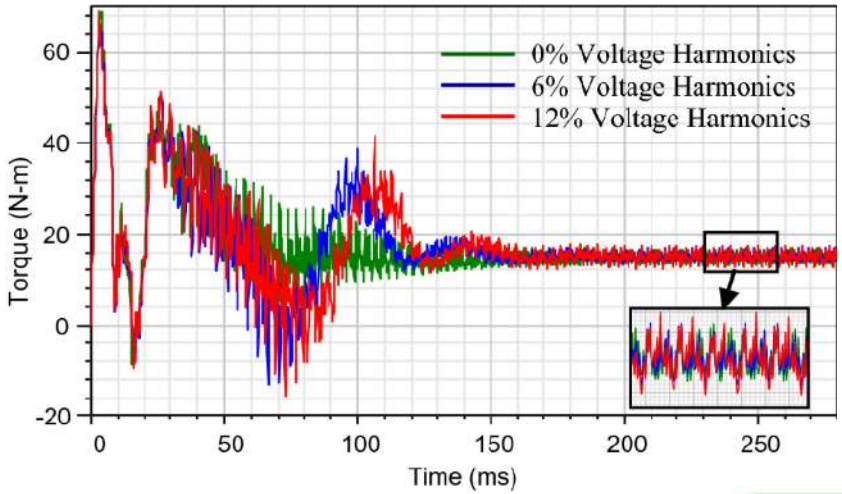
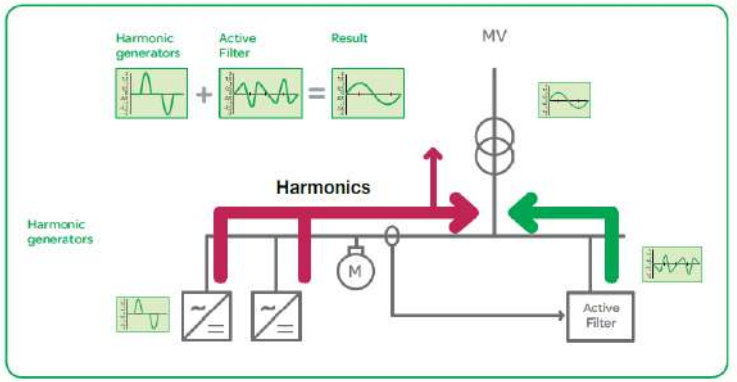
BTM
Behrooz Tools Measuring

پاور آنالایزر وراهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی





توان مختلط

انواع توان درمدارهای جریان متناوب:

۱)توان اکتیو(مفید،مصرفی،موثرو.....)-این توان درمقاومت های اهمی به صورت حرارت تلف می شود.واحد این توان وات بوده وبا نماد P نمایش داده می شود.

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

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

I_m جریان ماکزیمم
I_e جریان موثر

V_m ولتاژ ماکزیمم
V_e ولتاژ موثر

$\phi = \theta_V - \theta_i$ زاویه اختلاف فاز
$\cos\varphi$ ضریب توان(ضریب قدرت)

۲- **توان لحظه ای** -مقدارتوانی که شبکه یا مدارهای الکتریکی درهرلحظه از زمان دارا می باشد.

$$P(t) = V(t).I(t)$$

۳)توان راکتیو(غیرمفید،غیرموثر،کور و...)-این توان درسلف مصرف شده (مثبت)ودرخازن تولید می شود(منفی).واحد این توان ولت.آمپر.راکتیو(V.A.R)بوده وبا نماد Q نمایش داده می شود.

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

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

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

Q+ مدارهای سلفی
Q- مدارهای خازنی

۴)توان ظاهری-این توان درامپدانس مدارمصرف شده ،واحدآن ولت.آمپر(V.A)بوده وبانمادS نمایش داده می شود.

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

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

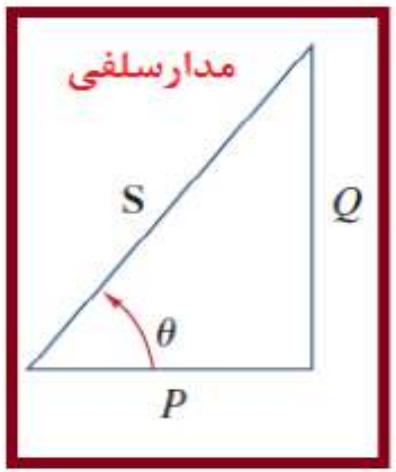
رابطه بین توانها

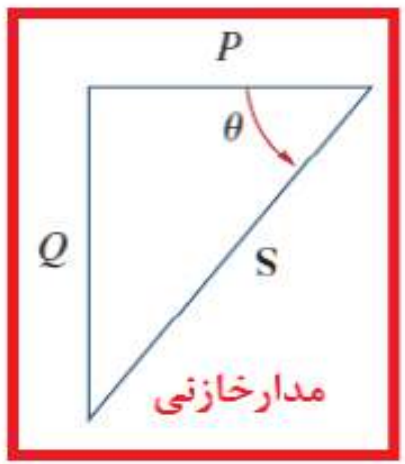
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \Rightarrow \begin{matrix} P = \sqrt{S^2 - Q^2} \\ Q = \sqrt{S^2 - P^2} \end{matrix}$$

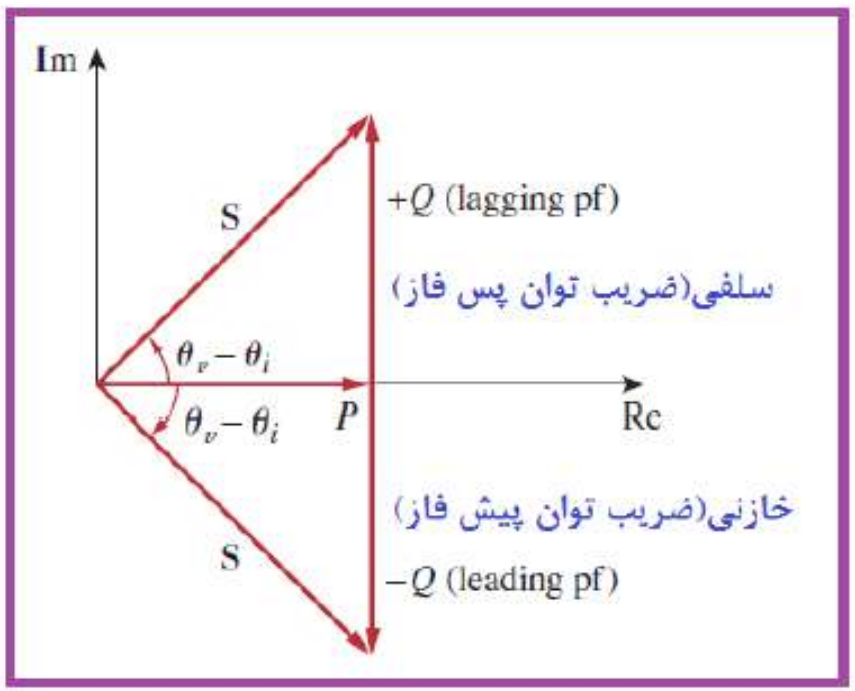
$$\begin{matrix} P = S.\cos\phi \\ Q = \pm S.\sin\phi \end{matrix}$$

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

مثلث توانها







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

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

توان مختلط:

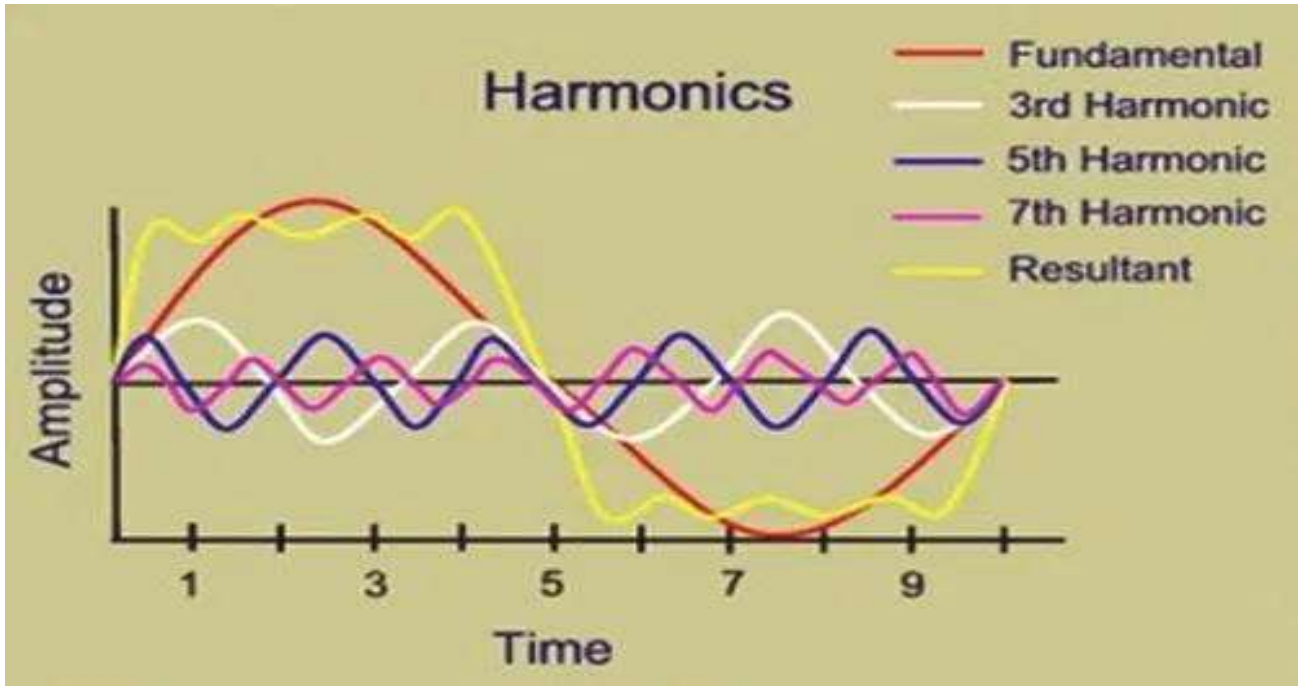
توان مختلط

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

$$S = P \pm jQ$$

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

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



BTM
Behrooz Tools Measuring

اعوجاج هارمونیک کل THDچیست؟

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 هارمونیکی کمتری تولید شده است. به طور کلی، THDپایین‌تر به معنی ضریب توان(P.F) بالاتر و بازدهی بیشتر است.

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

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

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

- بوبین ها

-یکسوکننده ها

-ترانسفورماتورها

-دستگاه هایUPS

-کوره های با قوس الکتریکی و القایی، دستگاه جوش

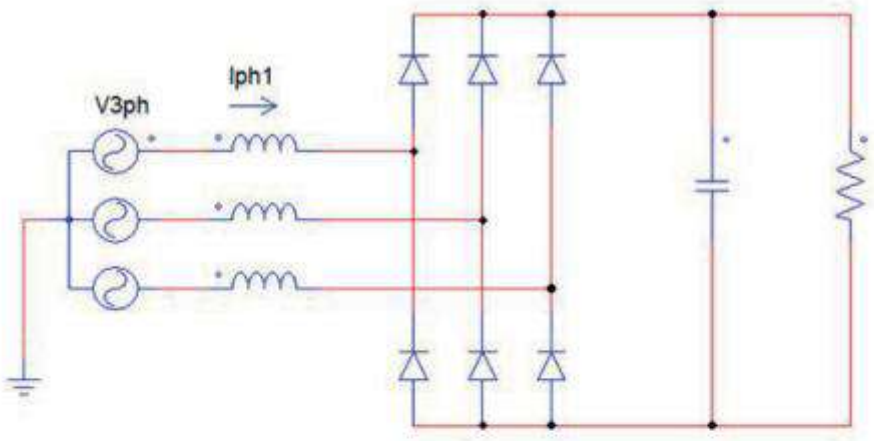
-اتصال نیروگاه های خورشیدی به شبکه

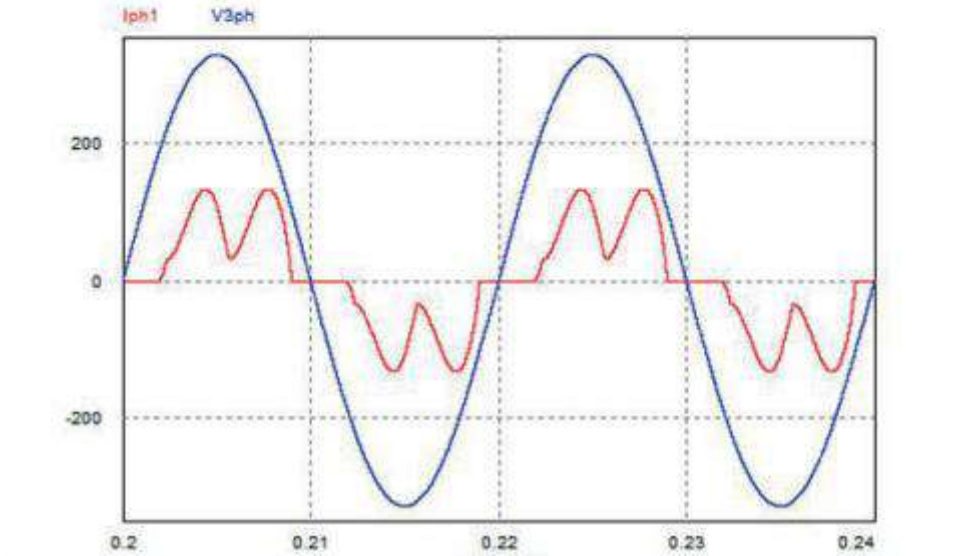
-مبدل های AC/DC و DC/DC به خصوص موتورهای القایی و مدارهای کنترل دور

