

شرکت تجهیزات اندازه گیری و ابزار دقیق بهروز

عنوان آموزش : Power Analyzer

دپارتمان آموزش

توان مختلط

انواع توان در مدارهای جریان متناوب:

۱) توان اکتیو (مفید، مصرفی، موثر و.....) - این توان در مقاومت های اهمی به صورت حرارت تلف می شود. واحد این توان وات بوده و با نماد P نمایش داده می شود.

$$P = \frac{1}{2} \cdot I_m \cdot V_m \cdot \cos \varphi = I_e \cdot V_e \cdot \cos \varphi$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot I_m^2 \cdot R = I_e^2 \cdot R$$

$$V_m \text{ ولتاژ ماکزیمم}$$

$$V_e \text{ ولتاژ موثر}$$

$$I_m \text{ جریان ماکزیمم}$$

$$I_e \text{ جریان موثر}$$

$$\phi = \theta_v - \theta_i \text{ زاویه اختلاف فاز}$$

$$\cos \varphi \text{ ضریب توان (ضریب قدرت)}$$

۲- توان لحظه ای - مقدار توانی که شبکه یا مدارهای الکتریکی در هر لحظه از زمان دارا می باشد.

$$P(t) = V(t) \cdot I(t)$$

۳) توان راکتیو (غیر مفید، غیر موثر، کور و...) - این توان در سلف مصرف شده (مثبت) و در خازن تولید می شود (منفی). واحد این توان ولت. آمپر. راکتیو (V.A.R) بوده و با نماد Q نمایش داده می شود.

$$Q = \pm \frac{1}{2} \cdot I_m \cdot V_m \cdot \sin \phi = \pm I_e \cdot V_e \cdot \sin \phi$$

$$Q = + \frac{1}{2} \cdot I_m^2 \cdot X_L = + I_e^2 \cdot X_L$$

$$Q = - \frac{1}{2} \cdot I_m^2 \cdot X_C = - I_e^2 \cdot X_C$$

Q+ مدارهای سلفی
 Q- مدارهای خازنی

۴) توان ظاهری - این توان در امپدانس مدار مصرف شده، واحد آن ولت. آمپر (V.A) بوده و با نماد S نمایش داده می شود.

$$S = \frac{1}{2} \cdot I_m \cdot V_m = I_e \cdot V_e$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot I_m^2 \cdot Z = I_e^2 \cdot Z$$

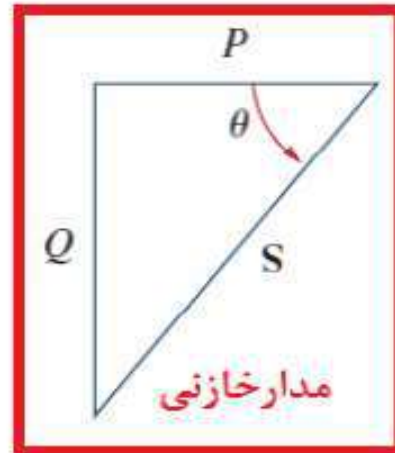
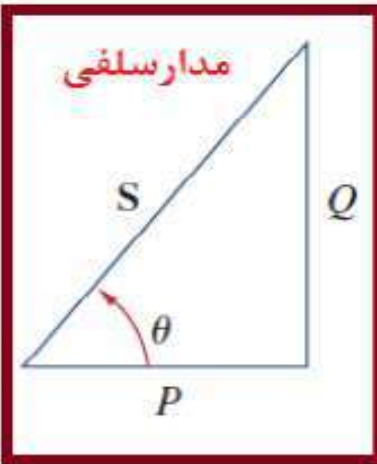
رابطه بین توانها

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \Rightarrow \begin{aligned} P &= \sqrt{S^2 - Q^2} \\ Q &= \sqrt{S^2 - P^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= S \cdot \cos \phi \\ Q &= \pm S \cdot \sin \phi \end{aligned}$$

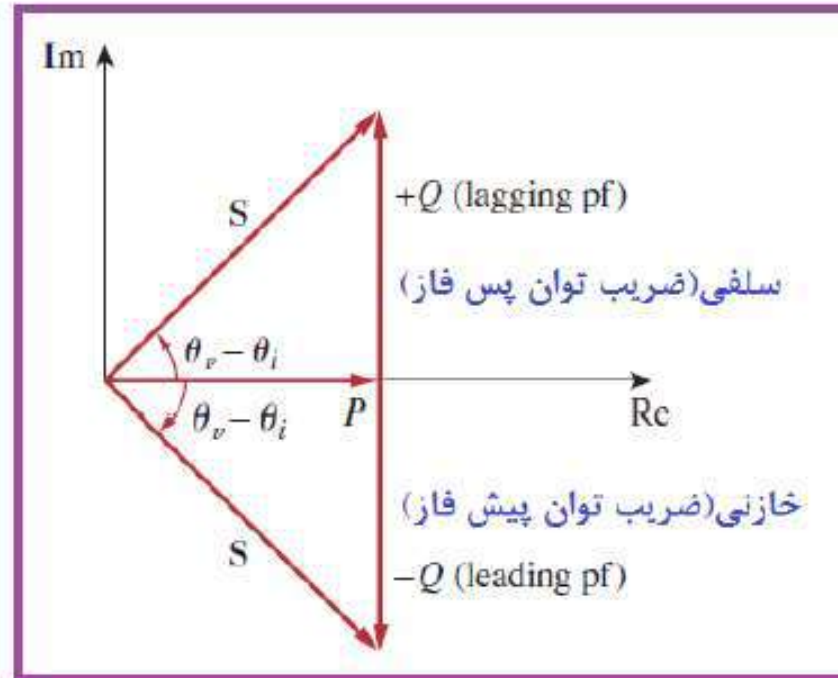
$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

مثلت توانها



حالت سلفی (پس فاز) $\theta_V > \theta_i$

حالت خازنی (پیش فاز) $\theta_V < \theta_i$



توان مختلط:

