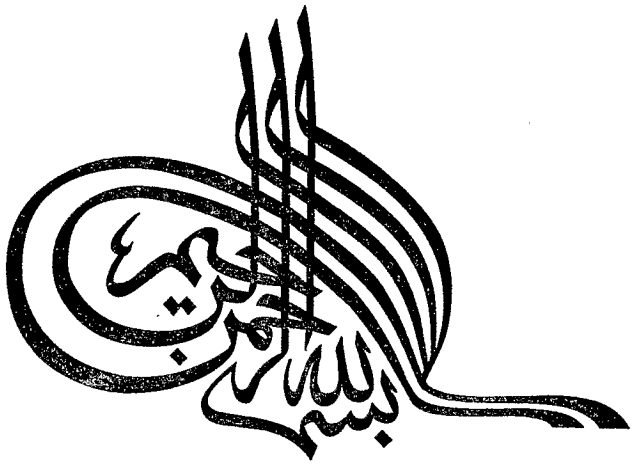


٤٤٢٢٨

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

طراحی و ساخت شیفت دهندهٔ فاز ۲۰۰درجه در باند S جهت بهینه‌سازی تستر حساسیت فیوز رادیویی

توسط:

علیرضا زین‌الدینی میمند

۴۴۲۲۸

استاد راهنما:

دکتر محمود کمره‌ای

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

(رشته مهندسی برق گرایش مخابرات)

اسفند ۱۳۸۱

عنوان:

طراحی و ساخت شیفت دهنده فاز ۲۰۰درجه باندS

جهت بهینه سازی تستر حساسیت فیوز رادیویی

توسط:

علیرضا زین الدینی میمند

۱۳۸۲ /۴/ -۵

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

استاد راهنما:

دکتر محمود کمره ای

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق-گرایش مخابرات

ازاین پایان نامه در تاریخ ۱۳۸۱/۱۲/۲۴ در مقابل هیات داوران دفاع به عمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت.

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده فنی :	دکتر جواد فیض
مدیر گروه آموزشی:	دکتر پرویز جبه دار مارالانی
سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه برق و کامپیوتر:	دکتر حمید رضا جمالی
استاد راهنما :	دکتر محمود کمره ای
عضو هیات داوران :	دکتر فرخ حجت کاشانی
عضو هیات داوران :	دکتر فرخ آرزم
عضو هیات داوران:	دکتر جلیل راشد محصل

تقدیم به دوست

یک دست پر از ستاره تقدیم به دوست

یک شعر پر از اشاره تقدیم به دوست

تقدیم به صبوری های پدر ، مادر و همسرم

سپاسگزاری

سپاس و ستایش خدا را که بزرگترین یاور آدمیان است و سپاس بندگانی را که مانند او دیگران را یاورند.

از استاد فرهیخته ام ، جناب آقای دکترکمره ای که با وجود مسئولیت های متعدد، راهنمـــایی اینجـانب را پذیرفتنـد تشکر می نمایم. از آقایان دکتر بیژن عباسی و مهندس دیناری و مهندس سعید بشیر زاده که راهنمایی هایشان برایـم راهگشا و ارزنده بود بسیار متشکرم. همچنین از همسر مهربانم که با صبر و بردباری خود مرا در انجـام ایـن پـروژه یاری کردند صمیمانه سپاسگزارم. از صنایع شهید باقری نیزکه با در اختیار قرار دادن امکانات و تجهیزات راه را برای انجام این پروژه هموار ساخت بسیار متشکرم.