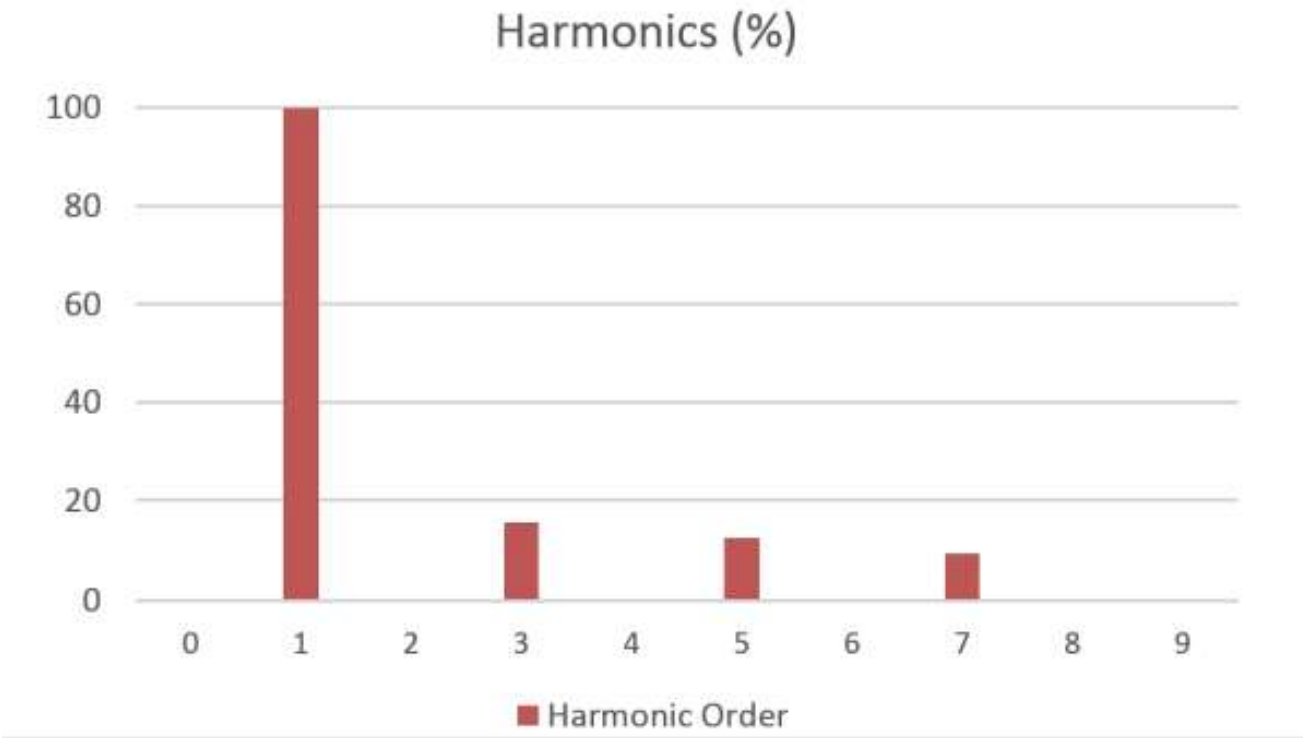
-منابع تغذیه سوییچینگ تک فاز در مصرف کننده های مدرن الکترونیکی مانند تلویزیون، ویدئو، کامپیوتر، مانیتور، چاپگر،

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

تولید هارمونیک توسط تجهیزات الکترونیک قدرت







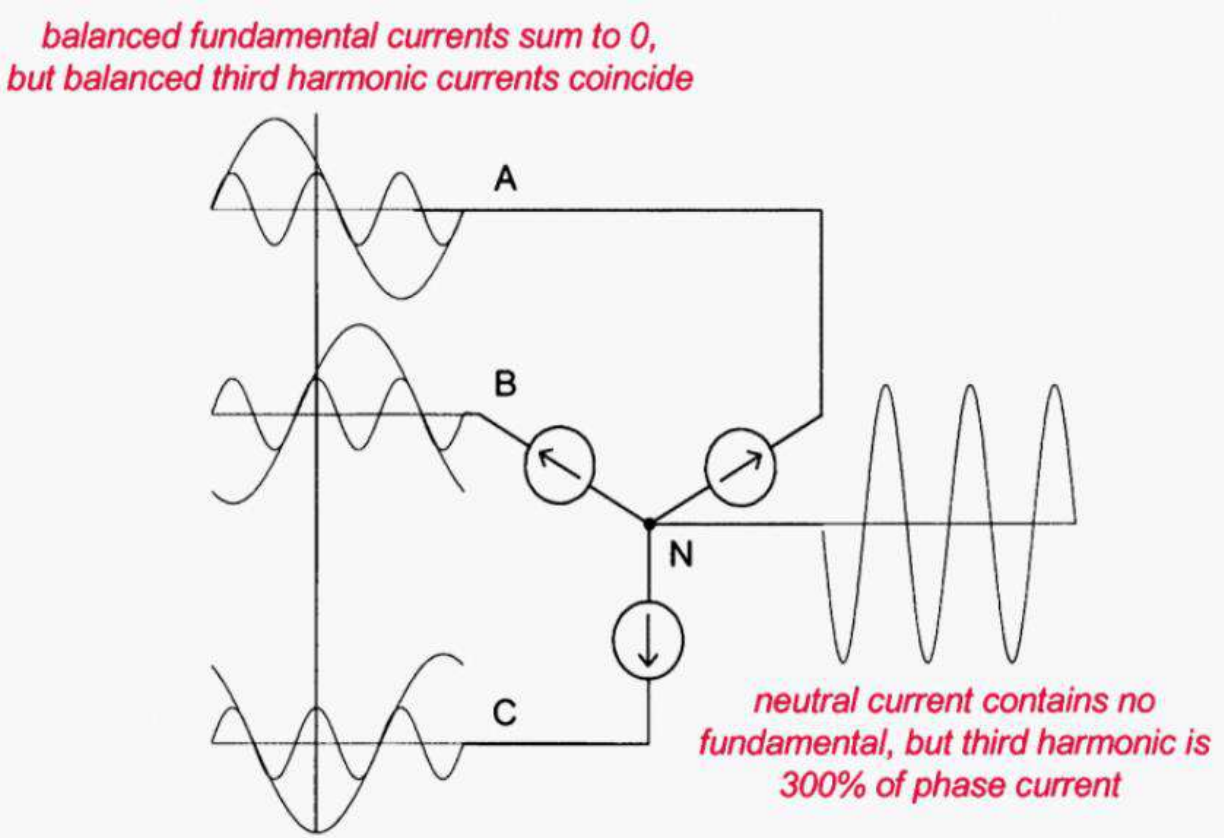
100% *fundamental* – 15% *for* 3^{th} – 12% *for* 5^{th} – 9% *for* 7^{th}

BTM
Behrooz Tools Measuring

تاثیرامواج هارمونیک

مهم ترین مشکلاتی که توسط هارمونیک های ایجاد می گرددعبارتند از:

۱- اضافه جریان در نول



High neutral currents in circuits serving single-phase nonlinear loads

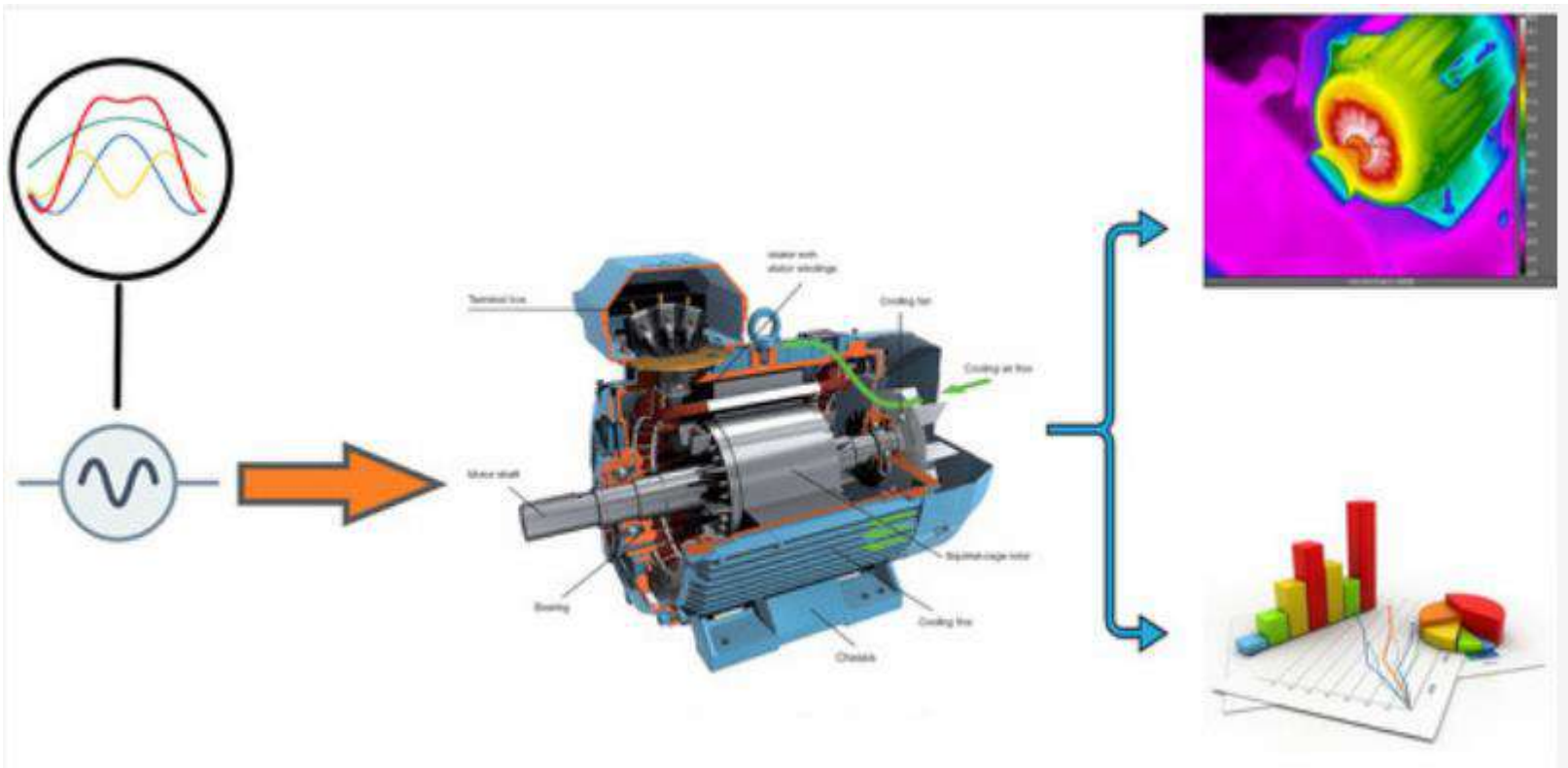
BTM
Behrooz Tools Measuring

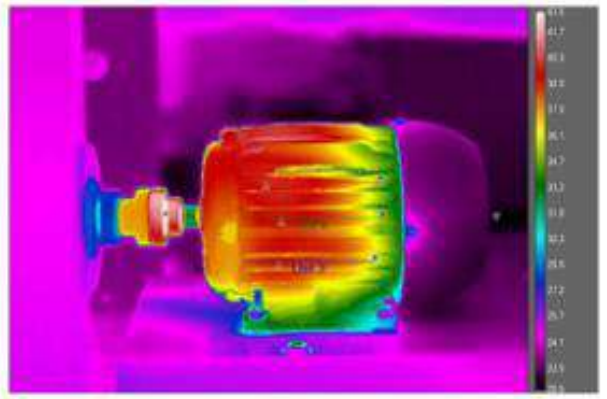
تاثیرامواج هارمونیک

۲- افزایش تلفات ماشین های الکتریکی(موتورها-ترانسفورماتورها-ژنراتورها)

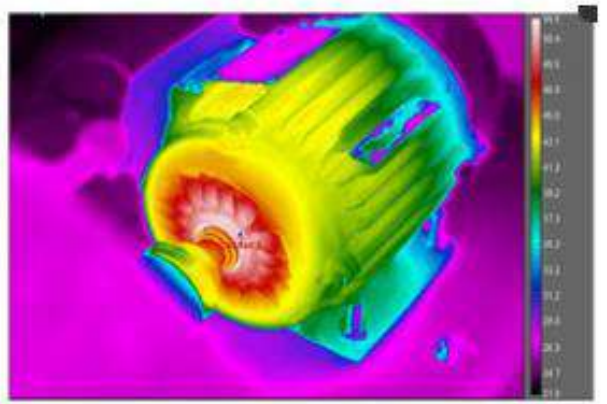
$$\Delta P_{fe} \propto f^2 \rightarrow Q\uparrow$$

$$\Delta P_{fe}\uparrow \Rightarrow \Delta P\uparrow \Rightarrow \eta\downarrow$$





(a)

