
کیفیت توان

تألیف:

سی. سنکاران

ترجمه:

مهندس مهیار عباسی (مدرس دانشگاه)

مهندس نیما حیدرزاده

سرشناسه :	سنکاران، سی، ناظر کیفی (Sankaran , C)
عنوان و نام پدیدآور :	کیفیت توان، تالیف سی. سنکاران ترجمه مهیار عباسی، نیما حیدرزاده
مشخصات نشر :	تهران: سها دانش ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری :	۲۰۲ ص: مصور جدول، نمودار.
شابک :	۹۷۸۶۰۰۱۸۱۱۰۶۷
یادداشت :	واژه نامه
وضعیت فهرست نویسی :	فیپای مختصر.
شناسه افزوده :	عباسی، مهیار - ۱۳۶۸
شماره کتاب شناسی ملی :	۳۵۶۱۹۹۵

مرکز بخش: میدان انقلاب- اول کارگر جنوبی- کوچه رشتچی - بن بست یکم- پلاک ۴

تلفن و فکس: ۳-۶۶۵۶۹۸۸۱

همراه: ۰۹۱۲۱۲۶۱۴۱۹



عنوان کتاب..... کیفیت توان
 مؤلفین..... مهیار عباسی، نیما حیدرزاده
 ویراستار علمی..... حمیدرضا سلیمانی
 ناشر..... انتشارات سها دانش (عضو انجمن ناشران دانشگاهی)
 سال چاپ..... ۱۳۹۶
 نوبت چاپ..... دوم
 تیراژ..... ۲۰۰ نسخه
 قیمت..... ۱۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸۶۰۰۱۸۱۱۰۶۷ - ISBN: 978-600-1811-06-7

www.sohadanesh.ir فروشگاه اینترنتی

فروشگاه شماره ۱: میدان انقلاب-بازار بزرگ کتاب- طبقه زیرین- پلاک ۲- کتابفروشی سخنکده

ارسال انواع کتاب به تمام نقاط ایران - تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۰۸۰۰۰ (خط) www.ajansketab.com

فروشگاه شماره ۲: میدان انقلاب - ضلع جنوب شرقی - پلاک ۹ - کتابفروشی راه اندیشه - تلفن: ۶۶۴۷۵۷۹۸

فروشگاه شماره ۳: میدان انقلاب - بین خیابان اردیبهشت (منبری جاوید) و ۱۲ فروردین - کتابسرای اندیشه - طبقه

همکف واحد ۲ سمت راست - کتابفروشی آکادمی سنجش ۲ - تلفن: ۶۶۴۹۲۶۶۳

تقديم

باساس نبی دريغ و دروغ

این ترجمه را به پیشگاه مقدس امام رضا (ع)

و پدر و مادر عزیزمان تقديم می داریم.

و همچنین همه کسانی که ما را در این کاریاری نموده اند.

باساس سیکران

مهیار عباسی - نیماحیدرزاده

مقدمه نویسنده

همان طور که می‌بینید نام این کتاب "کیفیت‌توان" است ولی به نظر من بهترین نام برای این کتاب "آنچه که کیفیت‌توان برای شما انجام می‌دهد" است. وقتی من آغاز به نوشتن این کتاب کردم، می‌خواستم که کتابی روان، قابل‌فهم و سودمند برای مهندسانی باشد که با مشکلات و مسائل کیفیت‌توان روبه‌رو هستند. مادامی که مهندسين با مشکلات کیفیت‌توان روبه‌رو هستند ولی کتاب‌های کمی وجود دارند که به خوبی مسائل کیفیت‌توان را بررسی کرده باشند. من ساعت‌ها بر روی یکی سری از مباحث تئوری فکر می‌کردم تا آن را از نظر عملی درک کنم. من در این کتاب تلاش کردم که مباحث تئوری را کنار مباحث عملی که حس می‌کردم برای تمامی مهندسين مفید خواهد بود، مطرح کنم.