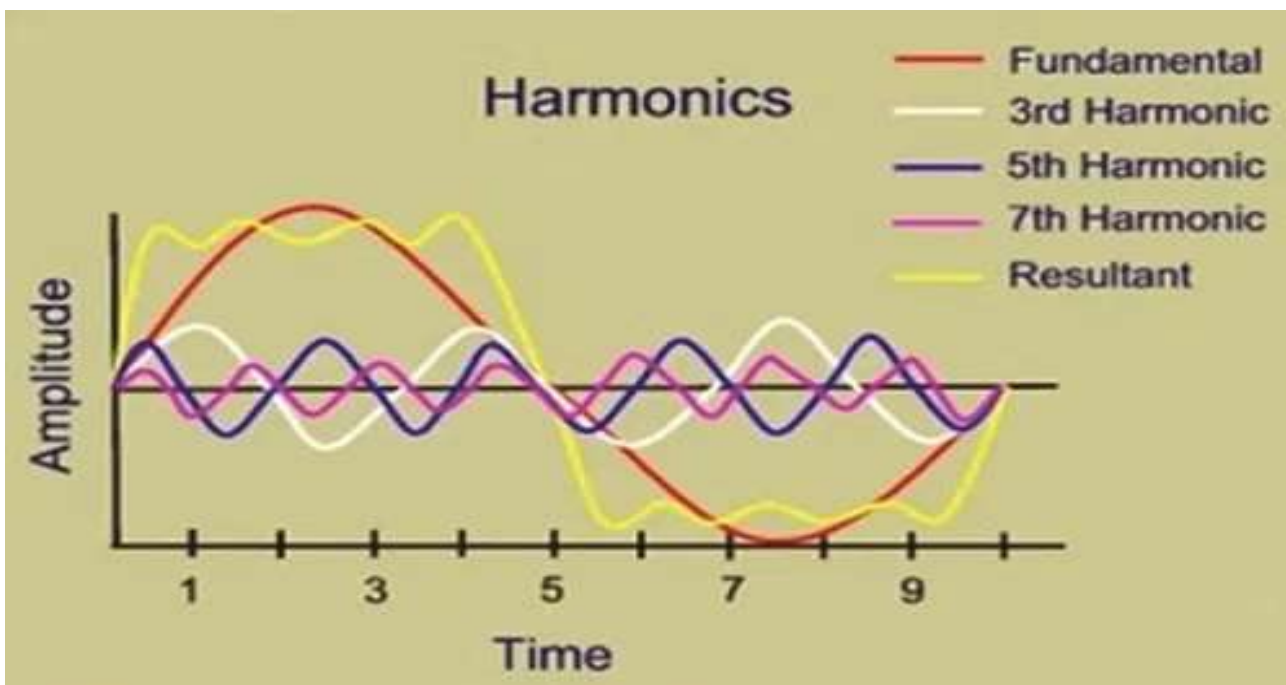
$$\cos \varphi = \text{P.F. (power factor)} = \frac{\text{توان اکتیو}}{\text{توان ظاهری}} = \frac{P}{S}$$

$$S = V \cdot \bar{I} = V \cdot I^*$$

توان مختلط

$$S = P \pm jQ$$

در یک سیستم قدرت الکتریکی، هارمونیک شکل موج ولتاژ یا جریان، یک موج سینوسی است که فرکانس آن مضربی صحیح از فرکانس اصلی است.



عمده ترین بارهایی که هارمونیک ها را تولید می کنند، بارهای غیر خطی هستند.

- بوبین ها

-یکسوکننده ها

-ترانسفورماتورها

-دستگاه های UPS

-کوره های با قوس الکتریکی و القایی، دستگاه جوش

-مبدل های AC/DC و DC/DC به خصوص موتورهای القایی و مدارهای کنترل دور

-منابع تغذیه سویچینگ تک فاز در مصرف کننده های مدرن الکترونیکی مانند تلویزیون، ویدئو، کامپیوتر، مانیتور، چاپگر،

فاکس، بالاست های الکترونیکی، لامپ های کم مصرف(LED)

تاثیر امواج هارمونیک

مهم ترین مشکلاتی که توسط هارمونیک های ایجاد می گردد عبارتند از:

- ۱- اضافه جریان در نول
- ۲- افزایش تلفات ترانسفورمرها
- ۳- افزایش اثر پوستی
- ۴- اعوجاج ولتاژ
- ۵- عدم یکنواختی در گشتاور تولیدی موتورهای القایی

اعوجاج هارمونیک کل THD چیست؟

اعوجاج هارمونیک کل یا همان THD (Total Harmonic Distortion) یک پارامتر کیفی که نشان می‌دهد یک سیگنال تا چه حد به شکل موج سینوسی مورد نظرش شبیه است. مقدار THD بر حسب درصد بیان شده و هرچه کمتر باشد، شکل موج سینوسی دارای کیفیت بهتری بوده و سیگنالی با اعوجاج هارمونیک کمتری تولید شده است. به طور کلی، THD پایین‌تر به معنی ضریب توان (P.F) بالاتر و بازدهی بیشتر است.

$$THD_V = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2}}{V_1} \cdot 100\% = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^n V_k^2}}{V_1} \cdot 100\%$$

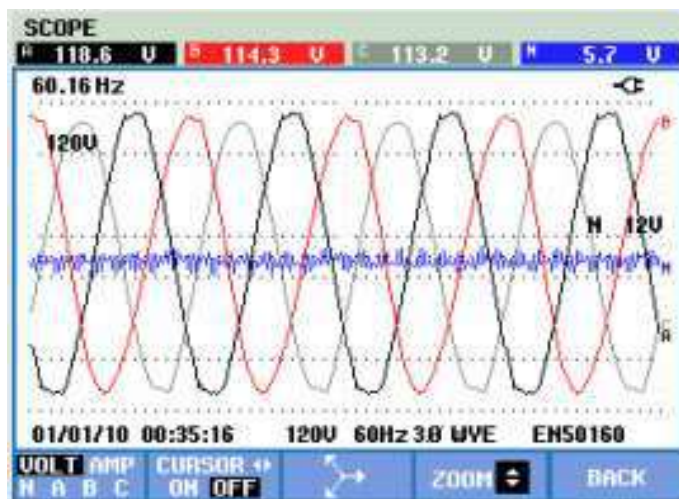
$$THD_I = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}}{I_1} \cdot 100\% = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^n I_k^2}}{I_1} \cdot 100\%$$

در یک سیستم قدرت الکتریکی (یک مجموعه صنعتی) جهت سنجش کیفیت توان و مواردی که بیان شد باید از دستگاه اندازه گیری **Power Analyzer** استفاده نماییم.

