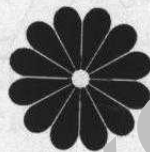


به نام خداوند جان و خرد



یون شمس

کتابخانه

مجموعه مهندسی

الکترونیک ۲

چاپ اول

مؤلف:

امین رضائی

(عضو هیأت علمی دانشگاه بناب)

زیبا عباس زاده

بهار ۱۳۹۸

سرشناسه	: رضایی، امین، ۱۳۶۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: الکترونیک ۲/مؤلف امین رضایی، زیبا عباسزاده
مشخصات نشر	: تهران: پوران پژوهش، ۱۳۹۶ .
مشخصات ظاهری	: ۸۴۰ ص.
فروست	: کتاب ارشد، مجموعه مهندسی برق.
شابک	: 978-964-184-602-4
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیا
موضوع	: الکترونیک — راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: Electronics -- Study and teaching (Higher)
موضوع	: الکترونیک — مسائل، تمرینها و غیره (عالی)
موضوع	: Electronics -- Problems, exercises, etc (Higher)
موضوع	: الکترونیک — آزمونها و تمرینها (عالی)
موضوع	: Electronics -- Examinations, questions, etc. (Higher)
موضوع	: دانشگاهها و مدارس عالی — ایران — آزمونها
موضوع	: Universities and colleges -- Iran -- Examinations
موضوع	: آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی — ایران
موضوع	: Graduate Record Examination -- Iran
شناسه افزوده	: عباسزاده، زیبا، ۱۳۶۷ -
رده‌بندی کنگره	: TKV۸۶۰/۶۰۱۳۹۰
رده‌بندی دیویی	: ۶۱۳/۷۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۷۷۱۷۱

انتشارات پوران پژوهش

نام کتاب:	الکترونیک ۲
تألیف:	امین رضایی
ناشر:	پوران پژوهش
حروفچینی:	پوران پژوهش
چاپ و صحافی:	دالاهو - ولیعصر
شمارگان:	۲۰۰ نسخه
نوبت چاپ:	اول - بهار ۱۳۹۸
قیمت:	۴۸۰۰۰ تومان
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۱۸۴-۶۰۲-۴

ISBN: 978-964-184-602-4

دفتر مرکزی: میدان انقلاب - ابتدای کارگر جنوبی - کوچه مهدیزاده - پلاک ۹ - واحد ۵۰۴ تلفن: ۶۶۹۲۷۰۴۰

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف و ناشر، نشر یا بخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

به نام تنها پرستیدنی که قلم را آفرید

پیش گفتار انتشارات

نگاه به شمار داوطلبان آزمون کارشناسی ارشد نشان می‌دهد که در این سال‌ها درخواست تحصیل در دورهای تحصیلات تکمیلی دانشگاه‌ها افزایش چشمگیری داشته است. دشواری پیش روی بیشتر داوطلبان، گوناگونی منابع درسی و نبود دسترسی به آنها و همچنین نمونه آزمون‌های مناسب برای تمرین و فهم بیشتر مفاهیم درسی است.

مدیریت بنیاد انتشارات پوران پژوهش، آقای دکتر احمد هژبر و همسرشان بانو افسانه عیدی با بیش از ۲۰ سال کوشش در رستای برآور ساز نیاز داوطلبان، با سیاست کلی چاپ کتاب‌های ارزنده با بهایی درخور، آماده‌سازی و گردآوری، مجموعه‌ای گوناگون با انگیزه‌های گوناگون را در دستور کار قرار داده است. مجموعه‌ی نخست با نام کتاب ارشد با جلد آبی‌رنگ که تاکنون به دست داوطلبان رسیده، با پذیرش چشمگیری همراه بوده است. در هر عنوان کتاب، پس از شرح کامل درس در هر فصل، پرسش‌های چهارگزینه‌ای آزمون‌های سراسری و آزاد چند سال گذشته با پاسخ‌های تشریحی آورده شده است. شرح درس در هر کتاب از این مجموعه به گونه‌ای است که برای دانشجویان سال‌های پایین‌تر سودمند است و نیز یک منبع درسی مناسب برای دانشجویان و استادان است. کتاب‌ها مه‌باشد. کتاب ارشد نخستین بار در مهرماه سال ۱۳۸۰ در قالب پانزده عنوان به داوطلبان شناسانده و هم‌اینک بیش از ۳۰۰ عنوان را دربرمی‌گیرد. مجموعه‌ی دوم با نام آزمون‌های جامع ارشد و دکتری با جلد سیاه رنگ به گونه‌ای گردآوری شده است که دانشجو دفترچه‌های آزمون‌های سراسری کارشناسی ارشد و دکتری سال‌های گذشته را با پاسخ‌های تشریحی در یک کتاب خواهد داشت.