ولی کیفیت‌توان چیست؟ همان طور که در این کتاب آمده است محدوده‌ای است که ادوات و قطعات الکتریکی در بهترین حالت خود و بدون کاهش عمر و عملکردشان کار می‌کنند. یا شرایطی که عملکرد و عمر تجهیزات رضایت‌بخش باشد و عکس آن غیرقابل‌قبول است.

اما چرا کیفیت‌توان باعث نگرانی تأسیسات و طراحان است؟ اگر کیفیت توانی که ادوات را تغذیه می‌کند رضایت‌بخش نباشد باعث کاهش عملکرد ادوات می‌شود؛ و این قضیه شامل همه ادوات و تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی می‌شود. از طرفی کیفیت‌توان خوب نیز شاید برای گروهی از ادوات مناسب باشند ولی برای گروهی دیگر از ادوات مضر باشد و هر کدام با این‌حال که از یک خط تغذیه می‌شوند ولی به علت طراحی‌شان رفتارهای خاص خود را نشان می‌دهند. حتی برخی از ادوات مشکلات توان خود را به وجود می‌آورند. چنین شرایط متضادی برای طراح بسیار اهمیت دارد.

این کتاب نتیجه ۳۰ سال تجارب شخصی در طراحی، تست و خطایابی سیستم‌های الکتریکی قدرت است و حداقل ۹ سال مطالعه، تحقیق و حل طیف گسترده‌ای از مشکلات کیفیت‌توان. بیشتر اطلاعات موجود در این کتاب نتیجه تجارب شخصی خودم در بحث سیستم‌های قدرت و کیفیت‌توان می‌باشد. وجود معادلات ریاضی در این کتاب نیز لازم است زیرا که یکی از اصلی‌ترین روش‌هایی است که مسائل و اثرات کیفیت‌توان را توضیح می‌دهند. در این کتاب، از تعداد زیادی مثال، سؤالاتی که تشریحی حل شده‌اند، شکل‌ها، تصاویر، جداول برای درک و توضیح بهتر استفاده شده است. مثال‌ها نشان می‌دهند که مشکلات کیفیت‌توان نتایجی مثل صدمه دیدن ادوات و پرسنل و کاهش خروجی تأسیسات را در پی دارند و تنها راه جلوگیری از این مشکلات، درک درست و دقیق مسائل کیفیت‌توان است.

امیدوارم همان طور که من از نوشتن این کتاب لذت بردم خوانندگان نیز لذت ببرند و همچنین امیدوارم کتابی که نتیجه کار در شرایط سخت تأسیسات و روبه‌رو شدن با مشکلات آنها است، برای خوانندگان مفید باشد.

مقدمه مترجم

خداوند عزوجل را شاکریم که توفیق خدمت به خلق خود را به ما عطاء فرموده است و بر خود می‌بالیم که در محضر اساتید صاحب قلم افتخار کسب علم را داشته‌ایم. بدلیل کمبود منابع به زبان فارسی در زمینه کیفیت‌توان سیستم‌های قدرت در صدد این آمدم که به ترجمه آثار و منابعی که در زمینه کیفیت‌توان از نظر اساتید صاحب نظر معتبر می‌باشند پردازم.

با توجه به افزایش تقاضای انرژی در دهه‌ی گذشته و گسترش شبکه‌های قدرت در بخش‌های مختلف تولید، انتقال و توزیع و همچنین در کل سیستم‌های قدرت مسائل و مشکلاتی به‌وجود آمده است که نتایج تحقیقات و مطالعات در جهت بهبود کیفیت‌توان، حفاظت شبکه، بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت مدرن و... به کار گرفته شده است و همچنین مشکلات پدید آمده در شبکه‌های توزیع نیروی برق، بررسی و تحلیل کیفیت‌توان در شبکه‌های قدرت بیش از پیش اهمیت پیدا کرده و به منظور حفظ کیفیت مطلوب در شبکه‌های توزیع در محدوده‌ی استاندارد، بایستی پارامترهای مرتبط با کیفیت‌توان شناسایی، ارزیابی و اندازه‌گیری شده و در نهایت با اعمال راهکارهای لازم در بهسازی و کنترل آن قدم‌های موثری برداشته شود.