چکیده:

در راستای ساخت و بهینه سازی دستگاه اندازه گیر حساسیت فیوز رادیویی در باند S کـــه شـامل قسـمتهای شـیفت دهنده فاز متغیر، تضعیف کننده متغیر و مدولاتور است ، طرحی برای قسمت شیفت دهنده فاز ارایه شده اسـت. بـا توجه به اینکه دستگاه اندازه گیرحساسیت موجودکاملا مکانیکی بوده و دارای قطعات سنگین وحجیم میباشد و انجـام تست حساسیت وکالیبراسیون دستگاه براحتی انجام نمی گیرد ، در نظر است که این مجموعه با استفاده از تکنولـوژی ودانش روز بهینه شود. با توجه به نبود قطعات در باند S مراحل طراحی این شیفت دهنده فاز ابتدا در باند UHF انجـام گرفته است . و سپس طرح اصلی در باند S طراحی و ساخته شده است .این طرح شیفت دهنده فاز از نوع انعکاسی بـا شیفت فاز متغیر صفر تا 360 درجه با تغییرات افت عبوری 3.5dB تا 8.5dB می باشد ، که با توجه به نیاز به شـیفت دهنده فاز با افت ثابت در دستگاه اندازه گیر حساسیت ، با ارائه طرح تکمیلی افت عبوری در مقدار 10dB ثابت نگـاه داشته شده است. همچنین با ارائه طرحی جدید که با سری کردن دو تا ازشیفت دهنده های فـــاز طـرح دوم بدسـت آمده است افت عبوری مدار شیفت دهنده فاز کاهش پیدا کرده است .

فهرست :

۱. مقدمه ۷

۲. دستگاه اندازه گیر حساسیت فیوز رادیویی ۸

۲-۱. تعریف حساسیت ۸

۲-۲. نحوه عملکرد دستگاه اندازه گیر حساسیت ۸

۲-۳. تضعیف بخشهای مختلف تستر حساسیت ۱۲

۳. طیف فرکانسی سیگنال بازگشتی از هدف شبیه سازی شده ۱۳

۴. بررسی شیفت دهنده فاز موجود ۱۶

۵. روشهای ایجاد شیفت فاز ۱۹

۶. انواع شیفت‌دهنده‌های فاز با استفاده از المانهای کنترلی و عناصر سوئیچینگ ۲۰

۶-۱. مدارات نوع انعکاسی ۲۰

۶-۲. مدارات نوع انتقالی ۲۶

۶-۳. مدارات شیفت دهندهٔ فاز با استفاده از سیرکولاتور ۳۰

۶-۴. مدار شیفت دهندهٔ فاز با کوپلر هایبرید ۳۳

۶-۵. مدارات شیفت دهندهٔ فاز با خط سوئیچ ۳۵

۶-۶. مدارات شیفت دهندهٔ فاز با خط بار ۳۸

۷. طرح مورد نظر برای شیفت دهندهٔ فاز ۴۲

۷-۱. طراحی شیفت دهندهٔ فاز با استفاده از دیود ورکتور ۴۱

۷-۲. مدار معادل دیود ورکتور ۴۱

۷-۳. طرح مورد نظر با استفاده از شیفت دهندهٔ فاز انعکاسی ۴۳

۷-۳-۱. رئاکتانس متغیر به عنوان پایانهٔ انعکاسی ۴۵

۷-۳-۲. سری کردن یک استاب اتصال کوتاه با دیود ورکتور ۴۵

۷-۳-۳ پایانهٔ انعکاسی با استفاده از دو ورکتور و تنظیم سری ۴۸

۸. طراحی و ساخت مدار اول شیفت دهنده فاز در باند UHF ۵۲

۱-۸ . مشخصات کلی طرح ۵۲

۲-۸ . مشخصه دیود ۵۳

۳-۸ . نحوه طراحی ، جزئیات آن ، وشماتیک طرح ۵۴

۱-۳-۸ .طراحی کوپلر3dB ۵۶

۲-۳-۸ .طراحی مدار اول شیفت دهنده فاز ۵۹

۴-۸ نتایج شبیه سازی با استفاده از نرم‌افزار Touchstone ۶۲

۵-۸نتایج اندازه گیری ۶۵

۹ .طراحی و ساخت مدار دوم شیفت دهنده فازدر باند S ۷۰

۱-۹. مشخصه دیود ۷۰

۲-۹. چگونگی طراحی مدار دوم ۷۰

۳-۹. نتایج شبیه سازی با استفاده از نرم‌افزار Touchstone و matlab ۷۶

۱۰. نتایج اندازه گیری مدار شیفت دهندهٔ فازساخته شده در باند S ۸۲

۱۱ . ارا ئه طرح تکمیلی شیفت دهنده فاز با افت ثابت ۸۴

۱۲. طراحی شیفت دهنده فاز با ایده جدید ۸۶

۱۳- نتیجه گیری ۹۰

۱۴ . مراجع ۹۳

۱۳.ضمائم ۹۳

۱)مقدمه:

فیوزهای رادیویی نقش آشکار سازی هدف را در موشکهای مختلف به عهده دارند که این آشکار سازی با استفاده از اختلاف فرکانس سیگنال ارسالی وسیگنال بازگشتی از هدف صورت می گیرد.

برای اندازه گیری گیرندگی وحساسیت فیوز رادیویی وشبیه سازی شرایط واقعی بین موشک وهدف از دستگاه اندازه گیری حساسیت فیوز رادیویی استفاده می گردد. این دستگاه شبیه سازی فضای آزاد و سیگنال بازگشتی از هدف را در سیستم مورد نظر به عهده دارد که با استفاده از آن می توان بدون تستهای پروازی فیوز رادیویی را تست کرد. دستگاه موجود اندازه گیر حساسیت فیوز رادیویی شامل مدولاتور AM (جهت شبیه سازی سیگنال داپلر)، تضعیف کننده متغیر (برای اندازه گیری دقیق مقدار حساسیت فیوز رادیویی) وشیفت دهنده فاز (جهت همفاز کردن سیگنال دریافتی وسیگنال ارسالی) است.

کلیه قطعات دستگاه اندازه گیر موجود در نیروی هوائی مکانیکی بوده وساخت وکالیبراسیون آن به سختی انجام می گیرد لذا پروژه بهینه سازی این دستگاه اندازه گیر مطرح شده است. در راستای بهینه سازی این دستگاه در نظر است که بخش شیفت دهنده فاز نیز با استفاده از تکنولوژی ودانش روز بهینه شود تا کالیبراسیون و ساخت آن و همچنین تست مورد نظر به راحتی انجام گیرد.

بطور کلی ضرورت انجام این پروژه را میتوان در موارد زیر خلاصه کرد:

۱. تبدیل قطعهٔ مکانیکی به عناصر نیمه‌هادی
۲. کم شدن حجم قطعه و وزن آن
۳. سهولت کالیبراسیون
۴. سهولت تست و عیب یابی سیستم مورد نظر
۵. کنترل الکترونیکی دستگاه اندازه گیر
۶. سهولت در ساخت

۲) دستگاه اندازه گیر حساسیت فیوز رادیویی:

۲-۱) تعریف حساسیت:

حساسیت فیوز رادیویی یکی از مهمترین پارامترهایی است که برای اطمینان از صحت عملکرد فیوز رادیویی باید اندازه گیری شود.

حساسیت فیوز رادیویی به صورت نسبت توان تشعشع یافته از آنتن فرستنده به حداقل توانی که می تواند رادیو فیوز را فعال کند تعریف می شود.

$$k = 10\log\frac{p_t}{p_{r\min}} \qquad (۲-۱)$$

k :حساسیت فیوز رادیویی

p_t : توان تشعشعی آنتن فرستنده

$p_{r\min}$:حداقل توانی که می تواند رادیو فیوز را فعال کند

رابطه بین ماکزیمم مسافت عملکرد رادیو فیوز با حساسیت را نیز می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$R_{MAX} = \sqrt[4]{\frac{p_t A\lambda^2 G_t G_r}{p_{r\min}.(4\pi^3)}}$$

A : سطح موثر راداری هدف(RCS)

λ : طول موج

G_t :گین آنتن فرستنده

G_r : گین آنتن گیرنده

۲-۲)نحوه عملکرد دستگاه اندازه گیر حساسیت:

دستگاه اندازه گیرحساسیت فیوز رادیوئی، شبیه‌سازی فضای آزاد و سیگنال برگشتی از هدف را در سیستم مورد نظر به عهده داردکه با استفاده از آن می‌توان بدون تستهای پروازی فیوز رادیویی را تست کرد.

