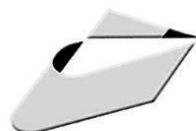


به نام خدا



مؤسسه فرهنگی هنری
دیبانگران تهران

تکنیک‌های کاهش نویز در سیستم‌های الکترونیکی

ترجمه و تدوین

مهندس مصطفی مطاعی

الهه رضایی، سهیلا اسماعیلی پرزانی

ابراهیم کلانی، لیلا فرهودی

مؤلف

هنری دبلیو.آت



هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

◀ عنوان کتاب: تکنیکهای کاهش نویز در سیستم های الکترونیکی

◀ مولف: هنری دبلیو. آرت

◀ ترجمه و تدوین: مصطفی مطاعی - الهه رضائی - سهیلا اسماعیلی پرزانی -

ابراهیم کلانی - لیلا فرهودی

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ صفحه آرای: نازنین نصیری

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۴۰۰

◀ چاپ و صحافی: صدف

◀ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◀ قیمت: ۱۲۵۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۴۳۸-۴

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱-تلفن: ۰۴۶-۶۶۴۱۰۰۴۶-۲۲۰۸۵۱۱۱

فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :

WWW.MFTBOOK.IR

www.dibagarantehran.com

www.dibbook.ir

نشانی تلگرام: @mftbook نشانی اینستاگرام دیا [dibagaran_publishing](https://www.instagram.com/dibagaran_publishing)

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید شغلی و علمی.

هر گوشه‌ی همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

از طریق سایتهای دیباگران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

سرشناسه: اوت، هنری، ۱۹۳۶-م ott, Henry W

عنوان و نام پدیدآور: تکنیکهای کاهش نویز در

سیستم های الکترونیکی/مولف: هنری دبلیو. آت؛

ترجمه و تدوین: مصطفی مطاعی و دیگران.

مشخصات نشر: تهران: دیباگران تهران: ۱۴۰۰

مشخصات ظاهری: ۳۸۴ ص: مصور.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۴۳۸-۴

وضعیت فهرست نویسی: فیا

یادداشت: عنوان اصلی: Noise reduction techniques

in electronic systems, 2nd ed 1988

یادداشت: ترجمه و تدوین: مصطفی مطاعی، الهه رضائی، سهیلا

اسماعیلی پرزانی، ابراهیم کلانی، لیلا فرهودی.

موضوع: مدارهای الکترونیکی-سرو صدا

موضوع: Electronic circuits-Noise

رده بندی کنگره: TK ۷۸۶۷/۵

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۸۱۵۳

شماره کتابشناسی ملی: ۷۶۴۴۷۲۵

فهرست مطالب

۱۹	فصل اول
۱۹	مقدمه
۲۲	طراحی بر اساس سازگاری الکترومغناطیسی
۲۳	مقررات EMC
۲۳	مقررات FCC
۲۴	بخش 15 از FCC، زیربخش J
۳۰	هماهنگ‌سازی بین‌المللی
۳۲	تأثیرپذیری
۳۲	استانداردهای نظامی
۳۳	راه‌های معمول نویز
۳۵	استفاده از نظریه شبکه
۳۷	روش‌های پیوند نویز
۳۷	پیوند هدایتی نویز
۳۷	پیوند از طریق امپدانس مشترک
۳۸	میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی
۳۸	سایر منابع نویز
۳۸	فعالیت گالوانیکی
۴۰	فعالیت الکترولیتی
۴۰	اثر تریوالکتریک
۴۰	حرکت سیم
۴۱	روش‌های حذف تداخل
۴۱	خلاصه
۴۳	کتاب‌شناسی
۴۴	فصل دوم
۴۴	کابل‌ها
۴۵	پیوند خازنی
۴۷	اثر پوشش در پیوند خازنی
۴۹	پیوند سلفی
۵۲	محاسبه اندوکتانس متقابل

