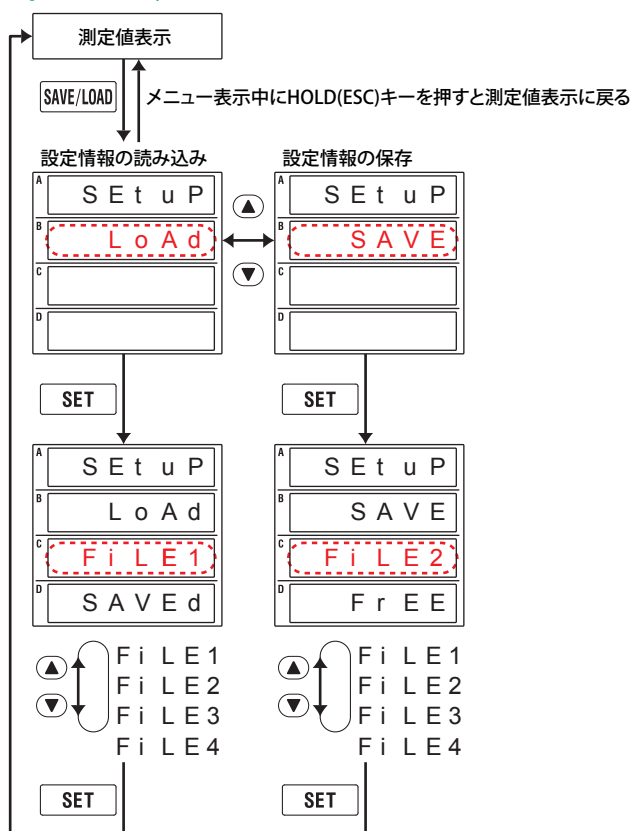
INTEG SET メニュー



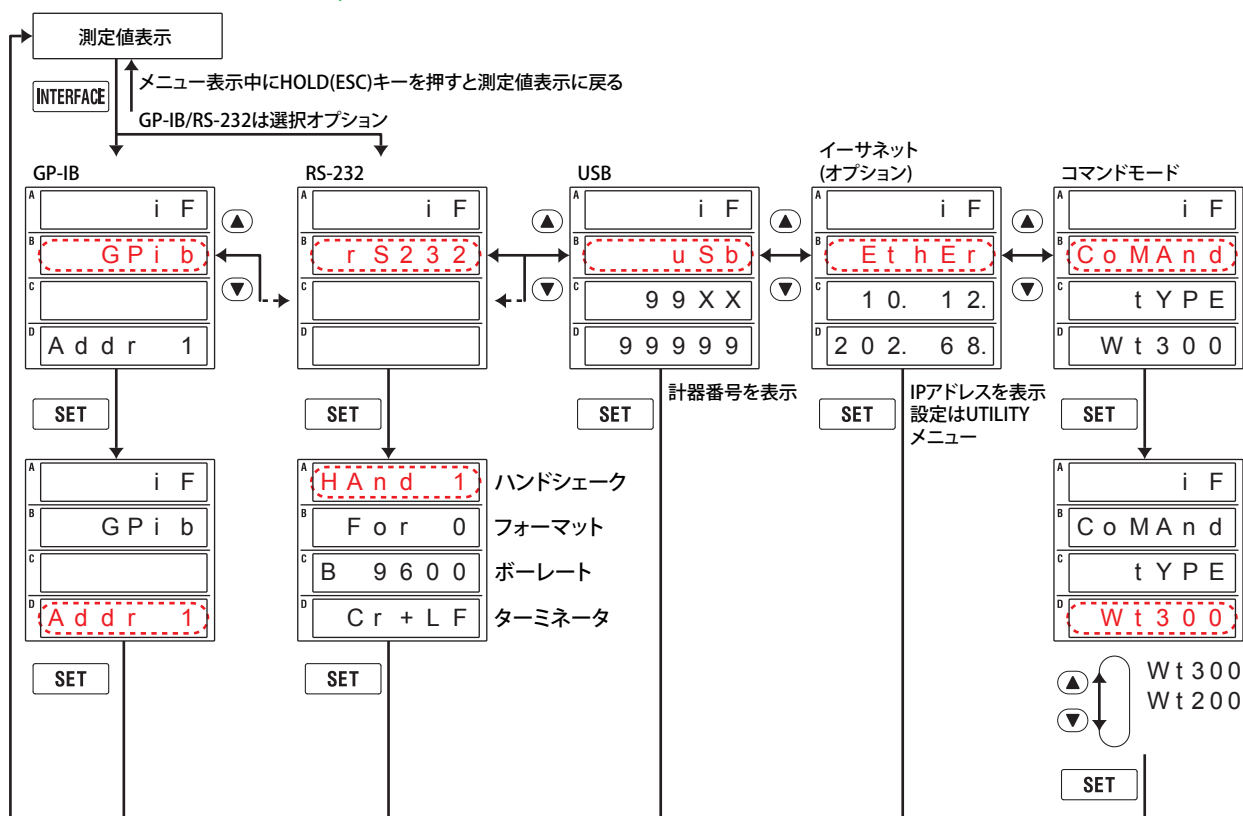
HARMONICS メニュー (オプション)



