

بسم الله الرحمن الرحيم

سازگاری الکترومغناطیسی در
سیستم‌های الکترونیکی و مخابراتی

(طراحی مدارهای دیجیتال فرکانس بالا)

تألیف

مهندس عباس نعمتی

کارشناس ارشد برق و الکترونیک

زمستان ۱۳۸۶

سرشناسه : نعمتی، عباس.
عنوان و نام پدیدآور: سازگاری الکترومغناطیسی در سیستم‌های الکترونیکی و مخابراتی (طراحی مدارهای دیجیتال فرکانس بالا) / تألیف عباس نعمتی.
مشخصات نشر : تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری: ۴۲، ۴۳۴ ص:، مصور، جدول، نمودار.
شابک : 978-964-463-336-2

وضعیت فهرستنویسی: فیا.
یادداشت : عنوان اصلی: Abbas Nemati, EMC in Electronics and communicative systems
(Digital Circuits Design of High Frequency)

یادداشت : واژه نامه.
یادداشت : کتابنامه.
یادداشت : نمایه.
عنوان دیگر : طراحی مدارهای دیجیتال فرکانس بالا.
موضوع : سازگاری الکترومغناطیسی.
موضوع : مدارهای مجتمع -- طرح و ساختمان.
موضوع : تداخل الکترومغناطیسی.
موضوع : مدارهای چاپی -- طرح و ساختمان.
شناسه افزوده : دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران).
رده بندی کنگره : ۲ س ۷۷/۲۱/TK۷۸۶۷
رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۸۲۲۴
شماره کتابشناسی ملی : ۱۱۲۰۳۰۷



این کتاب در جلسه مورخ ۸۶/۲/۲۵ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسید.

انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب : سازگاری الکترومغناطیسی در سیستم‌های الکترونیکی و مخابراتی (طراحی مدارهای دیجیتال فرکانس بالا)
تألیف : مهندس عباس نعمتی
ناشر : انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی : انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول : زمستان ۱۳۸۶
تیراژ : ۵۰۰ نسخه
قیمت : ۷۱۰۰ تومان
تلفن مرکز پخش: ۶۶۳۹۸۸۶۸
شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۳۳۶-۲
ISBN: 978-964-463-336-2

آدرس: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

فهرست شکل ها و جدول ها

پیشگفتار

تاریخچه EMC

مقدمه

فصل اول: اساس سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)

۱	مقدمه
۲	۱-۱) تعریف سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)
۲	۲-۱) تداخل الکترومغناطیسی (EMI)
۴	۱-۲-۱) عناصر مربوط به تداخل الکترومغناطیسی
۶	۲-۲-۱) ماهیت تداخل الکترومغناطیسی
۸	۳-۱) پنج فرض اصلی در تحلیل مدار یا سیستم از لحاظ EMC
۱۰	۴-۱) مقررات تنظیمی و استانداردها
۱۰	۱-۴-۱) مقررات تنظیمی
۱۱	۱-۱-۴-۱) مقررات تنظیمی کشوری
۱۳	۲-۱-۴-۱) مقررات تنظیمی جهانی
۱۴	۲-۴-۱) طبقه بندی استانداردها
۱۷	۵-۱) تخلیه الکترواستاتیکی (ESD)
۲۱	۶-۱) سطوح گسیلش پتانسیل RFI/EMI برای مدارها یا سیستم های محافظت نشده
۲۲	۷-۱) سرعت انتشار
۲۴	تعمین
۲۶	مراجع

فصل دوم: گسیلش و حساسیت‌پذیری تشعشی

۲۷	 مقدمه
۲۸	 (۱-۲) گسیلش تشعشی
۲۹	 (۲-۲) حساسیت‌پذیری تشعشی
۲۹	 (۳-۲) اندازه‌گیری گسیلش و حساسیت‌پذیری تشعشی در مدارهای دیجیتال (به‌طور عملی)
۳۰	 (۱-۳-۲) مکان اندازه‌گیری
۳۰	 (۲-۳-۲) ابزار اندازه‌گیری
۳۳	 (۳-۳-۲) نحوه اندازه‌گیری گسیلش تشعشی ناشی از یک سیستم یا مدار دیجیتال
۳۴	 (۴-۳-۲) نحوه اندازه‌گیری حساسیت‌پذیری تشعشی یک سیستم یا مدار دیجیتال (روش عملی)
۳۵	 (۴-۲) اندازه گسیلش/حساسیت‌پذیری تشعشی در فسرکانس‌های مختلف، برای سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس A و B از دیدگاه FCC و CISPR22
۴۱	 (۵-۲) جریان‌های مد مشترک و تفاضلی
۴۳	 (۱-۵-۲) گسیلش‌های تشعشی ناشی از جریان‌های مد مشترک و تفاضلی
۴۵	 (۲-۵-۲) محاسبه گسیلش تشعشی از طریق مدل‌سازی زوج‌میر (سیم) موازی به‌صورت دو آنتن ناخواسته
۴۸	 (۱-۲-۵-۲) مدل‌سازی گسیلش تشعشی برای جریان‌های مد مشترک و تفاضلی
۵۰	 مثال (۱-۲)
۵۴	 مثال (۲-۲)
۵۷	 (۳-۵-۲) فزونی از طراحی و طرح‌بندی برد مدار چاپی برای کاهش تداخل الکترومغناطیسی
۶۴	 (۴-۵-۲) اندازه‌گیری عملی جریان‌های مد مشترک توسط کاوشگر جریان در اتصالات ورودی/خروجی
۶۶	 (۵-۵-۲) تحلیل گسیلش تشعشی ناشی از جریان مد مشترک در خط کلاک روی برد مدار چاپی (PCB)
۶۹	 (۶-۲) مدل‌های ساده شده خطوط انتقال از لحاظ حساسیت‌پذیری تشعشی

۷۰.....	۲-۶-۱) محاسبه مقادیر منبع $\hat{V}_S$ و $\hat{I}_S$ القایی ناشی از موج تابشی.....
۷۶.....	مثال (۲-۳).....
۷۸.....	مثال (۲-۴).....
۸۱.....	کتمرین.....
۸۵.....	مراجع.....

فصل سوم: گسیلش و حساسیت‌پذیری هدایتی

۸۷.....	مقدمه.....
۸۷.....	۳-۱) گسیلش هدایتی.....
۸۸.....	۳-۲) حساسیت‌پذیری هدایتی.....
۸۸.....	۳-۳) اندازه‌گیری گسیلش و حساسیت‌پذیری هدایتی در مدارهای دیجیتال (مدارهای مجتمع کلیدزنی فرکانس بالا).....
۹۱.....	۳-۴) اندازه‌گیری گسیلش هدایتی در فرکانس‌های مختلف برای سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس A و B از دیدگاه FCC و CISPR22.....
۹۶.....	کتمرین.....
۹۷.....	مراجع.....