۵۳	.....	اثر پوشش در پیوند مغناطیسی
۵۴	.....	پیوند مغناطیسی بین پوشش و هادی داخلی
۵۶	.....	پیوند مغناطیسی بین هادی پوشش دار و سیم خارجی
۵۹	.....	پوشش برای جلوگیری از تشعشع مغناطیسی
۶۱	.....	پوشش گیرنده در مقابل میدان‌های مغناطیسی
۶۳	.....	امپدانس انتقالی پوشش
۶۴	.....	داده‌های تجربی
۶۷	.....	مثالی برای پوشش انتخابی
۶۷	.....	مقایسه کابل هم محور با زوج سیم به هم تابیده پوشش دار
۶۹	.....	پوشش‌های بافته شده
۷۰	.....	اثر ختم‌شدگی دم خوکی
۷۳	.....	کابل‌های نواری
۷۴	.....	کابل‌های طویل از لحاظ الکتریکی
۷۵	.....	خلاصه
۷۷	.....	کتاب‌شناسی
۷۹	.....	فصل سوم
۷۹	.....	زمین‌سازی
۷۹	.....	زمین‌های ایمنی
۸۱	.....	زمین‌های سیگنال
۸۳	.....	سیستم‌های زمین تک نقطه‌ای
۸۴	.....	سیستم‌های زمین چند نقطه‌ای
۸۶	.....	زمین‌های ترکیبی
۸۷	.....	طرح‌بندی عملکردی زمین
۸۷	.....	زمین‌سازی عملی در فرکانس کم
۸۹	.....	زمین‌های سخت‌افزار
۹۱	.....	مرجع زمین تک نقطه‌ای برای مدار
۹۳	.....	پوشش‌های تقویت‌کننده
۹۳	.....	زمین‌سازی پوشش کابل‌ها
۹۶	.....	حلقه‌های زمین
۹۹	.....	تحلیل چوک مد مشترک در فرکانس کم
۱۰۲	.....	تحلیل چوک مد مشترک در فرکانس‌های زیاد
۱۰۴	.....	تقویت‌کننده‌های تفاضلی
۱۰۶	.....	زمین‌سازی پوشش در فرکانس‌های زیاد
۱۰۷	.....	پوشش‌های محافظ

۱۱۰.....	دستگاه‌های اندازه‌گیری محافظت شده
۱۱۳.....	خلاصه
۱۱۵.....	کتاب‌شناسی
۱۱۶.....	فصل چهارم
۱۱۶.....	متعادل‌سازی و صافی‌سازی مدار
۱۱۶.....	متعادل‌سازی مدار
۱۲۱.....	پیوندزدایی منبع تغذیه
۱۲۶.....	صافی‌های پیوندزدا
۱۲۸.....	پیوندزدایی تقویت‌کننده
۱۲۹.....	تحریک بارهای خازنی
۱۳۱.....	صافی‌سازی فرکانس زیاد
۱۳۲.....	پهنای باند سیستم
۱۳۲.....	مدولاسیون و کدگذاری
۱۳۲.....	خلاصه
۱۳۳.....	کتاب‌شناسی
۱۳۴.....	فصل پنجم
۱۳۴.....	عناصر غیرفعال
۱۳۴.....	خازن‌ها
۱۳۹.....	موازی کردن خازن‌ها
۱۳۹.....	سلف‌ها
۱۴۰.....	ترانسفورمرها
۱۴۱.....	مقاومت‌ها
۱۴۳.....	نویز در مقاومت‌ها
۱۴۴.....	هادی‌ها
۱۴۶.....	هسته‌های فریت
۱۵۱.....	خلاصه
۱۵۲.....	کتاب‌شناسی
۱۵۳.....	فصل ششم
۱۵۳.....	اصول پوشش
۱۵۴.....	میدان‌های نزدیک و میدان‌های دور
۱۵۶.....	امپدانس موج و امپدانس مشخصه
۱۵۷.....	کارایی پوشش

۱۵۹.....	تلفات جذبی
۱۶۲.....	تلفات انعکاسی
۱۶۴.....	تلفات انعکاسی در امواج صفحه‌ای
۱۶۵.....	تلفات انعکاسی در میدان نزدیک
۱۶۶.....	تلفات انعکاسی میدان الکتریکی
۱۶۶.....	تلفات انعکاسی میدان مغناطیسی
۱۶۷.....	معادله کلی تلفات انعکاسی
۱۶۸.....	انعکاسات چندگانه در پوشش‌های نازک
۱۶۹.....	ترکیب تلفات جذبی و انعکاسی
۱۶۹.....	امواج صفحه‌ای
۱۶۹.....	میدان‌های الکتریکی
۱۷۰.....	میدان‌های مغناطیسی
۱۷۱.....	خلاصه معادلات پوشش
۱۷۲.....	پوشش کردن با مواد مغناطیسی
۱۷۵.....	مقادیر تجربی
۱۷۶.....	روزنه‌ها
۱۷۸.....	روزنه‌های چندگانه
۱۷۹.....	درزها
۱۸۰.....	موج بر پایین‌تر از فرکانس قطع
۱۸۱.....	درزگیرهای هادی
۱۸۳.....	پنجره‌های هادی
۱۸۳.....	روکش‌های هادی شفاف
۱۸۴.....	توری‌های فلزی
۱۸۴.....	نصب پنجره‌ها
۱۸۴.....	روکش‌های هادی
۱۸۵.....	رنگ‌های هادی
۱۸۵.....	اسپری قوسی / شعله‌ای
۱۸۵.....	فلزدار کردن در خلأ
۱۸۵.....	آبکاری بدون برق
۱۸۶.....	پوشش داخلی با ورق نازک فلزی
۱۸۶.....	پلاستیک‌های پر شده (با هادی‌های ترکیب‌شونده)
۱۸۶.....	محفظه‌های تشدید
۱۸۷.....	زمین کردن پوشش‌ها
۱۸۷.....	خلاصه
۱۸۹.....	کتاب‌شناسی