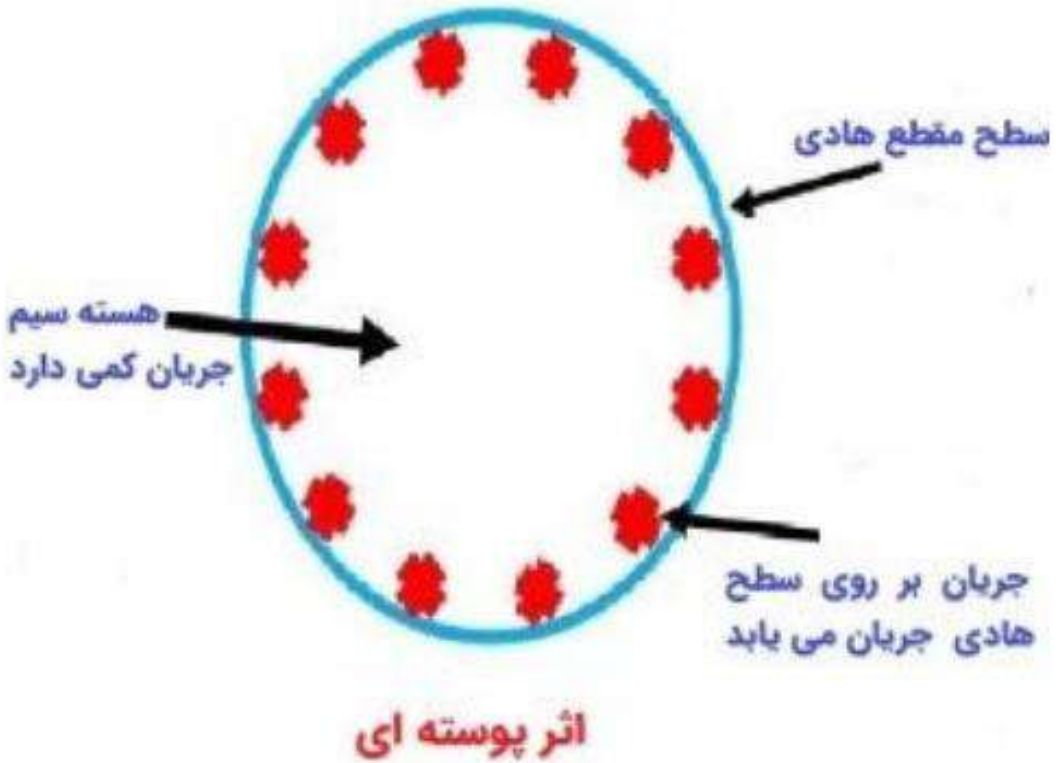


(b)

تاثیرامواج هارمونیک

۳- افزایش اثر پوستی

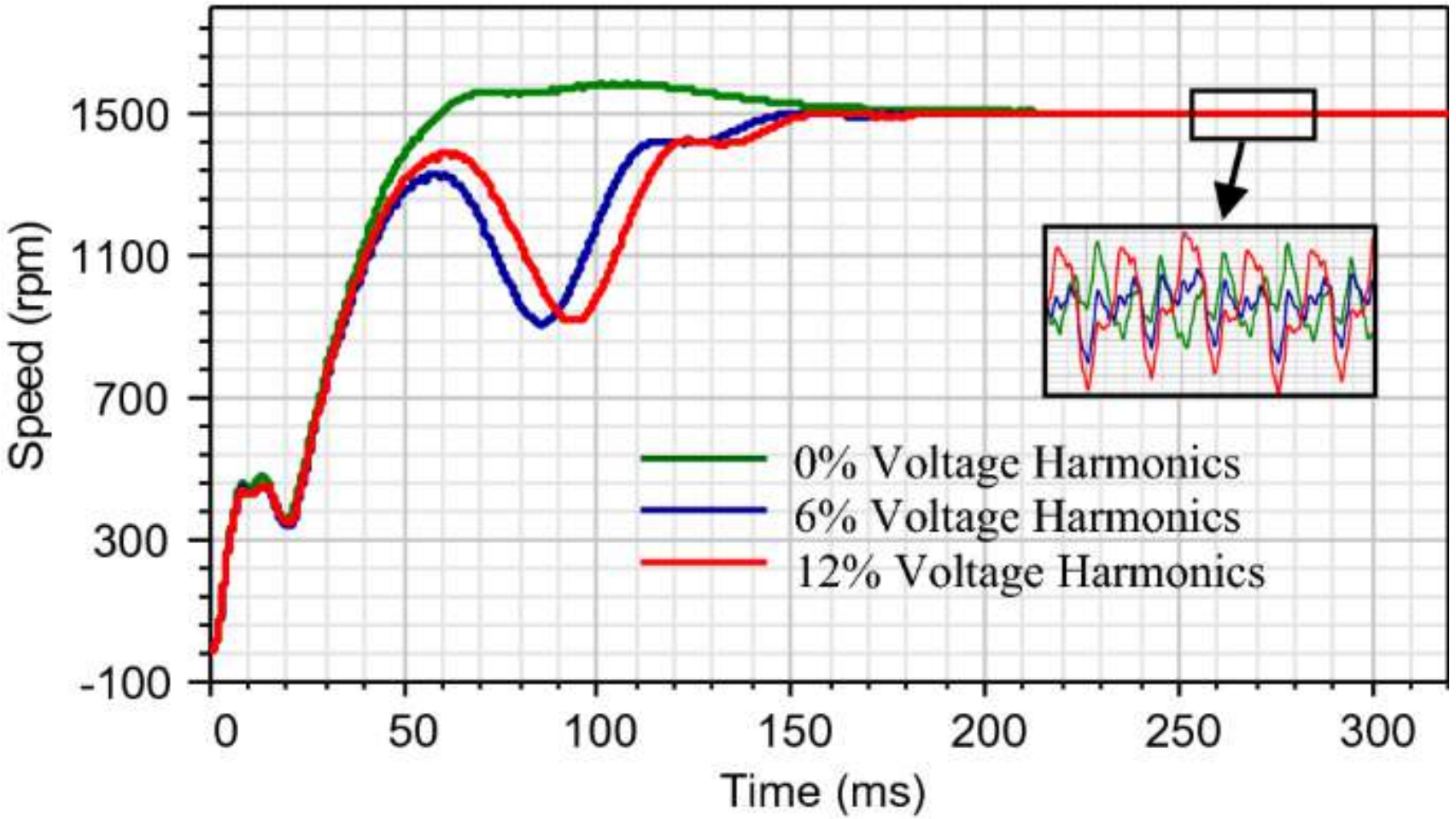
اثر پوسته ای



$$R \uparrow \Rightarrow I \downarrow$$

تاثیرامواج هارمونیک

۴- اعوجاج ولتاژ وعدم یکنواختی در گشتاور تولیدی موتورهای القایی



تاثیرامواج هارمونیک

۵- تغییرات راکتانس سلفی وخازنی

$$XL = 2\pi fL \Rightarrow f \uparrow \Rightarrow XL \uparrow \Rightarrow I \downarrow$$

کاهش جریان مغناطیس کننده در ماشین های الکتریکی

$$XC = \frac{1}{2\pi fC} \Rightarrow f \uparrow \Rightarrow XC \downarrow \Rightarrow I \uparrow$$

افزایش جریان در بانک های خازنی

تاثیرامواج هارمونیک

۶- تاثیر در دستگاه های اندازه گیری،رله ها،کلیدها وفیوز

تغییرات در عملکرد صحیح فیوزها

تغییرات در تنظیم حفاظتی کلید های قدرت

تغییرات در تنظیم رله ها

ایجاد خطا در دستگاه های اندازه گیری

BTM
Behrooz Tools Measuring

مزایای فنی و اقتصادی کاهش هارمونیک

- کاهش تلفات تجهیزات الکتریکی و شبکه برق‌رسانی
- آزادسازی ظرفیت تجهیزات شبکه مانند موتورهای الکتریکی و ترانسفورماتورها
- افزایش طول عمر تجهیزات به‌دلیل کاهش تلفات و کاهش درجه حرارت
- کاهش احتمال رزونانس موازی و سری در شبکه
- افزایش راندمان موتورهای الکتریکی
- کاهش خطای عملکرد رله‌ها ، تجهیزات کنترلی و حفاظتی شبکه ناشی از تأثیرات هارمونیک‌ها
- کاهش خطای قرائت دستگاه‌های اندازه‌گیری و کنتورها و در نتیجه کاهش خطای مبالغ دریافتی از مشترکین
- عملکرد بهتر تجهیزات شبکه از جمله ماشین‌های الکتریکی به‌دلیل کاهش گشتاور مخالف به‌واسطه برخی از هارمونیک‌ها

بهبود رضایت مشترکین به‌دلیل بهبود کیفیت توان

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

BTM
Behrooz Tools Measuring

دستگاه های اندازه گیری پیشنهادی

Power Analyzer

BTM
Behrooz Tools Measuring

FLUKE

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

BTM
Behrooz Tools Measuring

FLUKE

Fluke 1736 and 1738 Three-Phase Power Quality Loggers

BTM
Behrooz Tools Measuring

PQ3198

HIOKI

PQ3100

BTM
Behrooz Tools Measuring

HIOKI

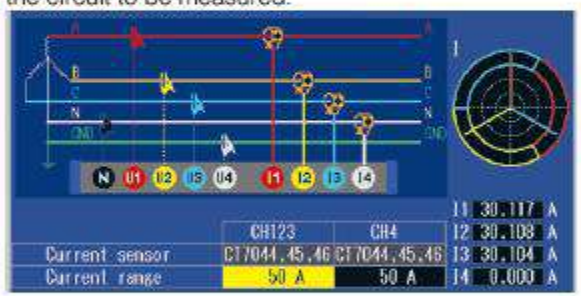
QUICK SET: Easy-to-understand measurement guidance

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

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.

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

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

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.)

شرکت تجهیزات اندازه گیری وابزار دقیق بهروز btmco.ir

BTM
Behrooz Tools Measuring

Quality and reliability is our tradition
KYORITSU

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.

شرکت تجهیزات اندازه گیری وابزار دقیق بهروز btmco.ir

BTM
Behrooz Tools Measuring

UNI-T®

UT285c-power-quality-analyzer

BTM
Behrooz Tools Measuring

PCE Instruments

3 PHASE POWER ANALYZER PCE-PA 8300

BTM
Behrooz Tools Measuring

MarMonix
Promote your assessment

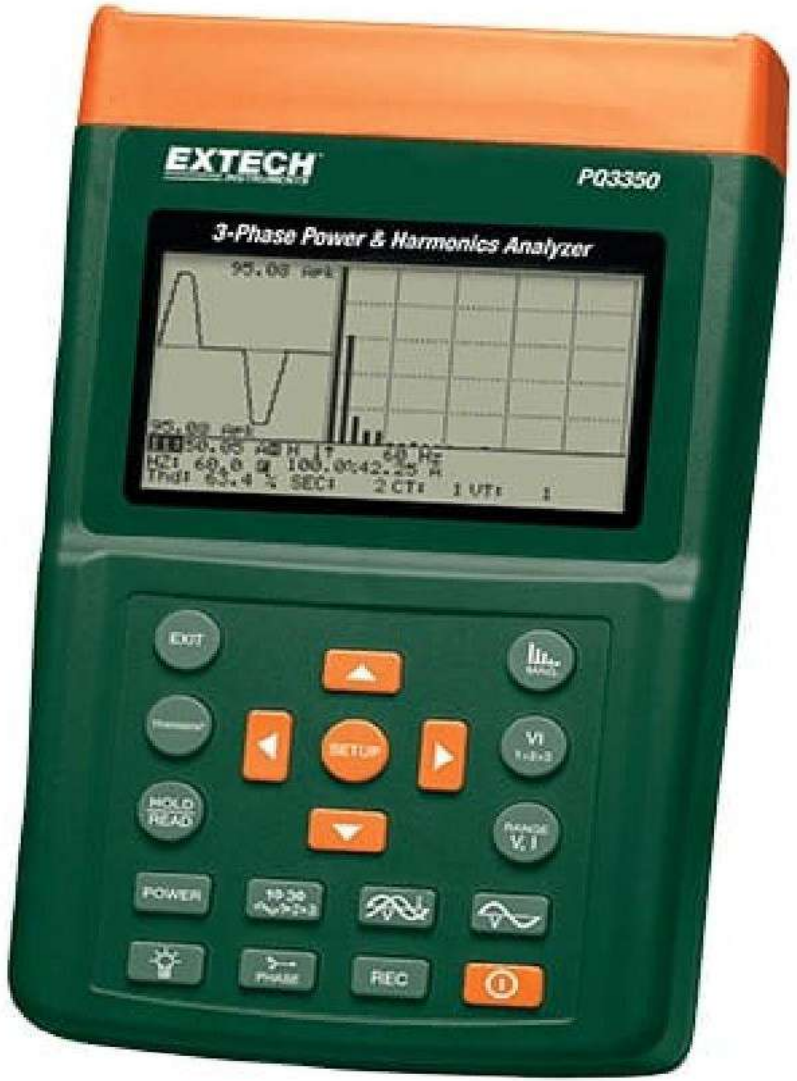
MPQ-300

Power Quality Analyzer

BTM
Behrooz Tools Measuring

EXTECH®
INSTRUMENTS

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



btmco.ir شرکت تجهیزات اندازه گیری وابزار دقیق بهروز

موارد اندازه گیری شده در پاورآنالایزر

-جریان هرفاز(خطی وفازی)

-ولتاژ هر فاز(خطی وفازی)

-توان هرفاز(اکتیو-راکتیو-ظاهری)

-توان مختلط کل سیستم(اکتیو-راکتیو-ظاهری)

-ضریب توان یا ضریب قدرت هرفاز(COSφ)

-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(جریان،ولتاژ،توان)

-اندازه گیری زاویه اختلاف فاز جریان وولتاژهر فاز

-اندازه گیری زاویه اختلاف فاز کل سیستم

-نمایش شکل موجهای دلخواه ولتاژیا جریان به همراه هارمونیک مورد نظر

-اندازه گیری جریان های هجومی

-محاسبه راندمان درایو کنترل موتورهای الکتریکی

-محاسبه تلفات انرژی الکتریکی

-نمایش واندازه گیری ولتاژهای لحظه ای

-ثبت وذخیره اطلاعات کیفیت توان(Logger)

-نمایش ضریب اعوجاج(C.F)