فصل چهارم: مشخصات پنهان قطعات غیرفعال در فرکانس‌های بالا

۹۹.....	مقدمه.....
۹۹.....	۴-۱) مشخصات پنهان قطعات غیرفعال در فرکانس‌های بالا.....
۱۰۱.....	۴-۲) چرایی و چگونگی انتقال انرژی فرکانس بالا در داخل برد مدار چاپی (PCB)، بر اساس مشخصات پنهان قطعات غیرفعال.....
۱۰۶.....	۴-۲-۱) شار مغناطیسی و شرایط حذف آن.....
۱۰۹.....	کتمرین.....
۱۱۱.....	مراجع.....

فصل پنجم: قطعات لاجیک در مدارهای دیجیتال

مقدمه	۱۱۳
۱-۵) قطعات لاجیک در مدارهای دیجیتال	۱۱۴
۲-۵) مشخصات نویز قطعات لاجیک متداول	۱۱۴
۳-۵) تحلیل طیفی شکل موج مدارهای دیجیتال (سیگنال‌های کلاک و کلیدزنی داخلی مدارهای مجتمع)	۱۱۶
مثال (۱-۵)	۱۱۷
مثال (۲-۵)	۱۱۹
۴-۵) رهنمودهایی در انتخاب قطعات لاجیک	۱۲۲
۵-۵) افزایش ایمنی مدارهای دیجیتال با توجه به قطعات لاجیک (مدارهای مجتمع)	۱۲۶
۵-۵-۱) اندازه حساسیت‌پذیری یا ایمنی قطعات لاجیک نسبت به تداخل الکترومغناطیسی	۱۲۷
۶-۵) راه‌های کاهش اشکالات مربوط به گسیلش تشعشعی از قطعات	۱۲۸
۷-۵) سیگنال کلاک و نحوه ترسیم مرزهای دامنه حوزه فرکانسی آن	۱۳۰
تمرین	۱۴۰
مراجع	۱۴۳

فصل ششم: خطوط انتقال

مقدمه	۱۴۵
۱-۶) خط انتقال و مدار معادل آن	۱۴۵
۲-۶) بازتاب سیگنال در خطوط انتقال	۱۴۸
۶-۲-۱) بررسی اعوجاج سیگنال در مسیر روی برد مدار چاپی	۱۵۱
۳-۶) توپولوژی مسيردهی برای ایجاد یک ساختار خط انتقال	۱۵۴
۶-۴) نحوه تغییر امپدانس مشخصه یک مسیر (خط انتقال) در روی برد مدار چاپی	۱۶۲
۶-۵) اثر بارگذاری خازنی به امپدانس مشخصه خط انتقال و تاخیر انتشار سیگنال	۱۶۴
مثال (۱-۶)	۱۶۵

۶-۶) محاسبه حداکثر طول ممکن مسیر (خط انتقال) روی یک برد مدار چاپی	۱۶۷
(مشخص کردن مسیرهایی با طول الکتریکی بلند).....	۱۶۷
۷-۶) محاسبه فاصله بین دو نقطه گسستگی در روی مسیری از یک برد مدار چاپی	۱۶۸
مثال (۶-۲).....	۱۷۰
کته‌تمرین.....	۱۷۱
مراجع.....	۱۷۴

فصل هفتم: تداخل سیگنالی (هم‌شنوایی)

مقدمه.....	۱۷۵
۱-۷) انواع مکانیسم پیوند.....	۱۷۵
۲-۷) بررسی تداخل سیگنالی.....	۱۸۰
۳-۷) فنون طرح‌بندی و طراحی مدارهای دیجیتال برای پیشگیری از تداخل سیگنالی.....	۱۸۵
۴-۷) قاعده 3-W برای به حداقل رساندن پیوند در بین مسیرهای موازی روی یک برد مدار چاپی.....	۱۸۸
۵-۷) بررسی مدل‌های مربوط به تداخل سیگنالی سلفی و خازنی در خطوط انتقال یا مسیرهای موازی روی یک برد مدار چاپی.....	۱۹۰
کته‌تمرین.....	۱۹۹
مراجع.....	۲۰۲

فصل هشتم: آنتن‌ها و تئوری الکترومغناطیس

مقدمه.....	۲۰۵
۱-۸) آنتن‌های دوقطبی عنصری.....	۲۰۷
۱-۱-۸) آنتن دوقطبی الکتریکی.....	۲۰۷
مثال (۸-۱).....	۲۱۲
۲-۱-۸) آنتن دوقطبی مغناطیسی (حلقه جریان).....	۲۱۳

مثال (۸-۲).....	۲۱۵
انتن دوقطبی و تک قطبی.....	۲۱۶
مثال (۸-۳).....	۲۲۰
کهمترین.....	۲۲۴
مراجع.....	۲۲۵

فصل نهم: بردهای چند لایه

مقدمه.....	۲۲۷
بردهای ۴ لایه.....	۲۲۷
بردهای ۶ لایه.....	۲۳۰
بردهای ۸ لایه.....	۲۳۳
بردهای ۱۰ لایه.....	۲۳۷
کهمترین.....	۲۴۳
مراجع.....	۲۴۴

فصل دهم: کنارگذری و پیوندزایی

مقدمه.....	۲۴۵
بررسی خازنهای پیوندزایی.....	۲۴۵
محل قرارگیری خازنهای پیوندزدا در یک برد مدار چاپی.....	۲۴۶
محاسبه مقدار یک خازن پیوندزدا.....	۲۴۹
مثال (۱۰-۱).....	۲۵۰
مثال (۱۰-۲).....	۲۵۰
بررسی خازنهای کنارگذر (کنارگذار).....	۲۵۱
محل قرارگیری و مقدار خازنهای کنارگذر.....	۲۵۱
بررسی خازنهای بدنه.....	۲۵۲
محل قرارگیری خازنهای بدنه.....	۲۵۳