فصل هفتم ۱۹۱

محافظةت از كنتاكت‌ها ۱۹۱

تخلیه‌های گازی یا التهابی ۱۹۱

تخلیه‌های بخار فلزی یا قوسی ۱۹۲

مقایسه مدارات AC و DC ۱۹۴

جنس كنتاكت ۱۹۴

شرایط نامی كنتاكت‌ها ۱۹۵

بارهای با جریان‌های هجومی زیاد ۱۹۵

بارهای سلفی ۱۹۶

اصول حفاظت از كنتاكت‌ها ۱۹۸

جلوگیری از ولتاژ گذرای بارهای سلفی ۲۰۱

شبکه‌های محافظت كنتاكت برای بارهای سلفی ۲۰۳

شبکه C ۲۰۳

شبکه R-C ۲۰۴

شبکه R-C-D ۲۰۶

بارهای سلفی کنترل شونده توسط سوییچ ترانزیستوری ۲۰۶

محافظةت از كنتاكت با بار مقاومتی ۲۰۷

راهنمای انتخاب محافظت كنتاكت ۲۰۸

مثال‌ها ۲۰۸

خلاصه ۲۰۹

کتاب‌شناسی ۲۱۱

فصل هشتم ۲۱۲

منابع نويز ذاتی ۲۱۲

نويز گرمایی ۲۱۲

مشخصات نويز گرمایی ۲۱۵

پهنای باند معادل نويز ۲۱۷

نويز ضربه‌ای ۲۲۰

نويز اتصال ۲۲۱

نويز پاپکورن ۲۲۱

جمع ولتاژهای نويز ۲۲۲

اندازه‌گیری نويز تصادفی ۲۲۳

خلاصه ۲۲۵

کتاب‌شناسی ۲۲۶

۲۲۷..... فصل نهم.....

۲۲۷..... نویز قطعات فعال.....

۲۲۷..... عامل نویز.....

۲۲۹..... اندازه‌گیری عامل نویز.....

۲۳۱..... محاسبه نسبت S/N و ولتاژ نویز ورودی با استفاده از عامل نویز.....

۲۳۲..... مدل ولتاژ و جریان نویز.....

۲۳۵..... اندازه‌گیری V_N و I_N

۲۳۵..... محاسبه عامل نویز و نسبت S/N با استفاده از $V_N - I_N$

۲۳۷..... مقاومت بهینه منبع.....

۲۳۸..... عامل نویز طبقات آشاری.....

۲۴۱..... دمای نویز.....

۲۴۲..... نویز ترانزیستور دوقطبی.....

۲۴۲..... عامل نویز ترانزیستور.....

۲۴۴..... $V_N - I_N$ ترانزیستور.....

۲۴۵..... نویز اتصال ترانزیستور اثر میدان.....

۲۴۵..... عامل نویز FET.....

۲۴۶..... نمایش $V_N - I_N$ مربوط به FET.....

۲۴۷..... نویز در تقویت کننده‌های عملیاتی مدار مجتمع.....

۲۴۹..... روش‌های تعیین نویز OP-AMP.....

۲۴۹..... عامل نویز تقویت کننده‌های عملیاتی.....

۲۵۱..... خلاصه.....

۲۵۲..... کتاب‌شناسی.....

۲۵۳..... فصل دهم.....

۲۵۳..... نویز مدار دیجیتال و طرح بندی.....

۲۵۴..... مقایسه حوزه زمان و فرکانس.....

۲۵۵..... مقایسه مدارات دیجیتال و آنالوگ.....

۲۵۵..... نویز در مدارات دیجیتال.....