مجموعه‌ی سوم با نام بانک تست ارشد (با جلد نارنجی رنگ) در دروس پایه و تخصصی هر رشته، یک کتاب کار به شمار می‌رود که در آن پرسش‌های طبقه‌بندی‌شده به همراه پاسخ‌های تشریحی آورده شده است تا دانشجو با حل و بررسی آن‌ها توانایی بایسته برای پاسخ‌گویی به آزمون‌ها را به دست آورد. مجموعه‌ی چهارم که با جلد قهوه‌ای رنگ عرضه شده و به عنوان کتاب‌های مرجع در دانشگاه‌ها آموخته می‌شود. این کتاب‌ها شامل تألیفات اساتید برجسته کشور و همچنین ترجمه آثار گران‌بهای مؤلفان بزرگ خارج از کشور می‌باشد.

در پایان از خوانندگان محترم تقاضا می‌شود پیشنهادات و انتقادات خود را به پست الکترونیکی انتشارات پوران پژوهش info@pouuran.net ارسال فرمایند.

۱	۱-۱- مقدمه
۲	۱-۲- مزایای منابع جریان
۲	۲-۱- منابع جریان تک ترانسستوری
۲	۲-۲- منبع جریان بدون مقاومت آمیتر
۳	۲-۳- منبع جریان با مقاومت آمیتر
۳	۳-۱- منبع جریان با دیود جبران کننده حرارتی
۴	۳-۲- منبع جریان با دیود زنر
۵	۳-۳- منبع جریان جی-فتی
۶	۳-۴- منبع جریان ماسفتی
۶	۳-۵- آینه جریان و ویژگی های آن
۷	۳-۶- ویژگی های آینه جریان ایده آل
۷	۳-۷- ویژگی های آینه جریان واقعی
۸	۳-۸- آینه جریان دوقطبی
۱۰	۳-۹- تحلیل آینه جریان
۱۱	۳-۱۰- آینه جریان دوقطبی ایده آل
۱۷	۳-۱۱- آینه جریان دوقطبی با محدود ولتاژ لری بینهایت
۱۸	۳-۱۲- آینه جریان دوقطبی با محدود ولتاژ لری محدود
۲۱	۳-۱۳- مدارهای چرخاننده
۲۴	۳-۱۴- نمایش منبع جریان با مدار معادل نورت
۲۴	۳-۱۵- معایب مدار آینه جریان دوقطبی
۲۴	۳-۱۶- آینه جریان دوقطبی بهبود یافته
۲۸	۳-۱۷- آینه جریان دوقطبی با فیدبک آمیتری
۳۱	۳-۱۸- آینه جریان دوقطبی بهبود یافته با فیدبک آمیتری
۳۲	۳-۱۹- آینه جریان ماسفتی
۳۳	۳-۲۰- تحلیل آینه جریان ماسفتی
۳۹	۳-۲۱- منبع جریان ویدلر
۴۰	۳-۲۲- منبع جریان ویدلر دوقطبی
۴۴	۳-۲۳- منبع جریان ویدلر ماسفتی
۴۶	۳-۲۴- منبع جریان اوج دار
۴۶	۳-۲۵- منبع جریان اوج دار دوقطبی
۵۰	۳-۲۶- منبع جریان اوج دار ماسفتی
۵۲	۳-۲۷- منبع جریان کاسکود
۵۴	۳-۲۸- منبع جریان کاسکود دوقطبی
۵۸	۳-۲۹- مدار جریان کاسکود ماسفتی
۶۱	۳-۳۰- منبع جریان ویلسون
۶۱	۳-۳۱- منبع جریان ویلسون دوقطبی
۶۶	۳-۳۲- منبع جریان ویلسون ماسفتی
۶۹	۳-۳۳- منبع جریان مستقل از منبع تغذیه
۷۰	۳-۳۴- منبع جریان با مرجع ولتاژ بیس - آمیتر
۷۱	۳-۳۵- منبع جریان ماسفتی با مرجع ولتاژ آستانه
۷۱	۳-۳۶- منبع جریان خودبایاس
۷۲	۳-۳۷- منبع جریان خودبایاس دوقطبی با مرجع ولتاژ بیس - آمیتر
۷۲	۳-۳۸- منبع جریان خودبایاس ماسفتی با مرجع ولتاژ آستانه
۷۳	۳-۳۹- منبع جریان خودبایاس با مرجع ولتاژ حرارتی
۷۶	۳-۴۰- مدار خودبایاس ماسفتی با مرجع ولتاژ حرارتی
۷۷	۳-۴۱- مدار خودبایاس ماسفتی با مرجع ولتاژ بیس - آمیتر