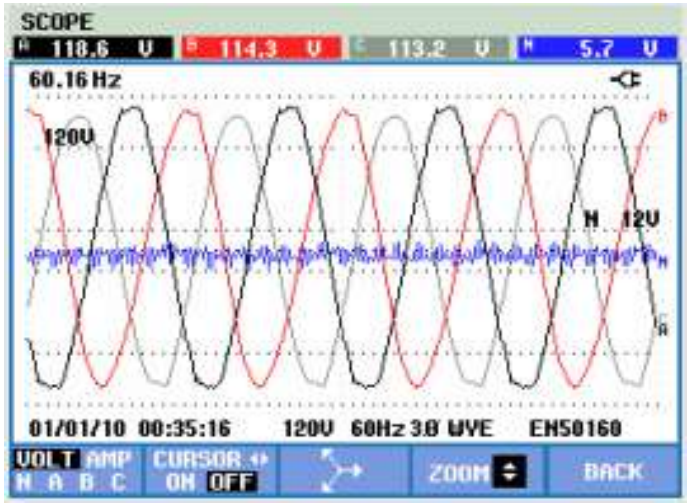
-نماش واندازه گیریTHD ولتاژ وجریان

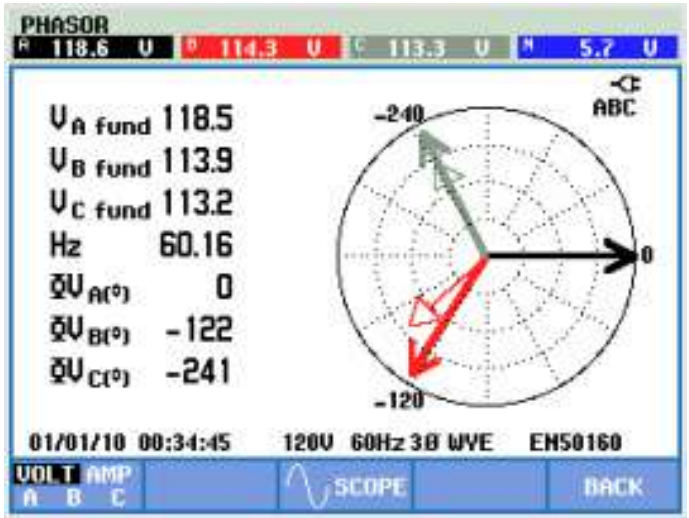
-اندازه گیری تغییرات ناگهانی ولتاژ،جریان و..Dips & Swells