موارد اندازه گیری شده در پاور آنالایزر

- جریان هرفاز (خطی و فازی)
- ولتاژ هر فاز (خطی و فازی)
- توان هرفاز (اکتیو-راکتیو-ظاهری)
- توان مختلط کل سیستم (اکتیو-راکتیو-ظاهری)
- ضریب توان یا ضریب قدرت هرفاز ($\cos\phi$)
- ضریب توان کل سیستم
- جریان سیم نول در سیستم های چهارسیمه
- مقدار ولتاژسیم نول جابجا شده در سیستم های نامتعادل
- اندازه گیری دامنه هارمونیک ها
- اندازه گیری زاویه اختلاف فاز هر فاز
- اندازه گیری زاویه اختلاف فاز کل سیستم
- نمایش شکل موجهای دلخواه ولتاژ یا جریان به همراه هارمونیک مورد نظر
- اندازه گیری جریان های هجومی

Scope Waveform and Phasor



Volts/Amps/Hertz



Dips & Swells

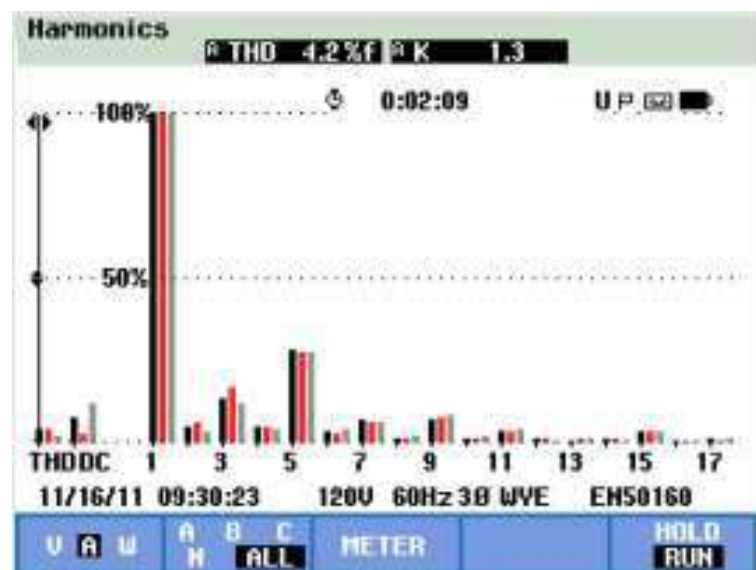


Harmonics

MENU

- Volts/Amps/Hertz
- Dips & Suells
- Harmonics**
- Power & Energy
- Energy Loss Calculator
- Power Inverter Efficiency
- Unbalance
- Inrush
- Monitor

PAGE 1 PAGE 2 OK



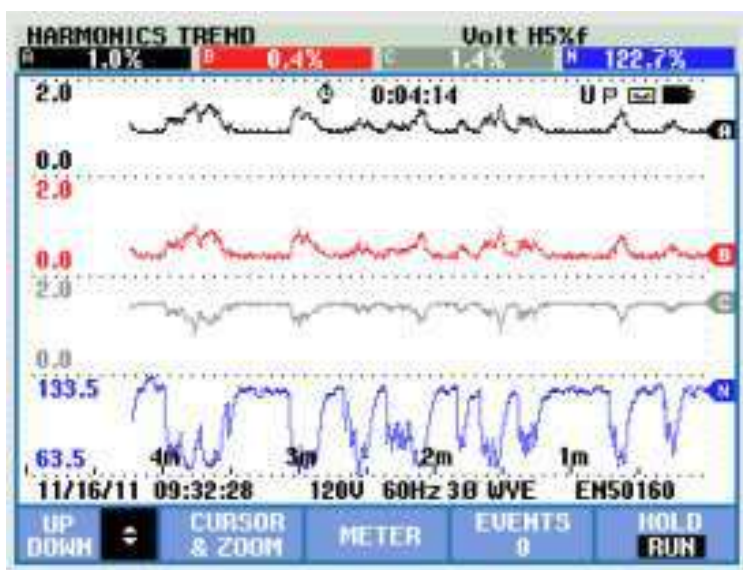
HARMONICS TABLE METER

0:02:42 UP

Volt	A	B	C	N
H4%f	0.6	0.8	0.6	49.1
Volt	A	B	C	N
H5%f	1.2	0.7	1.2	70.3
Volt	A	B	C	N
H6%f	0.5	0.5	0.6	38.2
Volt	A	B	C	N
H7%f	1.4	0.7	1.7	67.3

11/16/11 09:30:56 120V 60Hz 3Ø WYE ENS0160

UP DOWN HARMONIC GRAPH TREND EVENTS 0 HOLD RUN



Power & Energy

MENU

- Volts/Amps/Hertz
- Dips & Suells
- Harmonics
- Power & Energy**
- Energy Loss Calculator
- Power Inverter Efficiency
- Unbalance
- Inrush
- Monitor

PAGE 1 PAGE 2 OK

POWER & ENERGY METER

0:02:33 UP

	L1	L2	L3	Total
kW	3.742	3.367	3.572	10.68
kVA	3.801	3.513	3.582	10.90
kvar	0.001	0.002	0.000	0.002
PF	0.985	0.958	0.997	0.980

11/23/11 10:04:01 230V 50Hz 3Ø WYE ENS0160

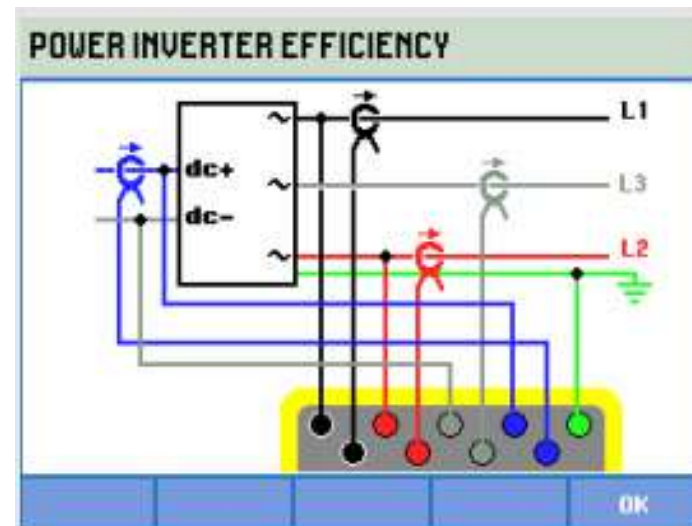
UP DOWN TREND EVENTS 0 HOLD RUN

Energy Loss Calculator

Energy Loss Calculator				
0:00:39 U P				
	Total	Loss	Cost	
Effective W	7.8	W 0.0	\$ 0.00 /hr	
Reactive var	1.2	W 0.0	\$ 0.00 /hr	
Unbalance VA	0.7	W 0.0	\$ 0.00 /hr	
Distortion kVA	6.30	W 56.5	\$ 5.65 /hr	
Neutral A	0.2	W 0.0	\$ 0.00 /hr	
Total		k \$ 49.5	/y	
11/23/11 10:13:17 230V 50Hz 3Ø WVE EN50160				
LENGTH	DIAMETER	METER	RATE	HOLD
100 m	25 mm2		0.10 /kWh	RUN

