

## کیفیت توان (کیفیت برق) چیست؟

کیفیت توان (کیفیت برق) نقش مهمی در تامین برق موثر مصرف کنندگان دارد. از آنجایی که انرژی الکتریکی - انرژی برق - به یک منبع ضروری تر و با ارزش تر برای کل جهان تبدیل می شود، حفظ کیفیت آن در تمام سطوح استفاده برای کارکرد قابل اعتماد تجهیزات مهم است. کیفیت توان (کیفیت برق) بالا، به طور ایده آل توان برقی را ایجاد می کند که همیشه در دسترس است، کاملاً خالص و بدون نویز است، شکل موج سینوسی دارد و همیشه در طول تلورانس های ولتاژ و فرکانس است.

کیفیت توان الکتریکی به عنوان یکی از موارد مهم در سیستم های برقی، اهمیت بسیاری دارد. در این مقاله، به بررسی مفاهیم کیفیت توان الکتریکی، اهمیت آن در سیستم های برقی و روش های بهبود آن پرداخته خواهد شد.

به دلیل استفاده از بارهای غیرخطی و تجهیزات الکترونیکی قدرت در بخش های انتقال، توزیع و بهره برداری سیستم قدرت منجر به اعوجاج در شکل موج ولتاژ و جریان می شود. ما قبلاً از اعوجاج هارمونیک کل توسط کنترل فاز و کنترل یکپارچه برق AC آگاه هستیم.

امروزه شرکت های توزیع برق ماهیت رقابتی برای بهبود کیفیت برق با افزایش نگرانی در مورد آن برای کسب سودآوری و رضایت مشتری نشان می دهند.

## تعریف کیفیت توان

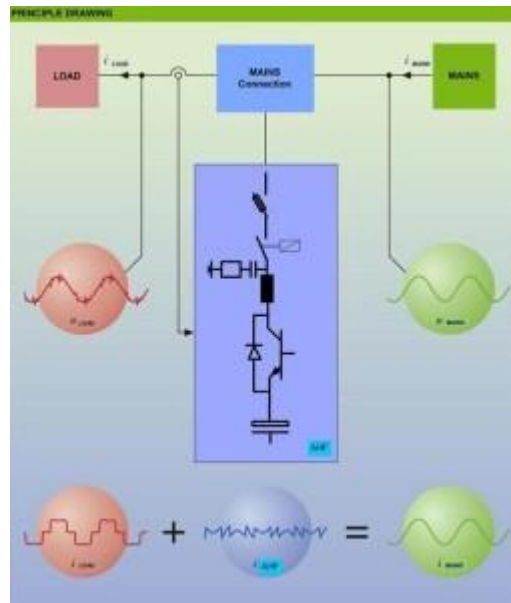
کیفیت توان الکتریکی به مجموعه از ویژگی هایی گفته می شود که توانایی سیستم برقی را در ارائه توان الکتریکی با کیفیت بالا به مصرف کنندگان بهبود می بخشد. این ویژگی ها شامل ثبات ولتاژ، فرکانس، هارمونیک، فلیکر و دیگر ویژگی های شبکه برق می شود.

**کیفیت توان الکتریکی یا کیفیت توان (کیفیت برق)** درجه ای است که ولتاژ، فرکانس و شکل موج یک سیستم منبع تغذیه با مشخصات تعیین شده مطابقت دارد. کیفیت توان خوب را می توان به عنوان ولتاژ تغذیه ثابت که در محدوده تعیین شده باقی می ماند، فرکانس  $ac$  ثابت نزدیک به مقدار نامی، و شکل موج منحنی ولتاژ صاف (شبه موج سینوسی) تعریف کرد. اگر برق عرضه شده به دستگاه ها یا تجهیزات کم باشد، عملکرد ضعیفی را به همراه دارد. کیفیت برق خوب باعث می شود که تجهیزات بدون تأثیر بر عملکرد یا طول عمر به درستی کار کنند.

به طور کلی، در نظر گرفتن کیفیت توان الکتریکی به عنوان سازگاری بین آنچه که از پریرز برق خارج می شود و باری که به آن وصل می شود، مفید است<sup>[۱]</sup>. این اصطلاح برای توصیف نیروی الکتریکی که بار الکتریکی را به حرکت در می آورد استفاده می شود و توانایی بار برای عملکرد صحیح بدون برق مناسب، یک دستگاه الکتریکی (یا بار) ممکن است خراب شود، زودرس از کار بیفتد یا اصلاً کار نکند. راه های زیادی وجود دارد که از طریق آن برق می تواند کیفیت پایینی داشته باشد و بسیاری از دلایل دیگر این قدرت بی کیفیت است.



استاندارد IEEE کیفیت توان الکتریکی را به عنوان "مفهوم تغذیه و اتصال زمین تجهیزات الکترونیکی حساس به روشی مناسب برای تجهیزات دارای سیستم سیم کشی دقیق و سایر تجهیزات متصل" تعریف می کند. این انحراف ولتاژ و جریان از شکل موج ایده آل یا واقعی است.