۲۵۴	 محاسبه مقدار یک خازن بدنه
۲۵۶	 مثال (۳-۱۰)
۲۵۷	 کتمرین
۲۵۸	 مراجع

فصل یازدهم: فیلتر کردن

۲۵۹	 مقدمه
۲۶۰	 (۱-۱۱) انواع فیلترها
۲۶۱	 (۲-۱۱) طراحی فیلتر برای فیلتر کردن نویزهای روی خط تغذیه نوسان سازها (مولدهای کلای)
۲۶۵	 (۳-۱۱) فیلتر کردن نویزهای روی خطوط منابع تغذیه [ورودی (طرف اولیه) / خروجی (طرف ثانویه) مبدل ها]
۲۶۸	 (۱-۳-۱۱) ساختار منبع تغذیه و مدل فرکانس بالای آن
۲۷۲	 (۲-۳-۱۱) مدار فیلتر برای کاهش نویز در طرف اولیه مبدل
۲۷۳	 (۳-۳-۱۱) مدار فیلتر برای کاهش نویز در طرف ثانویه مبدل
۲۷۴	 (۴-۳-۱۱) مدل فرکانس بالای منبع تغذیه به همراه فیلترهای اضافه شده به طرف اولیه و ثانویه آن
۲۷۶	 کتمرین
۲۷۸	 مراجع

فصل دوازدهم: قسمت بندی

۲۷۹	 مقدمه
۲۸۰	 (۱-۱۲) قسمت بندی برد مدار چاپی به منظور کاهش تداخل الکترومغناطیسی
۲۸۱	 (۲-۱۲) قسمت بندی برد مدار چاپی نسبت به کوچ شعاعی
۲۸۲	 (۳-۱۲) جسداسازی کامل قسمت های مختلف از یکدیگر از طریق عایق کاری اطراف آنها
۲۸۸	

۱۲-۳-۱)	استفاده از مبدل جداسازی به همراه فیلتر خط دیتا و مهره فریتی، به منظور ایجاد اتصالات مشترک در ناحیه عایق کاری شده.....	۲۹۰
۱۲-۳-۲)	ایجاد پل در ناحیه عایق کاری شده به منظور ایجاد اتصالات مشترک در آن ناحیه.....	۲۹۱
	کته‌تمرین.....	۲۹۵
	مراجع.....	۲۹۶

فصل سیزدهم: زمین کردن (طراحی سیستم-زمین)

	مقدمه.....	۲۹۷
۱۳-۱)	خصوصیات سیستم-زمین.....	۲۹۷
۱۳-۲)	انواع روش‌های زمین کردن (طراحی سیستم-زمین).....	۳۰۲
۱۳-۲-۱)	زمین کردن تک نقطه‌ای.....	۳۰۳
۱۳-۲-۲)	زمین کردن چند نقطه‌ای.....	۳۰۶
۱۳-۲-۳)	زمین کردن ترکیبی (انتخابی).....	۳۰۷
۱۳-۳)	روش زمین کردن در مدارهای دیجیتال سرعت بالا.....	۳۱۰
۱۳-۴)	سیستم-زمین زنجیره‌ای.....	۳۱۰
۱۳-۵)	کنترل پیوند امپدانس مشترک.....	۳۱۱
۱۳-۶)	حلقه‌های زمین.....	۳۱۷
۱۳-۶-۱)	جداسازی دو مدار برای جلوگیری از ایجاد حلقه‌های زمین.....	۳۱۸
۱۳-۶-۲)	کاهش ولتاژ نویز و سطح حلقه زمین با استفاده از مسیر برگشت ویژه.....	۳۲۱
۱۳-۷)	صفحه زمین.....	۳۲۳
	کته‌تمرین.....	۳۲۵
	مراجع.....	۳۲۷

۳۲۹	 مقدمه
۳۳۰	 ۱-۱۴) هدف از حفاظ گذاری
۳۳۲	 ۲-۱۴) تأثیر حفاظ گذاری (SE)
۳۴۳	 ۱-۲-۱۴) تأثیر حفاظ گذاری در صورت وجود شکاف های مختلف در حفاظ
۳۴۹	 ۳-۱۴) انواع خطوط اتصال در حفاظ ها (ورقه های حفاظ)
۳۵۰	 ۴-۱۴) زمین کردن جعبه محافظ (اتصال حفاظ به زمین)
۳۵۳	 ۵-۱۴) حفاظ گذاری سیم ها (کابل ها) و اتصال حفاظ آنها به زمین
۳۵۶	 ۶-۱۴) حفاظ گذاری مبدل مربوط به تغذیه مدار یا سیستم
۳۵۷	 ۷-۱۴) محفظه های ساخته شده از حفاظ
۳۵۸	 ۱-۷-۱۴) انواع محفظه های ساخته شده از حفاظ
۳۶۰	 کهنترین
۳۶۲	 مراجع

پایان دهی مسیر

فصل پانزدهم:

۳۶۳	 مقدمه
۳۶۶	 ۱-۱۵) مواقع ضرورت استفاده از پایان دهی مسیر در صورت عدم وجود تطبیق امپدانس
۳۶۷	 مثال (۱-۱۵)
۳۶۹	 مثال (۲-۱۵)
۳۷۱	 ۲-۱۵) روش های پایان دهی مسیر
۳۷۱	 ۱-۲-۱۵) بررسی پایان دهی سری
۳۷۴	 ۱-۱-۲-۱۵) مزایای پایان دهی سری
۳۷۴	 ۲-۱-۲-۱۵) معایب پایان دهی سری
۳۷۵	 ۲-۲-۱۵) بررسی پایان دهی موازی
۳۷۵	 ۱-۲-۲-۱۵) مزایای پایان دهی موازی

۳۷۶	 ۱۵-۲-۲) معایب پایان‌دهی موازی
۳۷۶	 ۱۵-۲-۳) بررسی پایان‌دهی تونن
۳۷۷	 ۱۵-۲-۳-۱) مزایای پایان‌دهی تونن
۳۷۸	 ۱۵-۲-۳-۲) معایب پایان‌دهی تونن
۳۷۹	 ۱۵-۲-۴) بررسی پایان‌دهی RC
۳۸۰	 ۱۵-۲-۴-۱) مزایای پایان‌دهی RC
۳۸۱	 ۱۵-۲-۴-۲) معایب پایان‌دهی RC
۳۸۱	 ۱۵-۲-۵) بررسی پایان‌دهی دیودی
۳۸۱	 ۱۵-۲-۵-۱) مزایای پایان‌دهی دیودی
۳۸۲	 ۱۵-۲-۵-۲) معایب پایان‌دهی دیودی
۳۸۳	 ۱۵-۳) خط انتقال یا مسیر دوشاخه‌شده و پایان‌دهی آن
۳۸۴	 ۱۵-۴) پایان‌دهی خطوط یا مسیرهای سیگنال کلاک
۳۸۷	 کهمترین
۳۸۹	 مراجع