۲۵۵..... منابع نویز داخلی.....

۲۵۸..... نویز زمین مدار دیجیتال.....

۲۵۹..... کمینه‌سازی اندوکتانس.....

۲۶۰..... اندوکتانس متقابل.....

۲۶۱..... سیستم‌های زمین مدارات دیجیتال عملی.....

۲۶۲..... سطح حلقه.....

۲۶۳	توزیع تغذیه
۲۶۴	پیوندزدایی منبع تغذیه
۲۶۵	خازن پیوندزدای بزرگ
۲۶۵	نوع و مقدار خازن پیوندزدا
۲۶۷	چیدمان خازن‌های پیوندزدا
۲۶۹	روش‌های دیگر پیوندزدایی
۲۷۰	معیارهای ولتاژ نویز
۲۷۰	اندازه‌گیری ولتاژهای نویز
۲۷۲	ورودی‌های بدون استفاده
۲۷۲	خانواده‌های منطقی
۲۷۲	خلاصه
۲۷۳	کتاب‌شناسی
۲۷۴	فصل یازدهم
۲۷۴	تشعشع مدارات دیجیتال
۲۷۵	تشعشع مد تفاضلی
۲۷۷	سطح حلقه
۲۷۷	جریان حلقه
۲۷۸	سری فوریه
۲۸۱	پوش انتشار تشعشعی
۲۸۱	کنترل تشعشعی مد تفاضلی
۲۸۱	طرح‌بندی برد
۲۸۳	بردهای چند لایه
۲۸۴	صفحات رابط
۲۸۵	کابل‌های رابط داخلی
۲۸۷	کابل‌های پوشش شده
۲۸۷	تشعشع مد مشترک
۲۸۹	کنترل تشعشع مد مشترک
۲۹۰	ولتاژ مد مشترک
۲۹۰	پیوندزدایی و پوشش کابل
۲۹۱	چوک‌های مد مشترک
۲۹۲	اندازه‌گیری جریان مد مشترک
۲۹۳	مستندسازی مهندسی و EMC
۲۹۳	خلاصه
۲۹۵	کتاب‌شناسی

۲۹۶	فصل دوازدهم
۲۹۶	تخلیه الکتروسیسته ساکن
۲۹۶	تولید الکتروسیسته ساکن
۲۹۹	باردارشدن القایی
۳۰۰	ذخیره بار
۳۰۰	مدل بدن انسان
۳۰۳	تخلیه الکتروسیسته ساکن
۳۰۴	زمان زوال بار
۳۰۵	محافظت در برابر ESD در طراحی تجهیزات
۳۰۷	محفظه‌های فلزی
۳۰۹	اصلاح کابل‌های ورودی/ خروجی
۳۱۲	محفظه‌های عایق شده
۳۱۲	صفحه کلیدها و پل‌های کنترلی
۳۱۳	طراحی مدار و طرح‌بندی برد
۳۱۵	نرم افزار و محافظت در برابر ESD
۳۱۵	خطاها در روند برنامه
۳۱۷	آشکارسازی خطاهای ورودی/ خروجی
۳۱۸	آشکارسازی خطاهای حافظه داده
۳۱۹	ارتباط EMC و ESD
۳۱۹	خلاصه
۳۲۱	کتاب‌شناسی
۳۲۲	پیوست الف
۳۲۲	دسی بل
۳۲۴	تلفات توان یا بهره توان منفی
۳۲۴	سطح توان مطلق
۳۲۵	اندازه‌گیرهای نویز
۳۲۵	توابع وزن‌دهی
۳۲۶	واحدهای نویز
۳۲۷	واحدهای هم‌شنوایی
۳۲۷	جمع توان‌های بیان شده بر حسب دسی بل
۳۲۹	پیوست ب
۳۲۹	خلاصه تکنیک‌های کاهش نویز

