

فهرست مطالب:

۱ - مفاهیم و تعاریف کیفیت توان

۲ - ضرورت‌های مبحث کیفیت توان

۳- شاخصهای کیفیت توان

۳-۱ - امواج گذرا

۳-۲ - تغییرات بلند مدت ولتاژ

۳-۳ - تغییرات کوتاه مدت ولتاژ

۳-۴ - عدم تعادل ولتاژ

۳-۵ - اعوجاج‌ها

۳-۶ - فلیکر ولتاژ

۳-۷ - تغییرات فرکانس

۴- استانداردهای ملی و بین المللی کیفیت توان

۴-۱ - استاندارد IEC

۴-۲ - استاندارد IEEE

۴-۳ - استاندارد ANSI

۴-۴ - استاندارد توانیر

۱ – مفاهیم و تعاریف

کیفیت توان

کیفیت برق چیست؟

➤ کیفیت برق وضعیت تغییرات مشخصات انرژی الکتریکی شبکه را نشان میدهد.

➤ کیفیت مناسب برق نشان دهنده وضعیت مناسب تغییرات کمیت‌های ولتاژ، جریان و فرکانس بوده که خرابی و یا عملکرد نادرست تجهیزات شبکه و مشترکین را به دنبال نخواهد داشت.

➤ هر گونه اعوجاج در اندازه شکل ولتاژ جریان یا فرکانس که منجر به خرابی یا عملکرد غلط تجهیزات مصرف کنندگان گردد، مشکل کاهش کیفیت برق میباشد.

سایر تعاریف (از دیدگاه مشترکین) :

➤ کیفیت برق، کیفیت ولتاژ تغذیه مشترک است.

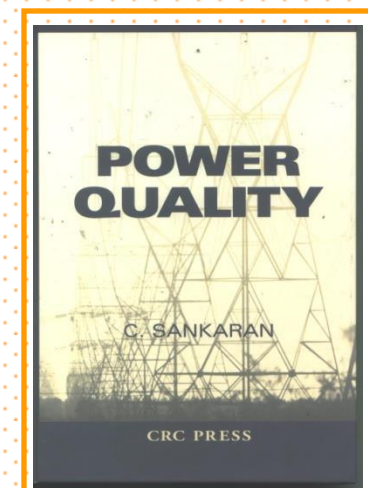
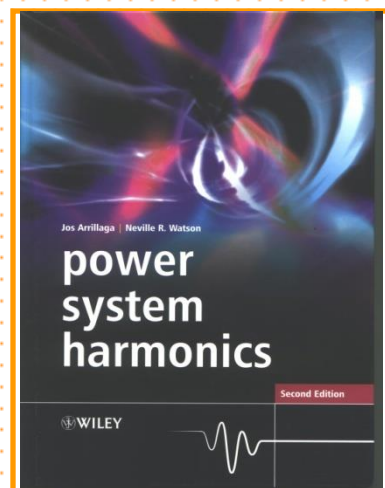
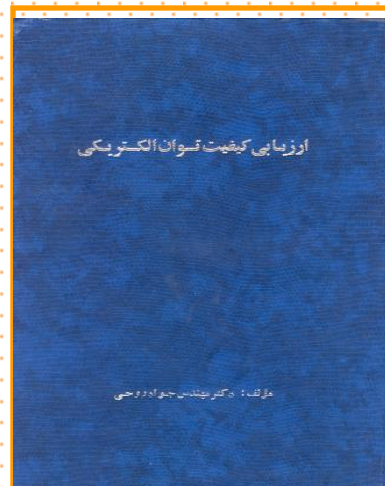
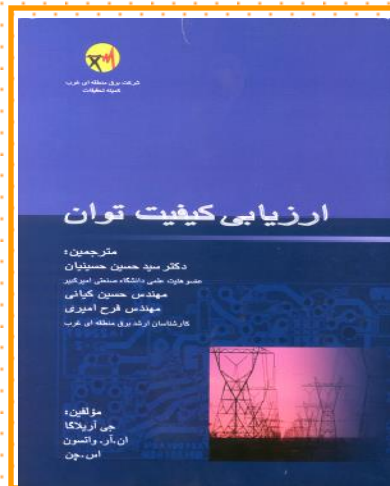
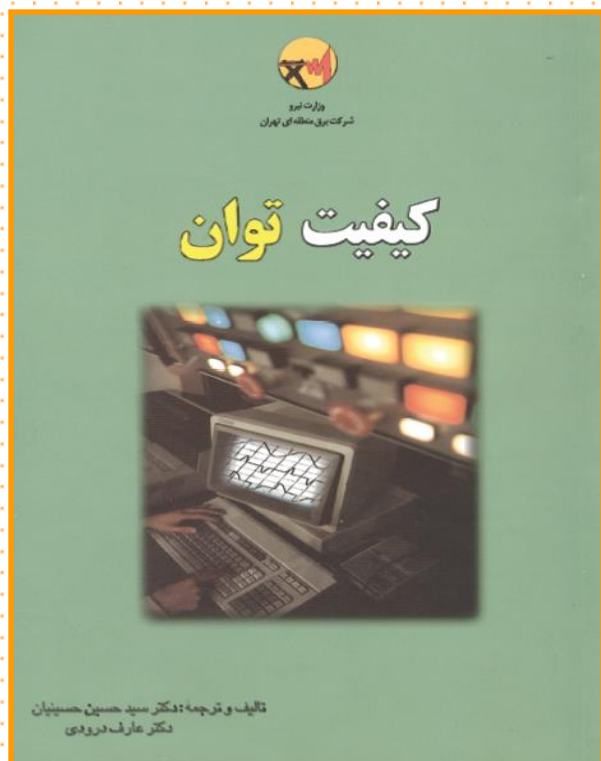
➤ کیفیت برق آن دسته از مشخصات برق تغذیه شده است که امکان فعالیت و کار بدون ایجاد مشکل و خرابی را برای تجهیزات برقی او فراهم می آورد.

➤ کیفیت برق آن دسته از مشخصات برق تغذیه شده است که امکان کار با رضایت و بدون قطعی برقی را برای مشترک فراهم می آورد.

سوال مهم

آیا کیفیت برق مترادف با قابلیت اطمینان برق است !!

تعدادی از کتب تخصصی کیفیت توان انتشار یافته در ایران و جهان



تعدادی از پروژه های تحقیقاتی انجام شده در ارتباط با کیفیت توان در استان آذربایجان شرقی

گزارش مرحله دوم پروژه تحقیقاتی

تأثیر استفاده از قطارهای برقی شهری و برون شهری
در کیفیت شبکه برق استان آذربایجان شرقی
و ارائه راهکارهای لازم جهت بهبود آن

مهری پروژه ۱

دکتر سید حسین حسینی

زمستان ۱۳۸۲

Implementing of
Power Quality Analyzing Software
Based on Ministry of Energy
Standard Tables

وزارت نیرو
شرکت توان نیروی برق آذربایجان شرقی

نرم افزار تحلیل کیفیت توان الکتریکی
بر اساس جداول استاندارد
وزارت نیرو

اهداف در نظر گرفته شده برای بررسی و اندازه گیری کیفیت توان
تحلیل کیفیت توان الکتریکی

اندازه گیری، تحلیل و ارزیابی پارامترهای کیفیت توان الکتریکی
طراحی و پیاده سازی نرم افزار تحلیل پارامترهای کیفیت توان الکتریکی
مدلسازی جداول استاندارد کیفیت توان مصوب وزارت نیرو و ترکیب
الگوریتم های مقایسه ای و تحلیل اطلاعات اندازه گیری و استاندارد
ارزیابی، اندازه گیری و اجرای نرم افزار تحلیل گر به صورت دوره ای
در دست های توزیع نمونه
مقایسه نتایج حاصل از اجرای نرم افزار با جداول استاندارد کیفیت توان
الکترونیکی مصوب وزارت نیرو
برگه جدول کارایی های اندازه گیری و تحلیل اطلاعات
پیش بینی تجهیزات ممکن جهت توسعه آبی نرم افزار
برای سایر تجهیزات اندازه گیری پیشنهادی
تعمیم مجموعه رجیسترهای سیستم های اندازه گیری به صورت:
Energy and Demand Module
Min Max Module
Historic Data Logging Module
Setpoint Module
Real Time Measurement Module

شامل مقادیر لحظه ای، متوسط و حداقل/حداکثر پارامترهای انرژی ها، نامعاداتی،
ولتاژ و جریان، ولتاژ و جریان های مؤثر، ضریب توان و فرکانس اعوجاج کل جریان ها
ولتاژهای فارها و مقادیر اعوجاج فرد و زوج جریان ها و ولتاژهای هارمونیک دار

RTV FTV
11V

کد پروژه : ۰۷۰۴C

جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
شورای تحقیقات برق

شناسایی عوامل بدی کیفیت توان در
شبکه قدرت شهرک صنعتی شهید سلیمی تبریز
و ارزیابی اثرات و راههای بهبود آن

کمیته مرکزی تحقیقات برق منطقه ای آذربایجان
مسئول پروژه : دکتر سید حسین حسینی
تاریخ تهیه : اسفند ۱۳۸۰

تعدادی از پروژه های تحقیقاتی انجام شده در ارتباط با کیفیت توان در ایران



ردیف	کد علمی	موضوع پروژه	کارفرما
1	0704C	ارزیابی کیفیت توان سیستم توزیع 20 کیلوولت مازندران و ارائه روش‌های کنترل آن	شرکت برق منطقه ای مازندران
2	0703G	اندازه‌گیری و مدل سازی تلفات انرژی در خطوط بیست کیلوولت مازندران	شرکت برق منطقه ای مازندران
3	0703B	بررسی اثرات تصحیح کننده های فوالد (APLCS) در بهبود هارمونیکی سیستم های توزیع	شرکت برق منطقه ای تهران
4	0701Q	بررسی مطالعاتی و فیزی علل ایجاد جریان نول در شبکه های نسبتاً متقارن سه فاز در سیستم توزیع فشار ضعیف و ارائه راهکارهای مناسب جهت کاهش آن	شرکت برق منطقه ای سمنان
5	0704C	بررسی نظام‌های مدیریتی کیفیت توان و پیشنهاد یک نظام مناسب	شرکت برق منطقه ای تهران
6	0701F	بررسی و تحقیق در عملکرد و اثرات جانبی مضمونه بر رفتار الکتریکی خطوط هوایی فشار ضعیف توزیع نیروی برق در تبریز	شرکت برق منطقه ای آذربایجان
7	05020	بررسی و تحلیل اثرات متقابل نیروگاه بادی سبالود و شبکه خراسان و ارائه راه‌های پیش‌گیرانه در طراحی و بهره‌برداری	شرکت برق منطقه ای خراسان
8	0704C	بررسی و مقایسه عملکرد تجهیزات custom power برای بهبود کیفیت توان در شبکه های توزیع	شرکت برق منطقه ای تهران
9	0704C	بهبود کیفیت توان در فیدر های فشار متوسط مازندران	شرکت برق منطقه ای مازندران
10	0601Q	پایه سازی نرم افزار تحلیل کیفیت توان الکتریکی بر اساس جدول استاندارد توان نیرو و اجزای آن در بستهای نمونه در شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان شرقی	شرکت برق منطقه ای آذربایجان
11	0704C	تجزیه و تحلیل هارمونیک ها و راهکارهایی برای کاهش آنها در شبکه برق بزرگ	شرکت برق منطقه ای بزرگ
12	0605G	جایابی بهینه و تعیین ظرفیت بانک‌های خازنی در شبکه های توزیع سیستمی و هارمونیکی	شرکت برق منطقه ای تهران
13	0704C	ضمانت‌نامه عوامل بدی کیفیت توان در شبکه قدرت شهرک شهید سلیمانی تبریز و ارزیابی اثرات و راه‌های بهبود آن	شرکت برق منطقه ای آذربایجان
14	0605H	طراحی و پیاده سازی سیستم تحلیلگر خطاها و اختلالات شبکه قدرت با استفاده از تئوری موجکها	شرکت برق منطقه ای کرمان
15	0704E	طراحی و ساخت دستگاه اندازه گیری کیفیت انرژی در سیستم های سه فاز	شرکت برق منطقه ای تهران
16	0704F	طراحی و ساخت دستگاه ثبت و تشخیص محل خطا برای فیدرهای 20 کیلوولت و کارگیری آن در یک فیدر نمونه در شبکه توزیع برق آذربایجان غربی	شرکت برق منطقه ای آذربایجان
17	0704F	طراحی و ساخت سیستم ثبت تجهیزات الکتریکی در شرایط مختلف کیفیت توان	شرکت برق منطقه ای تهران
18	0605K	طراحی و ساخت نمونه آزمایشگاهی کنترل کننده توان یکپارچه در خطوط انتقال	شرکت برق منطقه ای اصفهان
19	0416A	طراحی و ساخت نمونه نیمه صنعتی ترانس‌دیسوز چند کاره عبقری سیستمی	شرکت برق منطقه ای اصفهان
20	0704C	مطالعه و بررسی فیزی و اقتصادی اثرات نصب لامپهای کم مصرف نیروی یک منطقه نمونه	شرکت برق منطقه ای باخر