این کتاب نوشته‌ی جناب آقای پروفیسور سی. سنکاران در زمینه کیفیت‌توان از منابع بسیار معتبر که شامل مباحث کیفی و کمی در زمینه کیفیت‌توان می‌باشد مورد تایید بسیاری از اساتید صاحب نظر در زمینه کیفیت‌توان می‌باشد. از ویژگی‌های بارز این کتاب تحلیل مسایل کیفی و تجربه‌ی ۳۰ ساله ایشان در زمینه کیفیت‌توان با استفاده از ابزار محاسباتی، منطقی و تحلیل شکل موج‌های خروجی از نرم افزارها می‌باشد. این کتاب شامل ۹ فصل می‌باشد که به جرأت می‌توان گفت پوشش دهنده کامل مباحث کیفیت‌توان می‌باشد.

کیفیت‌توان در سال‌های اخیر برای دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی برق گرایش قدرت در سراسر کشور به عنوان یک درس سه واحدی ارائه می‌گردد و این کتاب نه تنها برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی بلکه برای مهندسين شاغل در صنعت برق کشور نیز به‌عنوان یک مرجع نسبتاً جامع و کامل تدوین شده است. امید است که مطالب کتاب کمکی باشد برای دانشجویان مهندسی برق و به ویژه برای مهندسين شاغل در وزارت نیرو تمامی علاقه‌مندان که در زمینه کیفیت‌توان سیستم‌های قدرت در حال کسب علم و پژوهش می‌باشند.

فرصت را مغتنم می‌شماریم و از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر مرتضی رزاز، جناب آقای دکتر سید قدرت... سیف‌سادات، جناب آقای مهندس حمیدرضا سلیمانی، جناب آقای دکتر محمدباقر توکلی، جناب آقای دکتر عباس حسین‌آبادی، جناب آقای مهندس ابولفضل مولایی‌نژاد و از مسئولین محترم دانشگاه، جناب آقای دکتر داریوش جاوید، جناب آقای سهراب سلیمان‌زاده، جناب آقای

همایون بداغی، جناب آقای بهرام حمزه‌لویی و از مسئولین محترم برق منطقه باختر جناب آقای مهندس آرش کردی، جناب آقای مهندس محمدکاظم فتحی و جناب آقای دکتر نصرتیان و در نهایت از دوستان بزرگوارمان، جناب آقای مهندس محمد احمدوندرداد، جناب آقای مهندس محسن سرداری، جناب آقای مهندس رضا جعفری، جناب آقای دکتر مهدی تقی‌زاده و جناب آقای محمد حیدرزاده والباقی عزیزانی که برای گسترش علم و دانش در کشور عزیزمان ایران صادقانه تلاش می‌کنند تشکر ویژه داشته باشیم .

مهیارعباسی - نیما حیدرزاده

فهرست

فصل اول : آشنایی با کیفیت توان..... ۱

- ۱,۱ تعریف کیفیت توان..... ۱
- ۱,۲ آینده کیفیت توان..... ۱
- ۱,۳ اصطلاحات فنی کیفیت توان..... ۳
- ۱,۴ مسایل کیفیت توان..... ۱۳
- ۱,۵ معیارهای حساسیت..... ۱۵
- ۱,۵,۱ علت و معلول..... ۱۵
- ۱,۵,۲ معیارهای حل مشکل..... ۱۷
- ۱,۵,۳ المان حساس..... ۱۸
- ۱,۵,۴ وابستگی متقابل..... ۱۸
- ۱,۵,۵ معیارهای تنش و کرنش..... ۱۹
- ۱,۵,۶ کیفیت توان در برابر ایمنی ادوات..... ۲۰
- ۱,۶ مسئولیت‌های تأمین‌کنندگان و مصرف‌کنندگان..... ۲۱
- ۱,۷ استانداردهای کیفیت توان..... ۲۳
- ۱,۸ نتیجه‌گیری..... ۲۵