۷۸	۱۴- منبع جریان مستقل از دما
۷۸	۱-۱۴ مدارهای بایاس با مرجع زنری
۸۲	۱۵- تحلیل سیگنال کوچک آینه جریان
۸۲	۱-۱۵ تحلیل سیگنال کوچک آینه جریان دوقطبی
۸۳	۲-۱۵ تحلیل سیگنال کوچک آینه جریان ماسفتی
۸۳	۱۶- تقویت کننده با بار منبع جریان
۸۴	۱-۱۶ تحلیل تقویت کننده با بار منبع جریان
۸۵	۲-۱۶ تقویت کننده امیتر مشترک با بار آینه جریان غیرفعال
۸۵	۳-۱۶ تقویت کننده سورس مشترک با بار آینه جریان غیرفعال
۸۶	۴-۱۶ سایر آرایش های تقویت کننده با بار آینه جریان غیرفعال
۸۷	۵-۱۶ تقویت کننده با آینه جریان فعال
۹۰	سؤالات آزمون های ورودی کنتری برق و ارشد برق و ابزار دقیق
۱۰۶	پاسخ آزمون ها ورودی کنتری برق و ارشد برق و ابزار دقیق
فصل ۲	
۱۲۵	۰- مقدمه
۱۲۶	۱- مفاهیم کلی تقویت کننده های تفاضلی
۱۲۶	۱-۱ بهره وجه تفاضلی و بهره وجه مشترک
۱۲۷	۲-۱ نسبت حذف وجه مشترک
۱۲۷	۲- تشکیل تقویت کننده تفاضلی
۱۳۰	۳- تقویت کننده تفاضلی دوقطبی متقارن
۱۳۰	۱-۳ تحلیل سیگنال بزرگ زوج تفاضلی دوقطبی
۱۳۴	۲-۳ افزایش محدوده ولتاژ ورودی برای عملکرد خطی زوج تفاضلی دوقطبی
۱۳۶	۳-۳ تحلیل DC تقویت کننده تفاضلی دوقطبی متقارن
۱۳۷	۴-۳ گستره وجه مشترک ورودی
۱۳۷	۵-۳ شرایط لازم برای سیگنال کوچک زوج تفاضلی دوقطبی
۱۴۱	۴- تحلیل سیگنال کوچک تقویت کننده تفاضلی دوقطبی متقارن
۱۴۱	۱-۴ مدار معادل سیگنال کوچک تقویت کننده تفاضلی دوقطبی
۱۴۳	۲-۴ مقاومت خروجی تقویت کننده تفاضلی
۱۴۵	۳-۴ مقاومت ورودی تقویت کننده تفاضلی
۱۴۸	۴-۴ تحلیل وجه تفاضلی با استفاده از نیم مدارهای تفاضلی
۱۵۷	۵-۴ تحلیل وجه مشترک با استفاده از نیم مدارهای مشترک
۱۶۱	۶-۴ تحلیل وجه مشترک با وصل کردن نقاط هم پتانسیل به یکدیگر
۱۶۱	۷-۴ تحلیل وجه تفاضلی با روش نظری
۱۶۴	۸-۴ تحلیل وجه مشترک با روش نظری
۱۶۵	۹-۴ نسبت حذف وجه مشترک زوج تفاضلی دوقطبی
۱۷۰	۱۰-۴ تقویت کننده تفاضلی متقارن با دو منبع جریان بایاس
۱۷۲	۱۱-۴ تحلیل تقویت کننده تفاضلی متقارن با تحریک تک انتهایی
۱۷۵	۱۲-۴ حداکثر تغییرات خروجی در تقویت کننده تفاضلی
۱۸۱	۵- تقویت کننده تفاضلی دوقطبی نامتقارن
۱۸۱	۱-۵ ولتاژ افست ورودی و خروجی
۱۸۴	۲-۵ جریان های بایاس ورودی و افست ورودی
۱۸۸	۳-۵ تحلیل سیگنال کوچک تقویت کننده تفاضلی دوقطبی نامتقارن
۱۹۷	۶- تقویت کننده تفاضلی فتی متقارن
۱۹۸	۱-۶ تحلیل سیگنال بزرگ زوج تفاضلی جی فتی و ماسفتی
۲۰۰	۲-۶ شرایط لازم برای تحلیل سیگنال کوچک زوج تفاضلی جی فتی و ماسفتی
۲۰۱	۳-۶ گستره وجه مشترک ورودی
۲۰۳	۷- تحلیل سیگنال کوچک تقویت کننده تفاضلی فتی متقارن