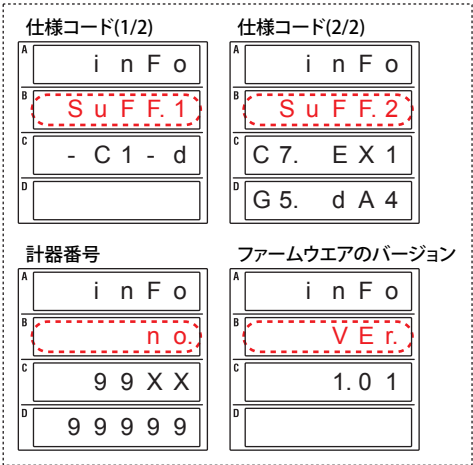
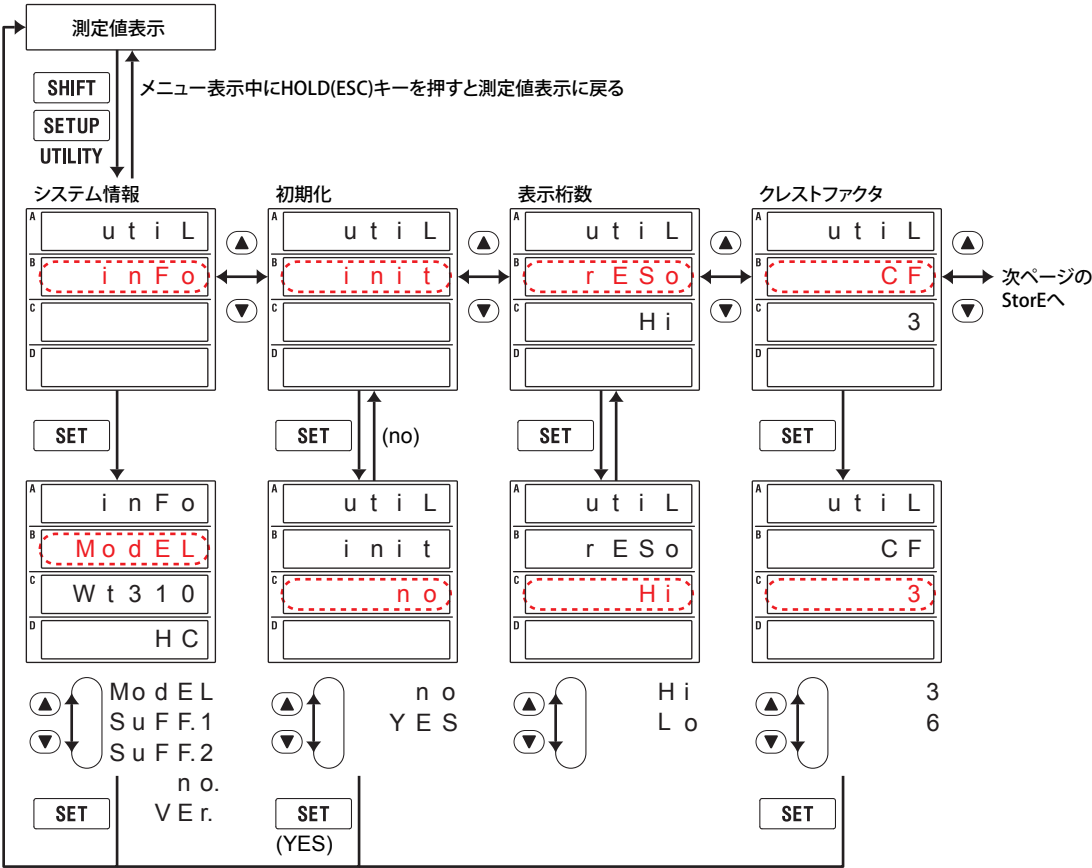
SAVE/LOAD メニュー