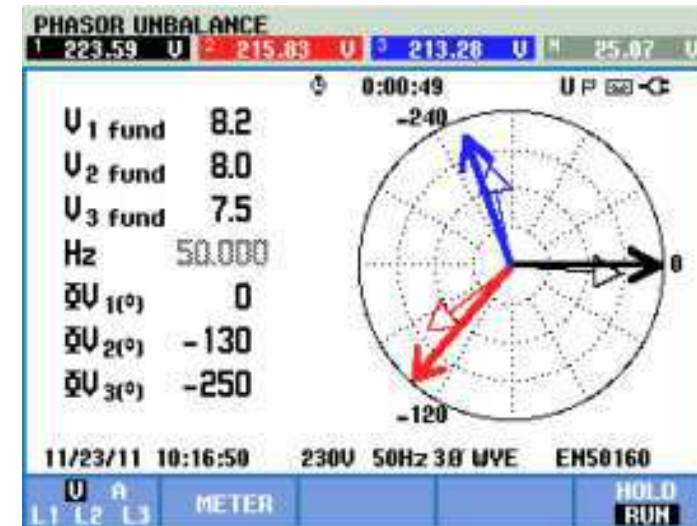
ENERGY LOSS METER				
0:01:28 U P				
	L1	L2	L3	N
Arms	9.86	9.49	9.72	0.19
kW fund	0.003	0.003	0.002	0.008
kVA fund	0.003	0.003	0.002	0.008
kvar	0.000	0.001	0.000	0.001
11/23/11 10:14:07 230V 50Hz 3Ø WVE EN50160				
UP	ENERGY LOSS	TREND	EVENTS 1793	HOLD RUN

Power Inverter Efficiency



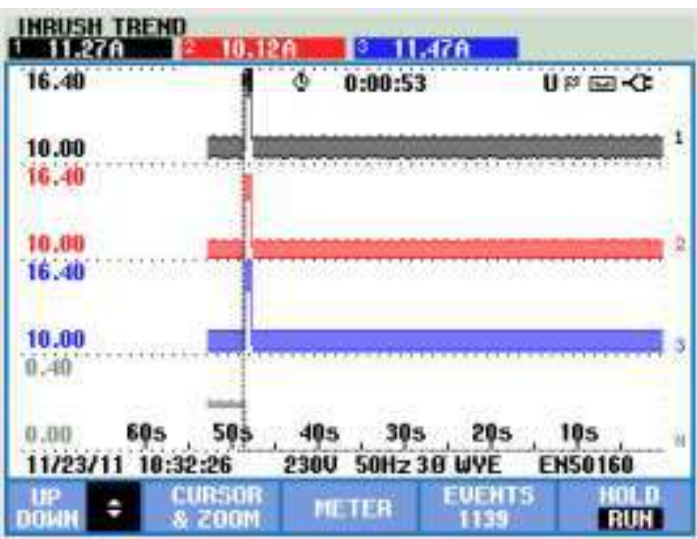
POWER INVERTER EFFICIENCY METER				
DEMO 0:00:35 U P				
	A	B	C	N
Urms	254.06	245.18	243.09	26.00
UrmsΔ	436.66	419.88	428.10	
	A	B	C	N
Arms	11.56	0.01	11.13	0.01
Hz	50.000			
12/08/11 15:33:11 230V 50Hz 3Ø WVE EN50160				
UP		TREND	EVENTS 548	HOLD RUN

Unbalance

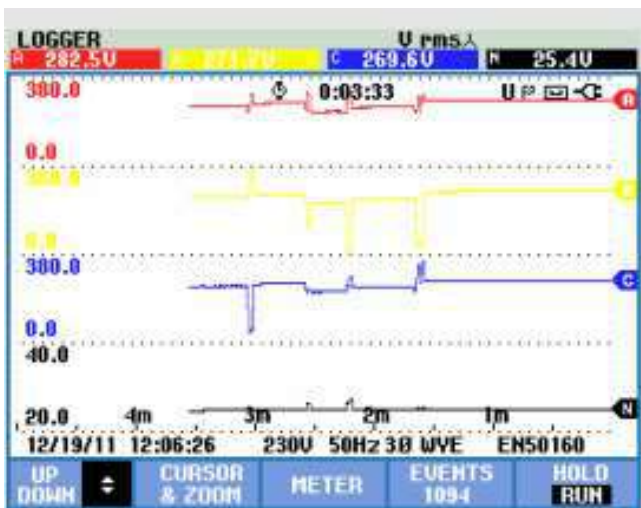
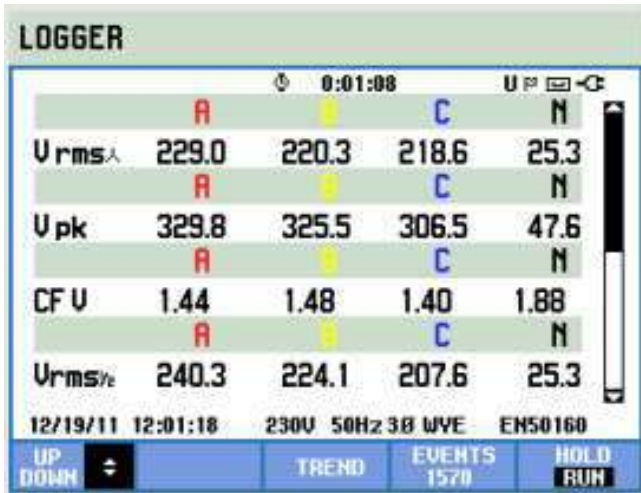


UNBALANCE METER				
0:01:40 U P				
	Uneg.	Uzero	Aneg.	Azero
unbal(%)	9.3	2.8	7.0	3.6
L1	L2	L3	N	
U fund	7.9	8.1	7.2	0.5
ϕV(°)	0.0	-130.2	110.0	-19.1
A fund	0.35	0.34	0.32	0.02
11/23/11 10:17:41 230V 50Hz 3Ø WVE EN50160				
UP	BACK	TREND	EVENTS 2079	HOLD RUN

Inrush



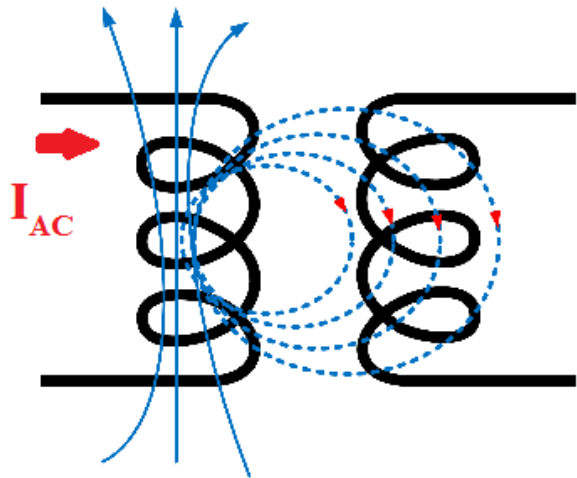
Logger





محاسبه مدار معادل ترانسفورماتور تک فازه با استفاده از دستگاه

Power Analyzer



اصول کار ترانسفورماتور ← القایی متقابل ← عبور جریان از یک سیم پیچ

تولیدی میدان مغناطیسی ← عبور فوران مغناطیسی از یک سیم پیچ دیگر

تولید ولتاژ الکتریکی

وظیفه ترانسفورماتور ← انتقال توان از یک مدار الکتریکی به مدار الکتریکی دیگر

توسط کوپلینگ مغناطیسی ← تغییر در ولتاژ یا جریان (فرکانس ثابت است)