۱-۷	مقاومت‌های ورودی و خروجی	۴
۲-۷	تحلیل وجه تفاضلی تقویت‌کننده تفاضلی فنی متقارن	۵
۳-۷	تحلیل وجه مشترک تقویت‌کننده تفاضلی فنی متقارن	۶
۸	تقویت‌کننده تفاضلی فنی نامتقارن	۱۱
۱-۸	ولتاژ آفست در زوج تفاضلی ماسفتی	۱۱
۲-۸	تحلیل سیگنال کوچک تقویت‌کننده تفاضلی فنی نامتقارن	۱۴
۹	تقویت‌کننده‌های تفاضلی با بارهای ترازیستوری	۲۰
۱۰	تقویت‌کننده‌های تفاضلی با بارهای فعال	۳۳
۱-۱۰	تقویت‌کننده تفاضلی دوقطبی با بار آینه جریان دوقطبی فعال	۳۳
۲-۱۰	تقویت‌کننده تفاضلی ماسفتی با بار آینه جریان ماسفتی فعال	۴۱
۳-۱۰	تقویت‌کننده‌های تفاضلی گوناگون با آینه‌های جریان فعال	۴۷
۱۱	تقویت‌کننده‌های تفاضلی کاسکودی	۵۵
۱-۱۱	تقویت‌کننده تفاضلی کاسکودی با بار مقاومتی	۵۶
۲-۱۱	تقویت‌کننده تفاضلی کاسکودی با بار منبع جریان	۵۹
۳-۱۱	تقویت‌کننده تفاضلی با کاسکود تابیده	۶۵
۴-۱۱	تقویت‌کننده تفاضلی کاسکودی با بار فعال	۶۷
۱۲	تقویت‌کننده تفاضلی با ترکیب دارلینگتون	۶۸
۱-۱۲	تقویت‌کننده تفاضلی با دارلینگتون دوقطبی	۶۹
۲-۱۲	تقویت‌کننده تفاضلی با دارلینگتون ای فنی	۷۰
۱۳	تقویت‌کننده‌های تفاضلی با ترکیب CC و CG و CD	۷۴
۱۴	تقویت‌کننده‌های تفاضلی با طبقه	۷۷
۱۵	تقویت‌کننده تفاضلی با ترانسفورماتور	۸۵
۱۶	سلول گیلبرت	۸۷
۱۷	سؤالات آزمون‌های ورودی دکتری برق و ارشد برق و ارشد دقیق	۹۰
۱۸	پاسخ آزمون‌های ورودی دکتری برق و ارشد برق و ارشد دقیق	۹۲

فصل ۳

۱	مقدمه	۶۹
۱-۱	مزایا و معایب فیدبک منفی	۷۰
۲	مفهوم و ساختار کلی فیدبک	۷۱
۱-۲	محاسبه بهره حلقه بسته	۷۲
۲-۲	محاسبه بهره حلقه	۷۲
۳	بررسی خواص فیدبک منفی	۷۳
۱-۳	کاهش حساسیت بهره	۷۵
۲-۳	افزایش پهنای باند	۷۷
۳-۳	کاهش اعوجاج غیرخطی	۸۰
۴-۳	کاهش اثر نویز و سیگنال‌های ناخواسته	۸۱
۵-۳	تغییر در مقاومت‌های ورودی و خروجی	۸۱
۶-۳	کاهش بهره و ناپایداری در تقویت‌کننده‌های فیدبکی	۸۱
۴	ساختار و اجزاء تقویت‌کننده‌های فیدبکی	۸۲
۱-۴	منبع ورودی	۸۲
۲-۴	مدارهای نمونه‌گیر ولتاژ و جریان	۸۳
۳-۴	مدارهای مقایسه‌گر ولتاژ و جریان	۸۴
۴-۴	تقویت‌کننده پایه و انواع آن	۸۸
۵-۴	شبکه فیدبک و انواع آن	۹۲
۵	مدل دودهنه برای تقویت‌کننده پایه و شبکه فیدبک	۹۲
۱-۵	پارامترهای شبکه‌های دودهنه	۹۲