در شکل، برق عرضه شده در شبکه، امواج سینوسی خالص جریان و ولتاژ است. در حالی که توان به بار می رسد، دیگر شکل خود را به دلیل دستگاه های سوئیچینگ غیرخطی حفظ نمی کند.

همانطور که مشاهده شد، شکل آن از شکل قبلی ایده آل منحرف شد. این انحراف باعث ایجاد مشکلات شدید در تجهیزات الکتریکی مانند سوسو زدن نور، اختلال در عملکرد دستگاه های مختلف، سرعت کم موتور و غیره می شود.

با استفاده از تحلیلگرهای کیفیت توان الکتریکی می توانیم شکل موج تحریف شده را تخمین بزنیم یا آنالیز کنیم.

صنعت برق شامل تولید الکتریسیته ( تولید برق متناوب )، انتقال نیروی الکتریکی و در نهایت توزیع نیروی برق به یک کنتور برق است که در محل کاربر نهایی برق قرار دارد . سپس برق از طریق سیستم سیم کشی کاربر نهایی حرکت می کند تا زمانی که به بار برسد . پیچیدگی سیستم برای انتقال انرژی الکتریکی از نقطه تولید به نقطه مصرف همراه با تغییرات آب و هوا، تولید، تقاضا و سایر عوامل فرصت های زیادی را برای به خطر انداختن کیفیت عرضه فراهم می کند .

در حالی که “کیفیت توان الکتریکی” برای بسیاری واژه مناسبی است، کیفیت ولتاژ است – به جای قدرت یا جریان الکتریکی – که در واقع با این اصطلاح توصیف می شود . توان به سادگی جریان انرژی است و جریان مورد نیاز یک بار تا حد زیادی غیر قابل کنترل است .

با افزایش تقاضای انرژی از فرآیندهای صنعتی مختلف، بسیاری از بارها به طور مرتب باعث اختلال در شبکه می شوند، و انحراف از شرایط ایده آل در بسیاری از صنایع سنگین رخ می دهد . این به عنوان قدرت ضعیف قدرت یا افت کیفیت توان شناخته شده است .

### تعاریف و واحدهای کیفیت توان (کیفیت برق)



Entity	Unit	Description
S	kVA	توان ظاهری . با توجه به kVA
Q	kVAr	توان واکنشی تنها اساسا داده شده در kVAr
P	kW	توان فعال . کیلو وات
Cos φ	–	فاکتور توان
I	A RMS	جریان کل، شامل هارمونیکها
I <sub>harm</sub>	A RMS	اعوجاج جریان کل در یک RMS
ITHD	%	اعوجاج هارمونیک جریان کل بر حسب %

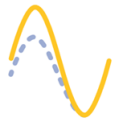
Entity	Unit	Description
V	V	ولتاژ داده شده در RMS
Vunb	%	عدم توازن ولتاژ بر حسب درصد
VTHD	%	اعوجاج هارمونیک ولتاژ کل بر حسب %
Pst	-	فلیکر (سوسو زدن) کوتاه مدت ۱۰ دقیقه
Plt	-	فلیکر (سوسو زدن) بلند مدت ۱۰۲ ساعت

### کیفیت توان (کیفیت برق) کم، افت کیفیت توان و نحوه اجتناب از آن و افزایش کیفیت توان

قدرت و توان در هر شبکه معمولاً تا حدودی افت دارد. نتیجه این افت توان می‌تواند منجر به کاهش کارایی تجهیزات، خرابی تجهیزات و تلفات انرژی و ... گردد.

### هفت مشکل شایع در افت کیفیت توان (کیفیت برق)

 <p><b>REACTIVE POWER</b></p>	<p><b>توان راکتیو</b> : زاویه فاز بین جریان‌های جریان و ولتاژ در یک سیستم AC استفاده شده برای توسعه میدان مغناطیسی در موتورها، عامل قدرت کم قدرت است.</p> <p>The phase angle between the current and voltage waveforms in an AC system. Used to develop magnetic field in motors, causes low power factor.</p>
 <p><b>HARMONICS</b></p>	<p><b>هارمونیک</b> : چند برابر فرکانس عرضه، یعنی هارمونیک پنجم، اگر فرکانس منبع ۵۰ هرتز باشد، ۲۵۰ هرتز است. به علت بار الکتریکی قدرت مانند درایوهای متغیر سرعت و سیستم‌های UPS ناشی می‌شود.</p> <p>Multiples of the supply frequency, i.e. the fifth harmonic would be ۲۵۰ Hz if the supply frequency is ۵۰ Hz. Caused by e.g. power electronic loads such as variable speed drives and UPS systems.</p>