ضمایم

۳۹۱	 ضمیمه ۱: نفوذپذیری نسبی (ϵ_r)
۳۹۲	 ضمیمه ۲: قابلیت گذردهی نسبی (μ_r) و ضریب هدایت (σ)
۳۹۲	 ضمیمه ۳: خواص فضای آزاد
۳۹۳	 ضمیمه ۴: ثابت‌های فیزیکی
۳۹۳	 ضمیمه ۵: خواص نوعی هادی‌ها
۳۹۴	 ضمیمه ۶: خواص نوعی عایق‌ها
۳۹۵	 ضمیمه ۷: انواع باندهای فرکانسی، طول موج متناظر و موارد کاربرد آنها
۳۹۶	 ضمیمه ۸: طول موج در فضای آزاد برای فرکانس‌های مختلف
۳۹۶	 ضمیمه ۹: تبدیل دسی‌بل‌ها
۳۹۷	 ضمیمه ۱۰: اندازه سیم‌های مختلف و قطر آنها

ضمیمه ۱۱: مقاومت تشعشعی و راکتانس آنتن دوقطبی به صورت تابعی از طول و شعاع سیم.....	۳۹۸
ضمیمه ۱۲: عمق پوستی برای مس در فرکانس های مختلف.....	۳۹۸
ضمیمه ۱۳: نمودار امپدانس صفحه های زمین مسی در فرکانس های مختلف.....	۳۹۹
ضمیمه ۱۴: نمودار امپدانس سیم های مسی به طول ۱ متر در فرکانس های مختلف ..	۳۹۹
ضمیمه ۱۵: نمودار امپدانس نواحی روی برد مدار چاپی با ضخامت ۳۶ میکرومتر و طول ۱ متر در فرکانس های مختلف	۴۰۰
ضمیمه ۱۶: امپدانس تیوب استوانه ای ضخیم به طول ۱ متر در فرکانس های مختلف	۴۰۰
ضمیمه ۱۷: فرکانس های مربوط به کانال های تلویزیونی	۴۰۱
ضمیمه ۱۸: اندازه گیری گسیلش تشعشعی یک سیستم، توسط تحلیلگر طیف در یک اتاق حفاظ گذاری شده.....	۴۰۳
ضمیمه ۱۹: نمونه ای از کاوشگر جریان RF.....	۴۰۳
ضمیمه ۲۰: مشخصات خطوط انتقال در فرکانس رادیویی (RF).....	۴۰۴
ضمیمه ۲۱: تبدیل واحدهای مختلف طول به سانتی متر.....	۴۰۴
واژه نامه انگلیسی- فارسی.....	۴۰۵
واژه نامه فارسی- انگلیسی	۴۱۵
فهرست راهنما.....	۴۲۵

شکل ۱-۱: توضیح تداخل	۳
شکل ۲-۱: مدل بدن انسان برای تحلیل ESD	۱۸
شکل ۳-۱: توضیح پیوند ESD به یک مدار الکترونیکی	۲۰
شکل ۱-۲: گسیلش تشعشعی	۲۸
شکل ۲-۲: حساسیت‌پذیری تشعشعی	۲۹
شکل ۳-۲: اصول کار دستگاه تحلیلگر طیف	۳۱
شکل ۴-۲: آشکارساز پیک	۳۲
شکل ۵-۲: آشکارساز نیم‌پیک برای لبه‌های نوک‌تیز با فاصله دور از یکدیگر	۳۲
شکل ۶-۲: آشکارساز نیم‌پیک برای لبه‌های نوک‌تیز با فاصله نزدیک به یکدیگر	۳۳
شکل ۷-۲: اندازه‌گیری گسیلش تشعشعی یک سیستم یا مدار دیجیتال	۳۴
شکل ۸-۲: اندازه‌گیری گسیلش تشعشعی در مدارهای دیجیتال کلاس A از دیدگاه FCC	۳۶
شکل ۹-۲: اندازه‌گیری گسیلش تشعشعی در مدارهای دیجیتال کلاس B از دیدگاه FCC	۳۷
شکل ۱۰-۲: مقایسه اندازه‌گیری گسیلش تشعشعی سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس A و B از دیدگاه FCC در فاصله اندازه‌گیری ۳ متر	۳۸
شکل ۱۱-۲: مقایسه اندازه‌گیری گسیلش تشعشعی سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس A از دیدگاه FCC و CISPR22	۴۰
شکل ۱۲-۲: مقایسه اندازه‌گیری گسیلش تشعشعی سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس B از دیدگاه FCC و CISPR22	۴۱
شکل ۱۳-۲: جریان‌های مد مشترک و تفاضلی	۴۱
شکل ۱۴-۲: گسیلش‌های تشعشعی ناشی از جریان‌های مد مشترک	۴۴
شکل ۱۵-۲: گسیلش‌های تشعشعی ناشی از جریان‌های مد تفاضلی	۴۴
شکل ۱۶-۲: محاسبه گسیلش تشعشعی در زوج‌مسیر موازی	۴۶

- شکل ۲-۱۷: سیگنال کلاک و طیف یک طرفه دامنه جریان یکطرفه ۵۲
- شکل ۲-۱۸: توضیح سطح حلقه و گسیلش تشعشی ۵۳
- شکل ۲-۱۹: حداکثر گسیلش تشعشی مد مشترک ۵۳
- شکل ۲-۲۰: اثر افزایش زمان صعود سیگنال کلاک در کاهش $|E_{C,max}|$ ۵۶
- شکل ۲-۲۱: فاصله بین خط سیگنال (مسیر رفت) و برگشت جریان RF ۵۸
- شکل ۲-۲۲: توضیح چوک مد مشترک ۵۹
- شکل ۲-۲۳: مسائل مربوط به چوک ۶۰
- شکل ۲-۲۴: پاسخ فرکانسی رفتار μ_1 برای فریت‌های منگنز-روی و نیکل-روی ۶۱
- شکل ۲-۲۵: ساختار یک مهره فریتی و مدار معادل آن ۶۲
- شکل ۲-۲۶: ساختار یک مهره فریتی با چند دور سیم ۶۲
- شکل ۲-۲۷: توضیح قانون آمپر ۶۵
- شکل ۲-۲۸: کاربرد کاوشگر برای اندازه‌گیری جریان ۶۵
- شکل ۲-۲۹: تراکم طیفی گسیلش تشعشی ناشی از جریان مد مشترک کلاک، متغیر از f_0 تا $10f_0$ ۶۷
- شکل ۲-۳۰: گسیلش تشعشی ناشی از جریان مد مشترک کلاک، تابعی از فاصله خط کلاک تا خطوط مجاور (K) (در فرکانس کلاک ۵۰۰ مگاهرتز) ۶۸
- شکل ۲-۳۱: مدل‌سازی یک خط انتقال دو سیمه برای تعیین ولتاژهای پیونیده به پایانه‌ها ۷۰
- شکل ۲-۳۲: مدل ساده‌شده خط انتقال با در نظر گرفتن منابع القایی ۷۵
- شکل ۲-۳۳: اثر منبع ولتاژ القایی به ولتاژهای القایی در پایانه‌ها ۷۵
- شکل ۲-۳۴: اثر منبع جریان القایی به ولتاژهای القایی در پایانه‌ها ۷۵
- شکل ۲-۳۵: محاسبه ولتاژهای القایی به پایانه‌های خط انتقال ۷۷
- شکل ۲-۳۶: محاسبه ولتاژهای القایی به پایانه‌های خط انتقال ۷۹
- شکل ۳-۱: گسیلش هدایتی ۸۸
- شکل ۳-۲: حساسیت‌پذیری هدایتی ۸۸
- شکل ۳-۳: اندازه‌گیری گسیلش و حساسیت‌پذیری هدایتی ۸۹
- شکل ۳-۴: اندازه‌گیری گسیلش هدایتی در مدارهای دیجیتال کلاس A از دیدگاه FCC ۹۲

