دانشگاه زنجان

دانشکده ی مهندسی

گروه برق

پروژه ی کارشناسی

مهندسی برق گرایش الکترونیک

طراحی اسیلاتور 1GHz

استاد راهنما :

دکتر حبیب اله زلف خانی

نگارش :

زهره نصیری زرندی

مهر ماه ۹۴

فهرست مطالب :

چکیده.....۳

۱ توصیف اسیلاتور های مایکروویو.....۴

۱-۱ مقدمه ۴

۱-۲ کلیات و توضیح درباره ی ساختاراسیلاتور ۵

۱-۳ تفاوت اسیلاتور های مایکروویو و RF.....۱۱

۲ طراحی نوسان ساز فرکانس بالا ۱۳

۲-۱ طراحی نوسان گر های ترانزیستوری مایکروویو ۱۳

۲-۲ طراحی مدارات اسیلاتور ۲۰

۳ نتایج شبیه سازی با نرم افزار Agilent ADS ۲۸

نتیجه گیری ۴۲

منابع و مراجع ۴۴

پیوست ها ۴۶

برگه اطلاعات HBFP0450.....۴۶

برگه اطلاعات J2N3819.....۴۷

چکیده :

اسیلاتورهای مایکروویر و RF به طور کلی در سیستم های نسبتا مدرن و سیستم های بی سیم مخابراتی برای تولید منبع سیگنال ، ترکیب فرکانسی و تولید موج حامل به کار می روند. اسیلاتور های نیمه هادی با قطعات غیر خطی فعال مثل دیود و ترانزیستور به صورت ترکیبی با مدارهای پسیو برای تبدیل DC به سیگنال حالت دائمی سینوسی RF مورد بررسی قرار می گیرند. در فرکانس های بالا دیود ها و ترانزیستورها به صورتی بایاس می شوند که در نقطه ی کار به صورت یک مقاومت منفی عمل می کنند. آنالیز دقیق اینگونه مدارها با نرم افزارهای CAD انجام می شود.

در این پروژ ، در ابتدا مقدمه ای درباره ی اسیلاتور ها و موارد استفاده ای که اسیلاتور ها در مدارات الکترونیکی دارند و همین طور ساختار کلی اسیلاتور و شرایط ایجاد نوسان و همینطور پایداری آن ها پرداخته می شود .

سپس در فصل دوم توضیحاتی کلی درباره ی نحوه ی طراحی اسیلاتور های مایکروویو داده می شود و مدار های طراحی شده در خصوص این پروژه معرفی می شوند.

در فصل سوم نیز نتایج شبیه سازی و نمودار های رسم شده را نشان داده خواهند شد و در انتها نیز نتیجه گیری حاصل شده از ساختار های استفاده شده دراین اسیلاتور ها بیان می گردند .

فصل اول

توصیف اسیلاتور های مایکروویو

۱-۱ مقدمه :

به طور کلی اسیلاتورهای الکترونیکی مدارهای الکتریکی هستند که سیگنال های الکتریکی متناوب نوسانی تولید می کنند . که اغلب موج های سینوسی یا مربعی تولید می کنند . اسیلاتور های در بسیاری از دستگاه های الکترونیکی استفاده می شوند که مثال های معمولی که از تولید سیگنال توسط اسیلاتور ها می توان زد ، به سیگنال های پخش عمومی با رادیو و فرستنده های تلوزیونی و یا سیگنال های ساعت که رایانه ها را تنظیم می کنند اشاره کرد.

در مدار های رادیویی اسیلاتورها برای ساختن موج حامل انرژی رادیوئی و صوتی در استفاده می شوند و اصولا دارای خروجی موج سینوسی هستند. . اسیلاتورهای استفاده شده در مدارات رادیو فرکانسی همیشه بخش هایی با توان کم هستند (البته در مقایسه با ژنراتورهای ac پرتوان) .

خروجی فرکانس رادیوئی ساخته شده توسط یک اسیلاتور در شکل اصلی آن یک موج حامل با توان کم می باشد. در مواردی در فرستنده یا گیرنده رادیوئی تا چندین اسیلاتور ممکن است به کار برده شود.