۳۹۳	۲-۵ تعیین مدل دودهنه مناسب برای تقویت‌کننده پایه و شبکه فیدبک
۳۹۴	۳-۵ مدل دودهنه ساده برای تقویت‌کننده پایه و شبکه فیدبک
۳۹۵	۶- توپولوژی‌های اساسی فیدبک
۳۹۶	۱-۶ فیدبک ولتاژ - سری
۳۹۶	۲-۶ فیدبک ولتاژ - موازی
۳۹۷	۳-۶ فیدبک جریان - موازی
۳۹۷	۴-۶ فیدبک جریان - سری
۳۹۸	۷- تعیین نوع و علامت فیدبک در مدارهای عملی
۳۹۸	۱-۷ تعیین نوع فیدبک در مدارهای عملی
۴۰۲	۲-۷ تعیین علامت فیدبک در مدارهای عملی
۴۰۸	۸- تقویت‌کننده‌ها، فیدبک‌دار ایده‌آل
۴۰۸	۱-۸ تقویت‌کننده فیدبک ولتاژ - سری ایده‌آل
۴۱۰	۲-۸ تقویت‌کننده فیدبک ولتاژ - موازی ایده‌آل
۴۱۱	۳-۸ تقویت‌کننده فیدبک جریان - سری ایده‌آل
۴۱۳	۴-۸ تقویت‌کننده فیدبک جریان - موازی ایده‌آل
۱۴۱	۵-۸ جمع‌بندی تحلیل تقویت‌کننده‌ها، فیدبک‌دار ایده‌آل با فیدبک منفی
۴۱۵	۶-۸ فیدبک مثبت در تقویت‌کننده‌ها، فیدبک‌دار ایده‌آل
۴۱۶	۹- تقویت‌کننده‌های فیدبک‌دار واقعی
۴۱۷	۱-۹ تقویت‌کننده با فیدبک ولتاژ - سری واقعی
۴۲۵	۲-۹ تقویت‌کننده با فیدبک ولتاژ - موازی واقعی
۴۴۷	۳-۹ تقویت‌کننده با فیدبک جریان - سری واقعی
۴۵۷	۴-۹ تقویت‌کننده با فیدبک جریان - موازی واقعی
۴۶۷	۱۰- قواعد کلی برای تحلیل تقویت‌کننده‌های فیدبک واقعی
۵۱۲	۱۱- تعیین بهره حلقه در مدارهای واقعی
۵۱۷	سؤالات آزمون‌های ورودی دکتری برق و ارشد برق و ابزار دقیق
۵۳۹	پاسخ آزمون‌های ورودی دکتری برق و ارشد برق و ابزار دقیق

فصل ۴

۵۸۹	۰- مقدمه
۵۹۰	۱- ساختار داخلی آپامپ
۵۹۲	۲- نماد مداری آپامپ
۵۹۲	۳- پارامترهای آپامپ واقعی
۵۹۲	۱-۳ بهره ولتاژ آپامپ
۵۹۳	۲-۳ نسبت حذف وجه مشترک
۵۹۳	۳-۳ پاسخ فرکانسی آپامپ
۵۹۳	۴-۳ حداکثر دامنه جریان و ولتاژ خروجی
۵۹۵	۵-۳ گستره ولتاژ ورودی
۵۹۵	۶-۳ مقاومت‌های ورودی و خروجی
۵۹۶	۷-۳ ولتاژ افت ورودی و خروجی
۵۹۸	۸-۳ جریان بایاس و جریان افت ورودی
۵۹۹	۹-۳ نرخ چرخش
۶۰۱	۱۰-۳ پهنای باند توان کامل
۶۰۲	۱۱-۳ نسبت رد منبع تغذیه (PSRR)
۶۰۲	۱۲-۳ رانش حرارتی
۶۰۳	۴- مشخصات آپامپ ایده‌آل
۶۰۵	۵- انواع مدارهای آپامپی