-اندازه گیری حالات Flicker

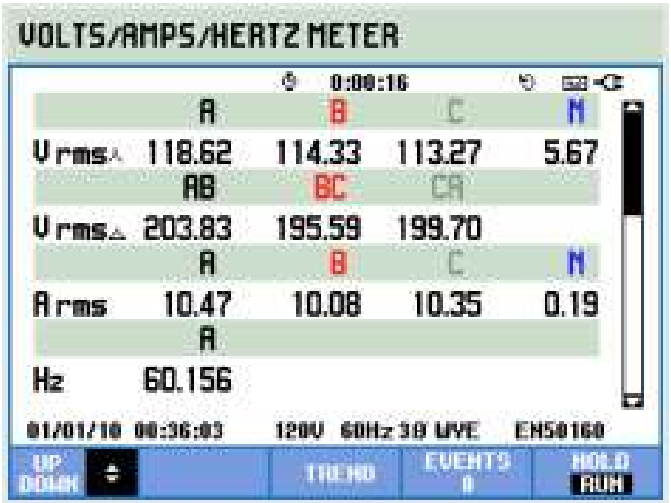
BTM
Behrooz Tools Measuring

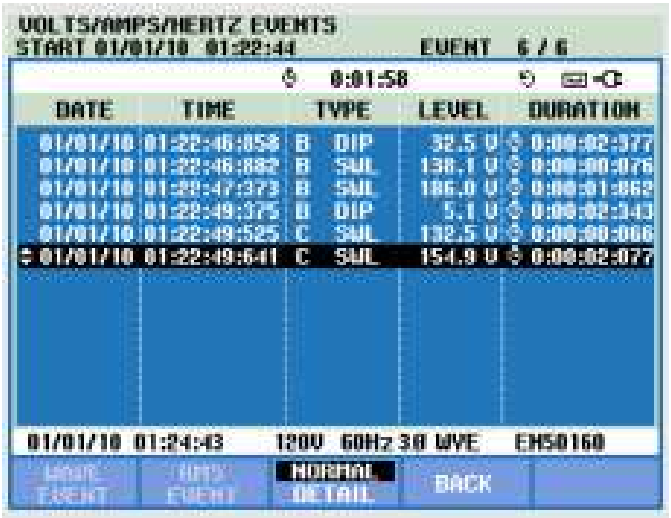
Scope Waveform and Phasor



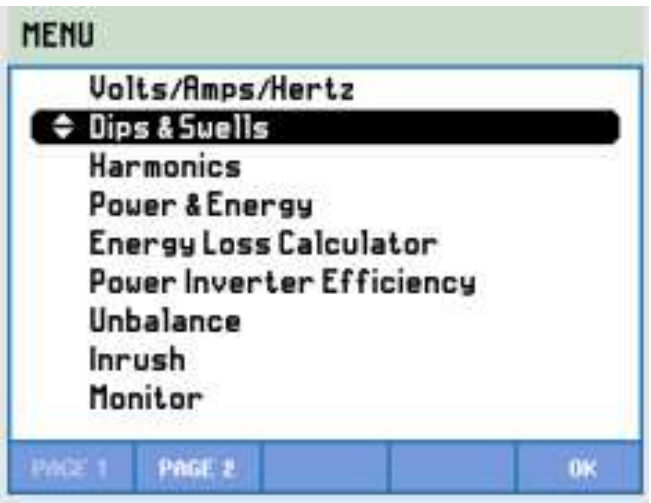


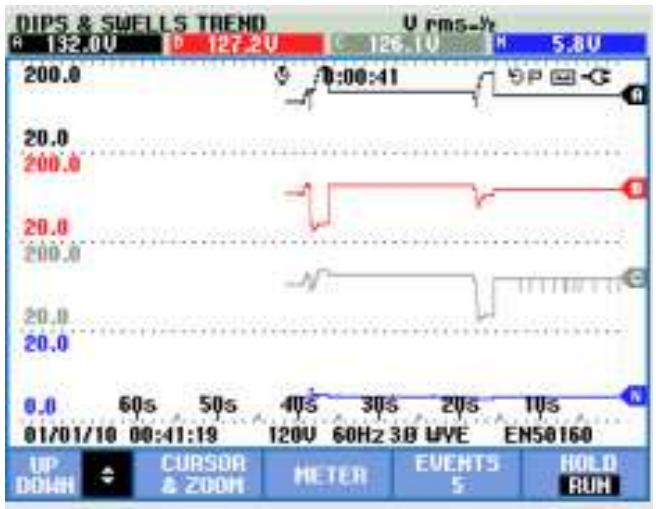
Volts/Amps/Hertz





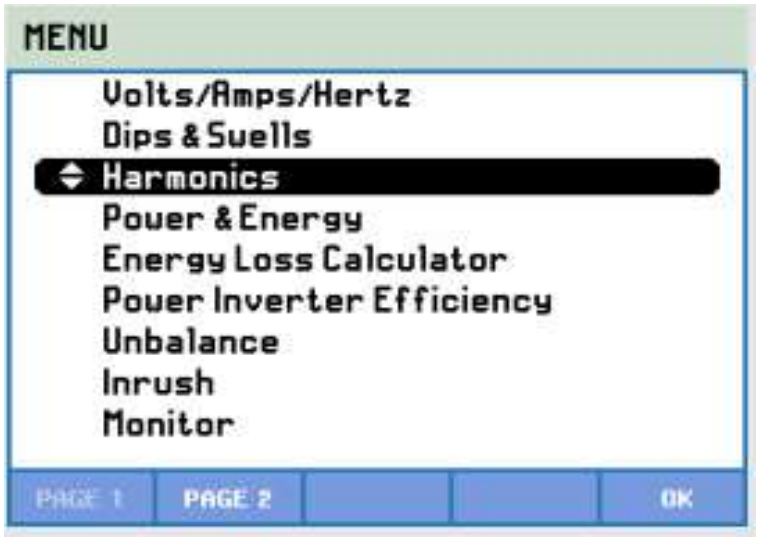
Dips & Swells

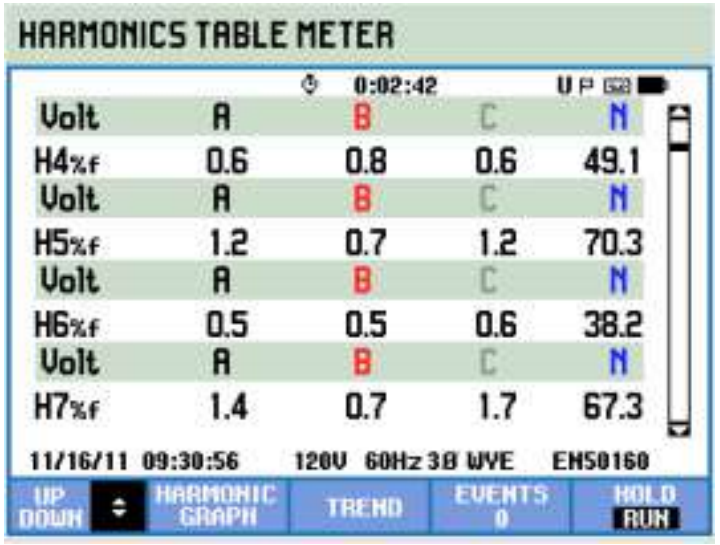




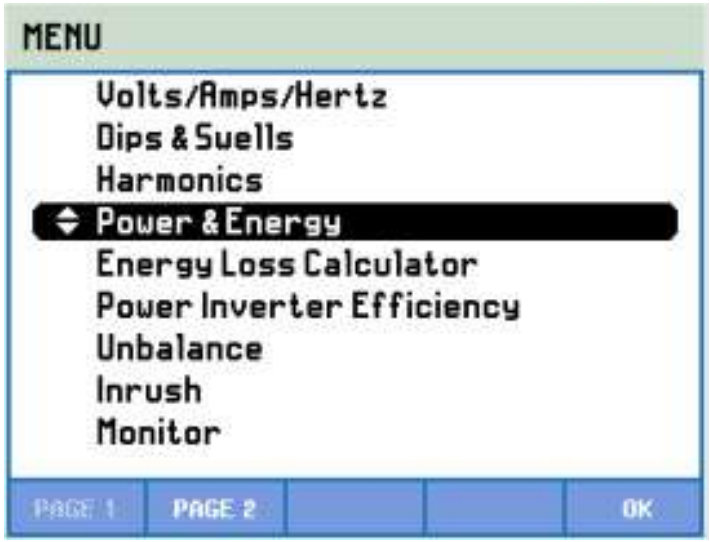
BTM

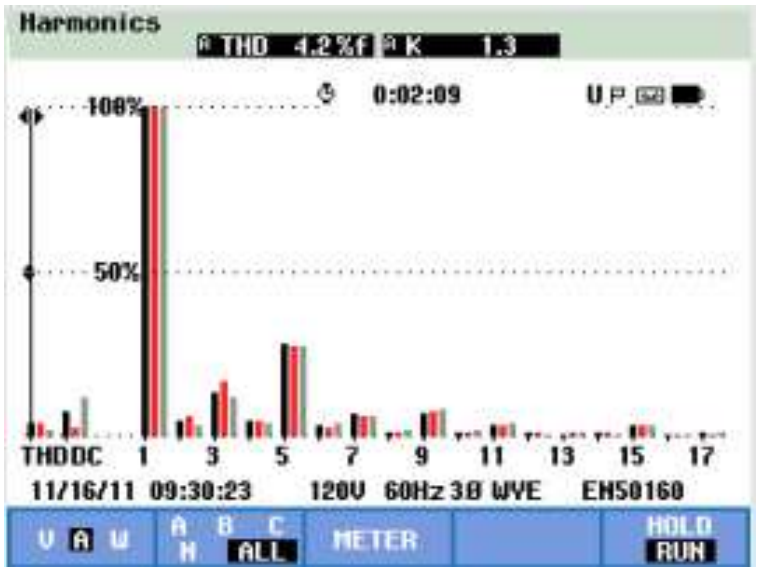
Harmonics

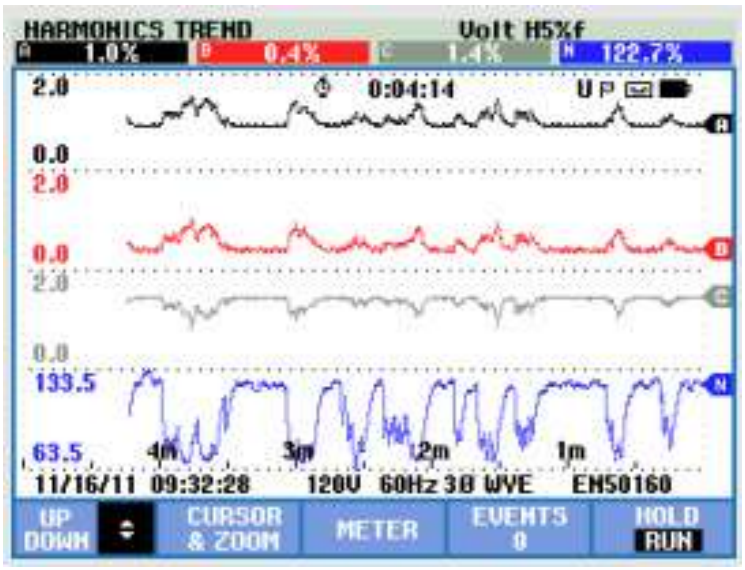


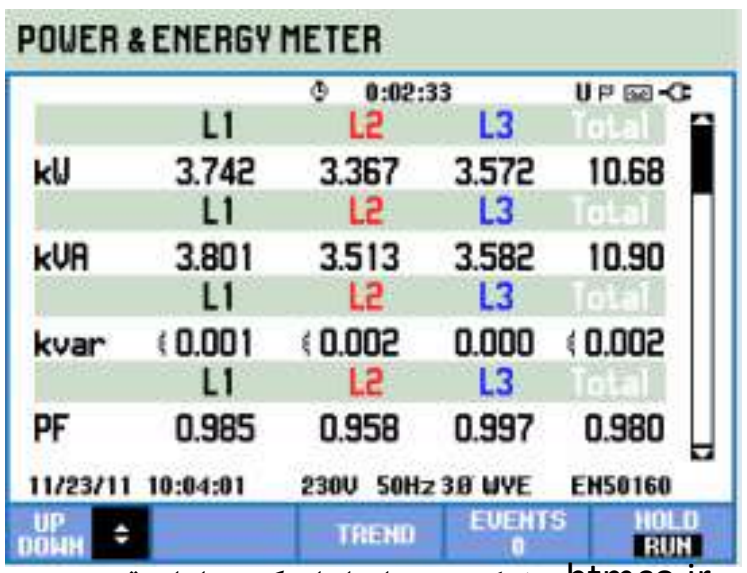


Power & Energy



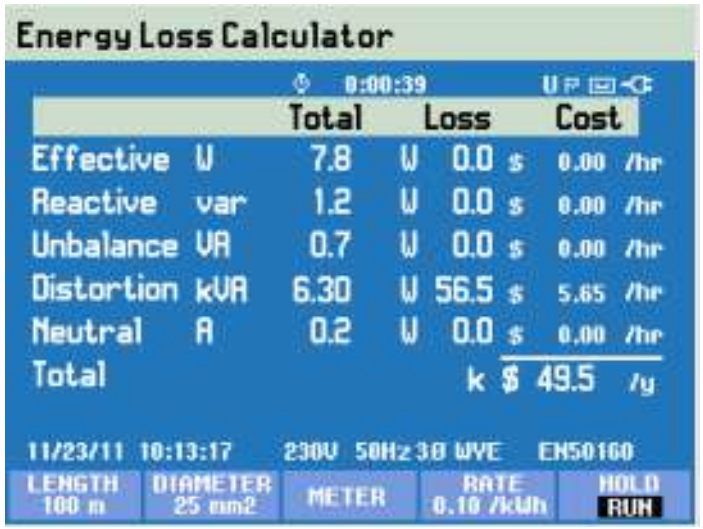


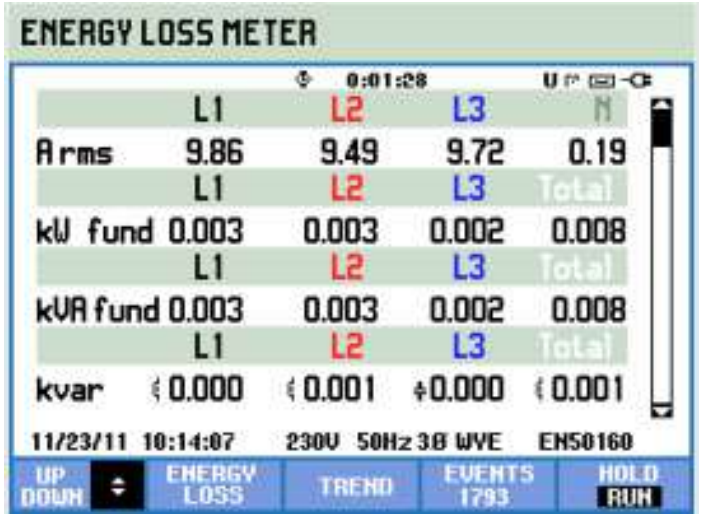




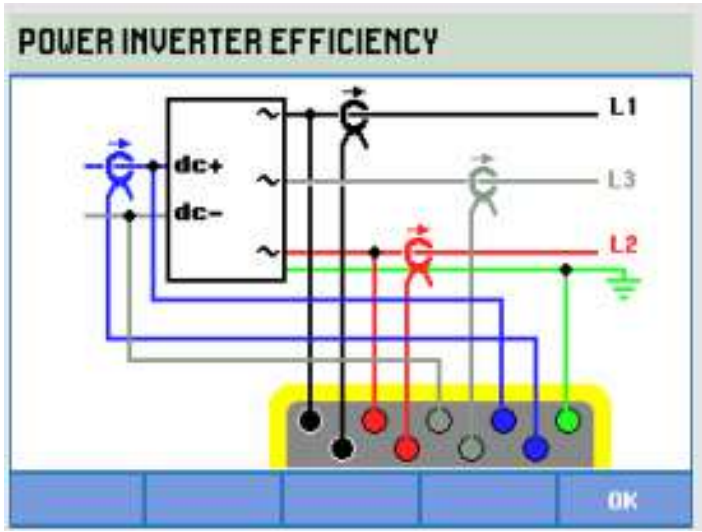
BTM
Behrooz Tools Measuring

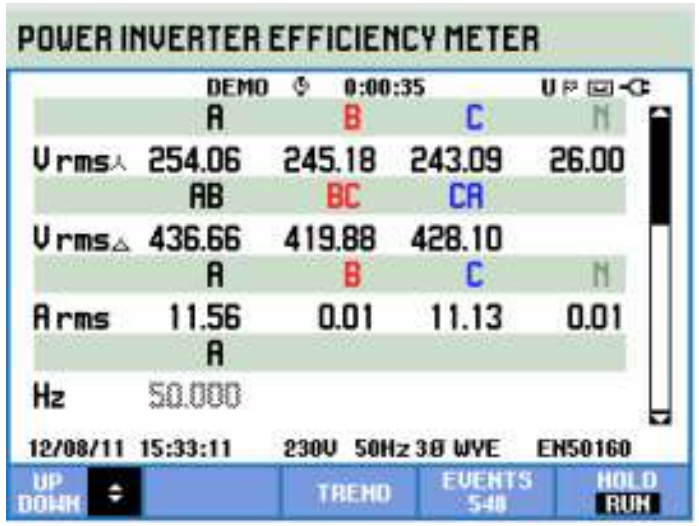
Energy Loss Calculator



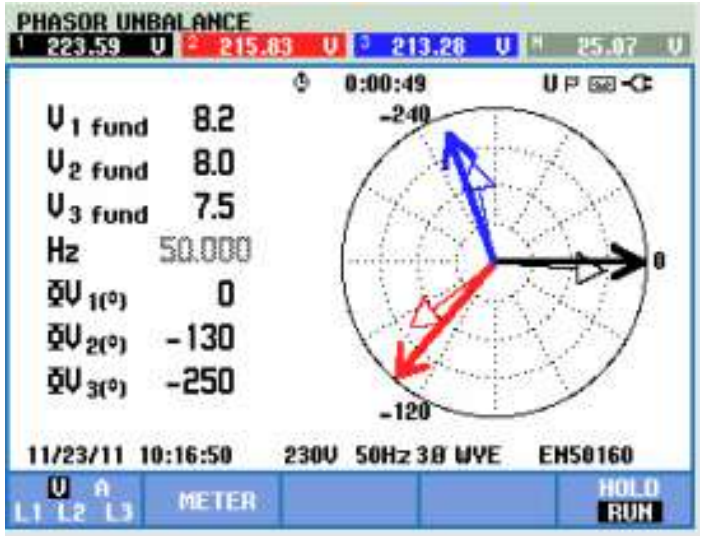


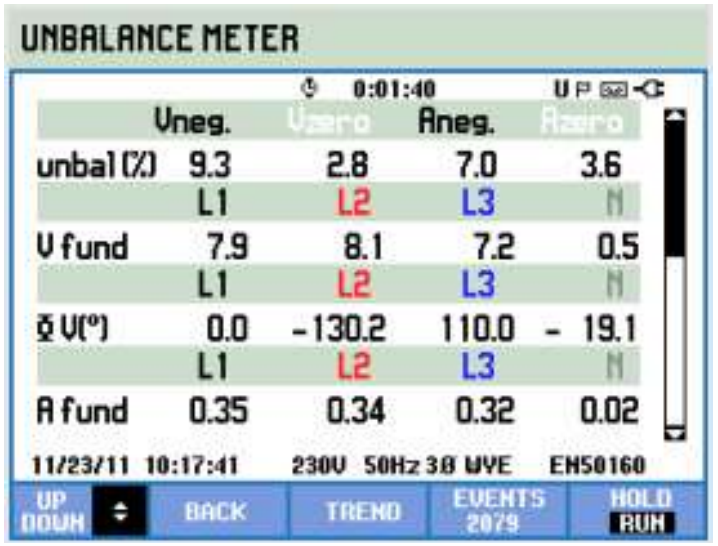
Power Inverter Efficiency





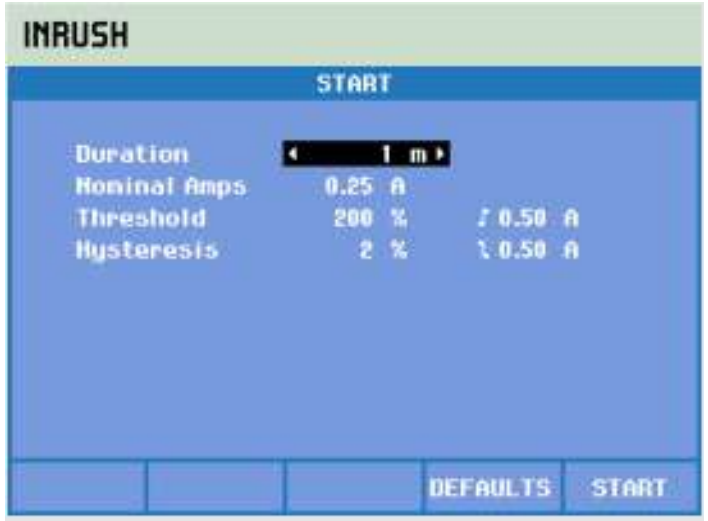
Unbalance

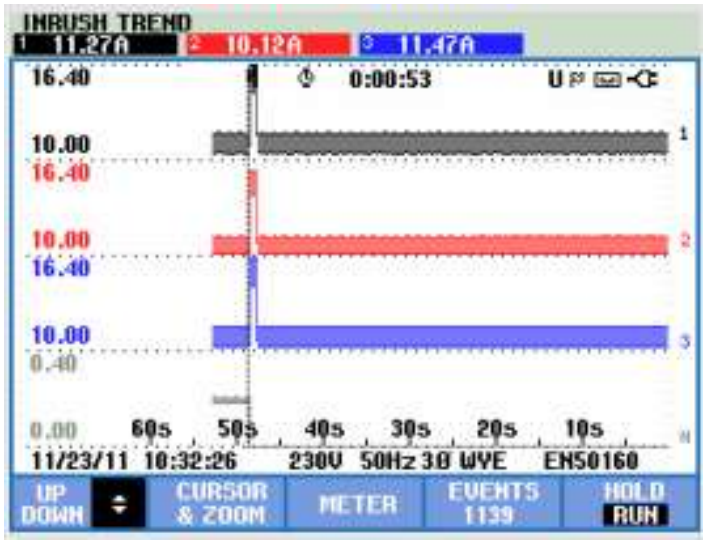




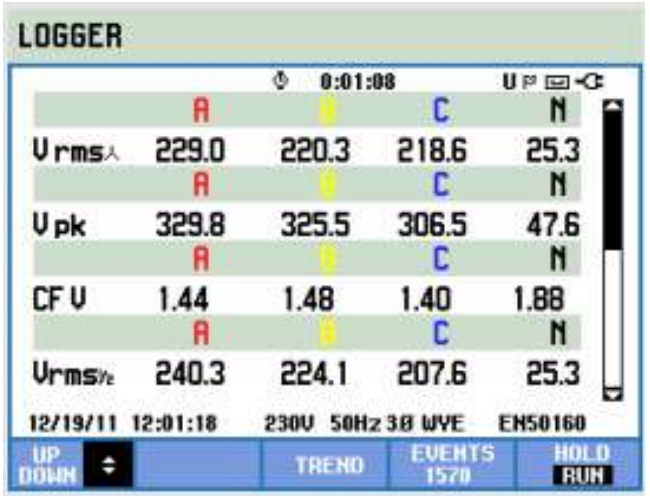
BTM
Behrooz Tools Measuring

Inrush





Logger



$$C.F = \frac{V_{max}}{V_{rms}} \Rightarrow \sqrt{2} = 1.41$$

$C.F \leq 1.41$ مطلوب

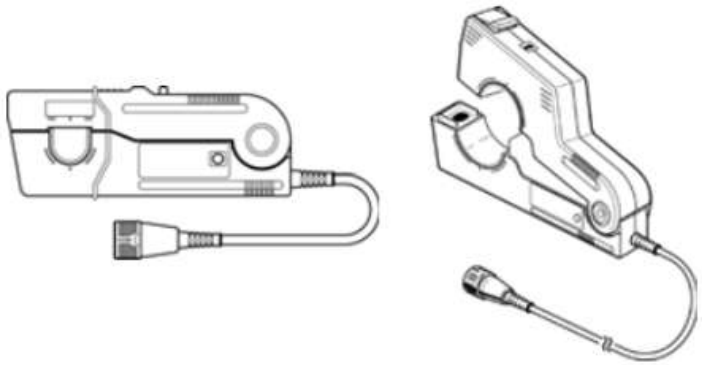
$C.F > 1.41$ غیرقابل قبول

در دستگاه اندازه گیری پاورآنالایزر باید از دو کمیت جریان وولتاژ الکتریکی شبکه ومدار الکتریکی نمونه گیری بصورت سری(اندازه گیری جریان) وموازی(اندازه گیری ولتاژ)انجام شود.

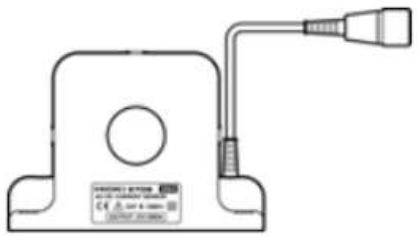
اندازه گیری جریان(بصورت مستقیم در جریان های پایین،بصورت غیر مستقیم وبا استفاده از سنسورها ویا کلمپ ها درجریان های متوسط وبالا)

Clamp On Sensor

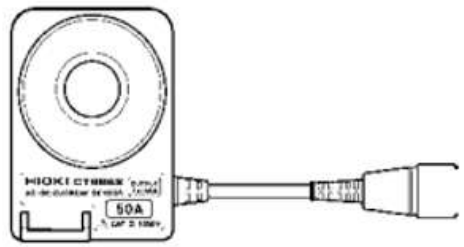
Universal Clamp On CT



AC/DC Current Sensor



AC/DC Current Sensor



اتصالات دستگاه پاورآنالایزر

5 voltage input connectors: L1, L2, L3, GND, N.