نوسان سازها مدارهای ویژه ای هستند که بدون آن ها ارسال و دریافت پیام های رادیویی امکان پذیر نیست. در واقع باید گفت نوسانسازها یکی از اجزاء اساسی دستگاه های الکترونیکی هستند. امروزه با پیشرفت روز افزون مدارهای الکترونیکی و کاربردهای گسترده و نو ظهور در زمینه ی مخابرات بی سیم ، استفاده از مدارهای RF و مایکروویو اهمیت زیادی پیدا کرده است و طراحی مدارها در فرکانس های رادیویی برای کاربرد های مایکروویو ، بخش مهمی از فعالیت طراحان و مهندسین الکترونیک را به خود اختصاص داده است. اکنون با توجه به رشد فزاینده ی نیاز به نرخ بالای انتقال و حجم اطلاعات توسط مخابرات بی سیم و نیز به دلیل اینکه نمیتوان با تکنیک های کد گذاری و مدولاسیون های موجود ، کمبود پهنای باند مورد نیاز را جبران کرد، بنابراین استفاده از مدارهای الکترونیکی که در فرکانس های بسیار بالا کار می کنند، رو به گسترش است. این رویکرد سبب پدید آمدن و گسترش طراحی و استفاده از مدارها و فضای فرکانسی مایکروویو شده است .یک بخش

اساسی در فرستنده ها و گیرنده ها که باعث می شود بتوان از فرکانس های بالاتر در حوزه ی مایکروویو برای انتقال اطلاعات و دستیابی به پهنای باند بیشتر استفاده کرد ، نوسان سازها هستند . نیازی به اثبات اهمیت نوسان سازها نیست. توسط نوسان سازها سیگنال های حامل با فرکانس های بالای مورد نیاز تولید می شوند طوری که بتوان سیگنال های باند پایه را به باند های فرکانسی بالاتر انتقال داد و یا برعکس که همین موضوع پهنای باند بالا را برای ما مقدور می سازد .

وظیفه ی اصلی اسیلاتور ایجاد فرکانس یا همان نوسان است که با فرکانس های مختلفی و البته شکل های متفاوت شکل می گیرد. در مخابرات اسیلاتور برای عمل مدولاسیون کاربرد دارد ، به اینصورت که یک فرکانس کم با طول موج زیاد (مثل صدا) را روی یک فرکانس زیاد با طول موج کم سوار می کند که مزیت هایی دارد از جمله اینکه نویز پذیری سیگنال در مدولاسیون FM کم می شود و مهمتر از آن طول آنتن گیرنده و فرستنده را کاهش می دهد. مدار تانک که بخشی از اسیلاتورها است به نحوی اصلی ترین قسمت اسیلاتور می باشد. به این صورت که مدار تانک نوسان می کند و باقی مدار پایداری نوسانات و شکل موج خروجی و ... را بر عهده دارند. Q نشانه ی مستقیم بسیاری از پارامترهای عملکردی اسیلاتور می باشد. یک Q بالا نویز را کاهش می دهد و حرکت تدریجی فرکانس را کاهش می دهد. پایداری به وسیله ی افزایش یافتن Q نوسانگر بهبود پیدا می کند. همچنین Q و پهنای باند به هم وابسته هستند. همانطور که فرکانس کار افزایش می یابد عملکرد نویز فاز اسیلاتور کاهش می یابد .

نوسان سازها به شکل های مختلفی در فرستنده ها و گیرنده ها به کار می روند که به عنوان مثال می توان به کاربرد آن ها در حلقعه های قفل فاز ، سنتز کننده های فرکانسی و نوسان ساز های محلی مورد نیاز در میکسر اشاره نمود . در حالت کلی نوسان ساز ها را می توان به دو دسته ی کلی با فرکانس کاری ثابت و کنترل شونده با ولتاژ تقسیم کرد . بیشتر نوسان سازهای طراحی شده ، نوسان سازهای کنترل شده با ولتاژ یا VCO هستند. در این نوع نوسان سازها گستره ی تنظیم پذیری فرکانس کاری و نویز فاز و خطی بودن تغییرات فرکانس خروجی بسیار مهم هستند.