- شکل ۳-۵: اندازه گسیلش هدایتی در مدارهای دیجیتال کلاس B از دیدگاه FCC..... ۹۲
- شکل ۳-۶: مقایسه محدوده‌های گسیلش هدایتی از دیدگاه FCC و CISPR22 ۹۴
- شکل ۳-۷: مقایسه محدوده‌های گسیلش هدایتی از دیدگاه FCC و CISPR22 ۹۵
- شکل ۴-۱: مشخصات قطعات غیرفعال در فرکانس‌های بالا (فرکانس‌های رادیویی) ۱۰۱
- شکل ۴-۲: وضعیت مدار حلقه بسته ۱۰۵
- شکل ۴-۳: مدار حلقه بسته با مسیر برگشت نامناسب ۱۰۵
- شکل ۵-۱: شکل موج مثالی ۱۱۷
- شکل ۵-۲: شکل موج دوزنقه‌ای ۱۱۸
- شکل ۵-۳: خطای شمارنده ۱۲۱
- شکل ۵-۴: خطای ثبات تغییر مکان ۱۲۱
- شکل ۵-۵: خطای ایجادشده به‌خاطر وجود بازتاب در روی سیم‌های طولانی ۱۲۲
- شکل ۵-۶: ساختار TTL و HS-CMOS ۱۲۵
- شکل ۵-۷: سیگنال کلاک (پالس دوزنقه‌ای) ۱۳۰
- شکل ۵-۸: مشتق مرتبه اول و دوم سیگنال کلاک (پالس دوزنقه‌ای) ۱۳۲
- شکل ۵-۹: حوزه فرکانسی یک شکل موج مربعی ۱۳۷
- شکل ۵-۱۰: مرزهای روی تابع $\left| \frac{\sin x}{x} \right|$ ۱۳۸
- شکل ۵-۱۱: مرزهای روی دامنه حوزه فرکانسی یک طرفه سیگنال کلاک (موج دوزنقه‌ای) ۱۳۹
- شکل ۶-۱: خطوط انتقال ۱۴۶
- شکل ۶-۲: سیستم خط انتقال نوعی برای بررسی بازتاب ۱۴۸
- شکل ۶-۳: بازتاب‌ها در یک خط انتقال ۱۴۹
- شکل ۶-۴: حلقوی‌شدن لبه‌های سیگنال ۱۵۲
- شکل ۶-۵: گردش لبه‌های سیگنال ۱۵۳
- شکل ۶-۶: مدار معادل برای بررسی حلقوی‌شدن و گردش لبه‌های سیگنال ۱۵۳
- شکل ۶-۷: ساختار توپولوژی تک‌ریزنوار ۱۵۵

- شکل ۶-۸: ساختار توپولوژی ریزنوار جای داده شده..... ۱۵۷
- شکل ۶-۹: ساختار توپولوژی تک خط نواری..... ۱۵۸
- شکل ۶-۱۰: ساختار توپولوژی خط نواری دو گانه..... ۱۶۰
- شکل ۶-۱۱: ساختار توپولوژی تفاضلی..... ۱۶۱
- شکل ۶-۱۲: نقاط گسستگی و فاصله بین آنها در یک مسیر روی برد مدار چاپی..... ۱۷۰
- شکل ۷-۱: پیوند [میدان] مغناطیسی در بین دو مدار یا دو مسیر متفاوت..... ۱۷۶
- شکل ۷-۲: پیوند الکتریکی در بین دو مدار یا دو مسیر متفاوت..... ۱۷۷
- شکل ۷-۳: پیوند مغناطیسی (سلفی) و الکتریکی (خازنی) در بین مسیرها..... ۱۷۸
- شکل ۷-۴: پیوند امپدانس مشترک..... ۱۸۰
- شکل ۷-۵: ساختاری با سه مسیر برای بیان تداخل سیگنالی..... ۱۸۱
- شکل ۷-۶: تداخل سیگنالی در مسیرهای موازی روی صفحه زمین..... ۱۸۲
- شکل ۷-۷: نمونه‌ای از پیوند سلفی و خازنی در مسیرهای موازی روی یک برد مدار چاپی..... ۱۸۳
- شکل ۷-۸: ساختار تداخل سیگنالی با وضعیت قرارگیری مختلف مسیرها نسبت به یکدیگر و صفحه زمین..... ۱۸۶
- شکل ۷-۹: توزیع تراکم جریان از مسیر سیگنال به صفحه زمین..... ۱۸۷
- شکل ۷-۱۰: طراحی مسیرهای موازی روی یک برد مدار چاپی بر اساس قاعده 3-W..... ۱۸۹
- شکل ۷-۱۱: طراحی مسیرهای موازی روی یک صفحه زمین بر اساس قاعده 3-W..... ۱۸۹
- شکل ۷-۱۲: طراحی مسیرهای زوج تفاضلی روی صفحه زمین بر اساس قاعده 3-W..... ۱۹۰
- شکل ۷-۱۳: مدل تداخل سیگنالی در خطوط انتقال امپدانس توزیعی..... ۱۹۱
- شکل ۷-۱۴: مدل‌های مربوط به تداخل سیگنالی..... ۱۹۲
- شکل ۷-۱۵: دو سیم در روی صفحه زمین..... ۱۹۷
- شکل ۷-۱۶: ولتاژهای پسرو و پیشرو پیونیده به مدار حساس به نویز (خطوط با طول الکتریکی بلند)..... ۱۹۸
- شکل ۷-۱۷: ولتاژهای پسرو و پیشرو پیونیده به مدار حساس به نویز (خطوط با طول الکتریکی کوتاه)..... ۱۹۸