۳۲۹.....	بررسی فهرستی تکنیک‌های کاهش نویز.....
۳۲۹.....	الف- حذف نویز در منبع.....
۳۲۹.....	ب- حذف پیوند نویز.....
۳۳۰.....	ج- کاهش دادن نویز در گیرنده.....
۳۳۱.....	د- راهکارهایی برای کنترل انتشار از سیستم‌های دیجیتال.....
۳۳۲.....	پیوست ج.....
۳۳۲.....	انعکاسات چندگانه میدان‌های مغناطیسی در پوشش‌های نازک.....
۳۳۴.....	پیوست د.....
۳۳۴.....	مسائل.....
۳۵۱.....	پیوست ه.....
۳۵۱.....	پاسخ مسائل.....
۳۶۱.....	پیوست و.....
۳۶۱.....	رویه‌های آزمون سازگاری الکترومغناطیسی.....
۳۶۱.....	روش‌های اندازه‌گیری FCC برای انتشارات نویز رادیویی از وسایل محاسبه‌گر.....
۳۶۱.....	۱- دامنه کاربرد.....
۳۶۱.....	۲- استاندارد مرجع.....
۳۶۲.....	۳- تعاریف.....
۳۶۳.....	۴- شرایط کلی آزمون.....
۳۶۵.....	نکته‌ها.....
۳۷۲.....	۵- اندازه‌گیری‌های خطوط تغذیه هدایتی.....
۳۷۶.....	۶- اندازه‌گیری انتشارات تشعشی.....
۳۷۸.....	علائم.....
۳۸۳.....	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی.....

خط‌مشی انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌هایی با کیفیت عالی است که تواند
خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.
هر کتاب دیباگران تهران، یک فرصت جدید شغلی و علمی

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی و آموزشی گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و سرعت توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه، نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش برجسته نموده است.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران و محققان در زمینه‌های گوناگون و مورد نیاز جامعه تلاش نموده برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهد.

کتابی که در دست دارید با همت "آقایان مصطفی مطاعی - ابراهیم کلانی - و سرکار خانم‌ها الهه رضائی - سهیلا اسماعیلی پزرانی - لیلا فرهودی" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

با نظرات خود مشوق و راهنمای ما باشید

با ارائه نظرات و پیشنهادات و خواسته‌های خود، به ما کمک کنید تا بهتر و دقیق‌تر در جهت رفع نیازهای علمی و آموزشی کشورمان قدم برداریم. برای رساندن پیام‌هایتان به ما از انواع رسانه‌های دیباگران تهران شامل سایتهای فروشگاهی و صفحه اینستاگرام و شماره‌های تماس که در صفحه شناسنامه کتاب آمده استفاده نمایید.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران
bookmarket@mft.info

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

هست کلید در گنج حکیم

مقدمه دکتر احمد چلداوی استاد دانشگاه علم و صنعت ایران

علم عزت می‌بخشد، علم اقتدار است. مقام معظم رهبری حضرت امام خامنه‌ای

سپاس خالقی را سزد که نور ایمان و ولایت رسول اکرم و خاندان پاکش علیهم افضل صلوات المصلین را در دل-های ما به امانت سپرد. سپاس خدای را که بر ما منت نهاد و ما را در برهه‌ای از زمان خلق کرد که می‌توانیم در پرتو نظام مقدس جمهوری اسلامی به اعتلای دین او و نام مبارک امام زمان روحی و ارواح العالمین لتراب مقدمه الفداء خدمتی ولو ناچیز بکنیم. افتخار ما این است که در قرآن ما عظمت جایگاه عالم با جملاتی مثل: **يُرْفَعُ اللّٰهُ الَّذِیْنَ اٰمَنُوْا مِنْكُمْ وَ الَّذِیْنَ اٰتَوْا الْعِلْمَ دَرَجٰتٍ وَ اللّٰهُ بِمَا تَعْمَلُوْنَ خَبِیْرٌ**

(۱۱ مجادله) "خدا مقام اهل ایمان و دانشمندان شما را (در دو جهان) رفیع گرداند، و خدا به هر چه کنید آگاه است." به روشنی تبیین شده است.

در این راستا یکی از وظائف مهم ما به دست آوردن منشأ علوم و ایجاد تحول بنیادین در آن با استناد به جهان‌بینی الهی و استفاده از آن برای آسایش و رستگاری بشریت و رفع ستم‌ها و تبعیض‌ها در عرصه بین‌الملل است. در همین راستا رهبر معظم انقلاب حضرت امام خامنه‌ای می‌فرمایند "خود علم ارزش است. این ارزش را کسانی می‌توانند به ضد ارزش تبدیل کنند که از آن علیه منافع بشریت استفاده کنند، اما خود دانش یک ارزش است، در این شک نکنید. به برکت دانش معرفت خدا هم آسان می‌شود."

بنابراین با الهام از آموزه‌های این دین بزرگ، فرهیختگان جامعه و به‌ویژه ما دانشگاهیان باید اولاً خودمان به این باور برسیم که "ما می‌توانیم"، ثانیاً باید این را به همه اقشار جامعه بیاورانیم. تا خود به این باور قلبی برسیم قادر به باوراندن آن به دیگران نیستیم.