۱-۲ کلیات و توضیح درباره ی ساختاراسیلاتور :

ابتدا توضیحاتی کلی درباره ی نوسانسازهای سینوسی ارایه می شود و سپس نحوه ی عملکرد اسیلاتور ها بررسی خواهد شد.

نوسان سازهای سینوسی:

نوسان ساز های سینوسی کاربرد گسترده ای در الکترونیک دارند. این نوسان سازها منبع حامل فرستنده ها را تامین می کنند و بخشی از مبدل فرکانس را در گیرنده های سوپرهیترودین تشکیل می دهند. نوسان ساز های سینوسی انواع مختلفی دارند اما همه ی آنها از دو بخش اساسی تشکیل می شوند . بخش تعیین کننده ی فرکانس که ممکن است یک مدار تشدید یا یک شبکه ی خازن مقاومتی باشد. مدار تشدید بسته به فرکانس لازم می تواند ترکیبی از سلف و خازن فشرده ی طولی از خط انتقال یا تشدید کننده ی حفره ای باشد البته شبکه های خازن مقاومتی فرکانس طبیعی ندارند ولی می توان از جا به جایی فاز آنها برای تعیین فرکانس نوسان استفاده کرد. دوم بخش نگهدارنده که انرژی را به مدار تشدید تغذیه می کند تا آن را در حالت نوسان نگه دارد. بخش نگه دارنده به یک تغذیه نیاز دارد. در بسیاری از نوسان سازها این قسمت قطعه ای

فعال مثل یک ترانزیستور است که پالس های منظمی را به مدار تشدید تغذیه می کند. شکل دیگری از بخش نگهدارنده ، تشدید نوسان ساز یک منبع با مقاومت منفی یعنی قطعه یا مداری الکترونیکی است که افزایش ولتاژ اعمال شده به آن سبب کاهش جریان آن می شود. قطعات نیمه رسانا یا مدارهای متعددی وجود دارند که دارای چنین مشخصه ای هستند.

شرایط لازم برای نوسان:

معیارنوسان کردن رامی توان به چند روش دقیق و معادل هم بیان کرد. اول اینکه در یک نوسان ساز دارای یک عنصر فعال دو دریچه ای باید یک مسیرفیدبک وجود داشته باشد و از طریق آن بخشی ازخروجی به ورودی برگردانده شود. اگر سیگنال فیدبک شده بزرگتر و هم فاز با ورودی باشد، نوسان شروع شده و دامنه اش به طور مرتب زیاد می شود ، تا اینکه عنصر اشباع شده ، بهره حلقه فیدبک به یک برسد. بنابراین معیاراول این است ، مداری نوسان می کند که درآن مسیر فیدبکی با بهره ی حداقل برابر با یک و با تغییر فاز صفر وجود داشته باشد. معیار دیگر برای نوسان این است که ضریب پایداری مدار نوسان ساز باید کوچکتر از یک باشد.

اگر یکی از دو معیار فوق برای یک مدار معتبر باشد ، دترمینال معادلات ولتاژهای گره ها یا جریان های حلقه های آن برابر صفر خواهد بود. این معیار سوم نوسان خواهد بود ، و روش ریاضی مناسبی برای یافتن فرکانس نوسان می باشد ، به شرط اینکه بتوان معادلات جبری لازم را حل کرد.

سرانجام ، اگر یک مدار بالقوه نوسانی را به طور فرضی به یک بخش فعال و یک بارتقسیم کنیم ، هنگام پیدایش شرایط نوسان بخش حقیقی امپدانس خروجی بخش فعال منفی می شود. این یک شرط لازم برای نوسان است ولی کافی نیست؛ معیار منفی شدن مقاومت برای توصیف کار نوسان سازهای مایکروویو که در آنها از دیودهای با مقاومت منفی (دیودهای تونلی ، گان ، ایمپات و تراپات) استفاده می شود ، مفید است.

اگر هر مداری لوازم ذکر شده در منابع را داشته باشد آن مدار خواه یا ناخواه نوسان خواهد کرد .