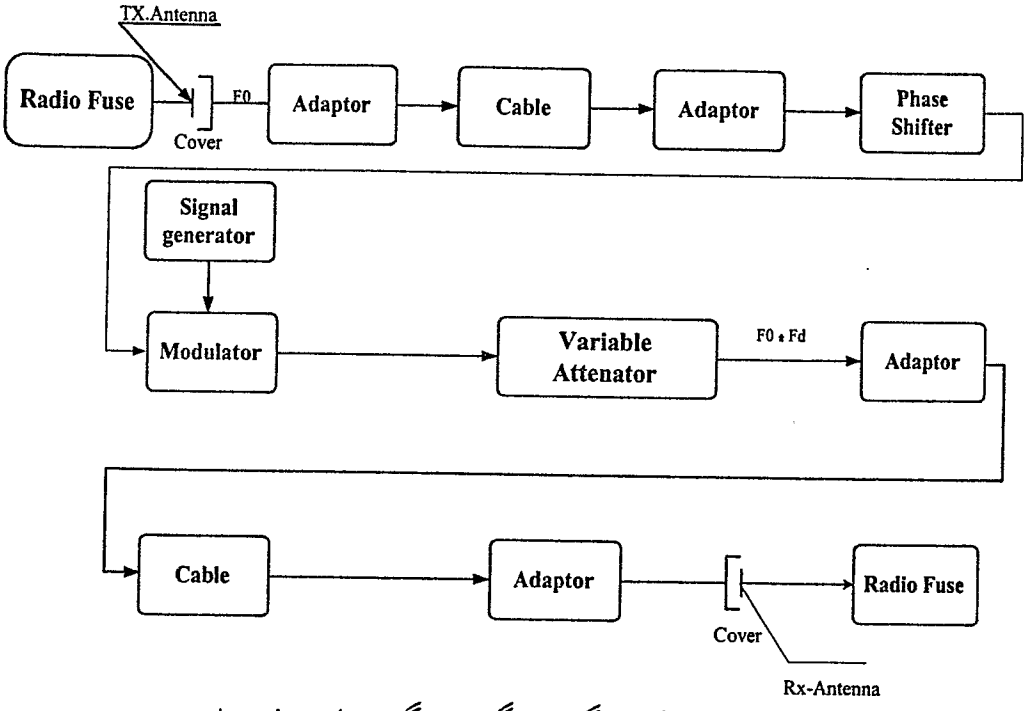
بطور کلی وظایف این دستگاه اندازه گیر عبارتند از:

۱. شبیه‌سازی سیگنال داپلر

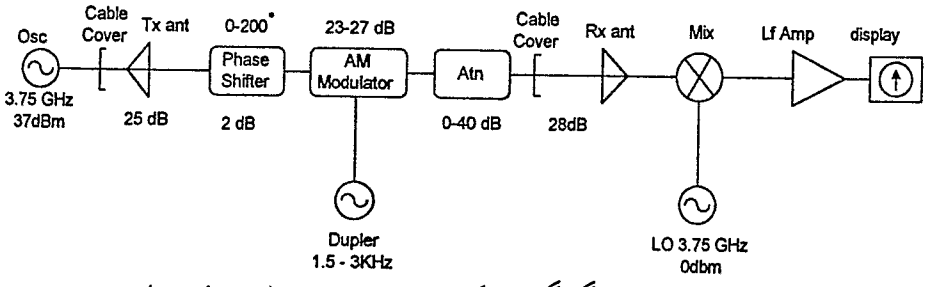
۲. شبیه‌سازی قدرت سیگنال برگشتی از هدف

۳. ایجاد فاز بهینه برای سیگنال شبیه‌سازی شده قبل از ارسال به فیوز رادیویی

نحو ه اندازه گیری حساسیت فیوز رادیویی توسط این دستگاه در شکل ۱-۲ واجزاءمختلف و چگونگی عملکرد آن بطور جزئی تر در شکل ۲-۲ نشان داده شده است:



شکل۱-۲) بلوک دیاگرام دستگاه اندازه گیر حساسیت فیوز رادیویی



شکل۲-۲) چگونگی عملکرد و انجام نست حساسیت فیوز رادیویی

نحوه اندازه گیری حساسیت و عملکرد دستگاه اندازه گیر حساسیت را می توان به صورت زیر بیان کرد:

انرژی الکترومغناطیسی موج پیوسته توسط مگنترون در یکی از فرکانسهای بیـــن 3.67GHz تـا 3.82GHz و بـا توان 37dBm تولید گردیده و توسط مقسم توان در فیوز رادیویی به یکی از آنتن های فرستنده رادیو فیوز داده می شود .