۲- ضرورت های

مبحث کیفیت توان

اهمیت کیفیت توان :

– کیفیت توان در گذشته

– کیفیت توان در صنعت امروز

▪ حساسیت بارها

– اتوماسیون صنعتی

▪ ادوات الکترونیک قدرت

– افزایش بازدهی

– قابلیت کنترل بیشتر

▪ نیروگاههای بادی، خورشیدی و . . .

Semiconductor



Pharmaceutical



Metal Machining



Plastics



Chemical & PetroChem



Automotive



General Manufacturing



چرا کیفیت برق؟

- ۱- افزایش روزافزون وسایل و تجهیزات حساس به تغییرات مقدار و شکل موج ولتاژ
- ۲- استفاده رو به افزایش بارهای غیرخطی در مراکز صنعتی، تجاری و مصارف خانگی
- ۳- مسایل ناشی از تاکید بر بهبود راندمان کلی شبکه ها
- ۴- افزایش آگاهی مشترکین نسبت به مسائل کیفیت برق
- ۵- مسائل اقتصادی ناشی از اختلال در شبکه برق تولیدات صنعتی و کیفیت توان پایین آن
- ۶- تجدید ساختار و قوانین رعایت مساوول کیفیت توان در ساختار رقابتی

خسارات اقتصادی ناشی از کاهش ولتاژ در تعدادی مرکز صنعتی در جهان

Typical Costs of Voltage Sag Related Shutdowns Per Industry

No.	Process	Reported Cost	Service Voltage	Load
1	Semiconductor	\$1,500,000	69 kV	25 MW
2	Semiconductor	\$1,400,000	161 kV	30 MW
3	Semiconductor	\$ 700,000	12.5 kV	10 MW
4	Metal Casting	\$ 200,000	13.8 kV	16 MW
5	Chemical Plant	\$ 160,000	12.5 kV	5 MW
6	Pulp and Paper Mill	\$ 110,000	161kV	100 MW
7	Aerospace Engine Machining	\$ 100,000	13.8kV	10 MW
8	Food and Beverage	\$ 87,000	12.5 kV	5 MW
9	Chemical Plant	\$ 75,000	66kV	3 MW
10	Chemical Plant	\$ 75,000	66kV	5 MW
11	Electronic Components	\$ 75,000	12.5 kV	5 MW
12	Crystal Growth	\$ 60,000	12.5 kV	1 MW
13	Chemical Plant	\$ 46,175	66kV	30 MW
14	Wiring Manufacturing	\$ 34,000	12.5 kV	2 MW
15	Chemical Plant	\$ 18,000	12.5 kV	2 MW
16	Fibers Plant	\$ 15,000	12.5 kV	1 MW
17	Paper and Packaging	\$ 10,000	12.5 kV	4 MW
18	Plastic Bag Manufacturing	\$ 10,000	480V	4 MW
19	Plastics	\$ 7,500	12.5 kV	4 MW
20	Stainless Steel Manufacturing	\$ 5,500	12.5 kV	2 MW

انواع مشکلات ایجاد شده برای کاهش کیفیت برق در مسیر تولید به مصرف

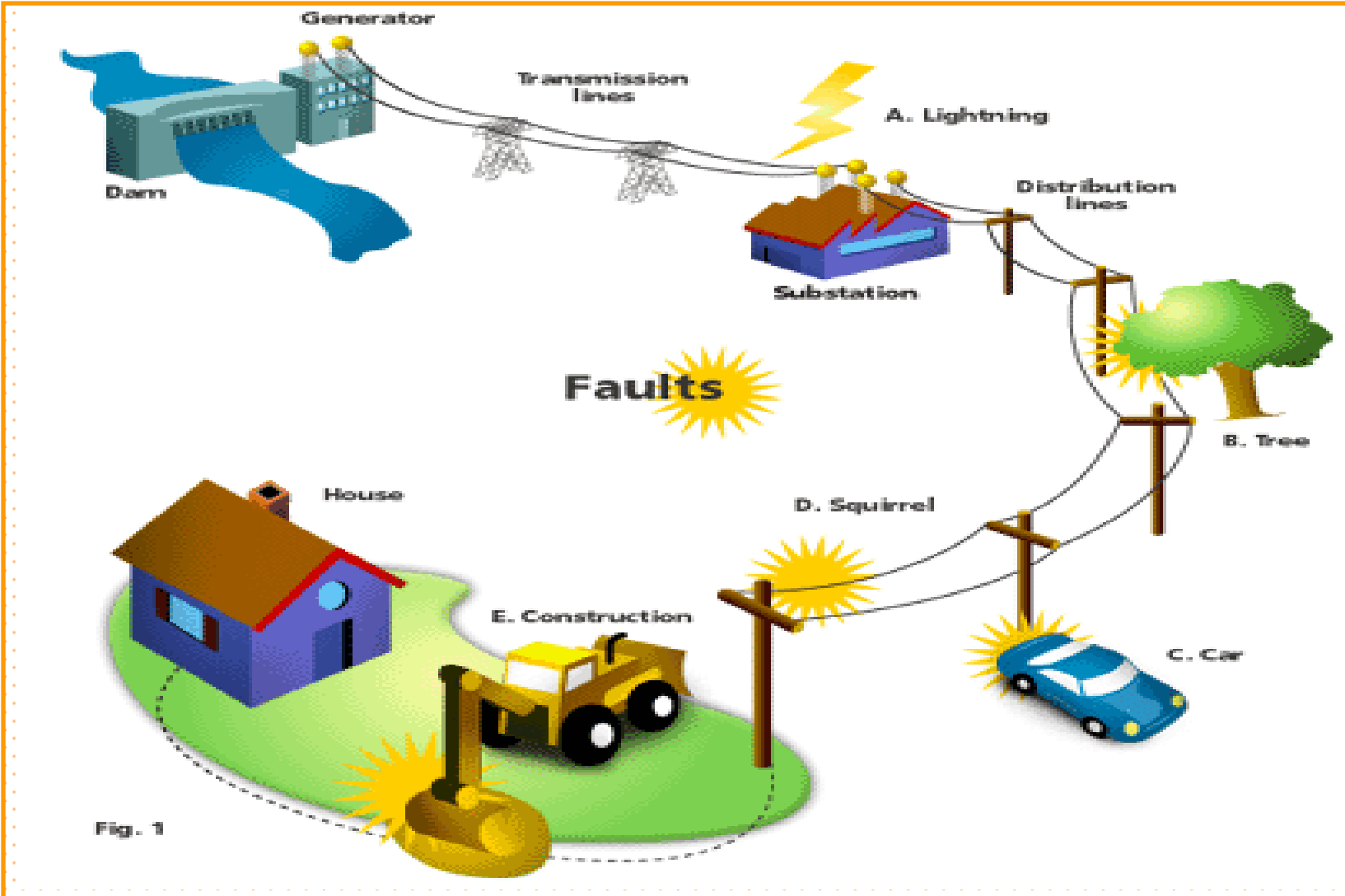


Fig. 1

حقوق و تعهدات در ساختار رقابتی

➤ **تامین کنندگان برق (شرکتهای برق) :**

تعهدات: حفظ کیفیت بالای ولتاژ تغذیه شده به مشترکین

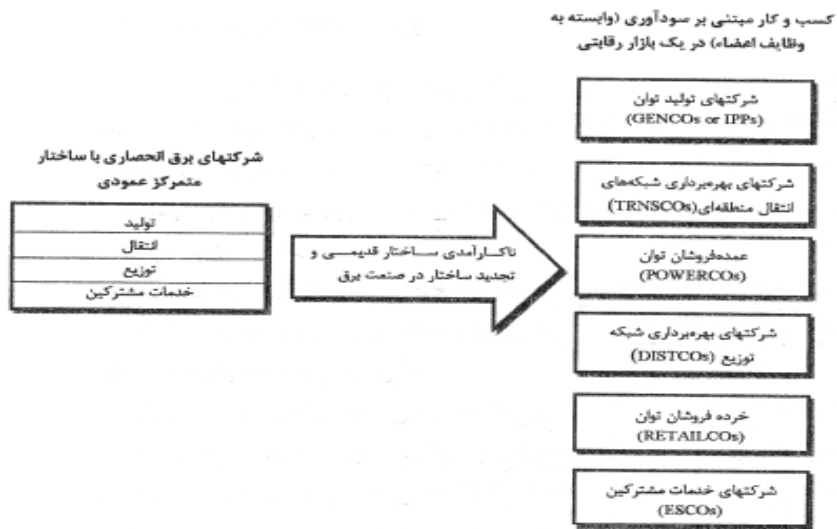
حقوق: تعیین مشخصات جریان بارهای مصرفی مشترکان