- شکل ۸-۱: مدل آنتن دو قطبی الکتریکی..... ۲۰۸
- شکل ۸-۲: مدل آنتن دوقطبی مغناطیسی (حلقه جریان)..... ۲۱۳
- شکل ۸-۳: آنتن دوقطبی..... ۲۱۷
- شکل ۸-۴: آنتن تک قطبی..... ۲۱۷
- شکل ۸-۵: محاسبه میدان‌های تشعشی آنتن دوقطبی در نقطه A..... ۲۱۸
- شکل ۹-۱: ساختار برد ۴ لایه و وجود فاصله متقارن در بین لایه‌ها..... ۲۲۸
- شکل ۹-۲: ساختار برد ۴ لایه و وجود فاصله نامتقارن در بین لایه‌ها..... ۲۲۹
- شکل ۹-۳: ساختار برد ۴ لایه - ساختار متناوب..... ۲۲۹
- شکل ۹-۴: ساختار برد ۶ لایه با ۴ لایه مسیردهی و ۲ صفحه مرجع..... ۲۳۰
- شکل ۹-۵: ساختار برد ۶ لایه با ۴ لایه مسیردهی و ۲ صفحه مرجع (ساختار دوم)..... ۲۳۲
- شکل ۹-۶: ساختار برد ۸ لایه با ۶ لایه مسیردهی و ۲ صفحه مرجع..... ۲۳۴
- شکل ۹-۷: ساختار برد ۸ لایه با ۴ لایه مسیردهی و ۴ صفحه مرجع..... ۲۳۶
- شکل ۹-۸: ساختار برد ۱۰ لایه با ۶ لایه مسیردهی و ۴ صفحه مرجع..... ۲۳۸
- شکل ۹-۹: ساختار برد ۱۰ لایه با ۶ لایه مسیردهی و ۴ صفحه مرجع (ساختار دوم)..... ۲۴۰
- شکل ۱۰-۱: مدار معادل یک برد مدار چاپی..... ۲۴۶
- شکل ۱۰-۲: مدل توزیع توان برای کنترل حلقه..... ۲۴۸
- شکل ۱۰-۳: مدار معادل تونن برای یک مدار..... ۲۴۹
- شکل ۱۰-۴: محل قرارگیری و مقادیر خازن‌های کنارگذر در مدارهای دیجیتال..... ۲۵۱
- شکل ۱۱-۱: فیلترهای پایین‌گذر..... ۲۶۱
- شکل ۱۱-۲: فیلترهای بالاگذر..... ۲۶۱
- شکل ۱۱-۳: فیلترهای میان‌گذر..... ۲۶۲
- شکل ۱۱-۴: فیلترهای میان‌نگذر..... ۲۶۳
- شکل ۱۱-۵: مهره‌های فریتی..... ۲۶۳
- شکل ۱۱-۶: فیلتر RC برای حذف سیگنال‌های نوک‌تیز..... ۲۶۴

- شکل ۱۱-۷: فیلتر کردن نویزهای روی خط تغذیه نوسان‌سازها..... ۲۶۶
- شکل ۱۱-۸: ساختار یک منبع تغذیه خطی..... ۲۶۹
- شکل ۱۱-۹: مدل فرکانس بالای منبع تغذیه خطی..... ۲۶۹
- شکل ۱۱-۱۰: عناصر مورد استفاده به همراه یکسوسازها به منظور کاهش تغییرات ناگهانی و یا اندازه سیگنال‌های نوک‌تیز در زمان روشن/خاموش شدن آنها..... ۲۷۱
- شکل ۱۱-۱۱: مدار فیلتر برای کاهش نویز در طرف اولیه مبدل..... ۲۷۲
- شکل ۱۱-۱۲: مدار فیلتر طراحی شده برای کاهش نویز در طرف اولیه مبدل (ساختار دوم)..... ۲۷۳
- شکل ۱۱-۱۳: مدار فیلتر برای کاهش نویز در طرف ثانویه مبدل..... ۲۷۴
- شکل ۱۱-۱۴: مدل فرکانس بالای منبع تغذیه به همراه فیلترهای اضافه شده به طرف اولیه و ثانویه آن..... ۲۷۵
- شکل ۱۲-۱: مفهوم کوچ شعاعی و نمونه‌ای از قسمت‌بندی مدار نسبت به آن..... ۲۸۲
- شکل ۱۲-۲: ساختار کلی قسمت‌بندی برد مدار چاپی نسبت به کوچ شعاعی..... ۲۸۲
- شکل ۱۲-۳: قسمت‌بندی مدارهای دیجیتال نسبت به کوچ شعاعی..... ۲۸۳
- شکل ۱۲-۴: قسمت‌بندی یک برد مادر (مادر برد)..... ۲۸۵
- شکل ۱۲-۵: قسمت‌بندی یک برد مدار چاپی به صورت شعاعی..... ۲۸۶
- شکل ۱۲-۶: طراحی و قسمت‌بندی یک مدار میکروپروسسوری (دارای ریزپردازنده)..... ۲۸۷
- شکل ۱۲-۷: طرح‌بندی مناسب یک برد مدار چاپی برای یک سیستم دیجیتال..... ۲۸۸
- شکل ۱۲-۸: جداسازی کامل قسمت‌های مختلف از یکدیگر از طریق عایق‌کاری..... ۲۸۹
- شکل ۱۲-۹: استفاده از مبدل جداسازی به همراه فیلتر خط دیتا و مهره فریتی..... ۲۹۰
- شکل ۱۲-۱۰: ایجاد پل در ناحیه عایق‌کاری شده..... ۲۹۲
- شکل ۱۲-۱۱: نقض مفهوم ناحیه عایق‌کاری شده و پل، به همراه ارائه یک روش صحیح برای استفاده بهینه از آنها..... ۲۹۲
- شکل ۱۳-۱: نمادهای زمین استاندارد..... ۲۹۹
- شکل ۱۳-۲: وصل شاسی سیستم به سیم سبز در نقطه ورودی برق شهر..... ۳۰۰
- شکل ۱۳-۳: عدم وجود مرجع زمین (زمین سیگنال) مناسب در بین منبع و بار..... ۳۰۲
- شکل ۱۳-۴: ساختار زمین کردن تک نقطه‌ای سری..... ۳۰۳