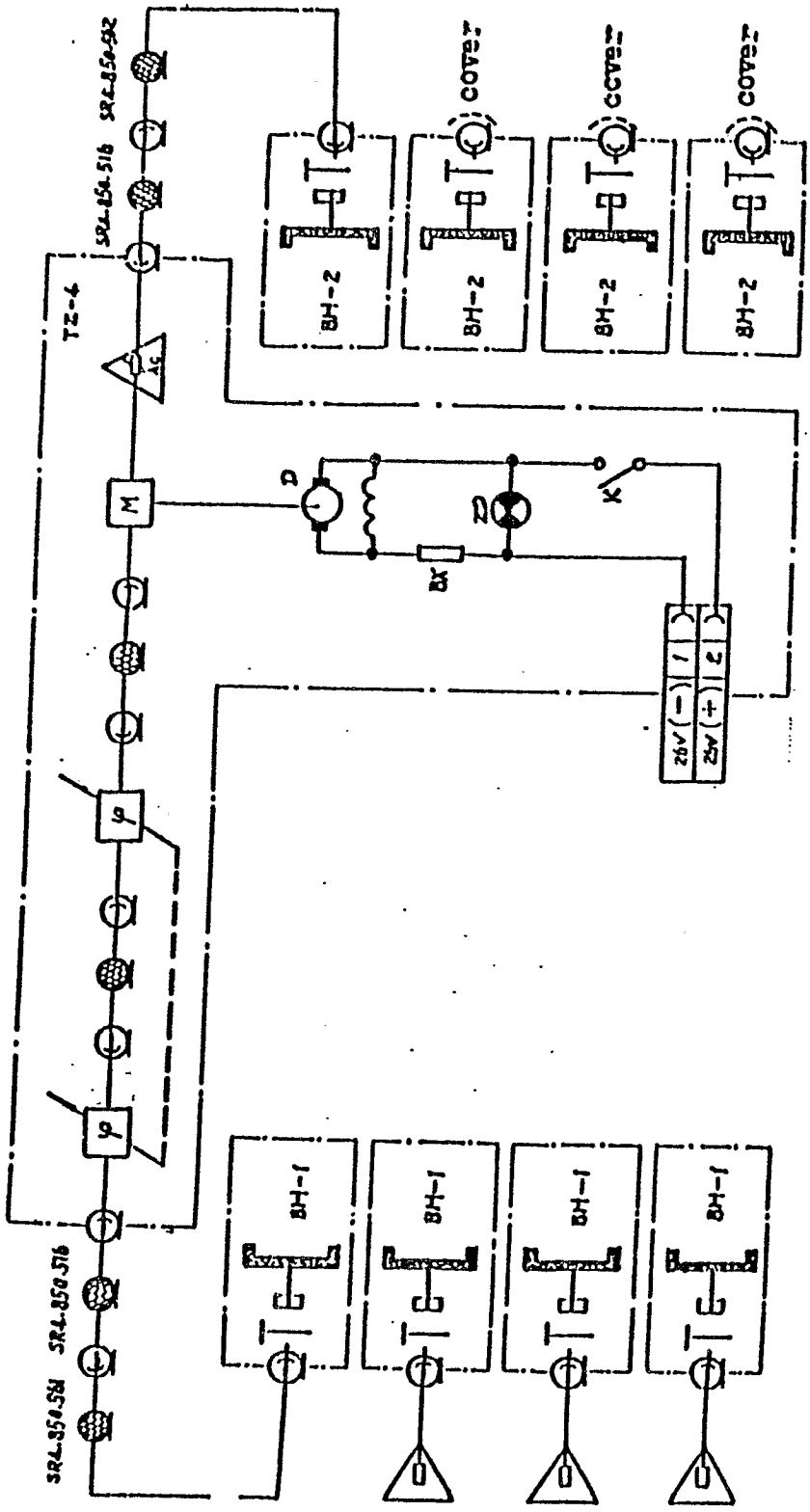
سپس مقداری از انرژی تابیده شده توسط آنتن فرستنده بوسیله پوششهای محافظ (cover) جذب گردیده و با مقداری تضعیف از طریق کابل های رابط به دستگاه اندازه گیر حساسیت منتقل می گردد.

