



الکترونیک ۳

تحلیل فرکانسی مدارهای تقویت کننده

مؤلف:

دکتر سیدعلی هاشمی طالخونچه
عضو هیئت علمی دانشگاه فنی و حرفه‌ای

سرشناسه	: هاشمی طالخونچه، سیدعلی، ۱۳۴۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: الکترونیک ۳: تحلیل فرکانسی مدارهای تقویت کننده/مولف سیدعلی هاشمی طالخونچه.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه فنی و حرفه‌ای، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	: ز: ۲۶۰ ص: مصور.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۷۹۱۱-۲۸-۲
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه.
عنوان دیگر	: تحلیل فرکانسی مدارهای تقویت کننده.
موضوع	: الکترونیک - راهنمای آموزشی (عالی)

Electronics -- Study and teaching(Higher)

تقویت کننده‌های ترانزیستوری

Transistor amplifiers

ترانزیستورها

Transistors

مدارهای ترانزیستوری

Transistor circuits

مدارهای الکترونیکی

Electronic circuits

شناسه افزوده	: دانشگاه فنی و حرفه‌ای
شناسه افزوده	: Technical and Vocational University
رده بندی کنگره	: TK۷۸۶۰
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۸۱.۷۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۸۰۵۶۵۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیپا

عنوان کتاب	: الکترونیک ۳ - تحلیل فرکانسی مدارهای تقویت کننده
تالیف	: سیدعلی هاشمی طالخونچه
ناشر	: دانشگاه فنی و حرفه‌ای
سال و نوبت چاپ	: ۱۴۰۰ / چاپ اول
شمارگان	: ۵۰۰ جلد
قیمت	: ۹۱،۰۰۰ تومان
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۷۹۱۱-۲۸-۲ ISBN: 978-622-7911-28-2

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و دانشگاه فنی و حرفه‌ای محفوظ است.

آدرس: تهران میدان ونک خیابان برزیل شرقی پلاک ۴ - تلفن: ۴۲۳۵۰۰۰-۲۱

پست الکترونیک: Entesharat@tvu.ac.ir، وب سایت: Tvu.ac.ir



فهرست مطالب

۱	فصل اول- ترانزیستور پیوندی دوقطبی
۲	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- ساختار ترانزیستور
۳	۳-۱- رابطه جریانی ترانزیستور
۴	۴-۱- منحنی مشخصه ترانزیستور
۴	۵-۱- بایاس ترانزیستور
۵	۶-۱- نواحی کار ترانزیستور
۶	۷-۱- مدارهای بایاس ترانزیستور
۱۲	۸-۱- تقویت کننده‌های تک ترانزیستوری
۱۳	۱-۸-۱- نقش خازن در مدارهای تقویت کننده
۱۴	۲-۸-۱- تحلیل مدارهای تقویت کننده تک ترانزیستوری
۱۴	۱-۲-۸-۱- تحلیل DC مدارهای تقویت کننده
۱۵	۲-۲-۸-۱- تحلیل ac مدارهای تقویت کننده
۱۶	۹-۱- تحلیل سیگنال کوچک مدارهای تقویت کننده
۱۶	۱-۹-۱- مدل سیگنال کوچک ترانزیستور
۱۸	۲-۹-۱- مشخصات تقویت کننده
۱۹	۱۰-۱- آرایش ترانزیستور دوقطبی در مدارهای تقویت کننده
۱۹	۱-۱۰-۱- آرایش امیتر مشترک
۲۲	۲-۱۰-۱- آرایش کلکتور مشترک
۲۵	۳-۱۰-۱- آرایش بیس مشترک
۲۸	۱۱-۱- مدار معادل کلی تقویت کننده
۲۹	۱۲-۱- خلاصه مطالب فصل
۳۰	تمرینات
۳۳	فصل دوم- ترانزیستور اثر میدان
۳۴	۱-۲- مقدمه
۳۴	۲-۲- انواع ترانزیستورهای اثر میدان