- شکل ۱۳-۵: ساختار زمین کردن تک نقطه‌ای موازی..... ۳۰۴
- شکل ۱۳-۶: سیستم زمین تک نقطه‌ای موازی..... ۳۰۵
- شکل ۱۳-۷: سیستم زمین تک نقطه‌ای اصلاح شده..... ۳۰۵
- شکل ۱۳-۸: ساختار زمین کردن چند نقطه‌ای..... ۳۰۶
- شکل ۱۳-۹: سیستم زمین چند نقطه‌ای (اتصال به زمین شاسی)..... ۳۰۷
- شکل ۱۳-۱۰: ساختار زمین کردن ترکیبی..... ۳۰۸
- شکل ۱۳-۱۱: ساختار نوعی سیستم زمین ترکیبی..... ۳۰۹
- شکل ۱۳-۱۲: ساختار سیستم زمین زنجیره‌ای..... ۳۱۱
- شکل ۱۳-۱۳: اثر پوستی (جاری جریان در یک رسانا)..... ۳۱۲
- شکل ۱۳-۱۴: تفکیک مسیرهای زمین (و تغذیه) از یکدیگر برای جلوگیری از پیوند امپدانس مشترک..... ۳۱۴
- شکل ۱۳-۱۵: پیوند امپدانس مشترک در مسیر زمین و تغذیه..... ۳۱۵
- شکل ۱۳-۱۶: ایجاد حلقه‌های زمین در مدار یا سیستم..... ۳۱۸
- شکل ۱۳-۱۷: جداسازی دو مدار توسط یک مبدل..... ۳۱۹
- شکل ۱۳-۱۸: جداسازی دو مدار توسط چوک مد مشترک..... ۳۲۰
- شکل ۱۳-۱۹: جداسازی دو مدار توسط جداساز نوری..... ۳۲۱
- شکل ۱۳-۲۰: استفاده از زوج سیم به یکدیگر پیچیده شده برای کاهش ولتاژ نویز و سطح حلقه‌های زمین در یک مدار دیجیتال فرکانس بالا..... ۳۲۲
- شکل ۱۳-۲۱: ساختار یک صفحه زمین..... ۳۲۴
- شکل ۱۴-۱: هدف از حفاظ‌گذاری..... ۳۳۰
- شکل ۱۴-۲: حفاظ و موج (میدان) تابشی، عبوری و بازتابی از آن..... ۳۳۳
- شکل ۱۴-۳: موج تابشی، عبوری، بازتابی و بازتاب‌های متعدد در حفاظ..... ۳۳۳
- شکل ۱۴-۴: اندازه امپدانس موج..... ۳۳۷
- شکل ۱۴-۵: موج الکترومغناطیسی تابشی، مغناطیسی نفوذی و الکتریکی بازتابی به حفاظ..... ۳۴۰
- شکل ۱۴-۶: یک شکاف مستطیلی در یک حفاظ..... ۳۴۳
- شکل ۱۴-۷: یک شکاف دایروی در یک حفاظ..... ۳۴۴

- شکل ۱۴-۸: آرایه شکاف‌های مستطیلی در یک حفاظ ۳۴۵
- شکل ۱۴-۹: یک شبکه سیمی ۳۴۶
- شکل ۱۴-۱۰: آرایه شکاف‌های دایروی در حفاظ ۳۴۷
- شکل ۱۴-۱۱: خطوط اتصالات دائمی در حفاظ‌ها ۳۴۹
- شکل ۱۴-۱۲: خطوط اتصالات موقت در حفاظ‌ها ۳۵۰
- شکل ۱۴-۱۳: محل اتصال جعبه محافظ به زمین در نزدیکی نقاط ورودی/خروجی سیگنال ۳۵۰
- شکل ۱۴-۱۴: اتصال جعبه محافظ به زمین برای جلوگیری از ایجاد پسخورد ناخواسته ۳۵۱
- شکل ۱۴-۱۵: نحوه اتصال جعبه‌های محافظ و ایمنی به زمین ۳۵۲
- شکل ۱۴-۱۶: حفاظ‌گذاری سیم‌ها و اتصال حفاظ آنها به زمین ۳۵۳
- شکل ۱۴-۱۷: حفاظ‌گذاری سیم‌ها و اتصال حفاظ آنها به زمین ۳۵۵
- شکل ۱۴-۱۸: نحوه خارج نمودن خطوط سیگنال از جعبه محافظ ۳۵۶
- شکل ۱۴-۱۹: حفاظ‌گذاری مبدل تغذیه ۳۵۷
- شکل ۱۵-۱: ساختار مدار مربوط به پایان‌دهی سری ۳۷۲
- شکل ۱۵-۲: توزیع تغذیه برای بارهای متعدد در نقطه انتهایی از یک منبع مشترک ۳۷۴
- شکل ۱۵-۳: ساختار مدار مربوط به پایان‌دهی موازی ۳۷۵
- شکل ۱۵-۴: ساختار مدار مربوط به پایان‌دهی تونن ۳۷۷
- شکل ۱۵-۵: ساختار مدار مربوط به پایان‌دهی RC ۳۷۹
- شکل ۱۵-۶: استفاده از پایان‌دهی RC برای مسیرهای زوج تفاضلی ۳۸۰
- شکل ۱۵-۷: ساختار مدار مربوط به پایان‌دهی دیودی ۳۸۱
- شکل ۱۵-۸: خط انتقال دوشاخه‌شده و پایان‌دهی آن ۳۸۳
- شکل ۱۵-۹: مسیرهای سیگنال کلاک و پایان‌دهی آنها ۳۸۵