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

در این قسمت ابتدا مدولاتور سیگنال داپلررا با ایجاد مدولاسیون دامنه در فرکانس 1.5 تا 3 کیلوهرتز به صورت مکانیکی شبیه‌سازی می‌کند. سپس این سیگنال از یک تضعیف کننده متغیر عبور می کند که جهت اندازه گیری دقیق مقدار حساسیت از آن استفاده می گردد و در نهایت سیگنال مدوله شده از شیفت دهنده فاز عبور داده می شود. دلیل استفاده از شیفت دهنده فاز این است که سیگنال مدوله شده در نهایت در میکسر رادیو فیوز با سیگنال اسیلاتور محلی ترکیب می شود. لذا فاز سیگنال مدوله شده تاثیر زیادی روی دامنه خروجی میکسر رادیو فیوز دارد(روابط در بخشهای بعد ذکر خواهد شد). با همفاز کردن سیگنال اسیلاتور محلی میکسر (local) و سیگنال ورودی میکسر(RF) توسط این شیفت دهنده فاز میکسر رادیوفیوز ماکزیمم دامنهٔ خروجی سیگنال داپلر را خواهد داشت و بدین ترتیب خطای اندازه گیری پایین خواهد آمد،همچنین با این شیفت دهنده فاز شرایط تست برای رادیو فیوز های مختلف یکسان خواهد بود.

بعد از عبور موج تابیده شده از این دستگاه مجددا موج از طریق کابلهای رابط فرکانس بالا و پوشش محافظ به آنتنهای گیرنده رادیو فیوز منتقل می گردد. سپس با سیگنال اسیلاتور محلی توسط مخلوط کننده متوازن ضرب شده و سیگنال با فرکانس داپلر استخراج می گردد. سپس این سیگنال تقویت شده توسط نمایشگر عقربه ای(action check meter)که بر روی دستگاه اندازه گیر وجود داردنمایش داده می شود.

در واقع نقطه ای که این نمایشگر عقربه ای شروع به نوسان می کند همان نقطه حساسیت رادیو فیوز است. این نقطه با تغییر دادن تضعیف کننده متغیر و تغییر دادن فاز به طور همزمان بدست می آید. عددی که درجه تضعیف کننده متغیر در این نقطه نشان می‌دهد، با استفاده از منحنی کالیبراسیون به تضعیف بر حسب dB تبدیل می‌شود ومقدار حساسیت بدست می آید. اندازه‌گیری حساسیت بر روی چهار زوج آنتن فرستنده و گیرنده جداگانه اندازه‌گیری می‌شود تا حساسیت رادیوفیوز در چهار جهت(هر زوج آنتن برای یک جهت)آید. شکل۳-۲ بطور کامل SETUP تست حساسیت را در مجموعه اصلی نشان می دهد.



شکل۳-۲) setupتست حساسیت

مشخصات هر یک از قسمتهای دستگاه به صورت زیر است:

BH-1 : پوشش محافظ آنتن فرستنده

:کانکتور های رابط

:کابل های رابط

: شیفت دهنده فاز متغیر

:مدولاتور مکانیکی (با استفاده از یک موتور ویک دیسک سوراخ دار سیگنال ورودی را مدوله می کند. این موتور با ولتاژ ۲۶ ولت مستقیم کار می کند)

: تضعیف کننده متغیر

BH-2 : پوشش محافظ آنتن گیرنده

:بار های ۵۰ اهم که بر روی پوششهای محافظ نصب می شوند.