۱- قسمت تقویت کننده

۲- مولد فرکانس

۳- فیدبک مثبت

در یک اسیلاتور فاکتورهای بالا عمدتا درون طراحی مدار لحاظ می شوند. بخش های ۱ و۳ اکثرا در بیشتر آمپلی فایرها اتفاق می افتد.

به همین خاطر در مورد استفاده از آمپلی فایرها که برای محدود کردن یا کنترل نوسان استفاده می شوند ، بخصوص در مورد سومین قسمت یعنی فیدبک مثبت بسیار باید دقت کرد. هرآمپلی فایر ساخته شده با فیدبک مثبت به خودی خود شروع به نوسان خواهد کرد. آمپلی فایرها در ظاهر برای نوسان کردن نیستند و قابلیت آنها تقویت کردن است گرچه آمپلی

فایرهای زیادی به آسانی شروع به نوسان می کنند که برای ما نامطلوب است. یک آمپلی فایر که بطور ناخواسته فیدبک مثبت دارد تبدیل به یک اسیلاتور خواهد شد و به صورت نهفته باعث تداخل می شود. این نوع آمپلی فایرها به جای اینکه سیگنال را تقویت کنند سیگنال نوسانی تولید می کنند ، این نوع مولد های سیگنال های ناخواسته می توانند باعث تداخل شوند .

یک اسیلاتور عمومی به طور کلی در شکل زیر نشان داده شده است که آمپلی فایر آن از هر نوع با فیدبک مثبت می تواند باشد.

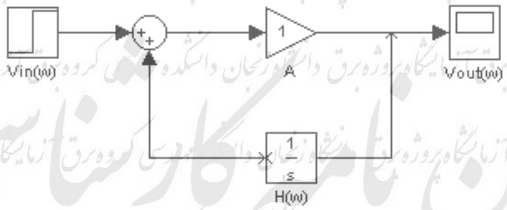
شکل (۱-۱) : تقویت کننده ی دارای فیدبک

وسیله ی مولد فرکانس در اسیلاتور ها معمولا یک مدار رزونانس LC یا یک کریستال کوارتز می باشد . یک تکه از کریستال کوارتز می تواند یک اسیلاتور پایدار بسازد .

نوسان ساز های فیدبک مثبت:

به طورکلی هرسیستم دارای ورودی و خروجی می باشد حال اگر بنا به هر علتی مقداری از خروجی را با ورودی ها ترکیب کرده و وارد یک سیستم کنیم به این کار فیدبک گفته می شود که کاربردهای فراوانی در دنیای تکنولوژی دارد. برای نمونه از فیدبک برای کنترل فرآیند یک سیستم استفاده می شود. مثلا در هنگام راه رفتن شما یک سیستم خیلی مدرن هستید که اطلاعات را با چشم خود گرفته و به مغز می فرستید و در آنجا پردازش شده تصمیم میگیرید که چه کار کنید , اما در مورد فیدبک مثبت باید بگوییم که همانطور که میدانیم دو نوع فیدبک را می توان در نظر گرفت , منفی و مثبت. در فیدبک مثبت که یک مثال جالب از آن را در بالا بیان کردیم هدف اغلب کنترل یک فرآیند است یک مثال دیگر فرض کنید یک ظرف از مایعی که در حال جوشیدن است در تماس با یک منبع گرما مثل شعله گاز قرار دارد با گرم شدن بیش از حد مایع از ظرف بیرون می ریزد و آتش را کم می کند و دمای مایع را کاهش می دهد و با کاهش دمای مایع آتش دوباره احیا می شود و مایع دوباره گرم شده و سرریز می کند و دوباره... . اما در فیدبک مثبت خروجی به ورودی اضافه می شود و از فیدبک مثبت به همین دلیل برای تشدید استفاده می شود همان مثال قبل را در نظر بگیرید با یک مایع آتش زا این بار با گرم شدن مایع و سرریز آن آتش شدیدتر می شود و همین طور تا آخر. نکته ی مهم این است که در دنیای مادی همه چیز رو به میرایی و

مردن میرود و چیزهایی مثل اصطکاک بعضی موقع ها بیشتر مزاحم هستند. درباره نوسان هم میرایی باعث کاهش دامنه نوسان و از بین رفتن آن می شود بنابراین از فیدبک مثبت برای جبران این میرایی استفاده می کنیم. انواع مختلفی از نوسان سازها که از فیدبک مثبت استفاده می کنند وجود دارد.