➤ **مشترکین برق :**

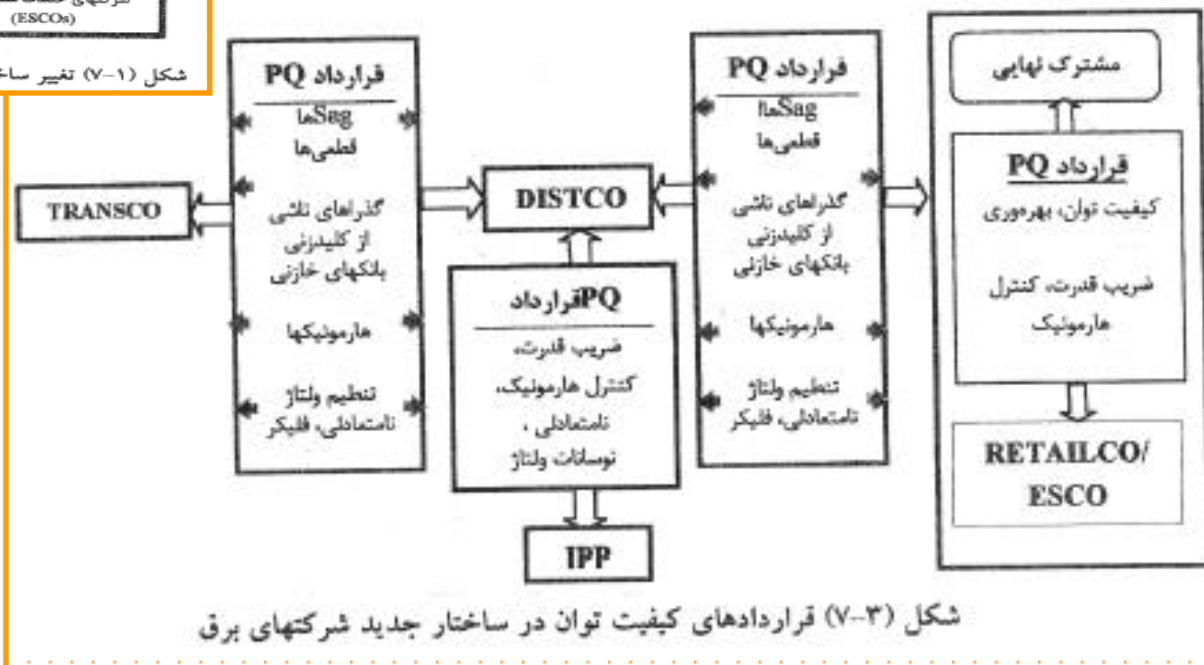
تعهدات: حفظ مشخصات جریان بار مصرفی خود در محدوده مشخص شده

حقوق : دریافت برق با کیفیت ولتاژ مناسب در حدود مشخص شده

حقوق و تعهدات در ساختار رقابتی



شکل (۷-۱) تغییر ساختار صنعت برق در نتیجه خصوصی سازی و ایجاد محیط رقابتی



شکل (۷-۳) قراردادهای کیفیت توان در ساختار جدید شرکتهای برق

راهکارهای بهبود پارامترهای کیفیت برق

در کشورهای پیشرفته مبتنی بر ادوات الکترونیک قدرت و دانش فنی بالا

◆ Power Electronics Definitions

FACTS Technologies

- ◆ Engineered systems consisting of:
 - power semi-conductor based converters / valves;
 - information and control technologies (software);
 - and interconnecting conventional equipment
- ◆ that build intelligence into the grid by providing enhanced power system performance, optimization, and control.

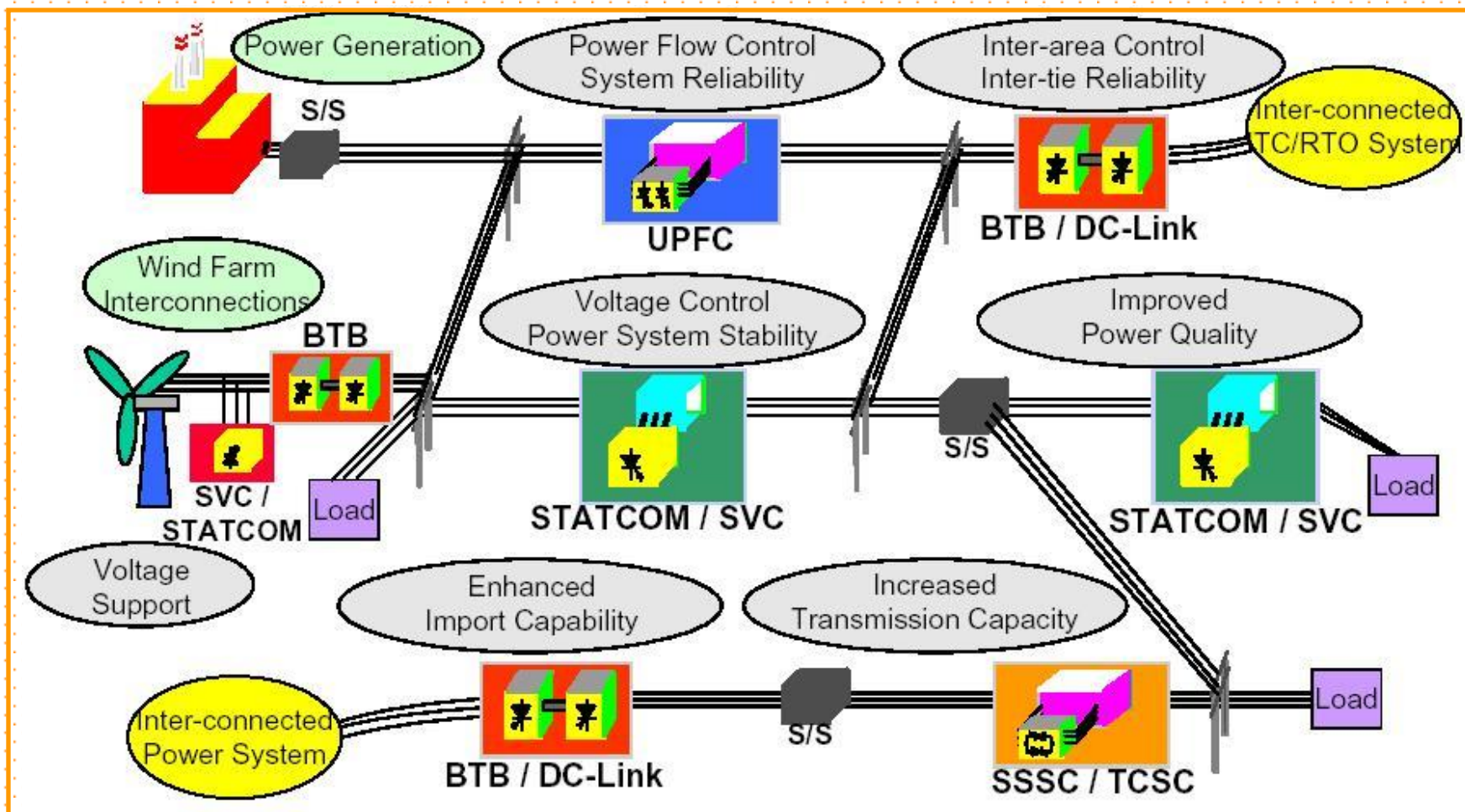
HVDC Technologies

- ◆ Engineered systems consisting of:
 - thyristor-based converter technology;
 - control and protection systems (software);
 - and interconnecting conventional equipment
- ◆ that provide power transfer and control capability for power system interconnections and transmission delivery requirements

◆ For High Power Quality and Reliability in Electrical Power Networks

راهکارهای بهبود پارامترهای کیفیت برق

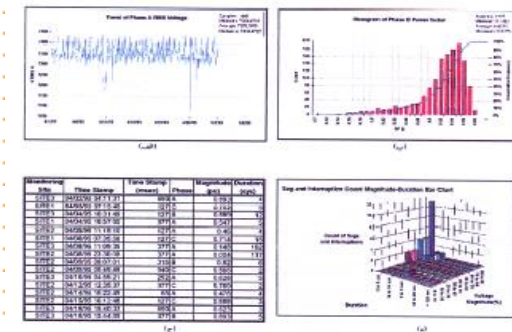
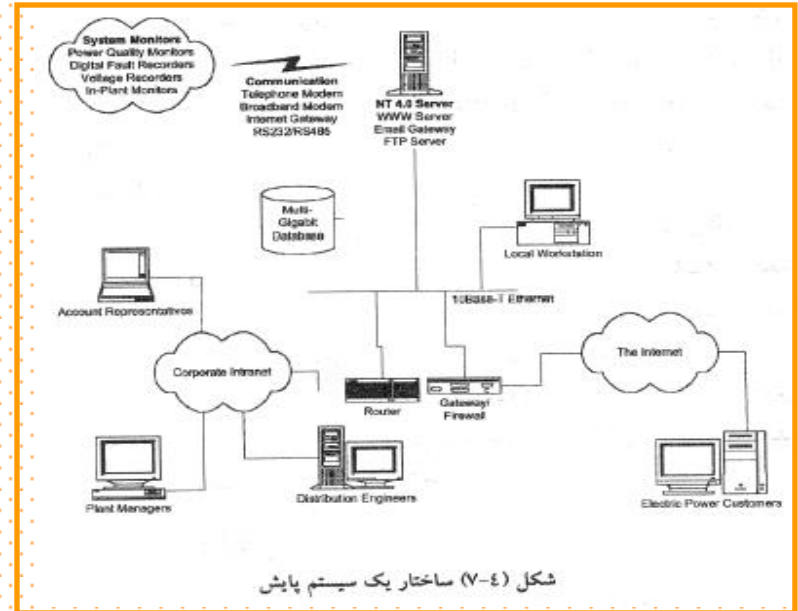
در کشورهای پیشرفته مبتنی بر ادوات الکترونیک قدرت و دانش فنی بالا



مانیتورینگ، اندازه گیری و تحلیل پارامترهای کیفیت توان

جدول (۲-۷) نیازمندیها تجهیزات برای انواع مختلف اختلالات PQ

اختلالات	تجهیزات / نرم افزار اندازه گیری و کنترل	تجهیزات / نرم افزار تجزیه و تحلیل و نمایش
هارمونیکها	-ولتاژ / جریان: -سه فاز: -پذیرش تکفاز برای متعادلی بارهای سه فاز: -نمونه برداری از شکل موج: -پریود اندازه گیری قابل تغییر: -نمونه برداری سنکرون شده	-قابلیت نمین FFT: -Trending: -نمایش شکل موج و امپکروم
تغییرات درازمدت ولتاژ	-ولتاژ سه فاز: -نمونه برداری از rms: -پریود اندازه گیری قابل تغییر	-Trending: -نقشه اندازه برحسب زمان
تغییرات کوتاه مدت ولتاژ، وقفهها	-ولتاژ سه فاز: -نمونه برداری از rms: -قابلیت تغییر سطوح بحرانی: -دقت به اندازه یک سیکل rms	-نقشه اندازه برحسب زمان
گذراهای فرکانس پائین	-ولتاژ و جریان سه فاز: -نمونه برداری از شکل موج: -همبند فرکانس ≤ 50 Hz: -قابلیت تغییر سطوح بحرانی	-نقشه شکل موج که اختلال اولیه و شکل موج اصلاح شده را با هم نشان دهد.
گذراهای فرکانس بالا	-ولتاژ و جریان سه فاز: -همبند فرکانس ≤ 1 MHz: -آشکارسازی پیک و پهنای ایمپالس: -قابلیت تغییر سطوح بحرانی	-نقشه شکل موج که موقعیت ایمپالس را روی شکل موج سینوسی توان نشان دهد.