Current input connectors for current sensors: L1, L2, L3, N.

Charging indicator.

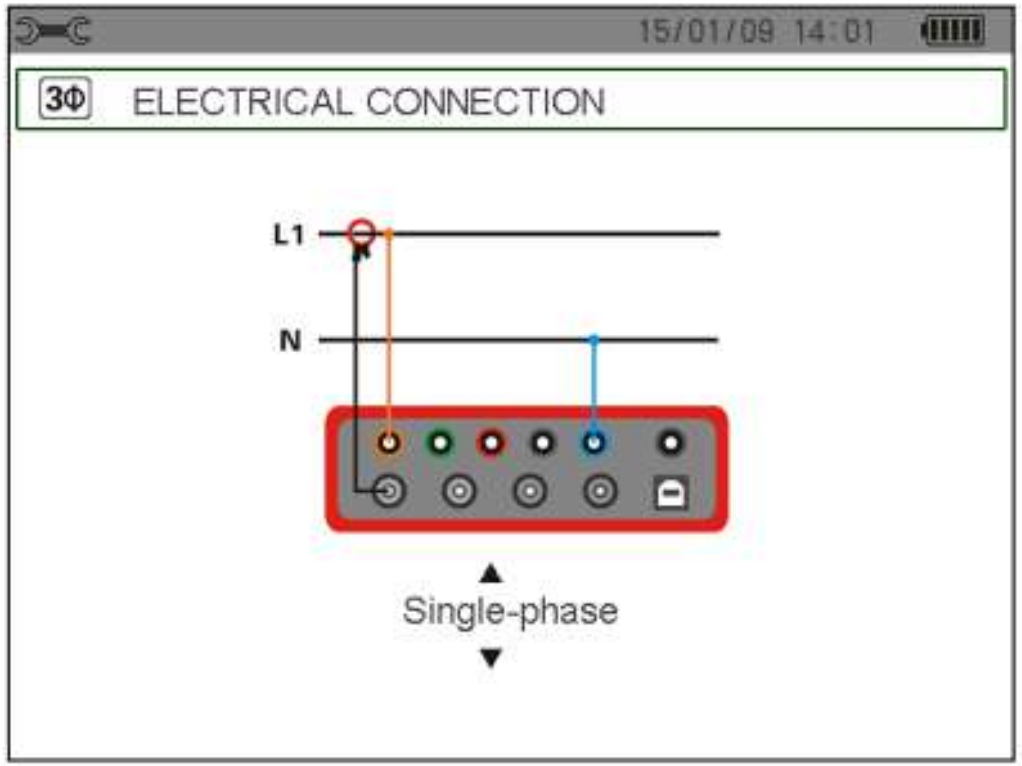
Dedicated power adapter port/ charger port.

USB connector.

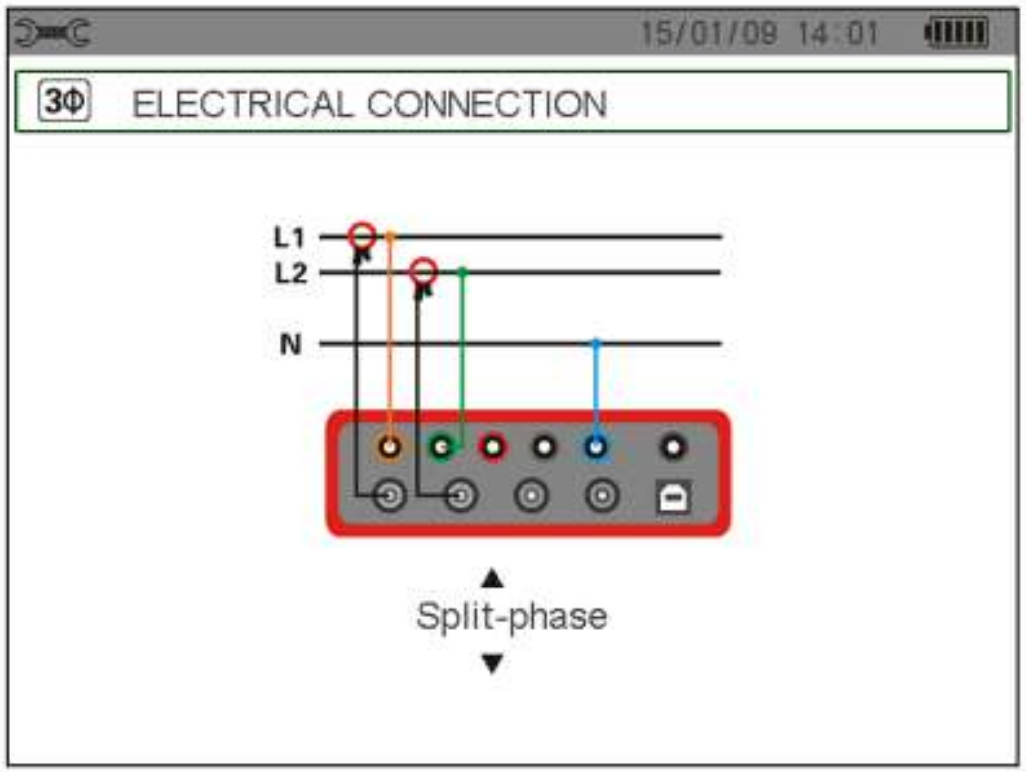
Connectors on the top of device

BTM
Behrooz Tools Measuring

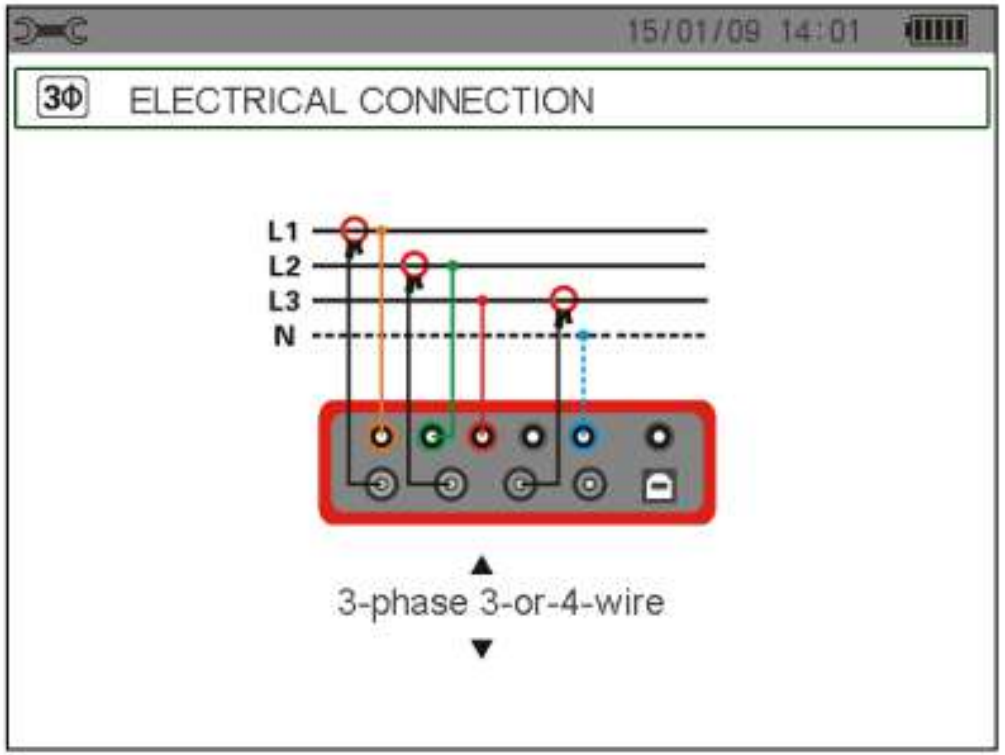
Single-phase network



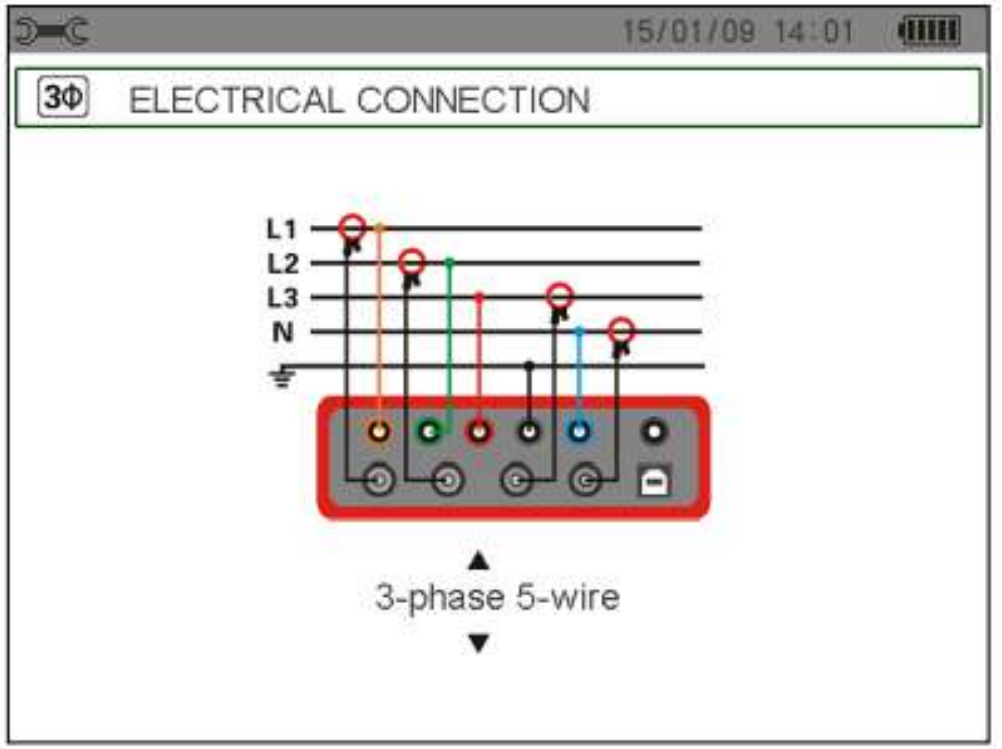
Split-phase network



4-wire three-phase network



5-wire three-phase network



روش حذف هارمونیک ها در سیستم های قدرت

استفاده از فیلترهای غیرفعال(Passive) ،فعال(Active)وترکیبی(Hybrid)

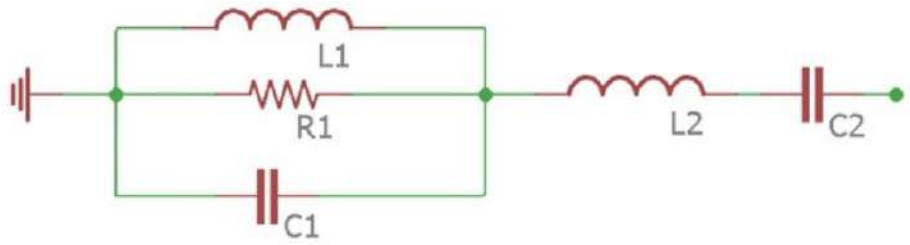
-فیلتر های غیرفعال(Passive)