شکل (۲-۱) : سیستم حلقه بسته با فیدبک مثبت

شرایط لازم برای نوسان یک مداررا با بد ست آوردن تابع تبدیل حلقه بسته برسی میکنیم:

$$V_{out}(\omega) = V_{in}(\omega).A + V_{out}(\omega).A.H(\omega)$$

$$V_{out}(\omega) = \frac{A}{1 - A.H(\omega)} V_{in}(\omega)$$

که با فرض اینکه مقدار ولتاژ خروجی مخالف صفر وولتاژورودی برابر با صفر باشد داریم:

$$1 - A.H(\omega) = 0 \quad \rightarrow \quad A.H(\omega) = 1$$

که تحت این شرایط می توانیم بگوییم نوسان ساز در حالت پایدار قرار دارد و این حالت پایدار در فرکانس خاصی اتفاق می افتد و باعث نوسان مدار می شود.

$$\mathrm{Re}\{A.H(\omega_0)\} = 1 \quad , \quad \mathrm{Im}\{A.H(\omega_0)\} = 0$$

که در این صورت در فرکانس خاصی تابع حلقه بسته (تابع انتقال کل سیستم) ناپایدار می شود. به عبارت دیگراگر سیستم فوق دارای گین مدارباز به اندازه یک و زوایای $2k\pi$ باشد ، وارد نوسان می شود.

هرفیدبک مثبتی باعث نوسان نمی شود بلکه باید عنصر ذخیره کننده ای داشته باشیم تا انرژی را ذخیره کند و باعث شود تا قطب ها برروی محور $j\omega$ قرارگیرند. در اینگونه نوسان سازها حلقه فیدبک به صورت یک شبکه دو دریچه ای است، که با بدست آوردن تابع تبدیل حلقه بسته و با اعمال شرایط خاصی می توان انواع نوسان سازهای فیدبک دار را مشخص نمود.

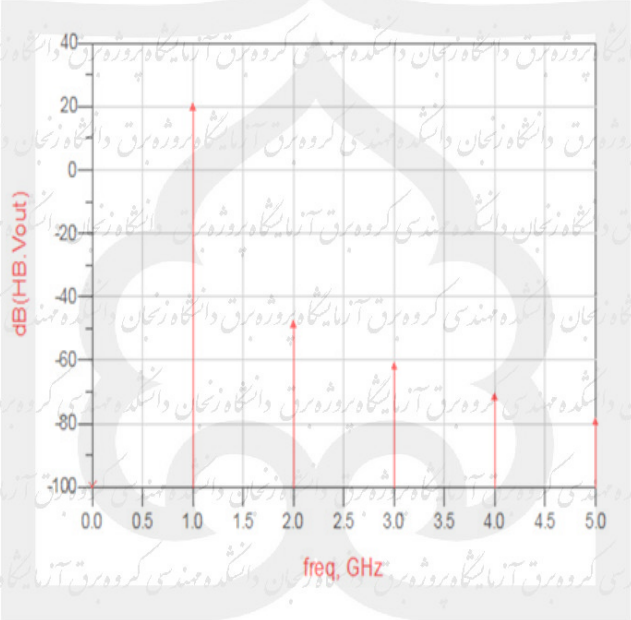
دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

نتیجه گیری :

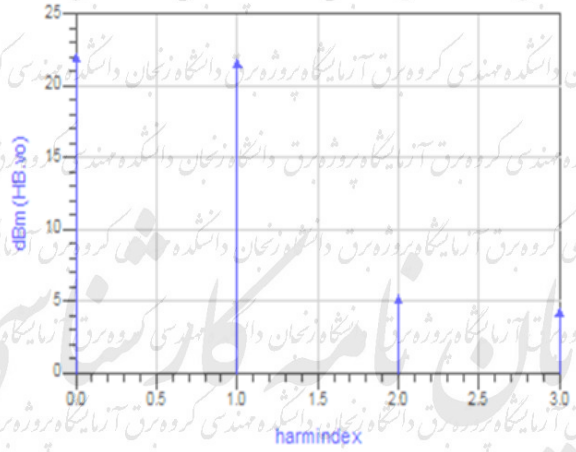
بر طبق نمودار های ترسیم شده از طراحی ها می توان نمودار هارمونیکی اسیلاتور ها با ساختار های طراحی شده را مورد بررسی قرار داد.