شکل (۵-۷) اشکال مختلف گزارش دادهها

- (الف) Trend دادههای نمونه برداری شده در حالت پایدار;
- (ب) هیستوگرام دادههای نمونه برداری شده در حالت پایدار
- (ج) خلاصه حوادث
- (د) آنالیز آماری کمبود ولتاژ

۴۶-۴- دسترسی به اماکن

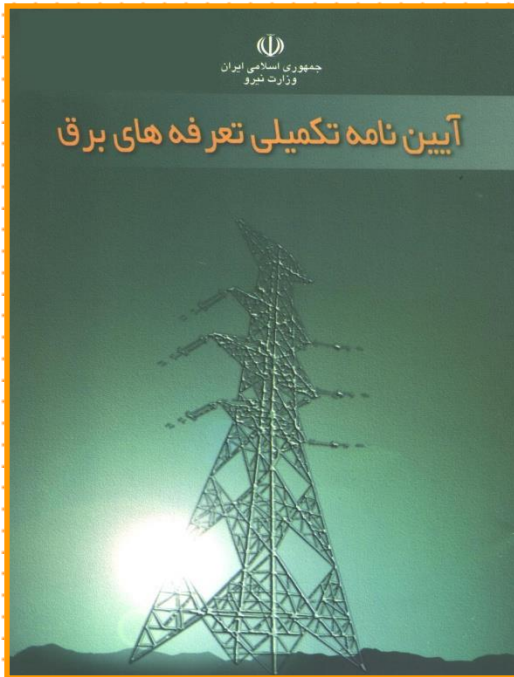
مشترک حق دسترسی به اماکن خود به منظور برقراری انشعاب برق، قرائت وسایل اندازه‌گیری، بازرسی وسایل اندازه‌گیری، سیم کشی و سایر وسایل و تأسیسات مربوطه و همچنین تعمیر کردن و قطع نمودن انشعاب برق و برداشتن اموال متعلق به شرکت را به نمایندگان شرکت که هویتشان مشخص باشد اعطا می‌نماید. بنابراین برای موارد فوق طرح شکایات و ادعاهایی از قبیل ورود به عنف یا غیرقانونی به ملک غیر، علیه شرکت و کارکنان آن وارد نخواهد بود.

۴۷-۴- نحوه، شرایط و مسئولیت استفاده مشترک از انشعاب برق

۱-۴۷-۴- در مواردی که دستگاههای مورد استفاده مشترک به گونه‌ای باشد که ایجاد نوسانات زیاد بنماید، مانند کار کردن با دستگاه جوشکاری، دستگاه ایسکه ایکس، کوره های برقی، انواع آسانسور یا سایر تجهیزاتی که دارای مصارف زیاد لحظه ای بوده و موجب می‌شود که در ولتاژ برق سایر مشترکین و شبکه فشار قوی و فشار ضعیف عمومی اختلال پدید آید مشترک مسئول و موظف است تجهیزات اصلاحی را که شرکت برای رفع این نقیصه لازم بدانند به هزینه خود تهیه و نصب و نگهداری کند.

۲-۴۷-۴- در مواردی که مشترک، بر طبق ضوابط یا با اجازه وزارت نیرو از ژنراتور اختصاصی استفاده می‌نماید، می‌باید کلیه تجهیزات و لوازمی را که به منظور حفاظت و جلوگیری از برگشت جریان برق به شبکه شرکت لازم باشد به هزینه خود و با نظر شرکت تهیه و نصب نماید، در غیر این صورت شرکت بلافاصله نسبت به قطع انشعاب مبادرت خواهد نمود و مشترک با دریافت اولین اخطار باید نسبت به نصب لوازم حفاظتی بر طبق نظر شرکت اقدام نماید هر گونه ضرر و زیانی از این بابت به شرکت وارد شود، مشترک مسئول جبران آن و پرداخت هزینه‌های متعلقه بر طبق نظر شرکت می‌باشد.

۳-۴۷-۴- مشترک مسئول و پاسخگوی کلیه خسارات شرکت در برابر کلیه دعاوی و مطالباتی که در نتیجه قصور وی در انجام تعهدات خود (بر طبق مفاد بند ۴۷-۴ و بندهای ذیل آن) از طرف هر کس علیه شرکت بشود خواهد بود.



ارزیابی شرکتهای برق

فرم PQ/2

امتیاز دهی به شرکت های برق در مورد چگونگی رعایت استاندارد
 کیفیت برق در طول سال برای شرکت

ارزیابی اولی
 ارزیابی تجدیدنظر شده

ردیف مربوطه در فرم	امتیاز (وزن × وضعیت)	وضعیت					وزن	شاخص ارزیابی
		بسیار ضعیف (۱)	ضعیف (۲)	متوسط (۳)	خوب (۴)	عالی (۵)		
۷							۱۵	سازمان یا روش تعریف و مشخص شده برای مسائل کیفیت برق و رعایت استاندارد آن
۲							۵	وسائل اندازه گیری و مونیتورینگ لازم
۸							۵	روش تشخیص فلیکر وهارمونیک را بودن بارها و یا مشترکین جدید
۱-۳							۵	تعداد نسبی اندازه گیری فلیکر (تعداد اندازه گیری شده به تعدادی که بایستی اندازه گیری شود)
۱-۴							۵	مقدار فلیکر کوتاه مدت
۲-۴							۵	مقدار فلیکر بلند مدت
۲-۳							۵	تعداد نسبی اندازه گیری هارمونیک ها (تعداد اندازه گیری شده به تعدادی که بایستی اندازه گیری شود)
۳-۴							۵	مقدار اعوجاج کل ولتاژ (THD)
۴-۴							۵	مقدار اعوجاج تکی فرد
۵-۴							۵	مقدار اعوجاج تکی زوج
۶-۴							۵	مقدار هارمونیک میانی
۳-۳							۵	تعداد نسبی اندازه گیری عدم تعادل ولتاژ (تعداد اندازه گیری شده به تعدادی که بایستی اندازه گیری شود)
۷-۴							۵	مقدار عدم تعادل ولتاژ
۱-۵							۵	مقدار افزایش ولتاژ بلند مدت
۲-۵							۷	مقدار کاهش ولتاژ بلند مدت
۴-۳							۲	انجام مطالعات افتادگی ولتاژ و یا برآمدگی ولتاژ
۶							۶	تعیین تجهیزات سرجیها
۶							۱۰	مقدار انرژی تحویل شده سال
							۱۰۰	جمع

دستور العمل ارزیابی و ممیزی شرکت ها در زمینه چگونگی رعایت استاندارد کیفیت برق

پیش نویس دوم

مردادماه ۱۳۸۱

نام بررسی کننده :

امضاء:

۳- شاخص های

کیفیت توان

انواع پدیده ها (شاخصهای) کیفیت توان عبارتند از:

- گذراها (موج ضربه گذرا، موج ضربه نوسانی)
- تغییرات بلند مدت ولتاژ (اضافه ولتاژ، کاهش ولتاژ، قطعی بلند مدت)
- تغییرات کوتاه مدت ولتاژ (برآمدگی ولتاژ، فلش ولتاژ، قطعی کوتاه مدت)
- عدم تعادل ولتاژ
- اعوجاج ها (هارمونیک ها، هارمونیکهای میانی، نویز، پدیده برش)
- فلیکر ولتاژ
- تغییرات فرکانس

۳-۱ گذراها

➤ گذراها به تغییرات بسیار سریع و شدید ولتاژ که در طول مدت چند میکرو ثانیه الی چند میلی ثانیه میرا شده و از بین میروند گفته میشود. گذراها عمدتاً به دو دسته گذراهای ضربه ای و گذراهای نوسانی تقسیم میشوند.

۱) گذرای ضربه ای :

گذرای ضربه ای تغییر بسیار سریع و شدید ولتاژ با یک پلاریته است و دارای رنج زمانی میکرو و میلی ثانیه ای است. (امواج صاعقه و کلیدزنی)

۲) گذرای نوسانی :

گذرای نوسانی یک ولتاژ سوار بر مولفه اصلی است که اندازه آن با سرعت بالایی تغییر پلاریته میدهد و به سه دسته فرکانس کم (کوچتر از ۵ کیلوهرتز) فرکانس متوسط (بین ۵ تا ۵۰۰ کیلوهرتز) و فرکانس زیاد (بین نیم تا ۵ مگاهرتز) تقسیم میشود.

۳-۱ گذراها

اثرات ممکن

شکست عایقی

خرابی تجهیزات

کاهش عمر تجهیزات

عملکرد غلط تجهیزات کنترلی

عملکرد غلط رله های حفاظتی

محاسبات اشتباه در کامپیوترها

عوامل ایجاد کننده

صاعقه

کلید زنی

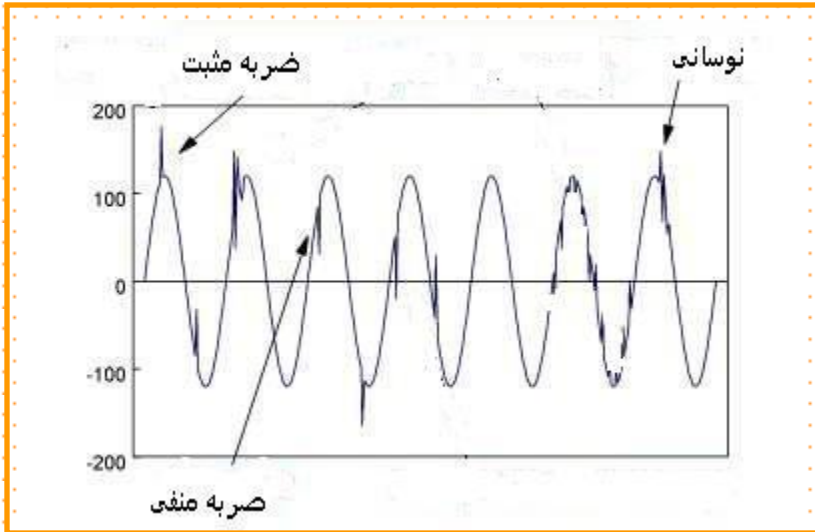
برق‌قادر کردن خازنها

برق‌قادر کردن کابلها

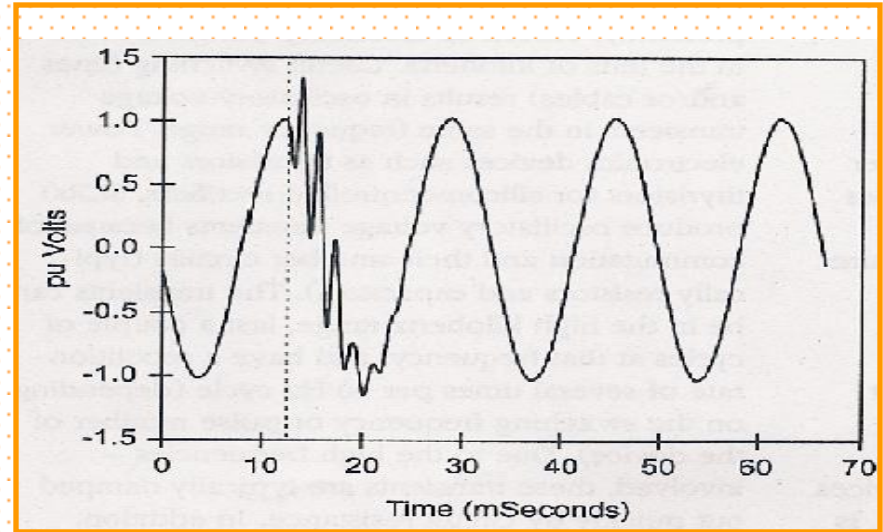
فرورزناس ها

جریان هجومی ترانس

۳-۱ گذراها



موج گذرای ضربه ای



موج گذرای نوسانی

۲-۳ تغییرات بلند مدت ولتاژ

➤ تغییرات بلندمدت ولتاژ به تغییرات در مقدار موثر ولتاژ گفته میشود که برای بیشتر از یک دقیقه تداوم داشته باشد

➤ تغییرات بلند مدت ولتاژ به یکی از سه صورت زیر باشند :