۶- مدارهای آپامپی حلقه باز	۶۰۶
۱-۶ آشکارساز عبور از سطح صفر	۶۰۷
۲-۶ آشکارساز عبور از سطح غیر صفر	۶۰۸
۳-۶ مدار تشخیص افزایش دما	۶۱۰
۴-۶ مبدل آنالوگ به دیجیتال	۶۱۱
۷- مدارهای آپامپی با فیدبک مثبت	۶۱۱
۱-۷ مقایسه کننده با هیستریزس یا مدار اشمیت تریگر	۶۱۲
۲-۷ مولتی ویراتور آستابل	۶۱۵
۸- مدارهای آپامپی خطی با فیدبک منفی	۶۱۶
۱-۸ تقویت کننده وارون ساز	۶۱۸
۲-۸ تقویت کننده ناورون ساز	۶۲۸
۳-۸ ترانزیستور ولتاژ	۶۳۴
۴-۸ مدارهای جمع کننده و تقریب کننده	۶۳۴
۵-۸ تقویت کننده های تفاضلی و ابزار دقیق آپامپی	۶۳۸
۶-۸ مدارهای امپدانس	۶۴۸
۷-۸ مبدل های ولتاژ به جریان	۶۵۱
۸-۸ اینتگرال گیر مشتق گیر	۶۵۶
۹-۸ اینتگرال گیر مشتق گیر با آرایش ناورون ساز	۶۶۴
۱۰-۸ اینتگرال گیر مشتق گیر با مدل ولتاژ به جریان	۶۶۵
۱۱-۸ تحقق معادلات در سیم پیچ استفاده از مدارات آپامپی	۶۶۵
۱۲-۸ مدارهای آپامپی انداز گیر	۶۶۶
۱۳-۸ فیلترهای آپامپی	۶۶۷
۱۴-۸ مثال های متنوع از مدارهای آپامپی خود در ساختار فیدبک منفی	۶۷۴
۹- مقایسه فیدبک منفی و مثبت در مدارهای آپامپی	۷۰۲
۱-۹ تعریف تحلیل استاتیکی و دینامیکی	۷۰۲
۲-۹ تحلیل استاتیکی آپامپ در ساختار حلقه بسته	۷۰۲
۳-۹ تحلیل دینامیکی آپامپ در ساختار حلقه بسته	۷۰۳
۱۰- مدارهای آپامپی غیرخطی با فیدبک منفی	۷۰۵
۱-۱۰ یکسوساز نیم موج پایه	۷۰۵
۲-۱۰ یکسوساز نیم موج کامل وارون ساز	۷۰۷
۳-۱۰ یکسوساز نیم موج کامل ناورون ساز	۷۰۸
۴-۱۰ مدار جداکننده فاز	۷۱۰
۵-۱۰ یکسوساز تمام موج نوع اول	۷۱۱
۶-۱۰ یکسوساز تمام موج نوع دوم	۷۱۲
۷-۱۰ یکسوساز تمام موج نوع سوم	۷۱۲
۸-۱۰ مدار برش دهنده	۷۱۵
۹-۱۰ آشکارساز پیک	۷۱۵
۱۰-۱۰ تقویت کننده لگاریتمی	۷۱۵
۱۱-۱۰ تقویت کننده آنتی لگاریتمی	۷۱۷
۱۲-۱۰ ضرب کننده لگاریتمی	۷۱۸
۱۳-۱۰ تقویت کننده جذر گیر	۷۱۸
۱۴-۱۰ جابجای کننده های فعال	۷۲۰
۱۵-۱۰ مقایسه کننده های کران دار	۷۲۱
۱۱- بررسی عملکرد غیرایده آل آپامپ	۷۲۲
۱-۱۱ اثر ولتاژ آفست ورودی در مدارهای وارون ساز و ناورون ساز	۷۲۳
۲-۱۱ اثر جریان بایاس و آفست ورودی در مدارهای وارون ساز و ناورون ساز	۷۲۶
۳-۱۱ اثر ولتاژ آفست و جریان بایاس ورودی در اینتگرال گیر میلر	۷۲۸
۴-۱۱ پاسخ فرکانسی تقویت کننده های حلقه بسته	۷۲۹
۵-۱۱ بررسی محدود بودن نسبت حذف وجه مشترک در آپامپ	۷۳۰