 <p><b>NETWORK UNBALANCE</b></p>	<p>عدم تعادل شبکه: ولتاژ خط مختلف ناشی از بارهای تک فاز، بارهای فاز به فاز و بارهای سه بعدی نامتعادل مثل تجهیزات جوشکاری است.</p> <p>Different line voltages. Caused by single-phase loads, phase-to-phase loads and unbalanced three-phase loads like welding equipment.</p>
 <p><b>TRANSIENTS</b></p>	<p><b>Transients گذرها:</b> تغییر سریع در موج سینوسی که در هر دو موج ولتاژ و جریان اتفاق می افتد رخ می دهد. به علت سوئیچینگ دستگاه ها، شروع و توقف تجهیزات بالا.</p> <p>Rapid change in the sine wave that occurs in both voltage and current waveforms. Caused by switching devices, start- and stop of high power equipment.</p>
 <p><b>VOLTAGE VARIATIONS</b></p>	<p>تغییرات ولتاژ: شامل dips, sags, swells, brown-outs. ولتاژ خط بالاتر یا پایین تر از ولتاژ اسمی برای یک دوره کوتاهتر است. به علت گسستگی شبکه، تغییر بارهای خازنی و بارگذاری بیش از حد رخ می دهد.</p> <p>Includes dips, sags, swells, brown-outs. The line voltage is higher or lower than the nominal voltage for a shorter period. Caused by e.g. network faults, switching of capacitive loads, and excessive loading.</p>
 <p><b>FLICKER</b></p>	<p>سوسو زدن (فلیکر): تغییرات تصادفی یا تکراری در ولتاژ. به علت آسیاب های تولید شده، عملیات EAF (کوره های قوس الکتریکی)، تجهیزات جوشکاری و شردر.</p> <p>Random or repetitive variations in the voltage. Caused by e.g. mills, EAF operation (arc furnaces), welding equipment and shredders.</p>
 <p><b>OSCILLATIONS</b></p>	<p>نوسانات (رزونانس): جریان انرژی الکتریکی، به عنوان مثال بین میدان مغناطیسی یک سلف و میدان الکتریکی یک خازن، دوره ای تغییر جهت می دهد.</p> <p>The flow of electrical energy, e.g. between the magnetic field of an inductor and the electric field of a capacitor, changes direction periodically.</p>

### افزایش کیفیت توان الکتریکی / افزایش کیفیت توان (کیفیت برق)

اهمیت کیفیت توان الکتریکی: کیفیت توان الکتریکی برای سیستم های برقی بسیار مهم است. با بهبود کیفیت توان الکتریکی، مشکلاتی مانند نوسانات ولتاژ، افزایش هارمونیک و فلیکر کاهش می یابد و این باعث بهبود عملکرد تجهیزات و کاهش هزینه های

نگهداری و تعمیرات می‌شود. همچنین، کیفیت توان الکتریکی می‌تواند تاثیر مستقیم در کارایی و بازدهی سیستم‌های برقی داشته باشد.

بهبود کیفیت قدرت یا بهبود کیفیت توان (کیفیت برق) باعث کاهش ریسک، افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌های انجام کسب و کار و بهبود خط مشی شما می‌شود.

### بهترین راه حل برای افزایش کیفیت پایین قدرت

**روش‌های بهبود کیفیت توان الکتریکی:** برای بهبود کیفیت توان الکتریکی، می‌توان از روش‌های مختلفی مانند نصب فیلترهای هارمونیک، استفاده از ترانس‌های خاص با قابلیت کاهش هارمونیک، نصب دستگاه‌های اصلاح کننده فلیکر و غیره استفاده کرد. همچنین، استفاده از تکنولوژی‌های جدید مانند تکنولوژی ادغام باتری و انرژی خورشیدی نیز می‌تواند بهبود کیفیت توان الکتریکی را به همراه داشته باشد.

یافتن علت‌های کاهش کیفیت توان و استفاده از تجهیزاتی دیجیتالی دینامیک با رویکرد فیلترینگ که عوامل کاهش کیفیت توان تجهیزات الکتریکی را از بین می‌برند.

کیفیت توان الکتریکی یا کیفیت توان (کیفیت برق) ممکن است به عنوان مجموعه‌ای از مقادیر پارامترها توصیف شود، مانند: تداوم سرویس (اعم از اینکه توان الکتریکی در معرض افت ولتاژ یا افزایش بیش از حد زیر یا بالاتر از یک سطح آستانه باشد که در نتیجه باعث خاموشی یا خاموشی می‌شود) تغییر در مقدار ولتاژ (به زیر مراجعه کنید) ولتاژها و جریان‌های گذرآمحتوای هارمونیک در شکل موج برای برق AC اغلب مفید است که کیفیت توان (کیفیت برق) را به عنوان یک مشکل سازگاری در نظر بگیریم: آیا تجهیزات متصل به شبکه با رویدادهای روی شبکه سازگار است، و آیا توان ارائه شده توسط شبکه، از جمله رویدادها، با تجهیزات متصل سازگار است؟ مشکلات سازگاری همیشه حداقل دو راه حل دارند: در این مورد، یا برق را تمیز کنید، یا تجهیزات را سخت‌تر کنید. تحمل تجهیزات پردازش داده در برابر تغییرات ولتاژ اغلب با منحنی CBEMA مشخص می‌شود که مدت و مقدار تغییرات ولتاژ قابل تحمل را نشان می‌دهد.<sup>۱۳</sup>