۳۵
۳۵
۳۷
۳۷
۳۷
۳۸
۳۸
۴۲
۴۲
۴۲
۴۳
۴۵
۴۷
۴۹
۴۹
۵۱
۵۳
۵۶
۵۷
۵۷
۶۱
۶۲
۶۲
۶۲
۶۳
۶۳
۶۶
۶۷
۶۸
۶۸

۳-۲- ساختار JFET

۴-۲- طرز کار JFET

۵-۲- مشخصه‌های JFET

۱-۵-۲- مشخصه ورودی

۲-۵-۲- مشخصه خروجی

۳-۵-۲- مشخصه انتقالی

۶-۲- ساختمان و طرز کار MOSFET

۷-۲- بایاس FET

۱-۷-۲- شرایط ناحیه اشباع

۲-۷-۲- تحلیل DC

۳-۷-۲- انواع دیگر مدارهای بایاس FET

۸-۲- مدل سیگنال کوچک FET

۹-۲- آرایش FET در مدارهای تقویت کننده

۱-۹-۲- تقویت کننده سورس مشترک

۲-۹-۲- تقویت کننده درین مشترک

۳-۹-۲- تقویت کننده گیت مشترک

۱۰-۲- مقایسه اجمالی بین JFET، BJT و MOSFET

۱۱-۲- خلاصه مطالب فصل

تمرینات

فصل سوم- روشهای سریع حل مسئله

۱-۳- مقدمه

۲-۳- روش انعکاس امپدانس

۱-۲-۳- انعکاس امپدانس در BJT

۱-۱-۲-۳- انعکاس امپدانس از دید بیس

۲-۱-۲-۳- انعکاس امپدانس از دید امیتر

۲-۲-۳- انعکاس امپدانس در FET

۱-۲-۲-۳- انعکاس امپدانس از دید درین

۲-۲-۲-۳- انعکاس امپدانس از دید سورس

۳-۲-۲-۳- نکاتی پیرامون انعکاس امپدانس در FET

۷۰	۳-۳- فرمولهای تقریبی محاسبه بهره
۷۰	۳-۴- قضیه میلر
۷۳	۳-۵- خلاصه مطالب فصل
۷۳	تمرینات
۷۷	فصل چهارم- پاسخ فرکانسی
۷۸	۴-۱- مقدمه
۷۸	۴-۲- تابع تبدیل
۷۹	۴-۳- مفهوم صفر و قطب
۸۲	۴-۴- پاسخ فرکانسی
۸۵	۴-۵- نمودار بود
۸۶	۴-۵-۱- خواص لگاریتم
۸۷	۴-۵-۲- نمودار بود توابع پایه
۸۷	۴-۵-۲-۱- رسم نمودار بود تابع $1+s/a$
۸۹	۴-۵-۲-۲- رسم نمودار بود تابع $1/(1+s/a)$
۹۱	۴-۵-۲-۳- رسم نمودار بود تابع s
۹۲	۴-۵-۲-۴- رسم نمودار بود تابع $1/s$
۹۲	۴-۵-۲-۵- رسم نمودار بود تابع مقدار ثابت
۹۴	۴-۶- خلاصه مطالب فصل
۹۵	تمرینات
۹۷	فصل پنجم- رفتار فرکانسی توانزیستورها
۹۸	۵-۱- مقدمه
۹۸	۵-۲- سبک نگارش
۹۹	۵-۳- مدل‌های دوقطبی BJT
۹۹	۵-۳-۱- مدل امدانسی Z
۱۰۰	۵-۳-۲- مدل ادمیتانسی Y
۱۰۱	۵-۳-۳- مدل هیبرید H
۱۰۱	۵-۳-۴- مدل هیبرید α
۱۰۲	۵-۴- ماتریس ادمیتانس نامحدود