(۱) اضافه ولتاژ بلند مدت

(۲) کاهش ولتاژ بلند مدت

(۳) قطعی ولتاژ بلند مدت

۲-۳ تغییرات بلند مدت و لتاژ

اضافه و لتاژ بلند مدت

اثرات ممکن

خرابی احتمالی تجهیزات

کم شدن عمر تجهیزات

افزایش تلفات

عوامل ایجاد کننده

بی باری یا کم باری

وجود بانکهای خازنی زیاد از حد

تنظیم غلط تپ چنجر ترانسها

۲-۳ تغییرات بلند مدت و لتاژ

کاهش و لتاژ بلند مدت

اثرات ممکن

خرابی موتورها

عملکرد نادرست تجهیزات

کاهش روشنایی لامپها

عوامل ایجاد کننده

قطعی خطوط

بالا بودن بار مصرفی

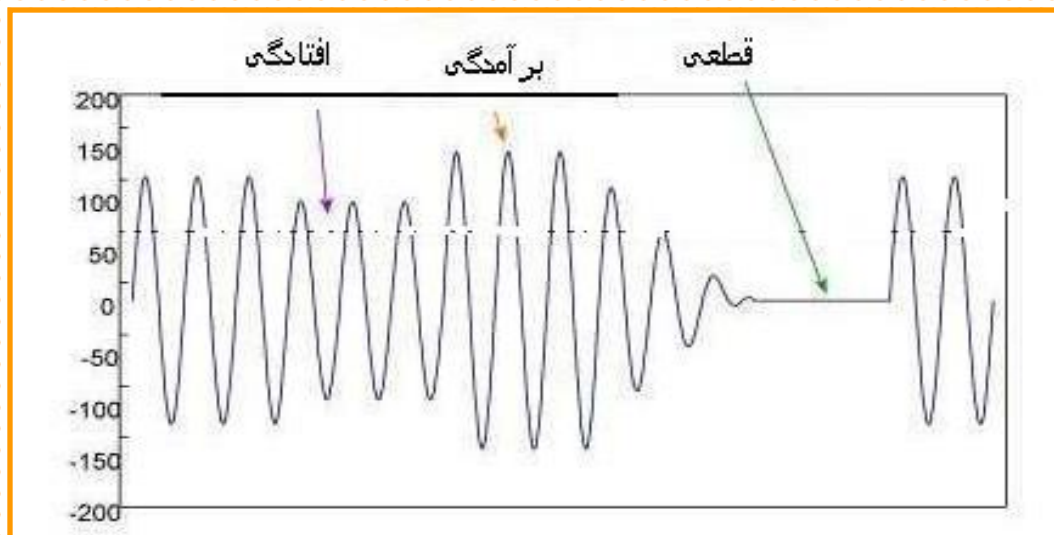
کم بودن ضریب قدرت

تنظیم غلط تپ چنجر ترانسها

۳-۳ تغییرات کوتاه مدت ولتاژ

➤ تغییرات کوتاه مدت ولتاژ به تغییراتی در مقدار موثر ولتاژ گفته میشود که مدت تداوم آن کمتر یا برابر یک دقیقه باشد. تغییرات کوتاه مدت ولتاژ میتواند به یکی از سه صورت زیر باشند:

- ۱) برآمدگی ولتاژ کوتاه مدت: افزایش ولتاژ موثر به اندازه ۱۰٪ تا ۸۰٪
- ۲) فلش (افتادگی) ولتاژ: کاهش ولتاژ موثر به اندازه ۱۰٪ تا ۹۰٪
- ۳) قطعی ولتاژ کوتاه مدت: ولتاژ موثر کمتر از ۱۰٪



۲-۳ تغییرات کوتاه مدت ولتاژ

برآمدگی ولتاژ

اثرات ممکن

شکست عایقی

خرابی تجهیزات

کاهش عمر تجهیزات

عوامل ایجاد کننده

اتصال کوتاه های تک فاز

از مدار خارج شدن بارهای بزرگ

در مدار آوردن خازن ها یا خطوط
یا کابل های فشار قوی طولانی

۲-۳ تغییرات کوتاه مدت ولتاژ

فلش ولتاژ

اثرات ممکن

قطع فرآیندهای صنعتی

عمل کردن کتکتورها

محاسبات نادرست کامپیوترها

تغییر سرعت موتورها

خاموش شدن لامپهای تخلیه ای

عوامل ایجاد کننده

اتصال کوتاه ها

راه اندازی موتورها

۲-۳ تغییرات کوتاه مدت ولتاژ

قطعی ولتاژ کوتاه مدت

اثرات ممکن

قطع فرآیندهای صنعتی

عمل کردن کتکتورها

محاسبات نادرست کامپیوترها

تغییر سرعت موتورها

خاموش شدن لامپهای تخلیه ای

عوامل ایجاد کننده

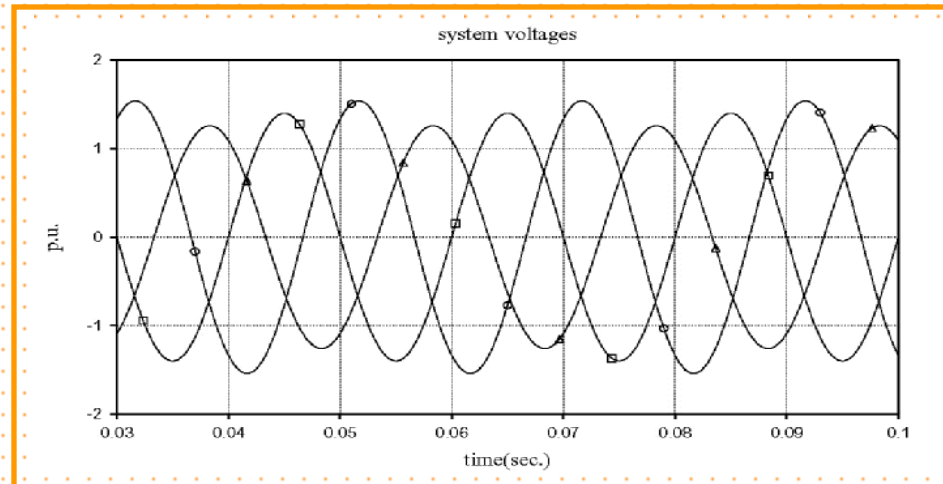
عملکرد رله ها

عمل ریکلوزرها

۳-۴ عدم تعادل ولتاژ

➤ عدم تعادل ولتاژ (نامتعادلی ولتاژ) وقتی پیش میاید که دامنه ولتاژ سه فاز با همدیگر مساوی نبوده و یا اختلاف فاز آنها 120° درجه نباشد.

➤ نسبت مولفه صفر یا منفی ولتاژ به مولفه مثبت آن را مقدار عدم تعادل ولتاژ می گویند.



۳-۴ عدم تعادل ولتاژ

اثرات ممکن

گرم شدن موتورها و ژنراتورها

اثر بر روی کنتورها

افزایش تلفات خطوط

اثر بر روی ایمنی مشترکین

عوامل ایجاد کننده

توزیع نامتعادل بارهای تکفاز

سوختن فیوز بانکهای خازنی

۳-۵ اعوجاج ها

انواع اعوجاج شکل موجها در شبکه های برق عبارتند از :

(۱) هارمونیکها

(۲) هارمونیکهای میانی

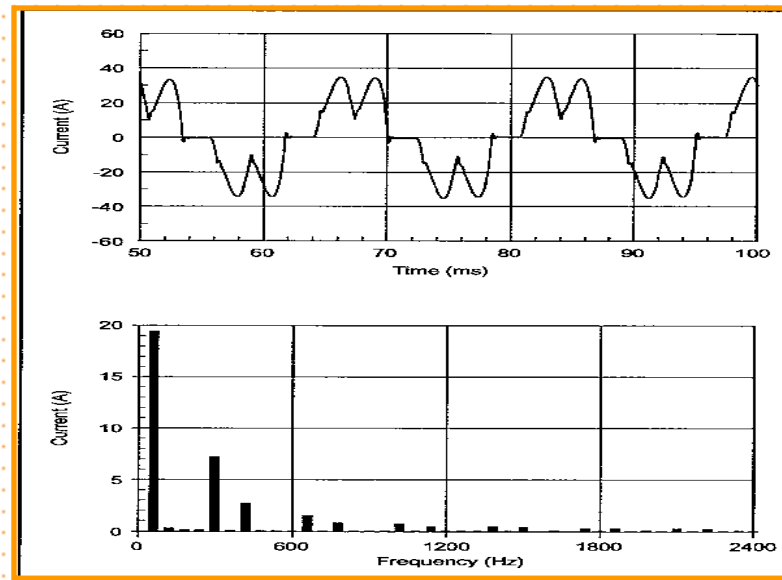
(۳) نویز

(۴) شکاف (بریدگی)

۳-۵ اعوجاج ها

(۱) هارمونیک :

وقتی شکل موج ولتاژ یا جریان حالت سینوسی نداشته باشد در این شرایط شکل موج ولتاژ یا جریان علاوه بر مولفه اصلی که فرکانس آن برابر فرکانس نامی شبکه میباشد، دارای مولفه های هارمونیکی مراتب بالاتر نیز خواهد بود.



شکل موج هارمونیکی و نمودار توزیع فرکانسی آن

۳-۵ اعوجاج ها

هارمونیک ها

اثرات ممکن

خرابی خازنها

افزایش تلفات و گرم شدن هادی
نوترال ترانسفورمرها وموتورها

عملکرد نامناسب کنترل کننده دور
موتورها، کلیدها، رله ها، فیوزها و
دستگاه های اندازه گیری

تداخل در سیستمهای مخابراتی

عوامل ایجاد کننده

تجهیزات الکترونیک قدرت
(تنظیم کننده های دور موتورها،
مبدل ها)

تجهیزات تخلیه ای
(کوره های قوس الکتریکی،
لامپ های فلورسنت)

تجهیزات فرومغناطیسی
(ترانسفورمرها)

۳-۵ اعوجاج ها

۲) هارمونیکهای میانی: هارمونیک های میانی هارمونیک هایی هستند که فرکانس آنها مضرب صحیحی از فرکانس نامی شبکه نمی باشد.

اثرات ممکن

تداخل در سیستم های
مخابراتی

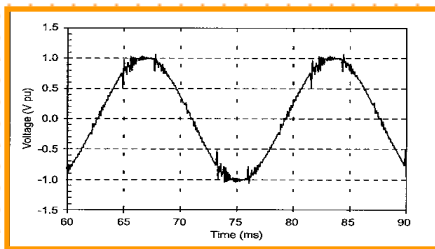
تاثیر روی گیرنده های ریپل
کنترل

عوامل ایجاد کننده

عملکرد برخی مبدل ها
و یا
تجهیزات الکترونیک قدرت
(سیکلوکانورترها)

۳-۵ اعوجاج ها

۳) نویز: به سیگنالهای ناخواسته در شبکه گفته میشود که توسط عوامل مختلف ایجاد میگردد و مقدار وفرکانس آنها بستگی به عوامل ایجاد کننده نویز دارد ولی معمولاً مقدار نویز کمتر از یک درصد ولتاژ شبکه است.