یکی از تلاش‌های مقدس در این زمینه تلاش برای ترجمه دانش و اندوخته‌های دیگران از زبان اصلی به زبان فارسی برای استفاده بهتر دانش‌پژوهان است. کتاب حاضر حاصل یکی از همین تلاش‌هاست که به‌خوبی و زیبایی توسط جناب آقای مهندس مطاعی که خود متخصص در زمینه سازگاری الکترومغناطیسی هستند، به زبان روان فارسی ترجمه شده است. به دلیل احاطه و تخصص مترجم، ترجمه متن از حالت تحت‌اللفظی خارج شده و به جملاتی با محتوای قوی تبدیل شده است. به‌نوبه خودم از تلاش‌های این متخصص متعهد و همکارانشان کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایم و امیدوارم در عرصه‌های مشابه موفق باشند.

به نام خدا

مقدمه دکتر محمدمهدی نایبی استاد دانشگاه صنعتی شریف

در شرایط کنونی که انواع و اقسام وسایل الکترونیکی در محیط کوچکی کنار هم کار می‌کنند به‌سادگی می‌توانند روی یکدیگر ایجاد تداخل نمایند. اگر مداری بدون علم به روش‌های سازگاری الکترومغناطیسی طراحی شود نمی‌تواند در محیط‌های واقعی و صنعتی درست کار کند. بارها شاهد این بوده‌ام که مهندسان فارغ‌التحصیل دانشگاه، مداری ساخته‌اند که در محیط آزمایشگاهی کار می‌کند ولی در محیط صنعتی رفتارهای عجیب و غریب از خود بروز می‌دهد. جای تأسف است که مهارت‌های کاربردی، از جمله این علم مهم، در دانشگاه‌های کشورمان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. درحالی‌که بدون دانستن اصول سازگاری الکترومغناطیسی معمولاً نمی‌توان یک مدار کارا و عملی ساخت.

علی‌رغم اینکه معروف شده که مهندسان EMC در نشر این علم بخیل‌اند و این فوت‌های کوزه‌گری را کمتر آموزش می‌دهند، کتب متعددی در این زمینه در جهان به چاپ رسیده است که بعضاً به‌عنوان مرجع درسی در برخی دانشگاه‌های جهان نیز مورد استفاده‌اند ولی برخی از این کتب بیش از اندازه تئوری بوده و فاقد نکات کاربردی بوده و برخی نیز در عین بیان نکات کاربردی فاقد استدلال‌های روشن علمی هستند. کتاب اوت تعادل دلپذیری در پرداختن به هر دو جنبه نظری و عملی این علم به کار بسته است. سال‌ها، قبل از اینکه اینجانب تدریس این درس را در دانشگاه صنعتی شریف آغاز کنم، یعنی زمانی که خودم تازه لیسانس مهندسی الکترونیک را گرفته بودم و مرتب با مشکلات مربوط به تداخل در کارهای عملی مواجه می‌شدم، کتاب "تکنیک‌های کاهش نویز در سیستم‌های الکترونیکی" که ترجمه ویرایش اول کتاب اوت بود به دستم رسید و افقی جدید بر من گشود و راه‌حل مشکلات را نشانم داد؛ لذا بعداً وقتی تدریس در دانشگاه را آغاز کردم لازم دیدم چنین درسی در میان دروس مهندسی برق ارائه شود.

اکنون جای بسی تشکر است که جناب آقای مهندس مطاعی و همکارانشان نسبت به ترجمه ویرایش دوم کتاب بی‌نظیر آقای اوت که تغییرات اساسی نسبت به ویرایش قبلی دارد به زبان فارسی همت گماشته‌اند. اینجانب تمامی مشتاقان الکترونیک را به مطالعه این مجموعه ترغیب می‌نمایم.

مقدمه مترجمان

نویز، یک جریان، ولتاژ، یا میدان‌های الکترومغناطیسی ناخواسته است. بارهای الکتریکی ساکن باعث ایجاد میدان الکتریکی می‌شوند، حرکت یکنواخت بارها (جریان الکتریکی)، میدان مغناطیسی ایجاد می‌کنند و حرکت شتابدار آن‌ها موجب تشعشع الکترومغناطیسی می‌شود. بر اساس اصول نظریه الکترومغناطیس، میدان‌های الکترومغناطیسی، ولتاژها یا جریان‌هایی را در مدارات القا می‌کنند و برعکس، ولتاژها و جریان‌ها می‌توانند میدان‌های الکترومغناطیسی را در اطراف خود ایجاد کنند. بنابراین کاهش نویز، در واقع کاهش میدان‌های الکترومغناطیسی یا ولتاژها و جریان‌های مزاحم در سیستم‌ها است.