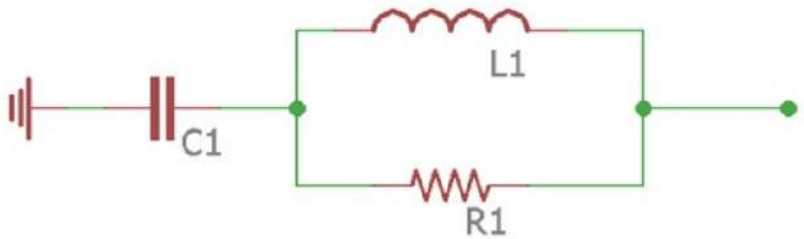
ترکیب عناصر مداری مقاومت-سلف-خازن

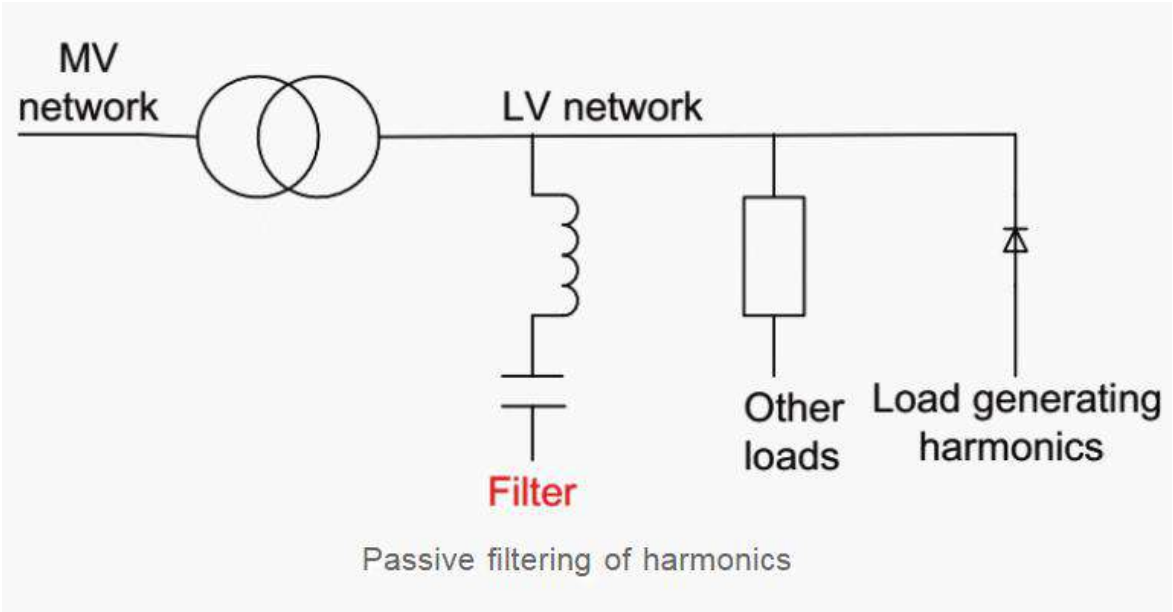
-پایین گذر

-میان گذر

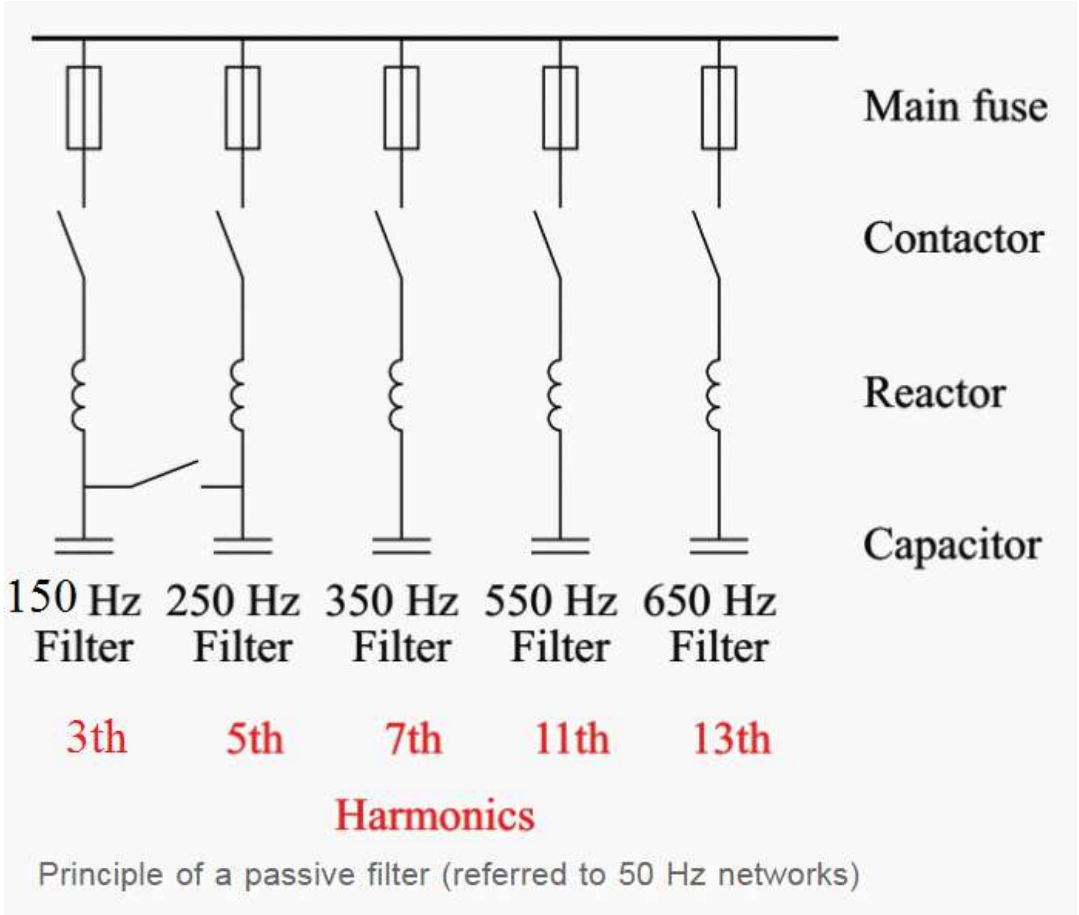
-بالاگذر







Passive filtering of harmonics

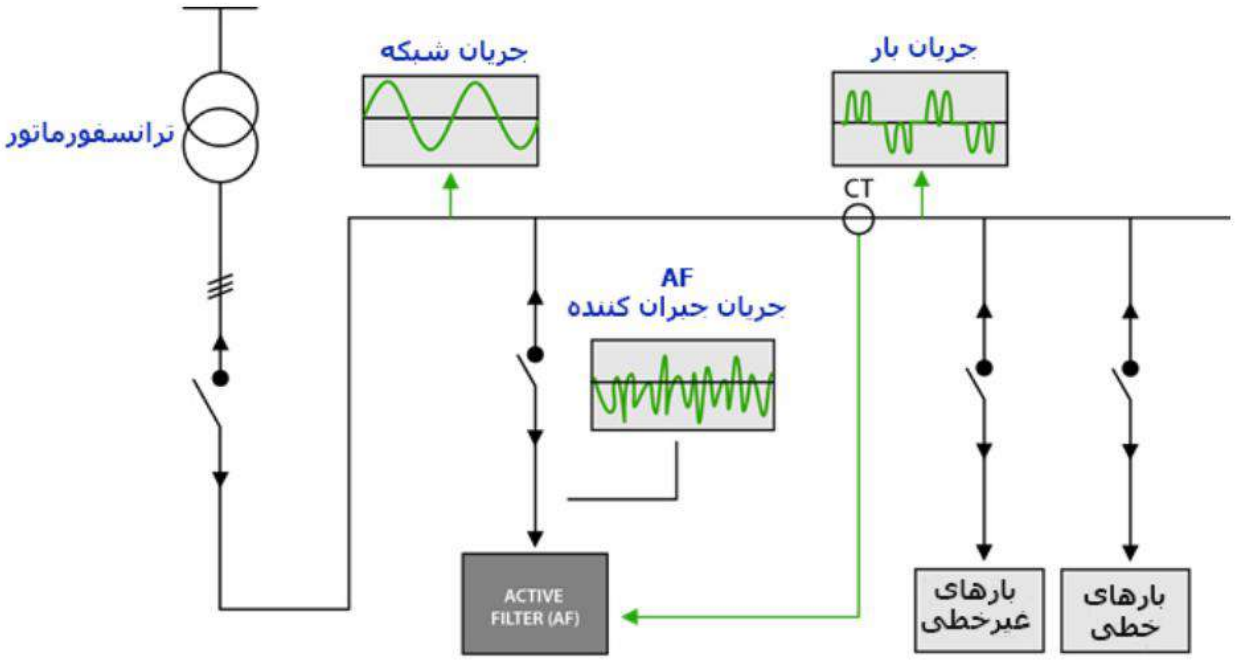


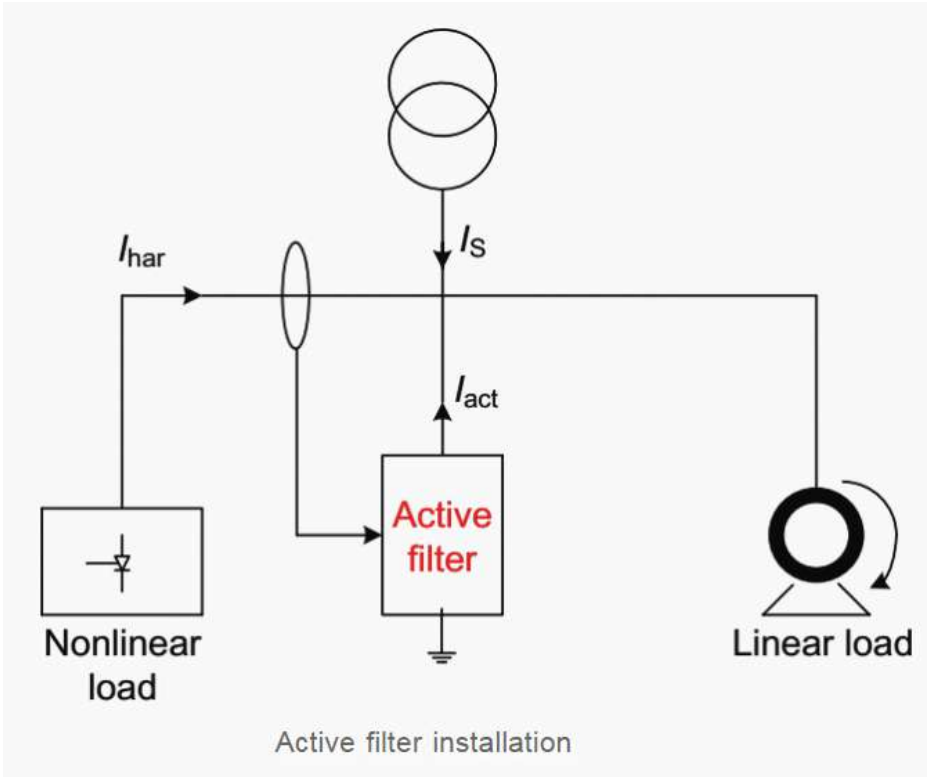
Principle of a passive filter (referred to 50 Hz networks)

BTM
Behrooz Tools Measuring

-فیلترهای فعال(Active)

ترکیب تجهیزات الکترونیک قدرت(طراحی پیچیده تر وگران تر)