۱۰۵	۵-۵- پاسخ فرکانسی ترانزیستور BJT
۱۰۹	۵-۶- پاسخ فرکانسی FET
۱۰۹	۵-۶-۱- پاسخ فرکانسی JFET
۱۱۱	۵-۶-۲- پاسخ فرکانسی MOSFET
۱۱۲	۵-۷- خلاصه مطالب فصل
۱۱۳	تمرینات
۱۱۵	فصل ششم- تحلیل فرکانسی مدارهای تقویت کننده
۱۱۶	۶-۱- مقدمه
۱۱۶	۶-۲- ساختار کلی مدارهای تقویت کننده
۱۱۸	۶-۲-۱- تحلیل مدار در فرکانسهای پایین
۱۱۹	۶-۲-۲- تحلیل مدار در فرکانسهای بالا
۱۲۲	۶-۳- روش میلر
۱۲۶	۶-۴- خلاصه مطالب فصل
۱۲۷	تمرینات
۱۳۱	فصل هفتم- روش ثابت زمانی
۱۳۲	۷-۱- مقدمه
۱۳۲	۷-۲- روش ثابت زمانی
۱۳۴	۷-۲-۱- روش اتصال کوتاه در فرکانسهای پایین
۱۳۶	۷-۲-۲- روش مقدار صفر در فرکانسهای بالا
۱۴۰	۷-۳- خلاصه مطالب فصل
۱۴۱	تمرینات
۱۴۳	فصل هشتم- تقویت کننده های چند ترانزیستوری
۱۴۴	۸-۱- مقدمه
۱۴۴	۸-۲- تقویت کننده های چند طبقه
۱۴۵	۸-۳- اثر بارگذاری
۱۴۹	۸-۴- تقویت کننده تفاضلی
۱۴۹	۸-۴-۱- تحلیل سیگنال کوچک
۱۵۰	۸-۴-۱-۱- حالت سیگنال مشترک

۱۵۱	۸-۴-۱-۲- حالت سیگنال تفاضل
۱۵۳	۸-۴-۲- نسبت حذف سیگنال مشترک
۱۵۳	۸-۴-۳- نکاتی در مورد تقویت کننده‌های تفاضلی
۱۵۶	۸-۵- تقویت کننده آبشاری
۱۵۸	۸-۶- بررسی فرکانسی تقویت کننده های چند ترانزیستوری
۱۶۷	۸-۷- خلاصه مطالب فصل
۱۶۷	تمرینات

فصل نهم- تحلیل فرکانسی تقویت کننده‌های فیدبک ۱۷۵

۱۷۶	۹-۱- مقدمه
۱۷۶	۹-۲- بلوک دیاگرام تقویت کننده فیدبک
۱۷۷	۹-۳- دسته بندی کلی فیدبک
۱۷۸	۹-۴- حساسیت
۱۷۹	۹-۴-۱- حساسیت نسبت به بهره تقویت کننده اصلی
۱۸۰	۹-۴-۲- حساسیت نسبت به ضریب فیدبک
۱۸۱	۹-۵- تأثیر فیدبک بر پهنای باند
۱۸۴	۹-۶- انواع فیدبک
۱۸۴	۹-۶-۱- فیدبک ولتاژ-موازی
۱۸۶	۹-۶-۲- فیدبک جریان- سری
۱۸۷	۹-۶-۳- فیدبک ولتاژ- سری
۱۸۸	۹-۶-۴- فیدبک جریان-موازی
۱۸۹	۹-۷- بررسی فیدبک واقعی
۱۹۰	۹-۷-۱- فیدبک ولتاژ-موازی غیرایده‌آل
۱۹۴	۹-۷-۲- فیدبک جریان-سری غیرایده‌آل
۱۹۸	۹-۷-۳- فیدبک جریان-موازی غیرایده‌آل
۲۰۲	۹-۷-۴- فیدبک ولتاژ-سری غیرایده‌آل
۲۰۶	۹-۸- خلاصه مطالب فصل
۲۰۷	تمرینات