امروزه کلیه این مباحث تحت عنوان **سازگاری الکترومغناطیسی**^۱ مطرح هستند. برای این منظور قبلاً از عبارت **تداخل الکترومغناطیسی**^۲ یا **تداخل فرکانس رادیویی**^۳ استفاده می‌شد؛ ولی امروزه از واژه مثبت سازگاری به جای تداخل استفاده می‌شود. اهمیت موضوع EMC در سه دهه اخیر رشد چشمگیری داشته است چرا که وسایل دیجیتال با فرکانس بیشتر از 9kHz به‌طور قانونی در ایالات متحده قابل فروش نیستند مگر این که دارای استانداردهای معتبر EMC باشند. از دلایل دیگر اهمیت موضوع EMC، گزارشات بسیار در مورد حوادث ناشی از مسائل نویز است:

"در اوایل اختراع دستگاه کپی، هنگام استفاده از آن، منشی شرکت متوجه **بازنشانی**^۴ ساعت دیجیتال کارخانه می‌شود. پس از کنکاش زیاد متوجه می‌شوند که تریستور موجود در دستگاه کپی، جریان AC را قطع و وصل می‌کند (مدار چاپر) که باعث القاء نویز روی ساعت و بازنشانی آن می‌شود.

در سال ۱۹۸۸ بسیاری از آژانس‌های خبری اعلام کردند که بالگرد UH-60 Black Hawk از انتشارات الکترومغناطیسی تأثیرپذیر است و بدین ترتیب علت حادثه سقوط یک نوع از این بالگرد در سال ۱۹۸۲ که منجر به مرگ ۲۲ خدمه شده بود، مشخص می‌شود.

در سال ۱۹۸۰ تداخل ناشی از یک فرستنده زمینی در سیستم هواپردی باعث سقوط یک هواپیما در آلمان شد.

در سال ۱۹۶۷ تولید ولتاژ نویز RF دو سر اتصال یک کانکتور ناشی از سیگنال‌های پرتوان رادار ناو آمریکایی Forestall در جنگ ویتنام، موجب شلیک ناگهانی یکی از موشک‌ها شده و با برخورد با هواپیماهای دیگر و ایجاد انفجار در مخزن‌های سوخت، منجر به کشته شدن ۱۳۴ خدمه و 72M\$ خسارت شد."

آری، یک نویز ساده گاهی با ایجاد بازخورد مثبت می‌تواند همانند یک گلوله بهمنی، بسیار مخرب باشد. به همین دلیل است که بیش از ۴۰ سال قبل در اغلب کشورها، شرکت‌ها و مؤسساتی تأسیس شده اند که به امر مشاوره و ارائه تجهیزات در خصوص کاهش نویز می‌پردازند. یکی از افراد پیشتاز در این خصوص آقای هنری اوت است که با ارائه این کتاب در قالب همایش‌های آموزشی کاهش نویز توجه بسیاری را به خود جلب کرده است.

1- EMC: ElectroMagnetic Compatibility

2- EMI: ElectroMagnetic Interference

3- RFI: Radio Frequency Interference

4- Reset (راهاندازی مجدد)

این کتاب، حاصل کارگاه‌های آموزشی آقای هنری اوت در آزمایشگاه‌های بل بوده و از لحاظ نکات عملی حائز اهمیت است. سایت آموزون، این کتاب را پرفروش‌ترین کتاب در این خصوص معرفی کرده و در برخی از سایت‌ها از آن به کتاب مقدس در زمینه EMC یاد شده است. در این خصوص کمتر کتاب یا مقاله‌ای را می‌توان یافت که به این کتاب به عنوان مرجع اشاره نکرده باشند. این کتاب به چندین زبان زنده دنیا ترجمه شده است.

مفاهیم کاهش نویز ارائه شده در این کتاب برای مدارات عملی از فرکانس‌های صوتی تا VHF قابل استفاده هستند. در این کتاب بیشتر به مشکلات نویز با فرکانس کم تا متوسط تأکید شده است، زیرا در این خصوص مباحث مستند کمتری وجود دارد.