فصل دوم : اختلال در فرکانس توان..... ۲۷

- ۲,۱ مقدمه..... ۲۷
- ۲,۲ اختلال‌های رایج فرکانس توان..... ۲۷
- ۲,۲,۱ Voltage Sags..... ۲۷
- ۲,۳ راه‌حل‌های رفع اختلالات فرکانس پایین..... ۳۷
- ۲,۳,۱ ترانسفورماتورهای ایزوله کننده..... ۳۷
- ۲,۳,۲ رگولاتورهای ولتاژ..... ۳۸
- ۲,۳,۳ UPS استاتیک..... ۴۰
- ۲,۳,۴ UPS موتوری..... ۴۴
- ۲,۴ معیارهای تحمل ولتاژ..... ۴۵
- ۲,۵ نتیجه‌گیری..... ۴۸
-

فصل سوم : حالت گذرا..... ۴۹.

۴۹.....	۳,۱ مقدمه.....
۵۰.....	۳,۲ مدل سیستم گذرا.....
۵۲.....	۳,۳ مثال‌هایی از مدل‌های گذرا و پاسخ آنها.....
۵۲.....	۳,۳,۱ اعمال ولتاژ DC به یک خازن.....
۵۳.....	۳,۳,۲ اعمال ولتاژ DC به یک سلف.....
۵۶.....	۳,۴ مدل گذرای سیستم قدرت.....
۶۰.....	۳,۵ انواع و علت‌های حالت‌های گذرا.....
۶۰.....	۳,۵,۱ علت‌های جوی.....
۶۲.....	۳,۵,۲ قطع و وصل شدن بارها.....
۶۴.....	۳,۵,۳ سرعت قطع جریان خطا.....
۶۵.....	۳,۵,۴ کلیدزنی بانک‌های خازنی.....
۶۷.....	۳,۶ مثال‌هایی در مورد شکل موج‌های گذرا.....
۶۷.....	۳,۶,۱ حالت گذرای راه‌اندازی موتور.....
۶۸.....	۳,۶,۲ حالت گذرا به دلیل کلیدزنی بانک خازنی تصحیح ضریب‌توان.....
۶۸.....	۳,۶,۳ حالت گذار کلیدزنی بانک خازنی ولتاژ متوسط.....
۶۹.....	۳,۶,۴ بریدگی ولتاژ به دلیل استفاده از UPS.....
۷۰.....	۳,۶,۵ سوئینگ ولتاژ نول.....
۷۱.....	۳,۶,۶ اعمال ناگهانی ولتاژ.....
۷۲.....	۳,۶,۷ حالت‌های گذرای خود-دلیل.....
۷۳.....	۳,۷ نتیجه‌گیری.....

فصل چهارم : هارمونیک‌ها..... ۷۵.

۷۵.....	۴,۱ تعریف هارمونیک.....
۷۹.....	۴,۲ عدد هارمونیک (h).....
۷۹.....	۴,۳ ضرایب زوج و فرد هارمونیکي.....
۸۱.....	۴,۴ تغییرات فازهای هارمونیک‌ها و رابطه فاز و زاویه.....
۸۴.....	۴,۵ دلیل وجود هارمونیک‌های ولتاژ و جریان.....
۸۵.....	۴,۶ IHD و THD.....
۸۶.....	۴,۷ اثر هارمونیکي.....
۸۷.....	۴,۷,۱ لامپ‌های فلورسنت.....
۸۸.....	۴,۷,۲ ADJUSTABLE SPEED DRIVES.....