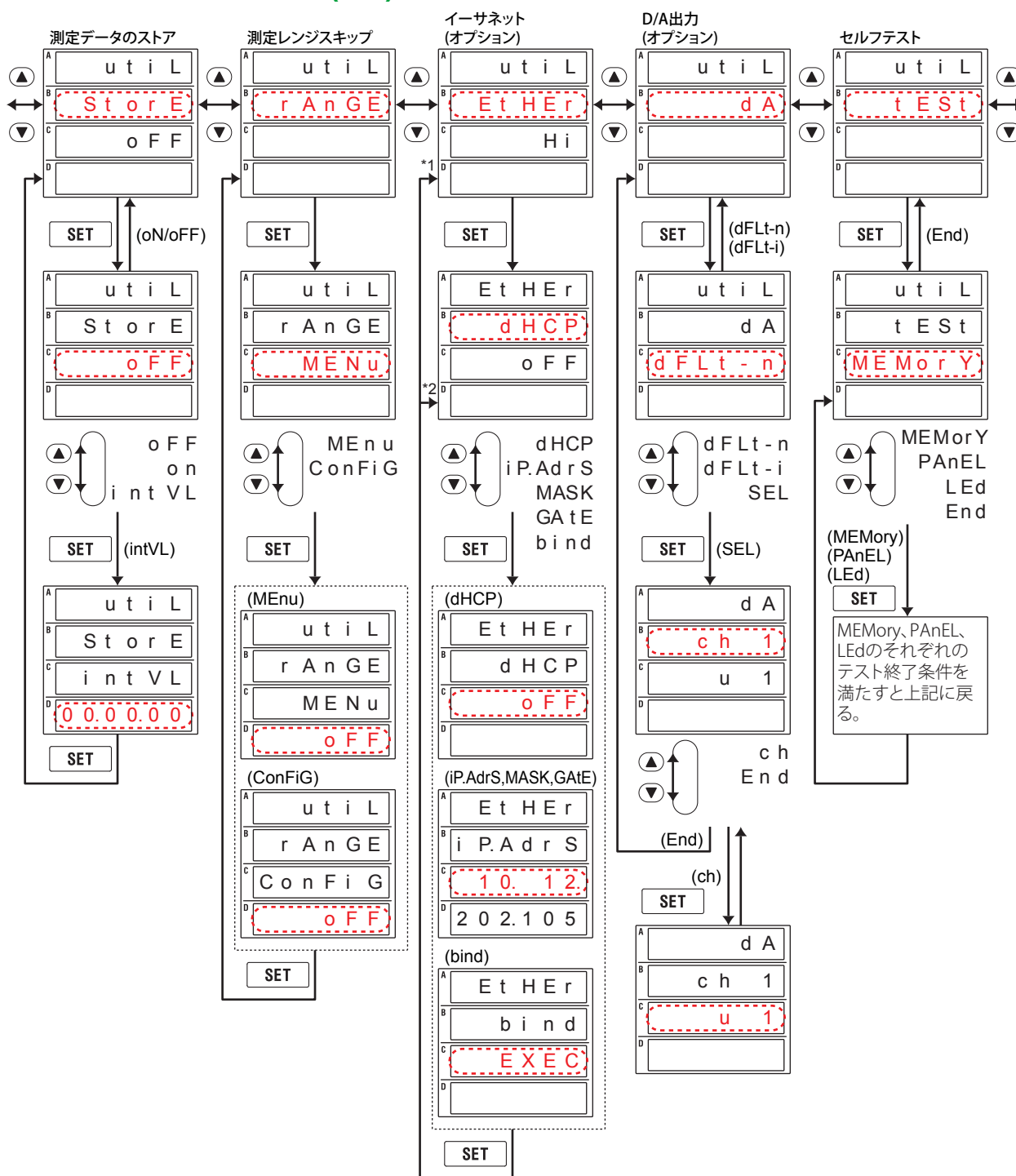
INTERFACE メニュー



UTILITY メニュー (1/2)



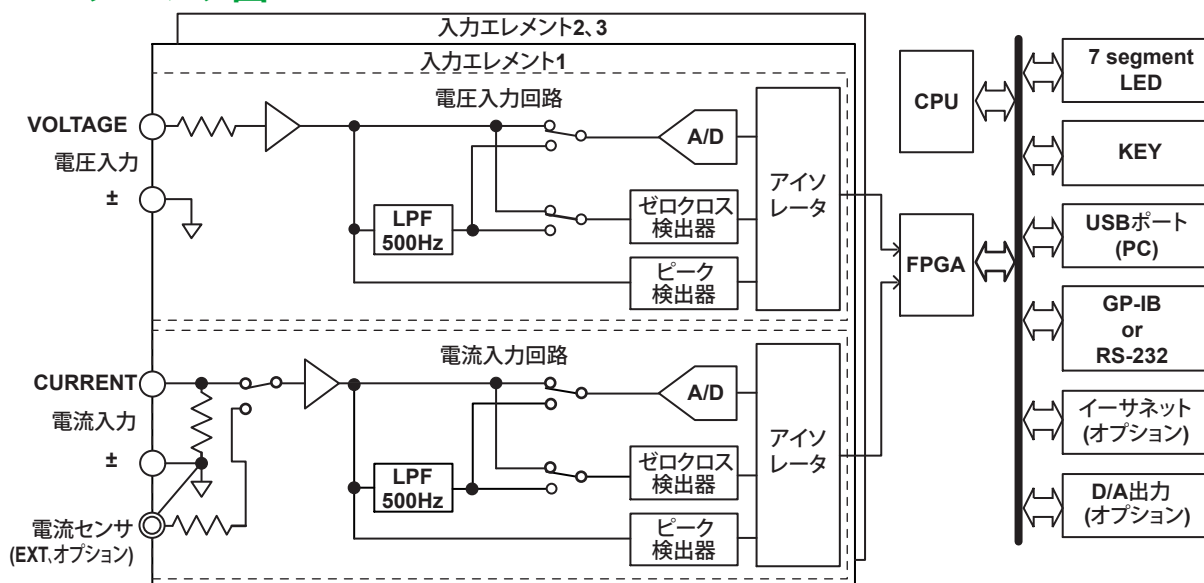
UTILITY × ニュ－ (2/2)



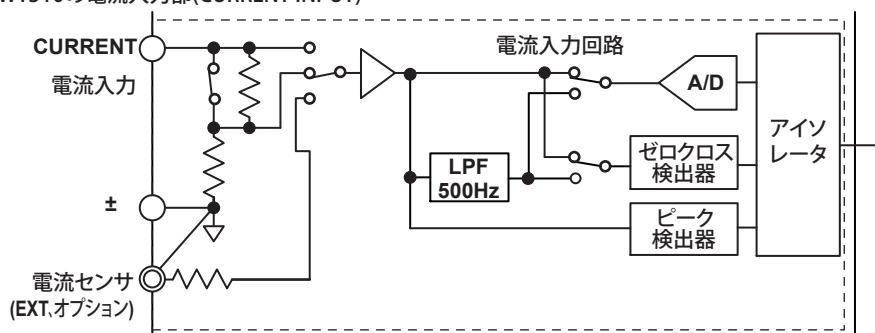
*1 bindメニューでSETキーを押すと*1へ戻る。
*2 bind以外のメニューでSETキーを押すと*2へ戻る。