- جدول ۱-۲: ثابت دی الکتریک و سرعت انتشار موج در مواد مختلف..... ۲۳
- جدول ۱-۲: اندازه گسیلش تشعشی در مدارهای دیجیتال کلاس A از دیدگاه FCC..... ۳۶
- جدول ۲-۲: اندازه گسیلش تشعشی در سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس B از دیدگاه FCC (فاصله اندازه‌گیری برابر با ۳ متر است)..... ۳۷
- جدول ۲-۳: اندازه گسیلش تشعشی سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس A از دیدگاه CISPR22 (فاصله اندازه‌گیری ۳۰ متر است)..... ۳۹
- جدول ۲-۴: اندازه گسیلش تشعشی سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس B از دیدگاه CISPR22 (فاصله اندازه‌گیری ۱۰ متر است)..... ۳۹
- جدول ۱-۳: اندازه گسیلش هدایتی در سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس A از دیدگاه FCC..... ۹۱
- جدول ۲-۳: اندازه گسیلش هدایتی در سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس B از دیدگاه FCC..... ۹۲
- جدول ۳-۳: اندازه گسیلش هدایتی در سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس A از دیدگاه CISPR22..... ۹۳
- جدول ۳-۴: اندازه گسیلش هدایتی در سیستم‌ها یا مدارهای دیجیتال کلاس B از دیدگاه CISPR22..... ۹۳
- جدول ۱-۵: مشخصات نویز قطعات لاجیک متداول..... ۱۱۵
- جدول ۲-۵: پارامترهای مهم مربوط به قطعات لاجیک..... ۱۲۳
- جدول ۱-۶: امپدانس مشخصه مسیرهای روی برد مدار چاپی در حالات مختلف..... ۱۶۳
- جدول ۲-۶: I_{max} برای انواع مختلف قطعات لاجیک، در توپولوژی تک‌ریزنوار و تک‌خط نواری..... ۱۶۸
- جدول ۱-۷: مشخصات عملکرد قطعات لاجیک متداول..... ۱۹۵

- جدول ۹-۱: راهنمای تخصیص لایه‌ها برای بردهای چندلایه..... ۲۴۱
- جدول ۱۱-۱: مشخصات محافظت‌کننده‌های مخصوص در برابر سیگنال‌های نوک‌تیز..... ۲۷۰
- جدول ۱۳-۱: راهنمای انتخاب نوع سیستم- زمین برحسب فرکانس کار مدار..... ۳۰۹
- جدول ۱۳-۲: اندوکتانس رساناهای مختلف در فرکانس ۱ مگاهرتز..... ۳۱۷
- جدول ۱۴-۱: عمق پوستی (δ) برای مواد متداول مورد استفاده در ساخت حفاظ در فرکانس‌های مختلف..... ۳۳۶
- جدول ۱۴-۲: امپدانس حفاظ نازک در برابر امپدانس حفاظ ضخیم برای مواد متداول مورد استفاده در ساخت حفاظ (برحسب اهم بر مربع)..... ۳۳۶
- جدول ۱۴-۳: تأثیر حفاظ‌گذاری در برابر میدان‌های الکتریکی با اندازه امپدانس ۴ کیلو اهم، برای حفاظ‌های نازک و ضخیم ($25/4$ میکرومتر- ۱ میلی‌متر)..... ۳۳۹
- جدول ۱۴-۴: تأثیر حفاظ‌گذاری در برابر امواج صفحه‌ای با اندازه امپدانس ۳۷۷ اهم، برای حفاظ‌های نازک و ضخیم ($25/4$ میکرومتر- ۱ میلی‌متر)..... ۳۳۹
- جدول ۱۴-۵: تأثیر حفاظ‌گذاری در برابر میدان‌های مغناطیسی با اندازه امپدانس ۴۰ اهم، برای حفاظ‌های نازک و ضخیم ($25/4$ میکرومتر- ۱ میلی‌متر)..... ۳۴۰
- جدول ۱۵-۱: نتایج کلی و وضعیت تطبیق امپدانس خط انتقال با منبع و بار..... ۳۶۴
- جدول ۱۵-۲: انواع روش‌های پایان‌دهی و ویژگی مهم آنها..... ۳۸۲

پیشگفتار

کتاب حاضر، حاصل چندین سال تلاش، تحقیق و مطالعه بسیار زیاد و مستمر اینجانب بوده و هدف از نگارش آن، در اختیار قرار دادن یک مرجع فارسی بسیار مناسب در زمینه مباحث مربوط به سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) می باشد که بنا به دلایل متعدد از جمله مهم و اساسی بودن بحث سازگاری الکترومغناطیسی در طراحی مدارها یا سیستم های الکترونیکی و مخابراتی (به منظور افزایش کیفیت و کارکرد آنها در محیط های مختلف الکترومغناطیسی)، نبود مراجع مناسب و جامع قابل دسترس (تنها به یک کتاب انگلیسی محدود می شد که مرجع اصلی کتاب درسی دانشگاهی بود)، عدم آگاهی مطلوب جامعه مهندسين برق از مباحث کلی EMC و... اینجانب را بر آن داشت که به عنوان عضوی کوچک از جامعه مهندسين برق، به تحقیق و به رشته تحریر در آوردن این اثر همت گمارم.

این کتاب می تواند برای دانشجویان، مهندسين و طراحان در مراکز مختلف از جمله آزمایشگاه ها، مراکز علمی، آموزشی، تحقیقاتی و صنایع مرتبط با الکترونیک و مخابرات به منظور انجام تحقیقات، طراحی و ساخت مدارها یا سیستم های الکترونیکی و مخابراتی (بویژه دیجیتال فرکانس بالا)، بسیار ارزشمند باشد.

با توجه به دروس دانشگاهی، درس EMC تحت عنوان «مباحث ویژه» در دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق با گرایش الکترونیک و مخابرات تدریس می شود؛ لذا این کتاب در دانشگاه ها برای دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد بسیار سودمند بوده و به عنوان یک درس اختیاری (۳ واحدی) یا کمک درسی برای دانشجویان سال آخر این رشته ها در مقطع کارشناسی پیشنهاد می گردد.

در پایان لازم به ذکر است که هر اثری ممکن است دارای کاستی هایی باشد؛ لذا از تمامی اساتید، مهندسين، دانشجویان، صاحب نظران و علاقه مندان به این مباحث، خواهشمند است با ارائه پیشنهادها و دیدگاه های سازنده خود به منظور رفع کاستی ها و

افزایش کیفی و محتوایی کتاب در چاپ‌های بعدی، اینجانب را مورد لطف و عنایت خویش قرار دهند.

کتاب سازگاری الکترومغناطیسی در سیستم‌های الکترونیکی و مخابراتی، اولین منبع فارسی در ایران می‌باشد که در زمینه مباحث مربوط به سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) حاوی اصول، استانداردها، روش‌ها و فنون مختلف EMC برای طراحی مدارها یا سیستم‌های الکترونیکی و مخابراتی (بویژه دیجیتال فرکانس بالا) نوشته شده است. امید است که ارائه این کتاب بتواند ما را در جهت پیشبرد علم الکترونیک و مخابرات، و ترویج مباحث مربوط به EMC یاری‌داده و کاستی‌های موجود در این زمینه را تقلیل بخشد.

با آرزوی توفیق الهی

مهندس عباس نعمتی

کارشناس ارشد برق و الکترونیک

اردیبهشت ۱۳۸۵

پست الکترونیکی: Nemati_Abbas@yahoo.com