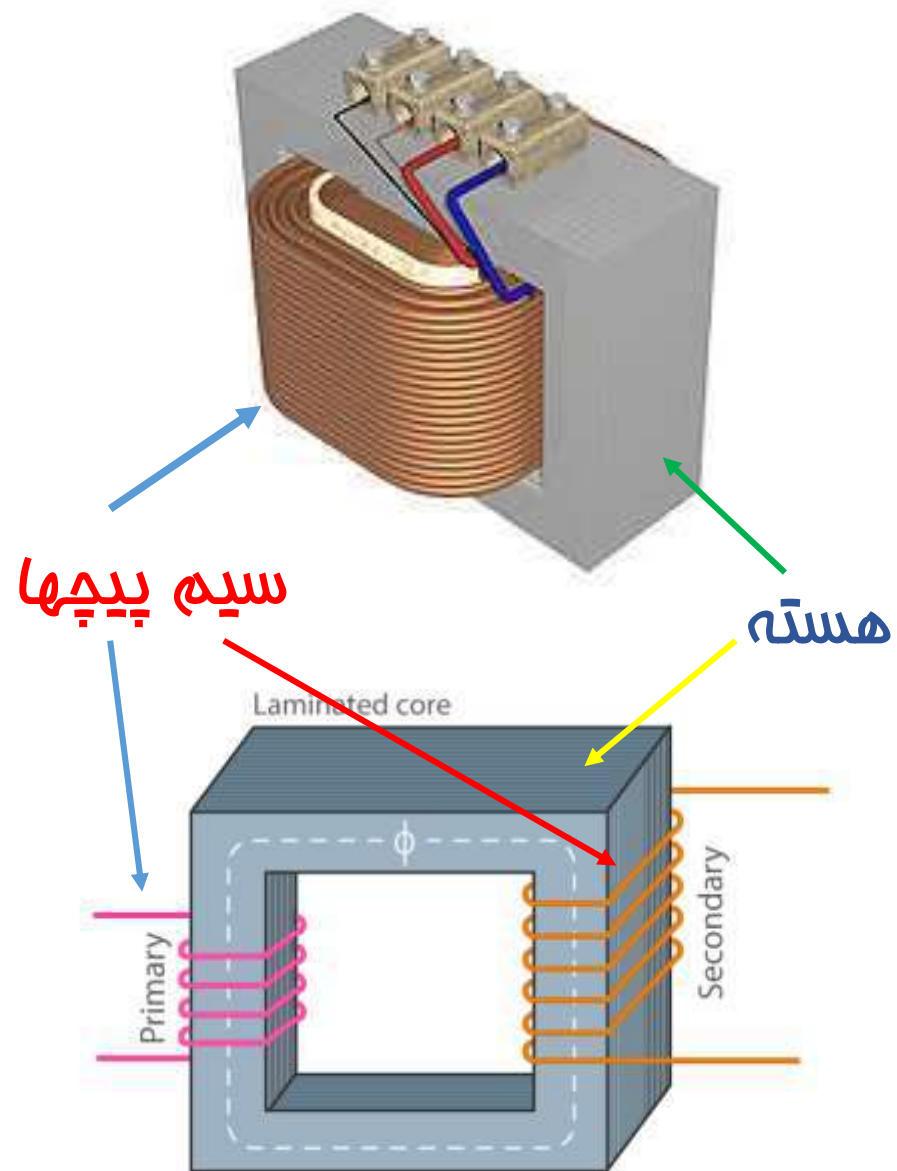
ساختمان ترانسفورماتور

هسته : ورقه های آهنی سلسیم دار عایق از یکدیگر جهت عبور

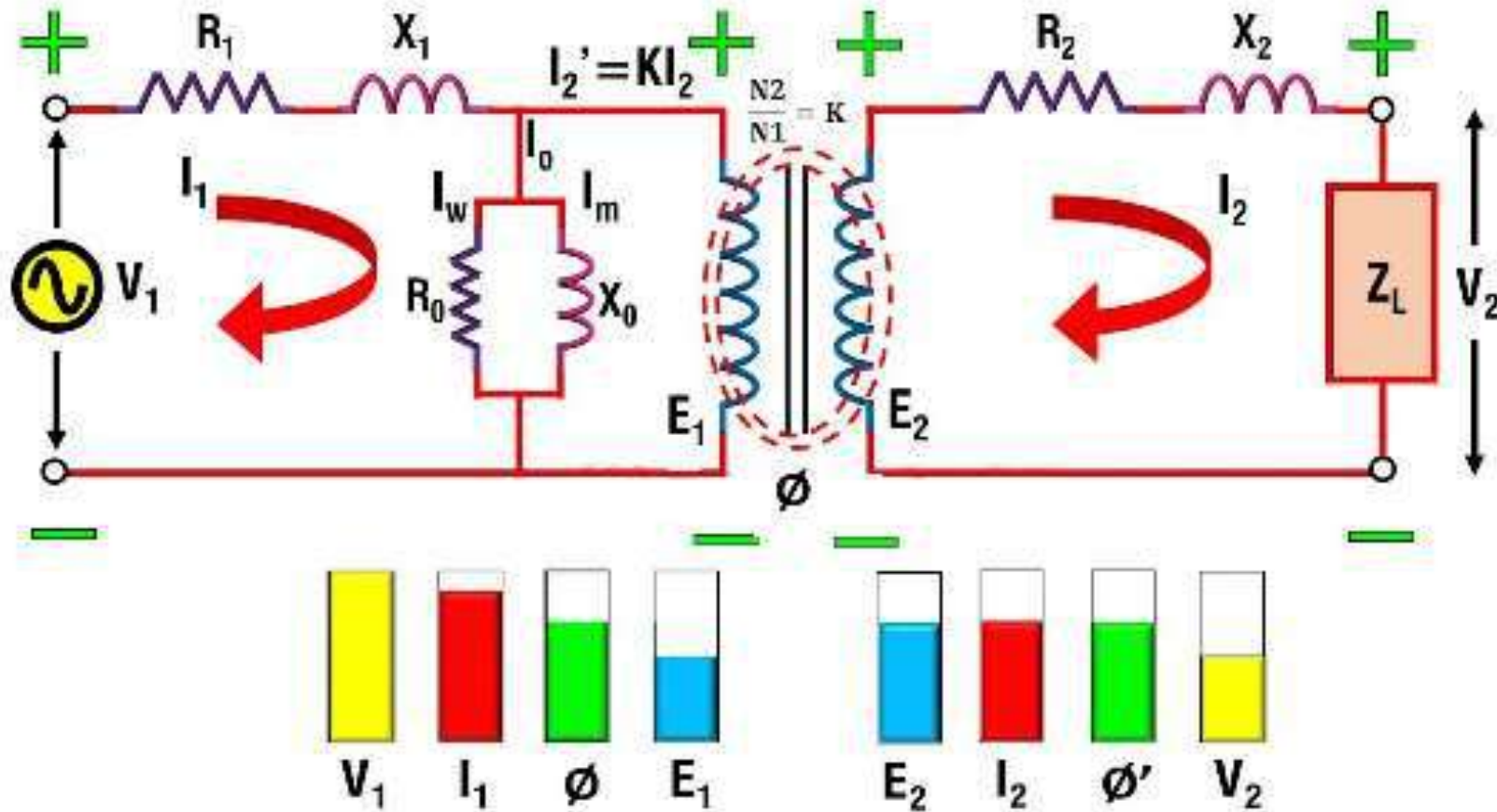
فوران مغناطیسی از یک مسیر دارای مقاومت مغناطیسی پایین