در نمودار هارمونیکی اسیلاتور کالپیتس با آمپلی فایر گیت مشترک مشاهده می شود که بزرگترین هارمونیک در فرکانس 1GHz رخ داده است که دارای ولتاژ 20dB است . و دومین هارمونیک آن که در فرکانس 2GHz رخ داده است ، ولتاژی در حد -50dB ولت دارد که دارای مقدار به نسبت کمی است و همینطور هارمونیک های بعدی آن به ترتیب دارای مقدار ولتاژ کمتری نسبت به مقدار ولتاژ هارمونیک اصلی شان دارند که این مطلوب است .



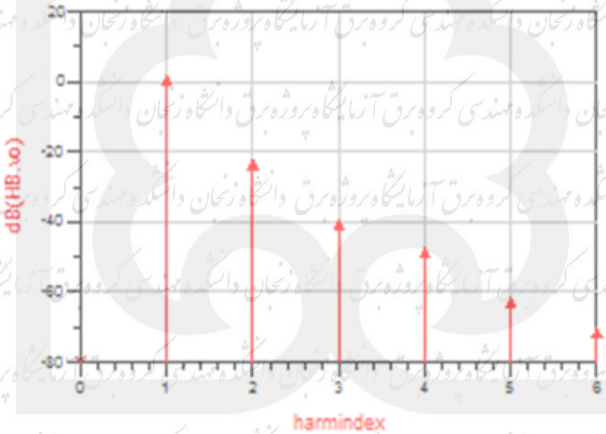
شکل (۱۵-۳) : نمودار هارمونیکی اسیلاتور کالپیتس با آمپلی فایر گیت مشترک

در نمودار هارمونیکی اسیلاتور کلاپ دیده می شود که هارمونیک اصلی آن در فرکانس 1GHz دارای ولتاژ 22dB است و هارمونیک دوم آن مقدار 5dB ولت را در فرکانس 2GHz را دارد که به نسبت هارمونیک اول که فرکانس اصلی اسیلاتور طراحی شده است به نسبت مقدار قابل توجه تری در مقایسه با اسیلاتور کالپیتس با ساختار تقویت کننده ی گیت مشترک دارد.



شکل (۱۶-۳) : نمودار هارمونیکی اسیلاتور کلاپ با تقویت کننده ی کلکتور مشترک

همانطور که مشاهده می شود که هارمونیک های اسیلاتور با تقویت کننده ی امیتر مشترک که در فرمانس کاری 2.5GHz کار می کند مشخصه ی هارمونیکی دقیقی را نشان نمی دهد و فرکانس اصلی آن را نمیتوان از نمودار هارمونیکی آن تشخیص داد.



شکل (۱۷-۳) : نمودار هارمونیکی اسیلاتور با آمپلی فایر امیتر مشترک

در مورد اسیلاتور های رینگ نیز همانطور که گفته شد مشکل اساسی که وجود دارد به دلیل وابستگی این نوع اسیلاتور ها به مشخصه های ترانزیستوری و پارامترهای فرآیند(مثل W و L و غیره ترانزیستور) و همچنین شرایط عملیات می باشد.

بنابراین نتیجه کلی که از این طراحی ها دریافت گردید این بود که در کل مداراتی که برای طراحی اسیلاتور طراحی می شوند بر اساس عملکرد و مکان استفاده بسیار گسترده هستند. ولی از لحاظ گرفتن دقیقتر فرکانس مورد نظر و عملکرد بهتر در فرکانس

های بالاتر میتوان گفت که همانطور که مشاهده نیز شد ، به طور کلی اسیلاتور های کالپیتس در ساختار گیت مشترک و بیس مشترک عملکرد بهتری از خود نشان می دهند .