付録7 ブロック図

ブロック図



WT310の電流入力部(CURRENT INPUT)



入力信号の流れと処理

入力エレメント1～3は、電圧入力回路と電流入力回路からなります。それらは互いに絶縁されています。本体ケースからも絶縁されています。

電圧入力端子 (VOLTAGE、±) に入力された電圧信号は、電圧入力回路の分圧器と OP アンプで正規化されたあと、電圧用 A/D 変換器に入力されます。

電流入力回路は、電流入力端子 (CURRENT、±) と外部電流センサ入力コネクタ (EXT) の2種類の入力端子を備えていて、どちらか一方を使用できるようになっています。外部電流センサ入力コネクタに入力された電流センサからの電圧信号は、分圧器と OP アンプで正規化されたあと、電流用 A/D 変換器に入力されます。

電流入力端子に入力された電流信号は、分流器で電圧信号に変換されたあと、電流センサからの電圧信号と同様に電流用 A/D 変換器に入力されます。

電圧用 A/D 変換器と電流用 A/D 変換器に入力された電圧信号は、約 $10 \mu s$ の周期でデジタル値に変換されます。このデジタル値はアイソレータで絶縁され、FPGA に入力されます。FPGA で、デジタル値を元に測定値が求められます。測定値は CPU へ送られます。CPU で測定値から各種演算値が求められ、これらの測定値や演算値が、通常測定の測定ファンクションとして表示、D/A 出力、通信出力されます。

高調波測定 (オプション) の測定ファンクションの求め方は次のとおりです。A/D 変換器に入力された電圧信号は、PLL ソース信号を元に決められるサンプリング周波数でデジタル値に変換されます。変換されたデジタル値を元に、CPU で FFT 演算をして、高調波測定の各項目の測定値が求められます。

索引

数字

1P2W.....	2-3
1P3W.....	2-3
3P3W.....	2-3
3P4W.....	2-3
3V3A.....	2-3
3 電圧 3 電流計法.....	2-3

C

Crest Factor.....	2-17
CSA.....	6-7
CT 比.....	1-9, 2-14

D

D/A 出力.....	1-20, 8-5
D/A 出力のフォーマット.....	8-5
DC.....	1-5, 2-1
distorted wave.....	付 -11

F

form factor.....	付 -7
------------------	------

H

higher harmonic.....	付 -11
HOLD.....	3-1

I

iEC.....	6-7
----------	-----

M

MAX ホールド.....	1-14, 4-15
MEAN.....	1-5

P

PLL ソース.....	1-17, 6-6
--------------	-----------

R

RESET.....	5-7
RMS.....	1-5, 2-1

S

SINGLE.....	3-2
START.....	5-6
STOP.....	5-6

T

total harmonic distortion.....	付 -11
--------------------------------	-------

V

VOLTAGE MEAN.....	1-5, 2-1
VT 比.....	1-9, 2-14

W

WTVIEWERFreePlus.....	1-19
-----------------------	------

ア

アベレージング.....	1-11, 2-22
アベレージングのタイプ.....	1-11
アベレージングのタイプ.....	2-22

イ

位相角.....	4-5, 付 -7
位相差.....	付 -7
移動平均.....	1-12, 2-23
インダクタンス.....	付 -12

エ

エレメント.....	1-4
演算機能.....	1-14

オ

オートレンジ.....	1-7, 2-7
-------------	----------

カ

外部電流センサ.....	2-9
外部電流センサ換算比.....	1-8
外部電流センサレンジ.....	1-8
形名.....	8-1
含有率.....	6-4