۹۳.....	۴,۷,۳ کامپیوتر و مانیتور.....
۹۴.....	۴,۸ تأثیر هارمونیک‌ها روی ادوات شبکه‌های قدرت.....
۹۴.....	۴,۸,۱ ترانسفورماتورها.....
۹۷.....	۴,۸,۲ موتورهای AC.....
۹۸.....	۴,۸,۳ بانک خازنی.....
۱۰۱.....	۴,۸,۴ کابل.....
۱۰۴.....	۴,۸,۵ BUSWAYS.....
۱۰۵.....	۴,۸,۵ تجهیزات حافظتی.....
۱۰۵.....	۴,۹ محدوده مجاز هارمونیک ولتاژ و جریان.....
۱۰۶.....	۴,۱۰ کاهش هارمونیک جریان.....
۱۰۶.....	۴,۱۰,۱ طراحی ادوات.....
۱۰۷.....	۴,۱۰,۲ حذف هارمونیک جریان.....
۱۰۹.....	۴,۱۰,۳ فیلترینگ هارمونیک.....
۱۱۱.....	۴,۱۱ نتیجه‌گیری.....

فصل پنجم : اتصال ارت و بدنه ۱۱۳

۱۱۳.....	۵,۱ مقدمه.....
۱۱۳.....	۵,۲ خطر برق‌گرفتگی و آتش‌سوزی.....
۱۱۵.....	۵,۳ استاندارد ارت.....
۱۱۶.....	۵,۴ الزامات سیستم زمین.....
۱۱۷.....	۵,۵ الکتروود.....
۱۱۸.....	۵,۶ تست مقاومت زمین.....
۱۲۰.....	۵,۷ شبکه ارت.....
۱۲۱.....	۵,۷,۱ میله‌های ارت.....
۱۲۱.....	۵,۷,۲ پلت‌ها.....
۱۲۱.....	۵,۷,۳ حلقه ارت.....
۱۲۲.....	۵,۸ سیستم ارت در شبکه‌های قدرت.....
۱۲۳.....	۵,۹ پتانسیل مرجع زمین.....
۱۲۵.....	۵,۱۰ روش‌های پتانسیل مرجع زمین.....
۱۲۷.....	۵,۱۱ ارت تک نقطه‌ای و چند نقطه‌ای.....
۱۲۹.....	۵,۱۲ حلقه‌های زمین.....
۱۳۰.....	۵,۱۳ واکنش الکتروشیمیایی.....
۱۳۱.....	۵,۱۴ مثال‌های از مشکلات اتصال ارت.....

۱۳۱	۵,۱۴,۱	برق‌گرفتگی به علت اشکالات در اتصالات ارت.....
۱۳۲	۵,۱۴,۲	صدمه دیدن کامپیوتر به علت جریان هرزگرد در حلقه زمین.....
۱۳۲	۵,۱۴,۳	خاموش شدن ASDها به علت نویز ارت.....
۱۳۳	۵,۱۵	نتیجه‌گیری.....

فصل ششم : ضریب‌توان..... ۱۳۵

۱۳۵	۶,۱	مقدمه.....
۱۳۵	۶,۲	توان اکتیو و راکتیو.....
۱۳۹	۶,۳	جابجای و ضریب‌توان حقیقی.....
۱۳۹	۶,۴	بهبود ضریب‌توان.....
۱۳۹	۶,۵	تصحیح ضریب‌توان.....
۱۴۳	۶,۶	جریمه ضریب‌توان.....
۱۴۴	۶,۷	مزایای دیگر تصحیح ضریب‌توان.....
۱۴۴	۶,۸	افزایش ولتاژ به دلیل خازن گذاری.....
۱۴۵	۶,۹	کاربردهای خازن سنکرون.....
۱۴۶	۶,۱۰	SVC.....
۱۴۷	۶,۱۱	نتیجه‌گیری.....