منابع و مراجع :

[1] K. Chang et al., "RF and Microwave circuit and component Design for wireless systems", Wiley-Interscience, 2002.

[2] Web: http://www.google.com/patents/US6873838.

[3]Internet: http://www3.alcatel-lucent.com/bstj/vol48-1969/articles/bstj48-6-1937.pdf.l, 1997.

[3] Web: http://www.circuitstoday.com/colpitts-oscillator.

[4] J.P. Silver "Colpitts Oscillator tutorial", RF, RFIC & Microwave Theory, Design.

[5] Oscillator Design and Simulation, Randall W Rhea, 1995, Noble Publishing, ISBN 1-884932-30-4, p111-131.

[6] Oscillator Design and Simulation, Randall W Rhea, 1995, Noble Publishing, ISBN 1-884932-30-4, p34.

[7] تقویت کننده های ترانزیستوری مایکروویو,گ.گونزالس,مرکز امتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران،تهران

[8] قطعات نیمه هادی فرکانس بالا و کاربردهای آن،دکتر محمد سلیمانی ،چاپخانه گروه صنایع مخابرات

پیوست ها :

برگه ی اطلاعات HBFP0450 :

HBFP-0450 Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter	Units	Absolute Maximum[1]
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	V	1.5
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	V	15.0
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	V	4.5
I_C	Collector Current	mA	100
P_T	Power Dissipation[2]	mW	450
T_j	Junction Temperature	°C	150
T_{STG}	Storage Temperature	°C	-65 to 150

Thermal Resistance:
θ_{jc} = 180°C/W

Notes:
1. Operation of this device above any one of these parameters may cause permanent damage.
2. P_T due to Maximum Ratings.
3. Thermal resistance measured using Liquid Crystal Measurement method.

Electrical Specifications, T_C = 25°C

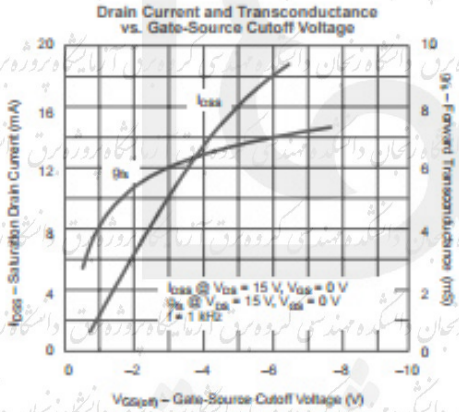
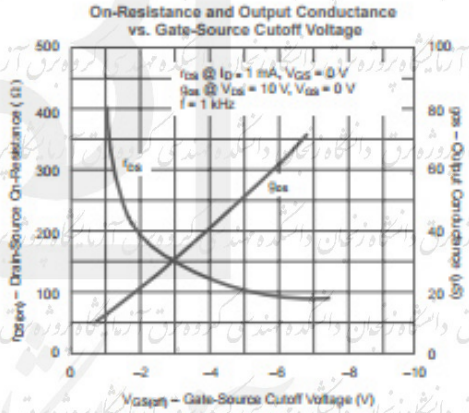
Symbol	Parameters and Test Conditions		Units	Min.	Typ.	Max.
DC Characteristics						
BV_{CEO}	Collector-Emitter Breakdown Voltage	I_C = 1 mA, open base	V	4.5		
I_{CBO}	Collector-Cutoff Current	V_{CB} = 5 V, I_E = 0	nA			500
I_{EBO}	Emitter-Base Cutoff Current	V_{EB} = 1.5 V, I_C = 0	µA			100
h_{FE}	DC Current Gain	V_{CE} = 2 V, I_C = 20 mA	—	50	80	150
RF Characteristics						
P_{-1dB}	Power Output at 1 dB Compression Point	I_C = 50 mA, V_{CE} = 3 V, f = 1.8 GHz I_C = 50 mA, V_{CE} = 2 V, f = 1.8 GHz	dB		19 17	
IP_3	3rd Order Intercept Pt at Output	I_C = 50 mA, V_{CE} = 3 V, f = 1.8 GHz	dBm		29	
G_{-1dB}	Gain at 1 dB Compression Point	I_C = 50 mA, V_{CE} = 3 V, f = 1.8 GHz I_C = 50 mA, V_{CE} = 2 V, f = 1.8 GHz	dBm		16 15.5	
F_{MIN}	Minimum Noise Figure	I_C = 50 mA, V_{CE} = 3 V, f = 1.8 GHz I_C = 50 mA, V_{CE} = 2 V, f = 1.8 GHz	dB		1.7 1.8	
G_a	Associated Gain	I_C = 50 mA, V_{CE} = 3 V, f = 1.8 GHz I_C = 50 mA, V_{CE} = 2 V, f = 1.8 GHz	dB		15 14.5	
NF	Minimum Noise Figure	I_C = 10 mA, V_{CE} = 2 V, f = 1.8 GHz I_C = 20 mA, V_{CE} = 2 V, f = 1.8 GHz	dB		1.2 1.3	 1.7
G_a	Associated Gain	I_C = 10 mA, V_{CE} = 2 V, f = 1.8 GHz I_C = 20 mA, V_{CE} = 2 V, f = 1.8 GHz	dB	 13.0	13 14	
P_{-1dB}	Power Output at 1 dB Compression Point	I_C = 10 mA, V_{CE} = 2 V, f = 1.8 GHz I_C = 20 mA, V_{CE} = 2 V, f = 1.8 GHz	dBm		11 14	