حل مشکل نویز معمولاً با سعی و خطا و با درک کمی از اصول آن صورت می‌گیرد. چنین تلاش‌هایی وقت زیادی را هدر می‌دهند و راه حل‌ها ممکن است با ورود دستگاه به مکان جدید رضایت‌بخش نباشند. این مایه تأسف است، زیرا اغلب اصول این مبحث، ساده بوده و توسط فیزیک مقدماتی قابل توضیح هستند.

رویکرد این کتاب عمدتاً در جهت طراحی بوده و از مسائل پیچیده ریاضی اجتناب شده است. در برخی موارد، مدل پدیده‌های فیزیکی به منظور ارائه نتایج بهتر ساده شده‌اند. با فرض‌های ساده‌کننده واقعی، نتایجی با تعبیر فیزیکی واضح‌تری به دست می‌آید.

هنگام ترجمه این کتاب با برخی اشکالات مواجه شدیم که با آقای هنری اوت در میان گذاشتیم و پس از تأیید ایشان، اصلاح مربوطه را در کتاب اعمال کردیم. ایشان اخیراً با ارسال ایمیلی خبر چاپ ویرایش سوم این کتاب را البته با عنوان جدید "**مهندسی EMC**" به ما اطلاع دادند که به زودی به عنوان مکمل این کتاب یا به طور مستقل تقدیم علاقه‌مندان خواهد شد.

این کتاب برای دانشجویان کلیه گرایش‌های برق (چرا که نویز در همه سیستم‌های الکترونیکی، مخابرات، قدرت، کنترل، مهندسی پزشکی و کامپیوتر مؤثر است) بخصوص جهت دروس EMC، طراحی مدارات آنالوگ و دیجیتال (کم‌نویز)، مدارات فرکانس زیاد و ... مفید است. همچنین طراحان و تعمیرکاران سیستم‌های الکترونیکی برای رفع مشکل نویز سیستم‌هایشان و نیز جهت رعایت یا دریافت استانداردهای EMC، مخاطب این کتاب هستند.

توصیه می‌شود خواننده حتماً به وب سایت آقای هنری اوت <http://www.hotconsultants.com> مراجعه کند. در این وب سایت آدرس‌هایی به آخرین نسخه قوانین و مقررات وجود دارد. به علاوه مقالات و مراجع مفیدی در زمینه EMC در این سایت موجود است.

نکته آخر این که در اغلب کشورهای دنیا حتی روی اسباب بازی‌های الکترونیکی نیز استاندارد EMC مربوطه را درج می‌کنند و در این خصوص فیلم و کارتون‌هایی را می‌سازند که کودکان و نوجوانان را با اثرات نویز و تشعشع آشنا سازند، لذا جا دارد که مراکز صنعتی و تحقیقاتی ما بخصوص مراکز حساس و حیاتی مانند تولیدکنندگان تجهیزات پزشکی، صنایع نظامی، شرکت‌های حمل و نقل، نفت، ارتباطات، ... این موضوع را با جدیت بیشتر دنبال کنند تا شاهد خسارت‌های جانبی و مالی هنگفت نشویم.

بسیار خرسند خواهیم شد، اگر از طریق mota@iran.ir نظرات و پیشنهادات و اشکالات این کتاب را برای ما ارسال کنید. همچنین جهت اطلاع از اصلاحات کتاب و اخبار و اطلاعات جدید در این خصوص می‌توانید به وب‌لاگ www.motaiei.blog.ir مراجعه کنید.

در پایان لازم است از اساتید گرامی آقایان دکتر احمد چلداوی و دکتر محمدمهدی ناییبی به خاطر راهنمایی‌ها و تشویق‌هایشان و از اساتید مرکز تحقیقات آفاق دانشگاه علم و صنعت و پژوهشکده فن‌آوری مخابرات و الکترومغناطیس کاربردی دانشگاه امیرکبیر به خاطر بحث‌های علمی مفیدی که داشته‌ایم، کمال تشکر و قدردانی را به عمل آوریم.

همچنین از زحمات کلیه کارکنان مؤسسه دیباگران تهران بخصوص بخش گرافیک به خاطر ترسیم مجدد شکل‌ها و نمودارها جهت وضوح بهتر و بخش ویراستاری به خاطر انجام اصلاحات کلی سپاسگزاریم.

مصطفی مطاعی

و همکاران

تقدیم به

- پدر و مادر دلسوز و فداکارمان
- دانشجویان، پژوهشگران و صنعتگرانی که خالصانه برای سربلندی و پیشرفت ایران اسلامی مان تلاش می کنند.