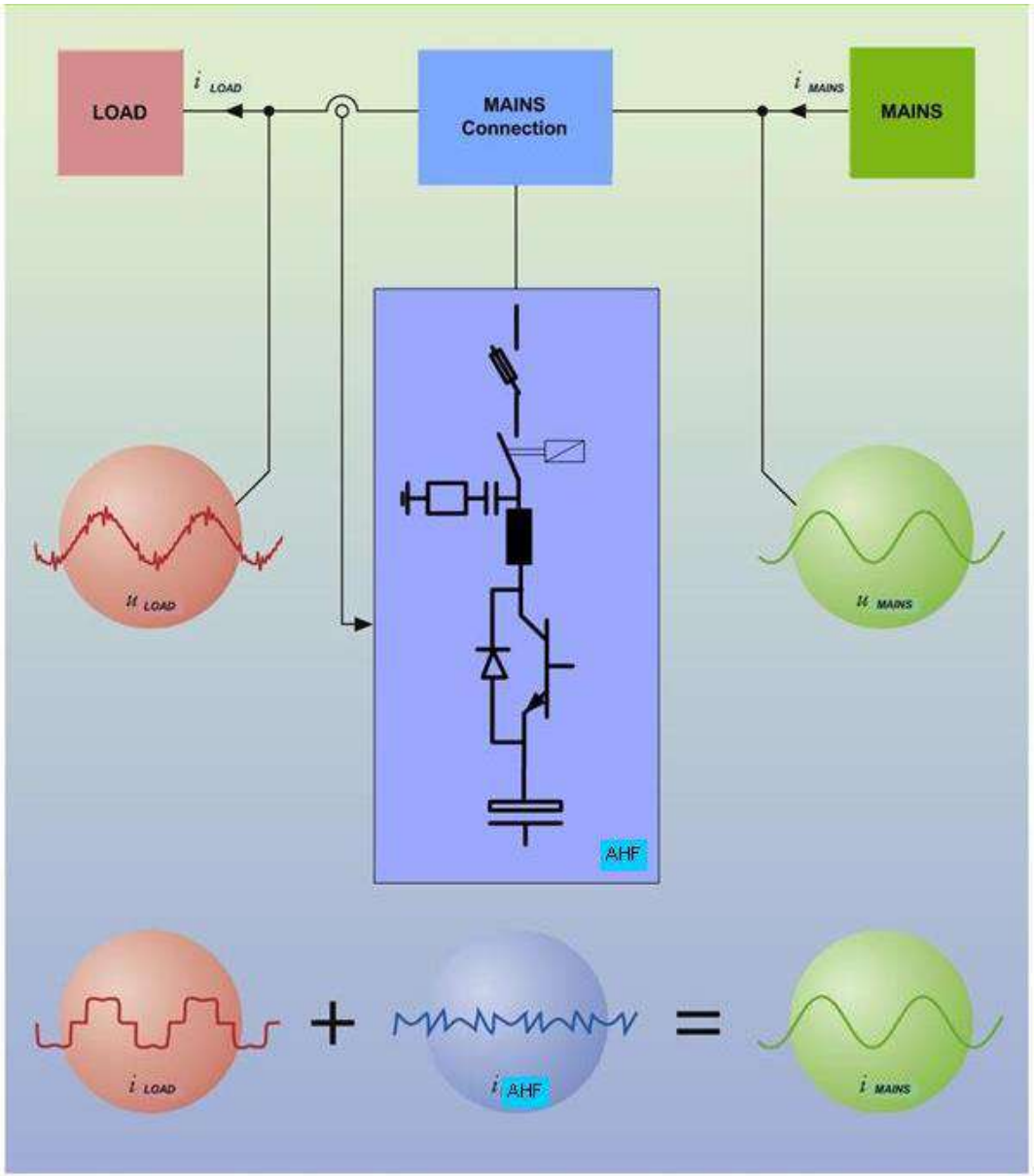


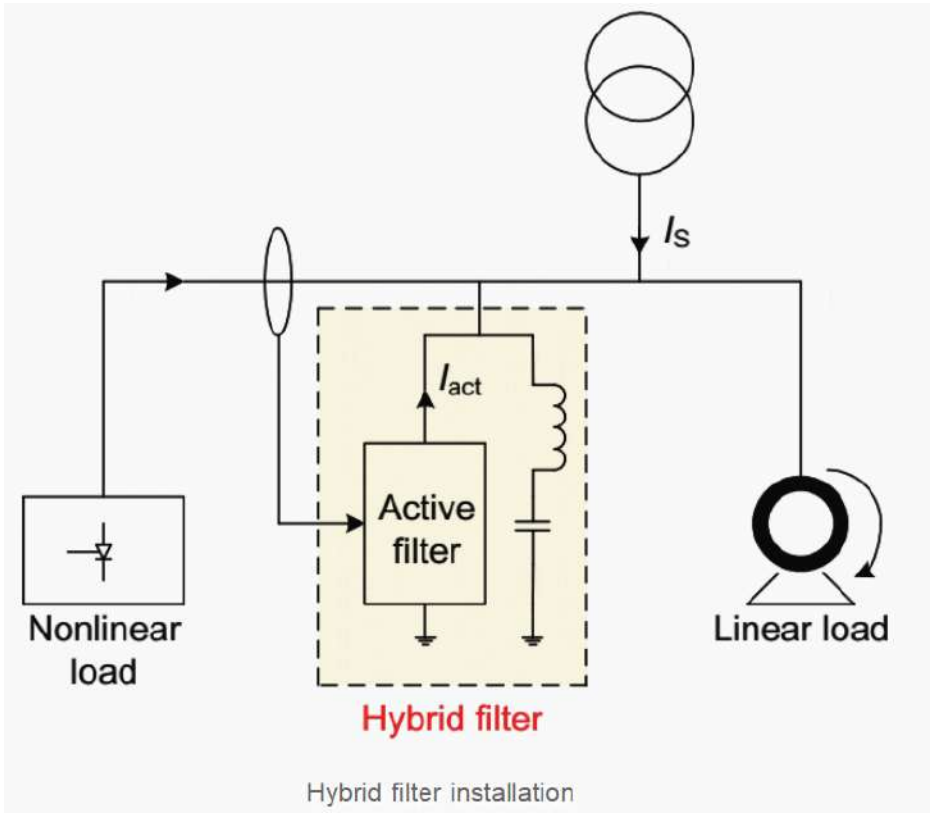


Active filter installation

BTM
Behrooz Tools Measuring

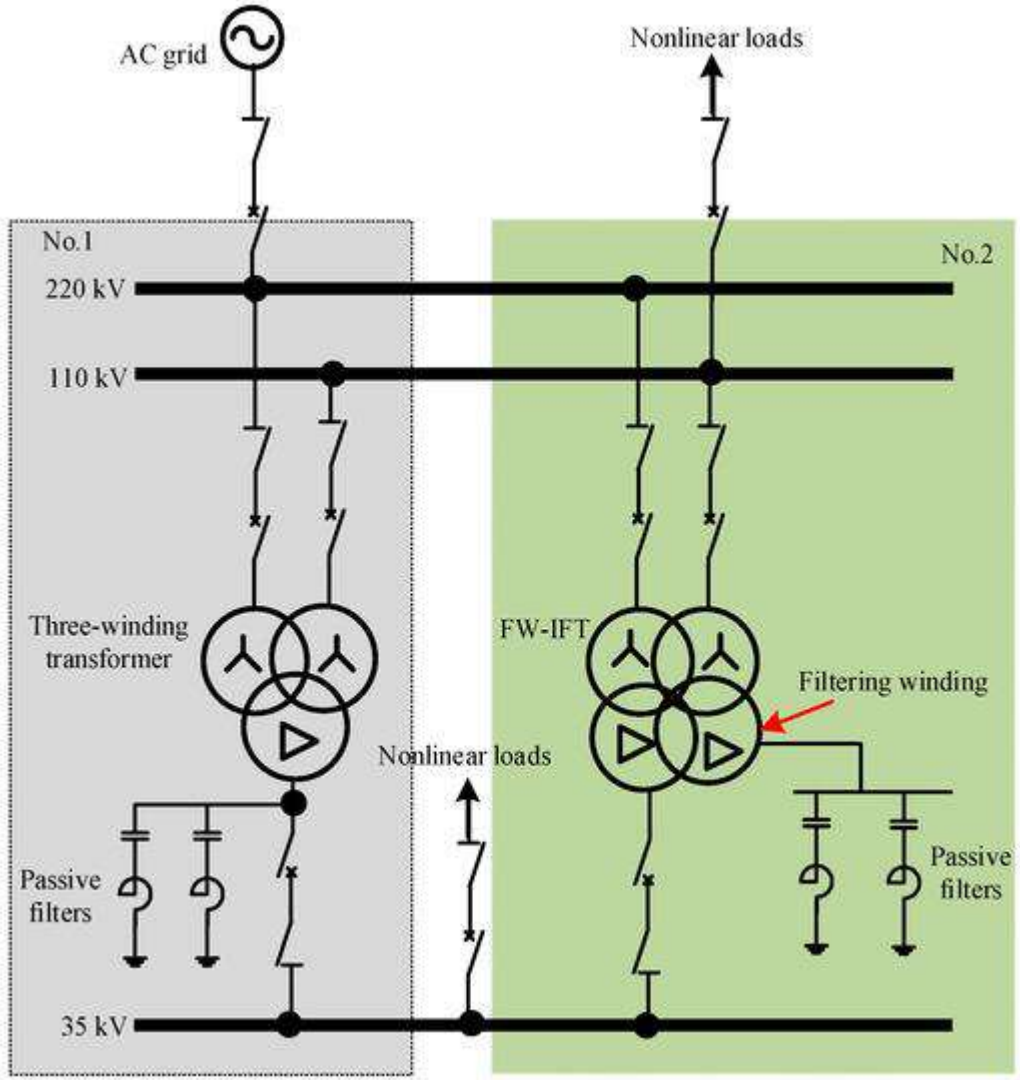
-فیلترهای ترکیبی(Hybrid)





Hybrid filter installation

روش حذف هارمونیک سوم توسط ترانسفورماتور اتصال مثلث



BTM
Behrooz Tools Measuring

روش های کاهش مصرف انرژی الکتریکی(با پایش وضعیت توسط پاورآنالایزر)

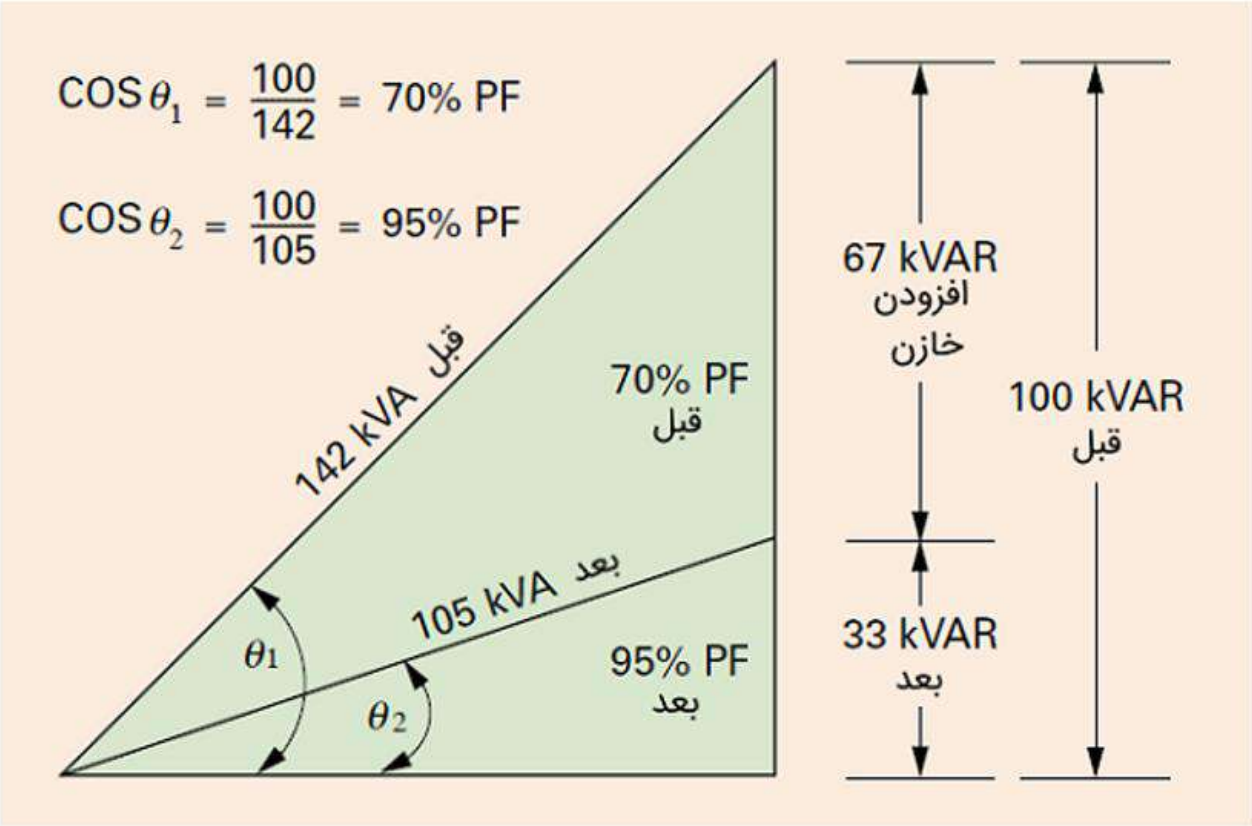
-کاهش تلفات(از طریق کاهش هارمونیک شبکه)

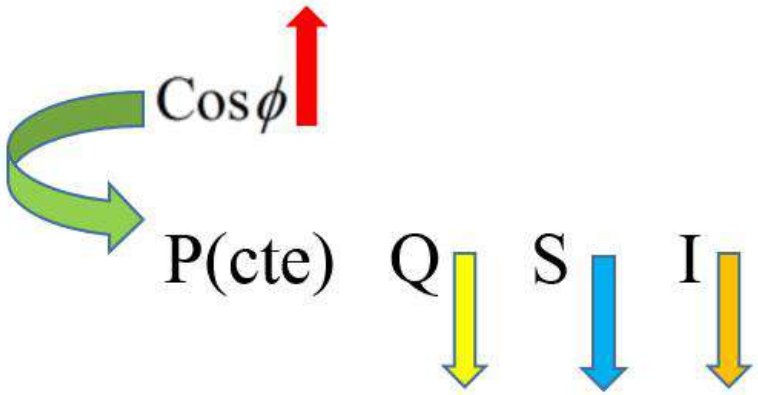
-خازن گذاری (از طریق مقدار توانهای سیستم وضریب توان)

-بار گیری بهینه از ترانسفورماتورها.

-متعادل سازی بارهای سه فازه(از طریق دیاگرام برداری فازها ومقدار جابجایی سیم نول)

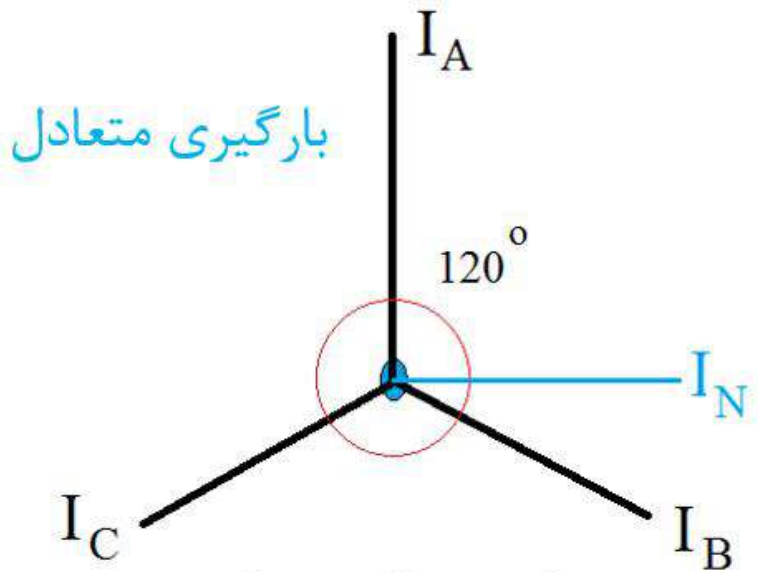
خازن گذاری


$\cos\theta_1 = \frac{100}{142} = 70\%$ PF
$\cos\theta_2 = \frac{100}{105} = 95\%$ PF
142 kVA قبل
105 kVA بعد
70% PF
قبل
95% PF
بعد
θ_1
θ_2
67 kVAR
افزودن
خازن
33 kVAR
بعد
100 kVAR
قبل


Cosϕ
P(cte)
Q
S
I

BTM
Behrooz Tools Measuring

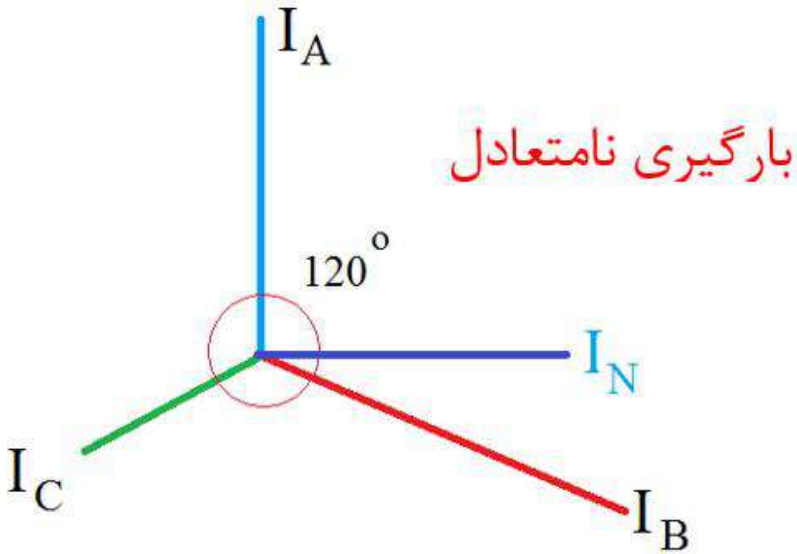
-متعادل سازی بارهای سه فازه(از طریق دیاگرام برداری فازها ومقدار جابجایی سیم نول)



$$I_A \approx I_B \approx I_C$$

$$V_{PA} \approx V_{PB} \approx V_{PC}$$

$$I_N = I_A + I_B + I_C$$



$$I_A \neq I_B \neq I_C$$

$$V_{PA} \neq V_{PB} \neq V_{PC}$$

$$I_N = I_A + I_B + I_C$$