اثرات ممکن

عملکرد نامناسب تجهیزات
الکترونیکی، کنترل کننده های
برنامه پذیر و میکرو کامپیوترها

عوامل ایجاد کننده

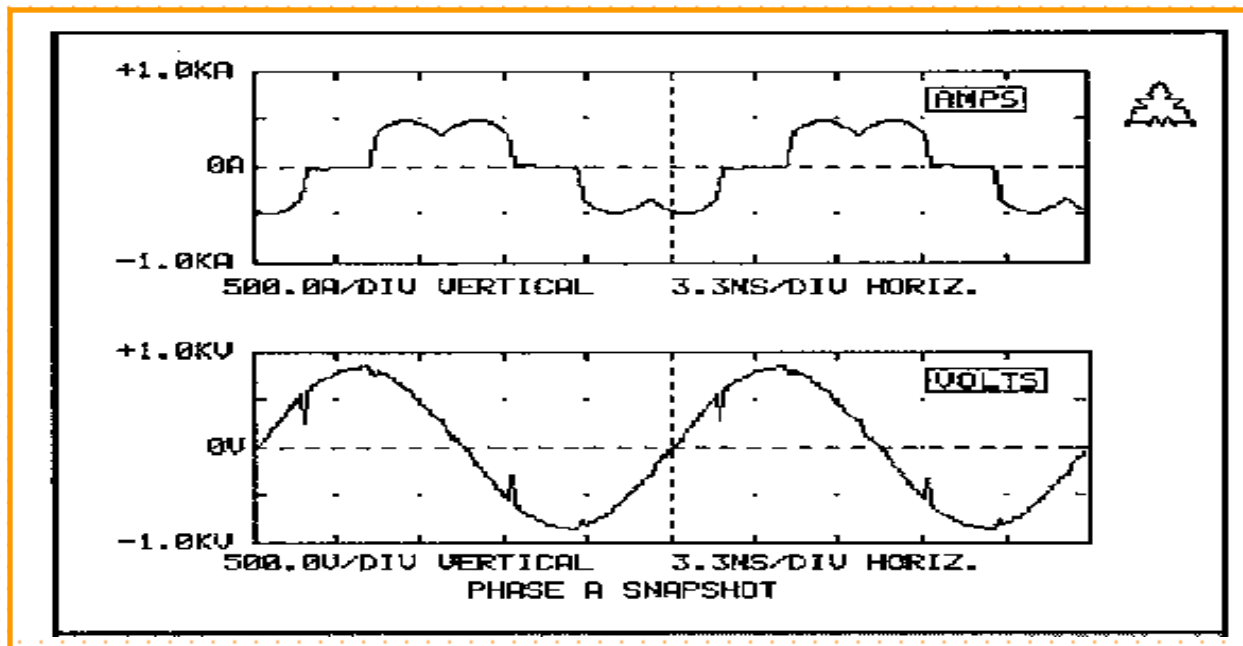
القاهای الکترواستاتیکی،
مغناطیسی

القای الکترومغناطیسی

(امواج رادیویی، کرونا ، قوس های
الکتریکی، سویچینگ تجهیزات)

۳-۵ اعوجاج ها

۴) شکاف (بریدگی): شکاف در شکل موج ولتاژ حالت خاصی بین گذراها و هارمونیک ها میباشد که از نظر شکل مانند گذراها بوده ولی از نظر تداوم مانند هارمونیک ها است. مولفه فرکانسی شکاف بسیار بزرگتر از فرکانس هارمونیک ها که حداکثر حدود ۱۰۰ برابر فرکانس شبکه است میباشد.



۳-۵ اعوجاج ها

شکاف (بریدگی)

اثرات ممکن

ایجاد نوسان در مدارات سلف
و خازنی در تغذیه در ایوها

ایجاد اشکال در سیستم های
کنترل و تجهیزات حساس

اختلالات مخابراتی

عوامل ایجاد کننده

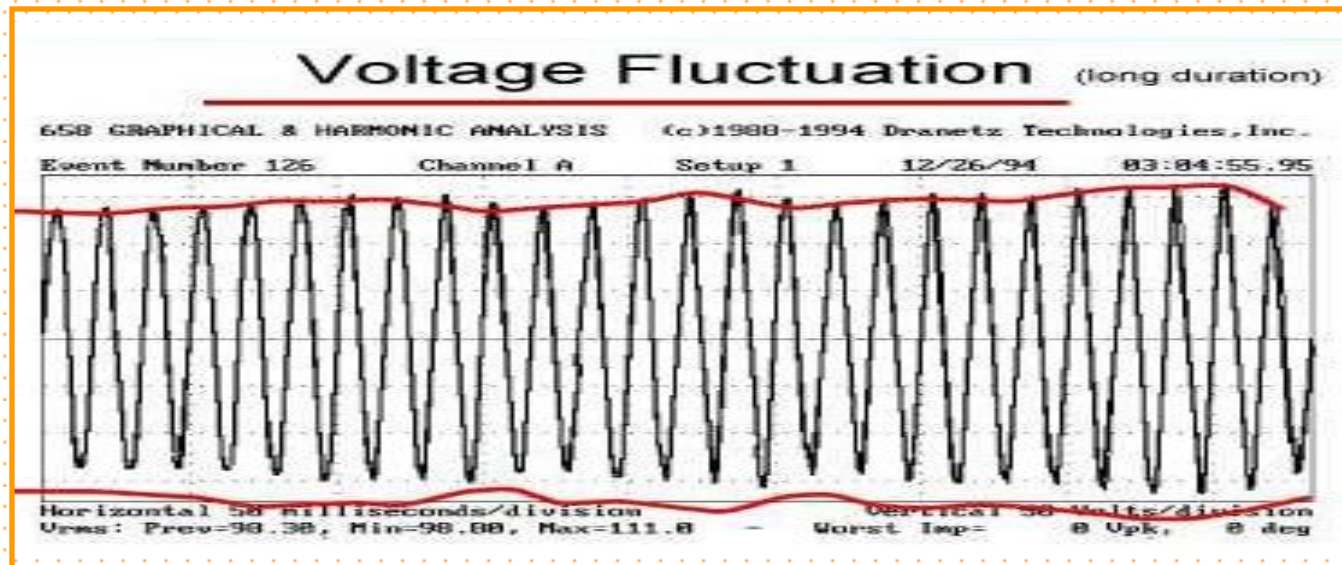
یکسو کننده های سه فاز

درایو موتورهای DC

منابع قدرت بدون قطع UPS

۳-۶ فلیکر ولتاژ

تغییرات دامنه ولتاژ با فرکانس یک الی سی هرتز که باعث سوسو زدن منابع روشنایی و تاثیر نامناسب در چشم انسان میشود و مقدار آن با دو شاخص شدت فلیکر کوتاه مدت و شدت فلیکر بلند مدت مشخص میگردد.



۳-۶ فلیکر ولتاژ

اثرات ممکن

چشمک زدن لامپها

احساس ناراحتی در انسان

ایجاد اشکال در بارهای
حساس

عوامل ایجاد کننده

کوره های قوس الکتریکی

دستگاه های نورد

دستگاه های جوشکاری

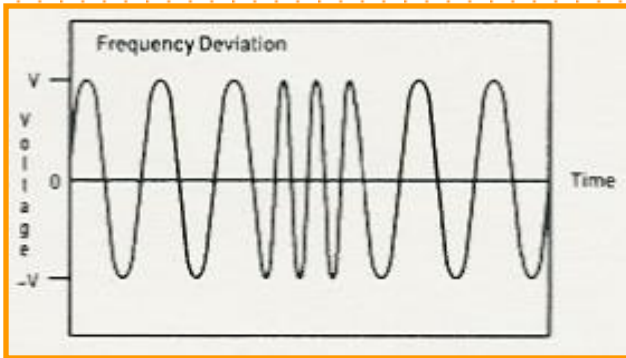
کمپرسورها

بارهای متغیر

کم بودن سطح اتصال کوتاه

۳-۷ تغییرات فرکانس

➤ هر کاهش یا افزایش فرکانس از فرکانس نامی را تغییر فرکانس گویند.



اثرات ممکن

کاهش یا افزایش دور موتورها
اختلال در برخی فرایندها

عملکرد نادرست
ترانسفورمرهای فرورزناسی

عوامل ایجاد کننده

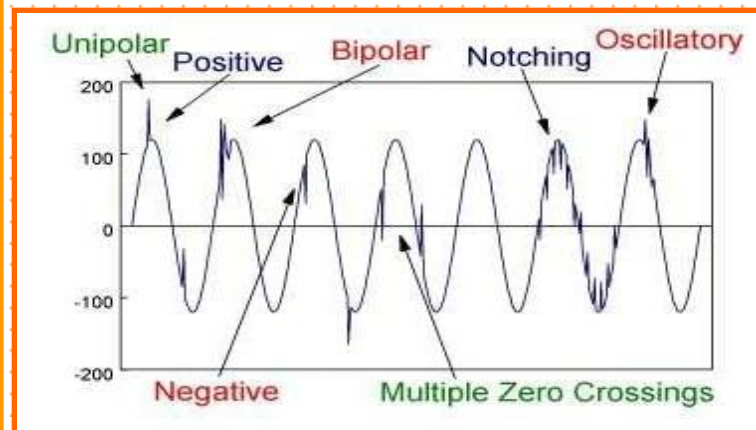
خروج از مدار واحدهای نیروگاه ها

خروج از مدار بارهای بزرگ

عدم تعادل بین مصرف و تولید

دامنه ولتاژ (مقدار نمونه)	طول دوره زمانی (مقدار نمونه)	محتوای طیفی (مقدار نمونه)	گروه
			۱- گذرا
			۱-۱ ضربه‌ای
			۱-۱-۱ نانو ثانیه
			۲-۱-۱ میکرو ثانیه
			۳-۱-۱ میلی ثانیه
			۱-۲ نوسانی
			۱-۱-۲ فرکانس پایین
			۲-۱-۲ فرکانس متوسط
			۳-۱-۲ فرکانس بالا
			۲- تغییرات بلندمدت
			۱-۲ قطع بادوام
			۲-۲ کاهش ولتاژ
			۳-۲ اضافه ولتاژ
			۳- تغییرات کوتاه مدت
			۱-۳ آنی
			۱-۱-۳ قطعی
			۲-۱-۳ فلش
			۳-۱-۳ برآمدگی
			۲-۳ لحظه‌ای
			۱-۲-۳ قطعی
			۲-۲-۳ فلش
			۳-۲-۳ برآمدگی
			۳-۳ موقت
			۱-۳-۳ قطعی
			۲-۳-۳ فلش
			۳-۳-۳ برآمدگی
			۴- عدم تعادل ولتاژ
			۵- اعوجاج شکل موج
			۱-۵ وجود مؤلفه dc در شبکه ac
			۲-۵ هارمونیک‌ها
			۳-۵ هارمونیک‌های میانی
			۴-۵ برش
			۵-۵ نویز
			۶- نوسان ولتاژ
			۷- تغییرات فرکانس قدرت
			خیز ۵ نانو ثانیه‌ای
			خیز ۱ میکروثانیه‌ای
			خیز ۰/۱ میلی ثانیه‌ای
			کوچکتر از ۵ کیلوهرتز
			۵۰۰۰ کیلوهرتز
			۰/۵۵ مگاهرتز
			بیشتر از یک دقیقه
			بیشتر از یک دقیقه
			بیشتر از یک دقیقه
			کوچکتر از ۰/۱ سیکل
			۰/۵-۳۰ سیکل
			۰/۱-۰/۹ سیکل
			۱/۱-۱/۸ سیکل
			کوچکتر از ۰/۱ ثانیه
			۳۰ سیکل - ۳ ثانیه
			۳۰ سیکل - ۳ ثانیه
			۳۰ سیکل - ۳ ثانیه
			۳ ثانیه - ۱ دقیقه
			۳ ثانیه - ۱ دقیقه
			۳ ثانیه - ۱ دقیقه
			حالت ماندگار
			حالت ماندگار
			حالت ماندگار
			حالت ماندگار
			متناوب
			کوچکتر از ۱۰ ثانیه
			هارمونیک اول تا صدم
			صفر تا ۶ کیلوهرتز
			درباند وسیع
			کوچکتر از ۲۵ هرتز
			تا ۲۰ درصد
			تا ۲ درصد
			تا ۱ درصد
			۰/۱ تا ۷ درصد