سیم پیچها : جهت تولید میدان و فوران مغناطیسی (در اولیه)

و تولید ولتاژ القایی (در ثانویه)

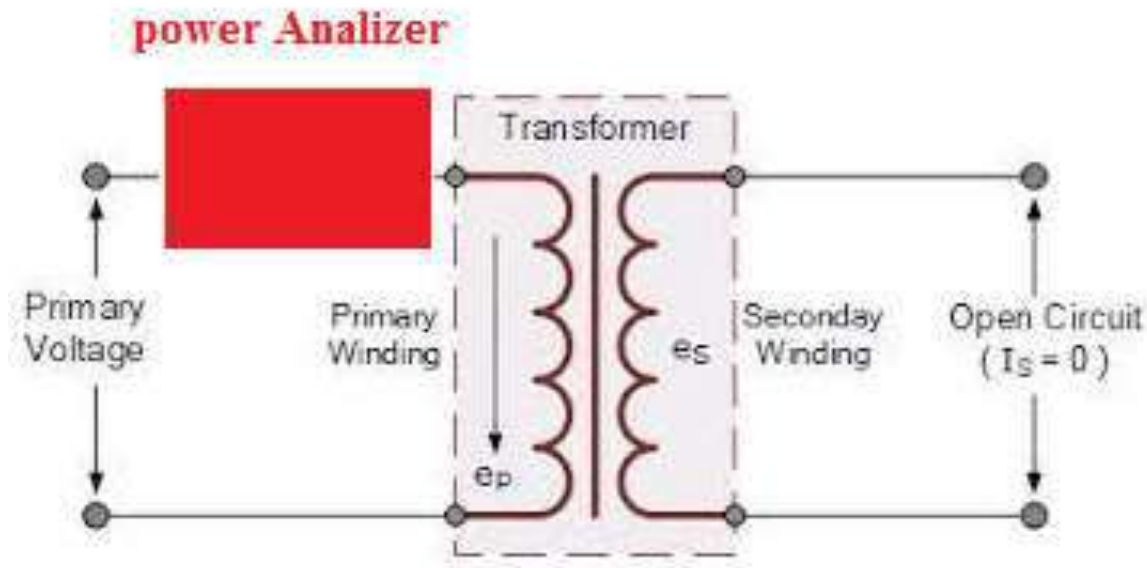


مدار معادل ترانسفورماتور تک فازه



آزمایش بی باری یا اتصال باز

از این آزمایش جهت محاسبه مدار معادل الکتریکی هسته و تلفات آهنی یا ثابت ترانسفورماتور استفاده می نماییم. اولیه را به ولتاژ نامی متصل کرده و پاور آنالایز را مطابق شکل در مدار قرار می دهیم. مقادیر نشان داده شده توسط دستگاه عبارتند از:



$$P = \Delta P = P_{fe} \quad \text{تلفات بی باری (تلفات آهنی)}$$

$$I = I_o \quad \text{جریان بی باری}$$

$$V = V_1 \quad \text{ولتاژ اولیه نامی}$$

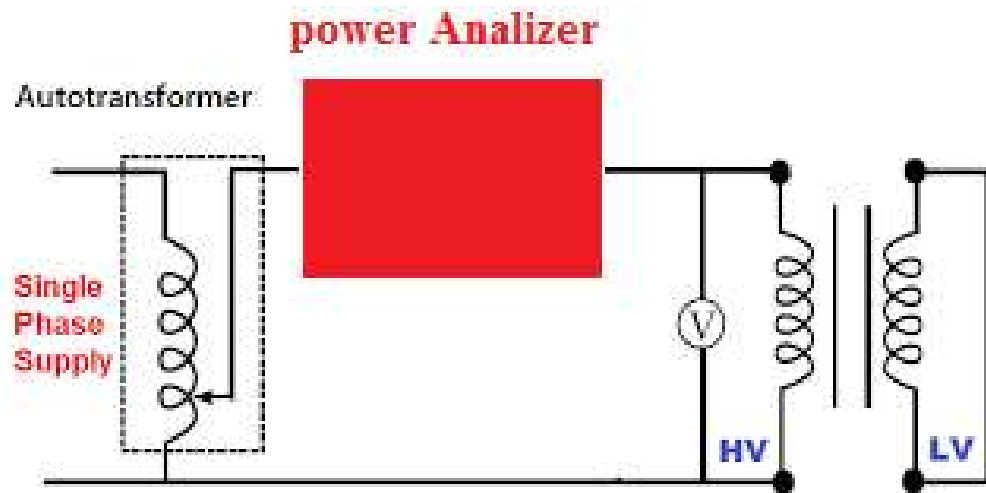
$$\cos \varphi = \cos \varphi_o \quad \text{ضریب قدرت بی باری}$$

$$R_o = \frac{V_1^2}{P} \quad I_w = \frac{V_1}{R_o} \quad I_m = \sqrt{I_o^2 - I_w^2}$$

$$X_o = \frac{V_1}{I_m}$$

آزمایش اتصال کوتاه

از این آزمایش جهت تعیین تلفات مسی یا متغیر و محاسبه مدار معادل الکتریکی سیم پیچهای ترانسفورماتور استفاده می نمایم. در این آزمایش مدار ثانویه را اتصال کوتاه کرده و سمت اولیه را با یک منبع متغیر به ولتاژ متصل می نمایم. ولتاژ اولیه را تا جایی تغییر می دهیم که جریان نامی از سیم پیچهای ترانسفورماتور عبور نماید. در این حالت مقادیر اندازه گیری و نشان داده شده توسط دستگاه پاور آنالایزر عبارتند از:



$$P = \Delta P_{cu} = P_{cu} \text{ (تلفات مسی نامی (متغیر))}$$

$$V = V_{s.c} \text{ ولتاژ اتصال کوتاه}$$

$$I = I_{1n} \text{ جریان نامی اولیه}$$

$$Z_{eq1} = \frac{V_{s.c}}{I_{1n}} \quad R_{eq1} = \frac{P}{I_{1n}^2} \quad X_{eq1} = \sqrt{Z_{eq1}^2 - R_{eq1}^2}$$