キ

キープロテクト.....	1-20, 8-10
基本周波数.....	付 -11
基本波.....	付 -11

ク

クイック設定モード.....	2-5
繰り返し積算モード.....	1-16, 5-2
クレストファクタ.....	1-9, 1-14, 2-17, 4-8

ケ

計器番号.....	8-1
結線方式.....	1-4, 1-6, 2-3
結線ユニット.....	1-4
減衰定数.....	2-24

コ

高調波.....	6-1, 付 -11
高調波含有率.....	付 -11
高調波次数.....	付 -11
高調波成分.....	付 -11
効率.....	1-14, 4-8
固定レンジ.....	1-7, 2-6

サ

三角結線.....	付 -8
三相 3 線式.....	2-3
三相 4 線式.....	2-3

索引

シ	ページ
Σファンクション	1-4
自己診断	8-11
次数	6-4
指数化平均	1-11, 2-23
システム情報	8-1
四則演算	1-14, 4-8
実効値	1-5, 2-1
周波数	4-5
周波数フィルタ	1-11, 2-19
仕様コード	8-1
商標	i
初期化	1-20, 8-2
シングル測定	1-13, 3-2

ス	ページ
スケーリング機能	1-9, 2-14
スケーリング係数	2-14
スケーリング定数	2-9
スター結線	付-8
ストア	1-18, 7-1
ストアインタバル	7-1

セ	ページ
静電容量	付-12
積算	5-1
積算経過時間	5-7
積算タイマ	5-5
積算値	5-6
積算定格時間	8-8
積算電力	1-15
積算方式	5-3
積算モード	1-15, 5-1, 5-5
設定情報の保存	1-18, 7-3
設定情報の読み込み	7-3
セルフテスト	8-11
ゼロクロス	付-18
ゼロレベル補正	1-20, 8-4
線間電圧	付-8
全高調波ひずみ	付-11

ソ	ページ
相電圧	付-8
測定区間	1-10, 2-18, 付-17
測定誤差	付-21
測定次数	6-6
測定ファンクション	1-4
測定モード	1-5, 2-1
測定レンジ	1-7
測定レンジスキップ	2-16
測定レンジのモード	2-4

タ	ページ
単相 3 線式	2-3
単相 2 線式	2-3

テ	ページ
抵抗	付-12
データ更新周期	1-10, 2-21
デルタ結線	付-8
電圧	4-1
電圧レンジ	2-4

電流	4-1
電圧レンジ	2-4
電力	付-6
電力係数	1-9, 2-14
電力量	1-15
電力レンジ	1-8, 2-8, 付-22

ト	ページ
同期ソース	2-18, 付-17

ニ	ページ
入力エレメント	1-4
入力フィルタ	1-11, 2-19

ハ	ページ
バージョン	8-1
波形率	付-7

ヒ	ページ
ピークオーバジャンプ	1-8, 2-16
ピーク値	4-7
ひずみ波	付-11
ひずみ率	6-5
ひずみ率の演算式	1-17, 6-6
皮相電力	4-3
表示桁数	4-16
標準積算モード	1-16, 5-2

フ	ページ
ブロック図	付-34

ヘ	ページ
平均個数	2-24
平均値整流実効値校正	1-5, 2-1
平均有効電力	1-14, 4-8
変圧器	2-13
変流器	2-13

ホ	ページ
ホールド	1-13, 3-1
星型結線	付-8

マ	ページ
マニュアル積算モード	1-15, 5-1

ム	ページ
無効電力	4-3, 付-10

メ	ページ
メニュー設定モード	2-4

ユ	ページ
有効電力	4-1, 付-10

ヨ	ページ
読み値誤差	付-21

ラ	ページ
ラインフィルタ	1-11, 2-19

リ	ページ
力率.....	4-3
力率誤差	付 -23
力率の影響	付 -23
リモート制御	1-20
レ	ページ
レンジ誤差	付 -21
レンジコンフィグレーション	1-7, 2-16
レンジスキップ	1-7, 2-16
連続積算	1-16
連続積算モード	5-2