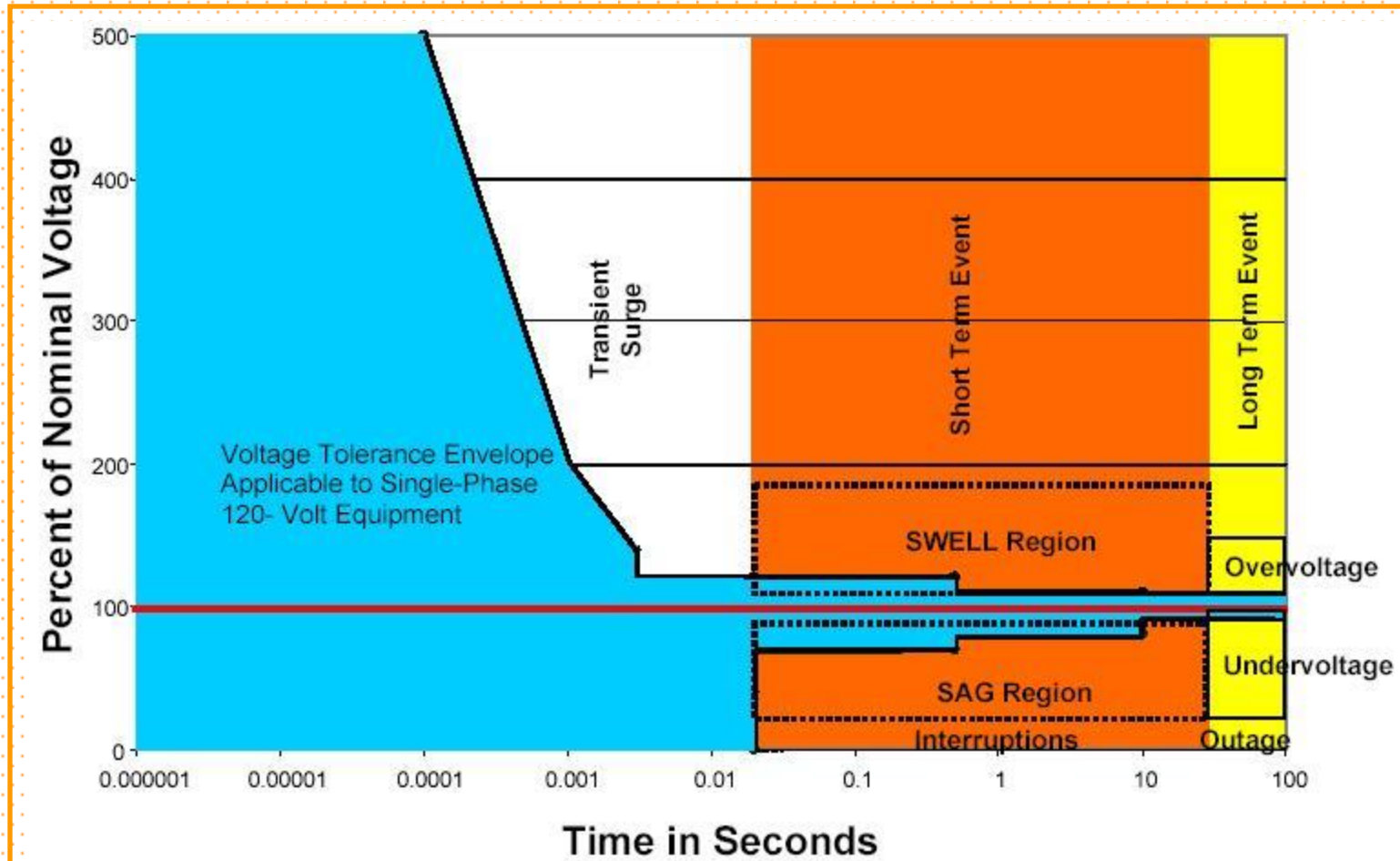
مقایسه ویژگیهای پارامترهای مختلف کیفیت توان



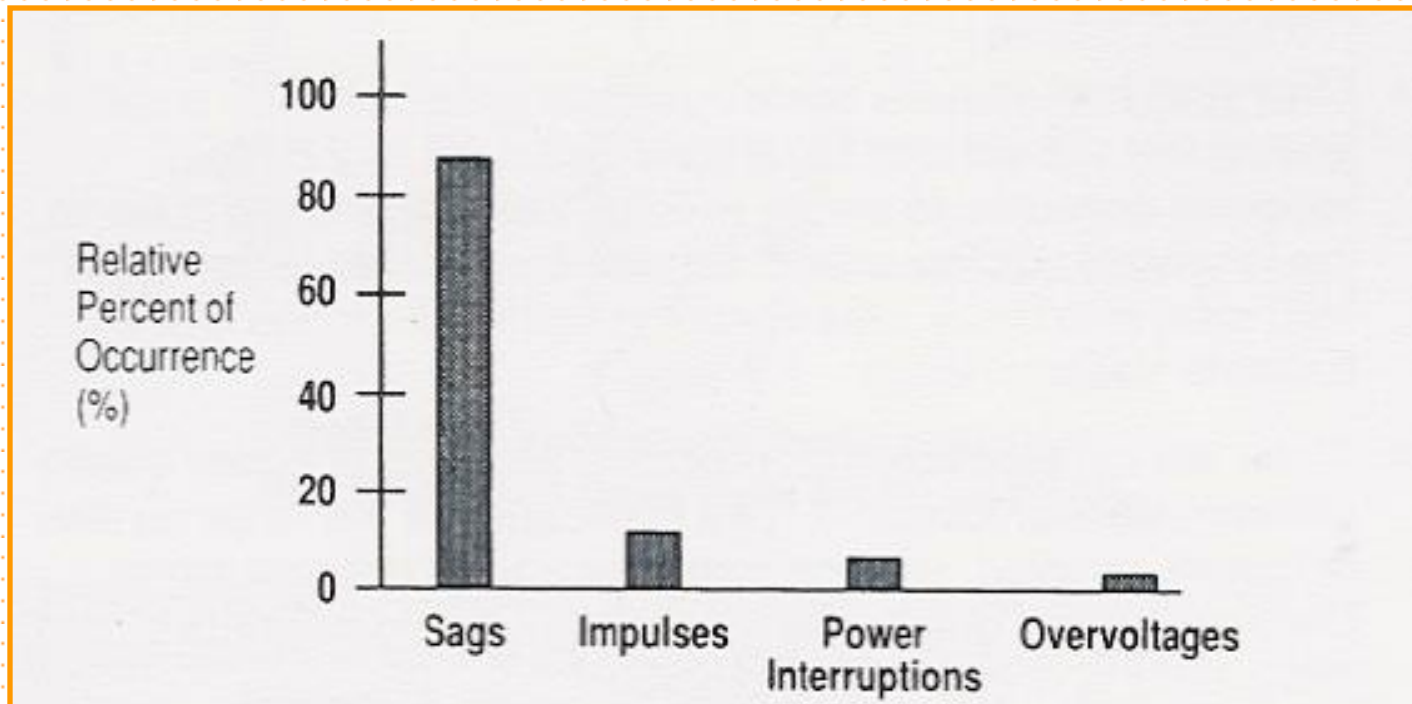
مقایسه ویژگیهای پارامترهای مختلف کیفیت توان

نمونه شکل موج یا تغییرات RMS	دسته بندی اغتشاشات	پارامترهای توصیف کننده	عوامل ایجاد کننده اغتشاش	روشهای پیماسازی
	- ضربه‌های گذرا - اغتشاشات گذرا	- مقدار پیک - زمان افزایش - مدت مداوم	- صاعقه - تخلیه الکترواستاتیکی - کلیدزنی بار - کلیدزنی خازنی	- برقگیرها - فیلترها - ترانسفورمرهای جداکننده
	- گذراهای نوسانی - اغتشاشات گذرا	- شکل موج - مقدار پیک - مولفه‌های فرکانس	- کلیدزنی خط کابل - کلیدزنی خازنی - کلیدزنی بار	- برقگیرها - فیلترها - ترانسفورمرهای جداکننده
	- کمبود/ بیشبود - اغتشاش در مقدار RMS	- RMS بر حسب زمان - مقدار - مدت مداوم	- سیستم‌های کنترل از راه دور - خطاها	- ترانسفورمرهای فرورزناس - لبارهای ذخیره کننده انرژی - UPS - DVR - D-STATCOM
	- قطعی‌ها - اغتشاش در مقدار RMS	- مدت مداوم	- عملکرد سیستم حفاظتی - بریکرها - فیوزها - سرویس سیستم	- UPQC - لبارهای ذخیره کننده انرژی - UPS - ژنراتور پشتیبان (Back up)
	- کاهش ولتاژ - اضافه ولتاژ - تغییرات حالت پایدار	- RMS بر حسب زمان - اطلاعات آماری	- راه‌اندازی موتورها - تغییرات بار - افت بار	- رگولاتورهای ولتاژ - ترانسفورمرهای فرورزناس - SVR
	- اغتشاشات هارمونیک - تغییرات حالت پایدار	- طیف هارمونیک - THD - اطلاعات آماری	- بارهای غیرخطی - رزونانس سیستم	- فیلترهای اکتیو یا پسیو - ترانسفورمر با حذف کننده مولفه توانی صفر
	- فلپکر ولتاژ - تغییرات حالت پایدار	- دامنه اندازه تغییرات - فرکانس رخداد - فرکانس مدولاسیون	- بارهای قطع و وصل شونده - راه‌اندازی موتور - کوره‌های القایی	- SVC - D-STATCOM

مقایسه ویژگیهای پارامترهای مختلف کیفیت توان



مقایسه سهم وقوع (تعداد بروز) پدیده های مختلف کیفیت برق



۴- استانداردهای ملی و بین المللی

کیفیت توان

استانداردهای بین المللی

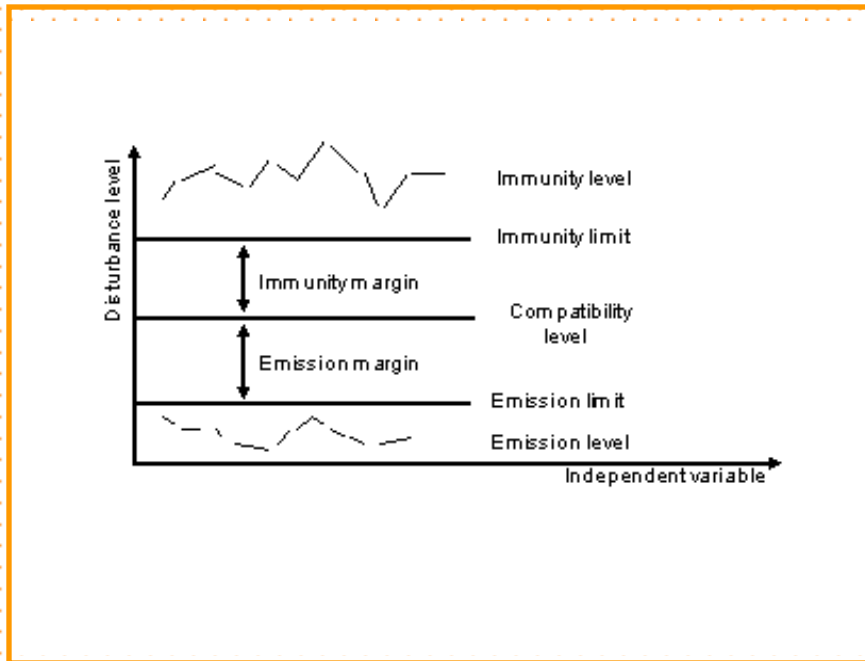
استاندارد ANSI/IEEE

- سری کتابهای رنگی
- 519 : هارمونیکها
- 1159 : مونیتورینگ
- 1250 : اعوجاجات لحظه ای
- C57-110 : ترانس
- C62-41 : ولتاژهای ضربه