برگه ی اطلاعات J2N3819 :

SPECIFICATIONS (T_A = 25°C UNLESS OTHERWISE NOTED)

Parameter	Symbol	Test Conditions		Limits Min	Typ[a]	Max	Unit
Static							
Gate-Source Breakdown Voltage	$V_{(BR)GSS}$	I_G = –1 µA, V_{DS} = 0 V		–25	–35		V
Gate-Source Cutoff Voltage	$V_{GS(off)}$	V_{DS} = 15 V, I_D = 2 nA			–3	–8	
Saturation Drain Current[b]	I_{DSS}	V_{DS} = 15 V, V_{GS} = 0 V		2	10	20	mA
Gate Reverse Current	I_{GSS}	V_{GS} = –15 V, V_{DS} = 0 V			–0.002	–2	nA
			T_A = 100°C		–0.002	–2	µA
Gate Operating Current[c]	I_G	V_{DG} = 10 V, I_D = 1 mA			–20		pA
Drain Cutoff Current	$I_{D(off)}$	V_{DS} = 10 V, V_{GS} = –8 V			2		
Drain-Source On-Resistance	$r_{DS(on)}$	V_{GS} = 0 V, I_D = 1 mA			150		Ω
Gate-Source Voltage	V_{GS}	V_{DS} = 15 V, I_D = 200 µA		–0.5	–2.5	–7.5	V
Gate-Source Forward Voltage	$V_{GS(F)}$	I_G = 1 mA, V_{DS} = 0 V			0.7		
Dynamic							
Common-Source Forward Transconductance[c]	g_{fs}	V_{DS} = 15 V, V_{GS} = 0 V	f = 1 kHz	2	5.5	6.5	mS
			f = 100 MHz	1.6	5.5		
Common-Source Output Conductance[c]	g_{os}		f = 1 kHz		25	50	µS
Common-Source Input Capacitance	C_{iss}	V_{DS} = 15 V, V_{GS} = 0 V, f = 1 MHz			2.2	8	pF
Common-Source Reverse Transfer Capacitance	C_{rss}				0.7	4	
Equivalent Input Noise Voltage[c]	$\bar{e}_n$	V_{DS} = 10 V, V_{GS} = 0 V, f = 100 Hz			6		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$

Notes
a. Typical values are for DESIGN AID ONLY, not guaranteed nor subject to production testing.
b. Pulse test: PW ≤ 300 µs, duty cycle ≤ 2%.
c. This parameter not registered with JEDEC.

NH

TYPICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C UNLESS OTHERWISE NOTED)