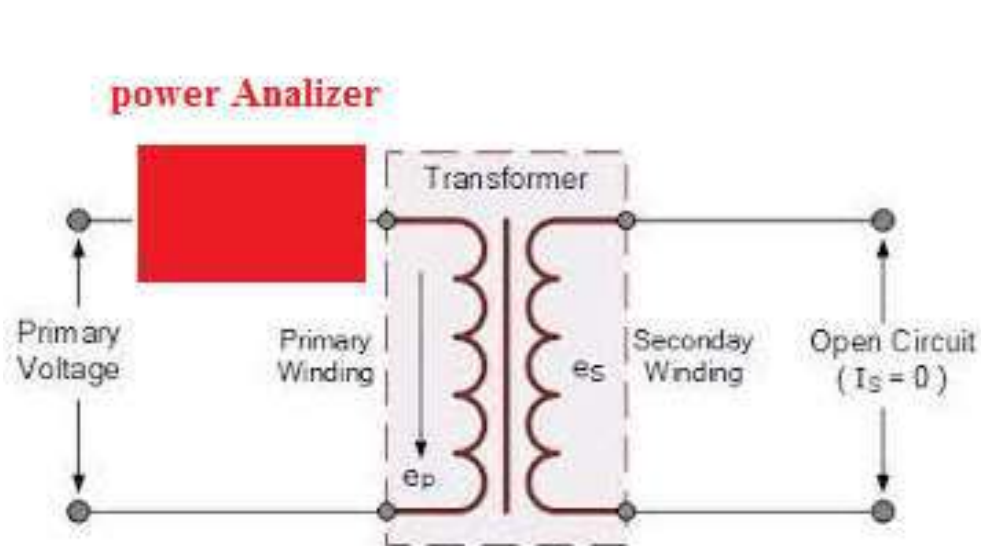
$$R_{eq1} = R_1 + R'_2 \quad X_{eq1} = X_1 + X'_2 \quad \eta = \frac{P_2}{P_2 + P_{fe} + P_{cu}}$$

مثال عملی: ترانسفورماتور دستگاه CNC یک کارگاه تولیدی در دارای مشخصات زیر است:

$$V_1=200\text{ v}, V_2=12\text{ v}, S=1\text{ KVA}$$

محاسبه و رسم مدار معادل الکتریکی و محاسبه راندمان این ترانسفورماتور در ۷۰٪ بارنامی در ضریب قدرت ۰/۸ پس فاز

ابتدا آزمایش بی باری یا اتصال باز را انجام می دهیم. مقادیر خوانده شده از دستگاه پاور آنالایز عبارتند از:



$$P = 32\text{ w}$$

$$I_o = 0.3\text{ A}$$

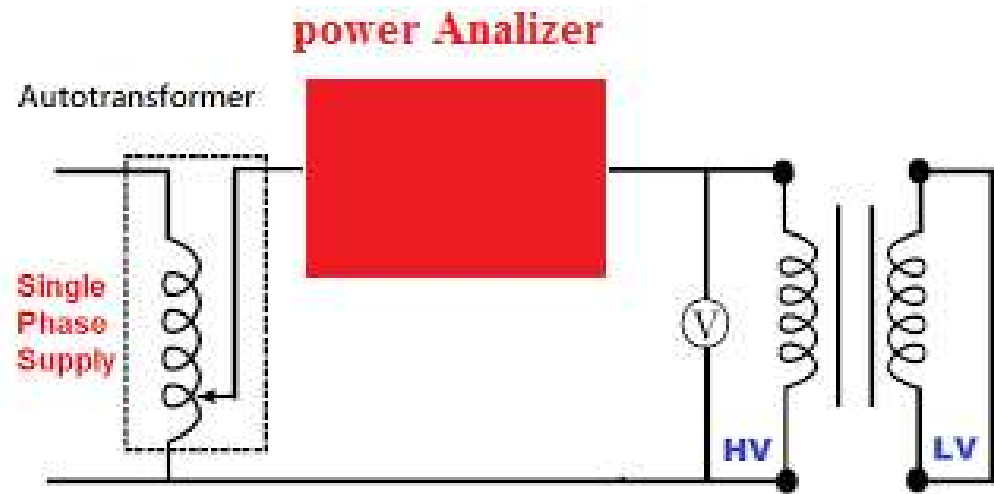
$$V_1 = 200\text{ v}$$

$$R_o = \frac{V_1^2}{P} = \frac{200^2}{32} = 1250\Omega$$

$$I_w = \frac{V_1}{R_o} = \frac{200}{1250} = 0.16\text{ A}$$

$$I_m = \sqrt{I_o^2 - I_w^2} = \sqrt{0.3^2 - 0.16^2} = 0.25\text{ A}$$

$$X_o = \frac{V_1}{I_m} = \frac{200}{0.25} = 800\Omega$$



$$P = P_{cu} = 45w$$

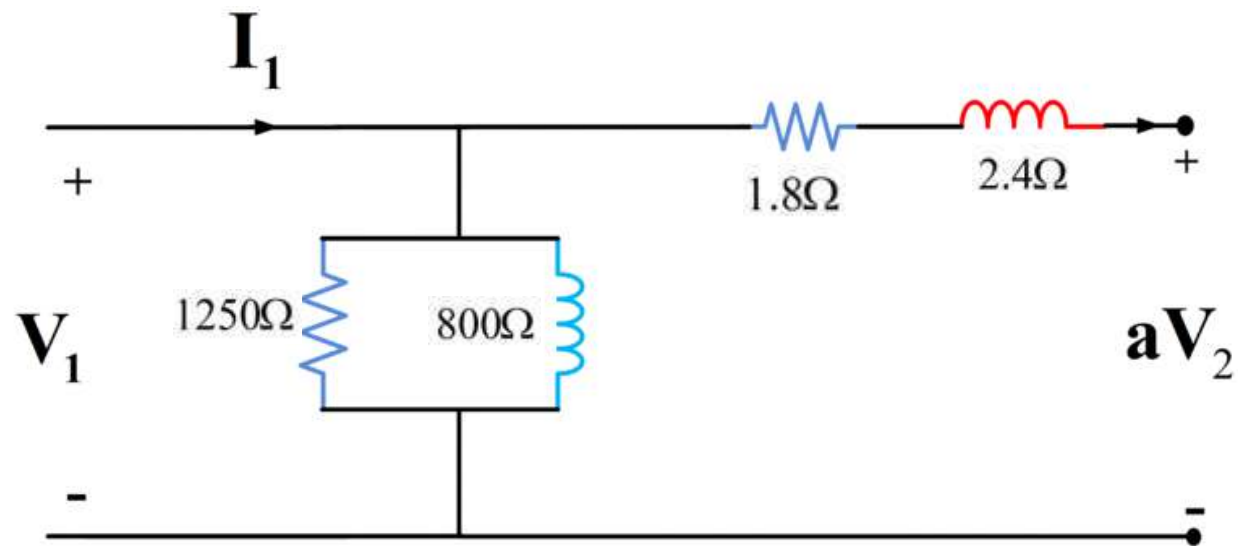
$$V_{s.c} = 15v$$

$$I_{1n} = 5A$$

$$R_{eq1} = \frac{P_{cu}}{I_{1n}^2} = \frac{45}{5^2} = 1.8\Omega$$

$$Z_{eq1} = \frac{V_{s.c}}{I_{1n}} = \frac{15}{5} = 3\Omega$$

$$X_{eq1} = \sqrt{Z_{eq1}^2 - R_{eq1}^2} = \sqrt{3^2 - 1.8^2} = 2.4\Omega$$



$$\eta_{70\%} = \frac{S_{70\%} \times \cos \phi}{S_{70\%} \times \cos \phi + P_{fe} + P_{cu70\%}}$$

$$P_{cu70\%} = \left(\frac{70}{100}\right)^2 \times 45 = 22.05w$$

$$\eta_{70\%} = \frac{1000 \times 0.8}{1000 \times 0.8 + 32 + 22.05} = \%93$$

دستگاه های اندازه گیری پیشنهادی

Power Analyzer

FLUKE®

Fluke 434-II and 435-II Power Quality and Energy Analyzers



FLUKE®

Fluke 1736 and 1738 Three-Phase Power Quality Loggers

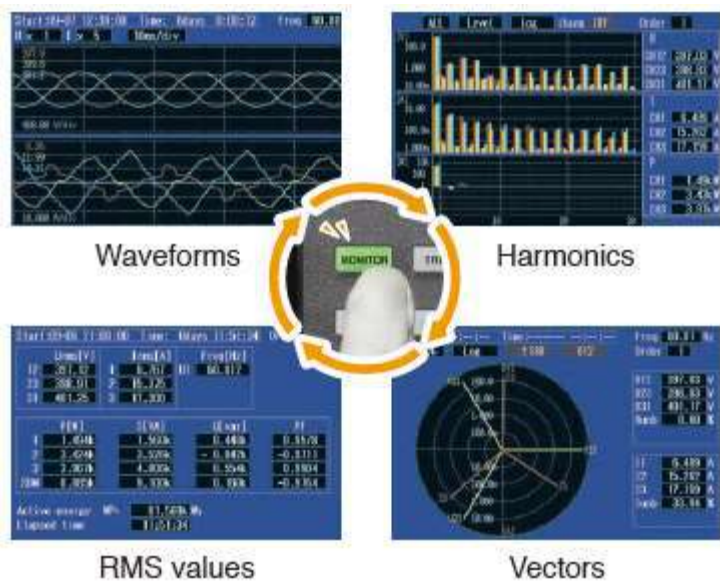


PQ3198

HIOKI



PQ3100



QUICK SET: Easy-to-understand measurement guidance

Launch QUICK SET to navigate the connection and setup processes so you can get started recording quickly.

HIOKI

Setting up the instrument

(example: 2-meter power measurement of a 3-phase/3-wire circuit)

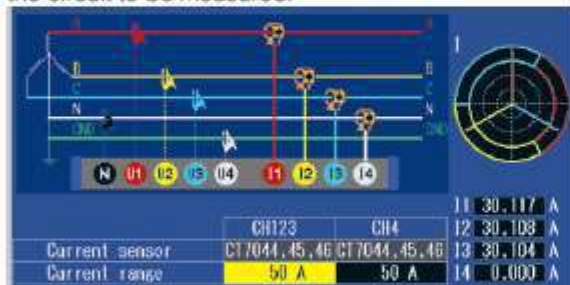
STEP 1

Choose the connection type and connect the cables to the instrument.



STEP 2

Connect the voltage cables and current sensors to the circuit to be measured.



STEP 3

The instrument will perform an automatic wiring check and display the results.



STEP 4

You need only set the recording parameters and interval in order to start measurement. Recording parameters can be set simply by choosing a simple setup preset. (See page 8 for details.)



Notification of what to fix in the event of a FAIL result

Fail	Phase difference
FAIL will display when each current phase is not w/in $\pm 90^\circ$ of each voltage phase.	
- Are Voltage leads and current sensors properly connected? - Is arrow of current sensor pointed to the load?	
CHECK will display when current phase is w/in $\pm 90^\circ$ to $\pm 90^\circ$ of each voltage phase.	



For example, you won't be able to measure power or power factor accurately if the clamp is oriented incorrectly.

POWER METER SERIES KEW 6310



Power Consumption (Energy) Control

12 Kinds of Power Measurements

Voltage, Current, Active power, Reactive power, Apparent power, Power factor, Frequency, Current flowing on the neutral line (Only on 3 phase 4 wire measurement), Active power energy, Reactive power energy, Apparent power energy, Demand measurement (with digital output alarm function available)

Can Measure Regenerative power under Power Energy Deregulation in Japan.

Can judge either demand or regenerative power. (Regenerative power: Generated by privately owned generators and supplied to power companies.)



Instantaneous value measurement / saving
Measures Current / Voltage / Instantaneous averaged value of Power etc. / Maximum value / Minimum value.



Integration value measurement / saving
Measures Active power energy / Apparent power energy / Reactive power energy.



Demand value measurement / saving
Sets Demand target value and measures Demand value from start to stop of measurement. Can warn with digital output terminal when the set value exceeds the target value.



MPQ-300

Power Quality Analyzer



MarMonix[®]

Promote your assessment

EXTECH
INSTRUMENTS

PQ3350-1/PQ3350-3 3-Phase Power Quality & Harmonics Analyzers