۲۱۳	فصل دهم- پایداری فرکانسی
۲۱۴	۱-۱-۱۰- مقدمه
۲۱۴	۱۰-۲- مفهوم پایداری فرکانسی
۲۱۴	۱۰-۲-۱- تحلیل پایداری تقویت کننده فیدبک
۲۱۵	۱۰-۲-۲- قطبهای مدار و ناپایداری
۲۱۸	۱۰-۲-۳- معیار پایداری نایکوئیست
۲۱۹	۱۰-۳- پایداری نسبی
۲۱۹	۱۰-۳-۱- حاشیه بهره و حاشیه فاز
۲۲۰	۱۰-۳-۲- پایداری خوب
۲۲۱	۱۰-۴- جبران سازی
۲۲۲	۱۰-۴-۱- جبران سازی با افزودن قطب غالب
۲۲۶	۱۰-۴-۲- جبران سازی با روش تغییر قطب غالب
۲۲۸	۱۰-۴-۳- جبران سازی به روش میلر
۲۳۰	۱۰-۴-۴- جبران سازی با روش تصحیح مسیر فیدبک
۲۳۳	۱۰-۵- خلاصه مطالب فصل
۲۳۴	تمرینات
۲۳۸	کتابنامه
۲۳۹	نمایه
۲۴۲	واژه نامه فارسی به انگلیسی
۲۴۶	واژه نامه انگلیسی به فارسی

پیشگفتار مولف

کتاب حاضر ماحصل بیش از ۲۷ سال تجربه تدریس دروس الکترونیک در دانشگاه فنی و حرفه‌ای و دانشگاه آزاد اسلامی است و مطالب آن مطابق با سرفصل درس الکترونیک ۳ می‌باشد که در زمستان ۱۳۹۹ به تصویب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری رسیده است. در این کتاب سعی شده تا نحوه بیان مطالب متناسب با سطح علمی دانشجویان کارشناسی ناپیوسته باشد و با یکارگیری ایده‌های جالب و ابتکاری و همچنین ارائه مثالهای متنوع، درک تمامی مفاهیم برایشان ساده و جذاب گردد.

هدف کلی این کتاب، آشنایی با رفتار فرکانسی تقویت کننده‌های ترانزیستوری، بویژه در فرکانسهای بالا و تحلیل آنها می‌باشد. مطالب کتاب در ده فصل تنظیم شده است. در فصلهای اول و دوم مروری خواهد شد بر دو خانواده معروف ترانزیستور، یعنی ترانزیستور پیوندی دوقطبی (BJT) و ترانزیستورهای اثر میدان (FET)، و نحوه تحلیل و بررسی آنها ارائه خواهد شد. همچنین با کاربرد آنها به عنوان تقویت کننده آشنا می‌شوید. در فصل سوم برخی از روشهای میانبر و سریع تحلیل مدارهای تقویت کننده‌های معرفی خواهند شد. در فصل چهارم با مفهوم پاسخ فرکانسی در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی آشنا می‌شوید. رفتار فرکانسی ترانزیستورها در فصل پنجم بررسی می‌شوند. فصل ششم به تحلیل فرکانسی مدارهای تقویت کننده ترانزیستوری اختصاص دارد. در فصل هفتم با مفهوم ثابت زمانی و کاربرد آن در تعیین فرکانسهای قطع یک مدار تقویت کننده آشنا می‌شوید. فصل هشتم به بررسی فرکانسی تقویت کننده‌های چند ترانزیستوری می‌پردازد. در فصل نهم تقویت کننده‌های فیدبک و رفتار فرکانسی آنها بررسی می‌شود. نهایتاً در فصل دهم با مفهوم پایداری فرکانسی در مدارهای تقویت کننده و روشهای جبران‌سازی آشنا می‌شوید. در انتهای هر فصل، ضمن بیان خلاصه مطالب، تمرینات متنوعی ارائه شده تا دانشجویان بتوانند میزان یادگیری خود را مورد ارزیابی و سنجش قرار دهند. امید است این تلاش ناچیز بتواند در ایجاد انگیزه و یادگیری مفاهیم اساسی علم الکترونیک به دانشجویان کمک کرده و راه آنان را برای استفاده از این مفاهیم و کاربردهای این درس با سهولت بیشتری باز نماید.

سیدعلی هاشمی طالخونچه

استادیار گروه مهندسی برق دانشکده فنی شهید مهاجر

دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان اصفهان

زمستان ۱۴۰۰