استاندارد IEC

- 61000-1 : کلیات
- 61000-2 : رده بندی پدیده ها
- 61000-3 : حدود مجاز
- 61000-4 : آزمون
- 61000-5 : روشهای حذف

IEC 61000-1-1



محیط الکترومغناطیسی

– کل اعوجاجات موجود در یک مکان مشخص

– مصونیت الکترومغناطیسی

– انتشار الکترومغناطیسی

– سازگاری الکترومغناطیسی

توانایی یک تجهیز یا

سیستم برای عملکرد

رضایت بخش در یک

محیط الکترومغناطیسی

بدون ایجاد اعوجاجات به

هر عنصری در آن محیط

IEC 61000-۲-1

- رده بندی پدیده های الکترومغناطیسی
- هارمونیک ، هارمونیک میانی ، نوسان ولتاژ ، افتادگی ولتاژ ، قطعی ولتاژ و عدم تعادل ولتاژ
- تغییر فرکانس ، وجود مولفه DC در شبکه جریان متناوب
- تعریف ؛ عوامل ایجاد پدیده ؛ اثر بر روی سیستم و تجهیزات

IEC 61000-۲-۲

➤ سطوح سازگاری انواع اعوجاجات در شبکه فشار ضعیف

- هارمونیک (THD و مرتبه های مختلف هارمونیکی)
- هارمونیک میانی : ۵/۰ درصد ولتاژ نامی (۰ تا ۱۰۰۰ هرتز)
- نوسان ولتاژ (تغییرات ولتاژ بر حسب تعداد آن بر ثانیه)
- افتادگی ولتاژ (غیر قابل استناد - ۱ تا ۴ بار در ماه تا ۳ ثانیه)
- عدم تعادل ولتاژ (۲ درصد)
- تغییرات فرکانس (۱ ± هرتز)

IEC 61000-۲-۴

➤ سطوح سازگاری برای شبکه های صنعتی

- کلاس ۱ : سطوح سازگاری کمتر از شبکه های عمومی (تجهیزات با حساسیت بالا)
- کلاس ۲ : سطوح سازگاری برابر شبکه های عمومی (تجهیزات با حساسیت متوسط)
- کلاس ۳ : سطوح سازگاری بالاتر از شبکه های عمومی (تجهیزات با حساسیت کم)

– معرفی شبکه نمونه – میزان سطوح سازگاری برای هر یک از اعوجاجات

IEC 61000-۳-۲, IEC 61000-۳-3

- ارائه حدود مجاز برای هارمونیکهای جریان تزریقی (۲-۳) و فلیکر تزریقی (۳-۳) به شبکه فشار ضعیف برای وسایل با جریان نامی کمتر از ۱۶ آمپر
- ارائه روش و مدار آزمون - آزمون نوعی - انجام توسط کارخانجات سازنده
- در صورت قبولی در آزمون دستگاه میتواند به شبکه فشار ضعیف متصل گردد.

IEC 61000-۳-۵

➤ **ارائه حدود مجاز فلیکر تزریقی برای وسایل با جریان نامی بالاتر از ۱۶ آمپر (تقاضای اتصال به شبکه فشار ضعیف)**

– **وسایل با جریان نامی بین ۱۶ و ۷۵ آمپر (ارائه روش و مدار آزمون)**

• **تخطی از حدود مجاز – اعلام حداکثر امپدانس شبکه**

• **قبولی در آزمون – پذیرش دستگاه**

– **وسایل با جریان نامی بیش از ۷۵ آمپر**

• **دریافت امپدانس شبکه از شرکت برق – حدود مجاز وابسته به توان ظاهری ترانسفورماتور تغذیه کننده فشار ضعیف**

کلیه آزمونها در کارخانه سازنده انجام میگیرد

IEC 61000-۳-۶, IEC 61000-۳-۷

➤ **ارائه حدود مجاز برای هارمونیکها (۳-۶) و فلیکر (۳-۷) در شبکه های فشار متوسط و فشار قوی**

- **مرحله اول :** اتصال بارهای کوچک بدون ارزیابی کامل
- **مرحله دوم :** ارزیابی کامل - سطوح مجاز متناسب با توان توافقی مشترک
- **مرحله سوم :** پذیرش استثنایی مشترک

➤ **مسئولیتها :**

- **مشترک مسئول حفظ میزان تزریق اعوجاج خود در زیر حدود مجاز است**
- **شرکت برق مسئول کنترل کلی سطح اعوجاج است**
- **همکاری شرکت برق و مشترک در تعیین روش بهینه جهت کاهش تزریق (طراحی و انتخاب روش به مسئولیت مشترک است)**

IEC 61000-۴

- آزمونهای مصنوعیت – کلیات
- آزمون وسایل در مقابل گذراهای سریع
- آزمون وسایل در مقابل گذراهای یک طرفه
- مشخصات فنی دستگاه اندازه گیری هارمونیک
- آزمون وسایل در مقابل فلش و قطعی کوتاه مدت
- مشخصات فنی فلیکرمتر

IEC 61000-۵

➤ روشهای حذف و کاهش اعوجاجات – کلیات

- ملاحظات کلی و راهنمایی جهت دستیابی به سازگاری الکترومغناطیسی برای کلیه وسایل برقی
- مورد استفاده : سازندگان – مشترکین – نصاب ها

➤ زمین کردن و سیم کشی

- از دیدگاه سازگاری الکترومغناطیسی (کیفیت برق)

۲-۴ استاندارد IEEE

- **RED BOOK** : توصیه های اجرایی برای توزیع توان الکتریکی در کارخانجات صنعتی
- **GREEN BOOK** : توصیه های اجرایی برای زمین کردن شبکه های صنعتی
- **GRAY BOOK** : توصیه های اجرایی برای سیستم برقی ساختمانهای تجاری
- **GOLD BOOK** : توصیه های اجرایی برای طراحی یک شبکه الکتریکی تجاری و صنعتی مطمئن
- **EMERALD BOOK** : توصیه های اجرایی برای برقرسانی و زمین کردن تجهیزات الکترونیکی

➤ هارمونیکها :

- تولید هارمونیک (معرفی وسایل هارمونیک زا)
- مشخصه پاسخ سیستم (تشدید)
- اثرات هارمونیکها (موتور - خازن - وسایل اندازه گیری و ..)
- روشهای کنترل هارمونیکها
- روشهای تحلیل هارمونیک
- اندازه گیری هارمونیک
- ارائه حدود مجاز
- برای هر مشترک (بر حسب توان نامی خریداری شده مشترک)
- برای شرکت برق

IEEE 115^۹

- انتخاب رده بندی پدیده های کیفیت برق (از نظر زمانی)
- اهداف مونتورینگ – وسیله اندازه گیری؛ روش جمع آوری داده ها؛ روش تحلیل داده ها
- انواع وسایل اندازه گیری
- تکنیکهای کاربردی – محل مونتورینگ؛ آستانه ها؛ پریود مونتورینگ
- تفسیر نتایج مونتورینگ
- کالیبراسیون

۳-۴ استاندارد ANSI

- C57-110 : انتخاب ظرفیت ترانسفورماتورها در هنگام تغذیه بارهای غیرخطی
- C62-41 : ولتاژهای ضربه در شبکه های فشار ضعیف
- C12-50 : راهنمایی برای نحوه برقرسانی به تجهیزات حساس به اعوجاجات لحظه ای

۴-۴ استاندارد توانیر

استاندارد « مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق) » که پیش نویس آن توسط وزارت نیرو- سازمان توانیر- معاونت پژوهشی- دفتر استانداردها و در کمیسیون مربوطه تهیه و تدوین شده و طی بخشنامه شماره ۱۰/۲/۸۱ مورخ ۱۰۰/۳۰/۷۰۱۰ مقام محترم وزارت قرار گرفته، به استناد بندهای مربوطه در قانون تاسیس وزارت نیرو (سال ۱۳۵۳)، قانون سازمان برق ایران (سال ۱۳۴۶) و قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی ایران بعنوان **استاندارد صنعت برق ایران** منتشر شده است.



وزارت نیرو

سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق
(توانیر)

استانداردهای کیفیت برق

۴-۴ استاندارد توانیر

LP.I.S
13
13
13

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic Of Iran
وزارت نیرو
Ministry Of Energy
سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavazir)

استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت پنجم - پایداری و پدیده های گذرا

Iran Power Industry Standards - Power Quality
Part Five : Stability and Transient Phenomena

LP.I.S
13
13
13

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic Of Iran
وزارت نیرو
Ministry Of Energy
سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavazir)

استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت سوم - پلش و قطعی و تکرار

Iran Power Industry Standards - Power Quality
Part Three : Voltage Sag and Interruption

LP.I.S
13
13
13

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic Of Iran
وزارت نیرو
Ministry Of Energy
سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavazir)

استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت چهارم - نوسانات ولتاژ و فرکانس

Iran Power Industry Standards - Power Quality
Part Four : Voltage and Frequency Variations

LP.I.S
13
13
13

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic Of Iran
وزارت نیرو
Ministry Of Energy
سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavazir)

استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت دوم - محدوده مجاز هارمونیک ها

Iran Power Industry Standards - Power Quality
Part Two : Permissible Ranges of Harmonics

LP.I.S
13
13
13

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic Of Iran
وزارت نیرو
Ministry Of Energy
سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavazir)

استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت اول - کلیات

Iran Power Industry Standards - Power Quality
Part One : General

LP.I.S
13
13
13

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic Of Iran
وزارت نیرو
Ministry Of Energy
سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavazir)

استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت نهم - دستورالعمل اندازه گیری کیفیت برق، پارسی و اطمینان از کیفیت آن

Iran Power Industry Standards - Power Quality
Part nine : Procedure for the measurement of Power Quality

LP.I.S
13
13
13

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic Of Iran
وزارت نیرو
Ministry Of Energy
سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavazir)

استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت هشتم - مشخصات فنی وسایل اندازه گیری و معیارهای انتخاب آنها

Iran Power Industry Standards - Power Quality
Part eight : Technical Specifications of meters

LP.I.S
13
13
13

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic Of Iran
وزارت نیرو
Ministry Of Energy
سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavazir)

استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت هفتم - کیفیت برق تحویلی به انواع مشترکین

Part Seven :Quality of Power Delivery to different Consumers

LP.I.S
13
13
13

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic Of Iran
وزارت نیرو
Ministry Of Energy
سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)
Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavazir)

استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت ششم - زمین کردن

Part Six : Grounding

۴-۴ استاندارد توانیر

استاندارد «مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق)» مشتمل بر قسمتهای ذیل است :

قسمت اول – کلیات

قسمت دوم – حدود مجاز هارمونیک ها

قسمت سوم – فلش و قطعی ولتاژ

قسمت چهارم – تغییرات ولتاژ و فرکانس

قسمت پنجم – پایداری و پدیده های گذرا

قسمت ششم – زمین کردن

قسمت هفتم – کیفیت برق تحویلی به انواع مشترکین

قسمت هشتم – مشخصات فنی وسایل اندازه گیری و معیارهای انتخاب آنها

قسمت نهم – دستورالعمل اندازه گیری کیفیت برق، بازرسی و اطمینان از

کیفیت آن