فصل هفتم : تداخل الکترومغناطیسی..... ۱۴۹

۱۴۹	۷,۱	مقدمه.....
۱۴۹	۷,۲	دسته‌بندی فرکانس.....
۱۵۰	۷,۳	میدان‌های الکتریکی.....
۱۵۲	۷,۴	میدان‌های مغناطیسی.....
۱۵۴	۷,۵	اصطلاحات فنی تداخل الکترومغناطیسی.....
۱۵۴	۷,۵,۱	دسی‌بل (DB).....
۱۵۵	۷,۵,۲	گسیل تابشی (Radiated Emission).....
۱۵۵	۷,۵,۳	انتشار هدایت‌شده.....
۱۵۵	۷,۵,۴	تضعیف (میرایی).....
۱۵۵	۷,۵,۵	نسبت حذف حالت مشترک.....
۱۵۶	۷,۵,۶	نویز.....
۱۵۶	۷,۵,۷	نویز حالت مشترک.....
۱۵۷	۷,۵,۸	نویز حالت عرضی.....
۱۵۷	۷,۵,۹	پهنای باند.....

۱۵۷	..... ۷,۵,۱۰ فیلترینگ
۱۵۸	..... ۷,۵,۱۱ شیلد
۱۵۸	..... ۷,۶ حوزه‌های فرکانس قدرت
۱۶۱	..... ۷,۷ تداخل فرکانس بالا
۱۶۳	..... ۷,۸ حساسیت به تداخل الکترومغناطیسی
۱۶۴	..... ۷,۹ انتشار EMI
۱۶۴	..... ۷,۹,۱ حفاظت در برابر انتشار تشعشع شده
۱۶۵	..... ۷,۹,۲ فیلترینگ انتشار هدایت شده
۱۶۵	..... ۷,۹,۳ مکان ادوات برای کاهش تداخل
۱۶۶	..... ۷,۱۰ شیلد کردن کابل، به منظور حداقل کردن تداخل الکترومغناطیسی
۱۶۷	..... ۷,۱۱ نگرانی‌های امنیتی مربوط به تداخل الکترومغناطیسی
۱۶۸	..... ۷,۱۲ نتیجه‌گیری

فصل هشتم : الکتریسیته ساکن ۱۶۹

۱۶۹	..... ۸,۱ مقدمه
۱۷۰	..... ۸,۲ تریوالکتریک
۱۷۲	..... ۸,۳ معیارهای تولید ولتاژ ایستا (استاتیک یا ساکن)
۱۷۳	..... ۸,۴ مدل استاتیکی
۱۷۴	..... ۸,۵ کنترل استاتیکی
۱۷۵	..... ۸,۶ پوشش‌های کف‌پوش (زمین) کنترل استاتیک
۱۷۶	..... ۸,۷ کنترل رطوبت
۱۷۶	..... ۸,۸ جبران یونی
۱۷۷	..... ۸,۹ چرخ‌های مانع از تجمع بارهای استاتیک
۱۷۸	..... ۸,۱۰ الزامات کف‌پوش استاتیکی
۱۷۹	..... ۸,۱۱ اندازه‌گیری ولتاژهای استاتیک
۱۸۰	..... ۸,۱۲ تخلیه‌ی پتانسیل استاتیکی
۱۸۲	..... ۸,۱۳ نتیجه‌گیری

فصل نهم : اندازه‌گیری و حل مسایل کیفیت توان ۱۸۳

۱۸۳	..... ۹,۱ مقدمه
۱۸۴	..... ۹,۲ وسایل اندازه‌گیری کیفیت توان
۱۸۴	..... ۹,۲,۱ آنالیزور هارمونیک
۱۹۱	..... ۹,۲,۲ آنالیزور اختلال گذرا

۱۹۳	..... اسیلوسکوپ.....	۹,۲,۳
۱۹۵	..... داده-نگار و ثبت‌کننده‌های نمودار	۹,۲,۴
۱۹۶	..... دستگاه اندازه‌گیری RMS واقعی	۹,۲,۵
۱۹۷	..... اندازه‌گیری کیفیت‌توان.....	۹,۳
۱۹۸	..... تعداد مکان‌های آزمایش.....	۹,۴
۱۹۹	..... مدت‌زمان آزمایش.....	۹,۵
۲۰۱	..... ترتیب وسیله اندازه‌گیری	۹,۶
۲۰۲	..... راهنمایی‌های مربوط به برپایی وسیله اندازه‌گیری	۹,۷
۲۰۲	..... نتیجه‌گیری	۹,۸