۳-۲) تضعیف بخشهای مختلف تستر حساسیت:

- دستگاه اندازه گیر حساسیت شامل چهار عدد کابل رابط فرکانس بالا است که تضعیف مجموع این چهار کابل رابط برابر با10 dBاست.
- تضعیف ایجاد شده توسط پوششهای محافظ آنتن های گیرنده برابر با 28dB – 19 dBاست.
- تضعیف اولیه مدولاتور برابر با 17dB – 13dB است.(وجود این تضعیف به علت ساختار مدولاتور است)
- تلفات ثابت مدولاتور ناشی از مدولاسیون برابر با 10dB است.
- تضعیف ایجاد شده توسط شیفت دهنده فاز برابر با2dB است.
- تضعیف ایجاد شده توسط پوششهای محافظ آنتن‌های فرستنده 14-25 dB است.

بطور نوعی اگر تضعیف چهار کابل برابر با 10dB وتضعیف پوشش محافظ آنتن فرستنده برابر با24 dB و تضعیف پوشش محافظ آنتن گیرنده برابر 26 dB ،تضعیف اولیه مدولاتور برابر با16dB و تلفات مدولاسیون برابر 10dB در نظر گرفته شود، تضعیف کلی برابر با 86 dB خواهد بود .که در عمل این مقدار رابایدبه 82dB رساند تا رنج قابل اندازه‌گیری حساسیت بیشتر شود (با توجه به جزوه چینی Radio Fuse Checkout Tester). مقدار حداکثر تضعیف دستگاه نیز با استفاده از تضعیف کننده متغیر به 116 dB می‌رسد. البته باید توجه داشت که محدوده مجاز حساسیت فیوز رادیویی در محدوده 90dB تا 102 dBاست. خطای اندازه گیری دستگاه اندازه گیر حساسیت نیز برابر با $\pm 4dB$ است. با توجه به مطالب ذکر شده می توان در طراحی شیفت دهنده فاز مقدار افت

عبوری را بیشتر از مقدارافت عبوری شیفت دهنده فاز موجود در نظر گرفت زیرا افت عبوری کل دستگاه اندازه گیر حساسیت از محدوده مجاز 8 dB فاصله دارد.

۳) طیف فرکانسی سیگنال بازگشتی از هدف شبیه سازی شده:

خروجی سیگنال بازگشتی از هدف شبیه سازی شده توسط مدولاتور مکانیکی در شکل ۴-۲ نشان داده شده است:

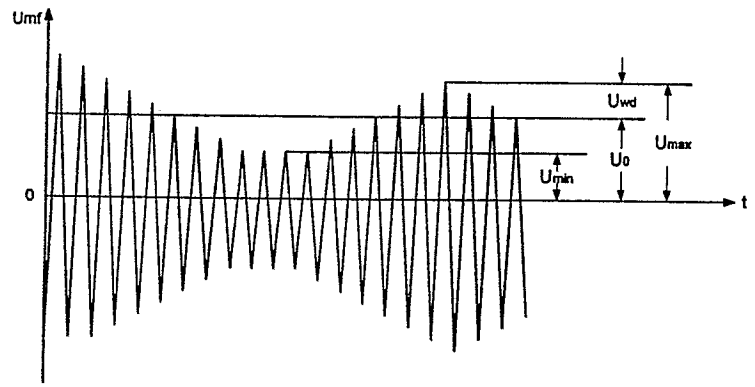
برای ساده شدن بحث سیگنال مدوله شده سینوسی به صورت ایده ال در نظر گرفته می شود.

$$U_m = (U_0 + U_1 \sin \omega_d t).\sin(\omega_c t + \varphi_c) = U_0(1 + m \sin \omega_d t).\sin(\omega_c t + \varphi_c)$$

φ_c: فاز اولیه سیگنال حامل ω_c: فرکانس حامل

ω_d:فرکانس سیگنال مدوله کننده U_1: دامنه سیگنال مدوله کننده

m: ضریب مدولاسیون



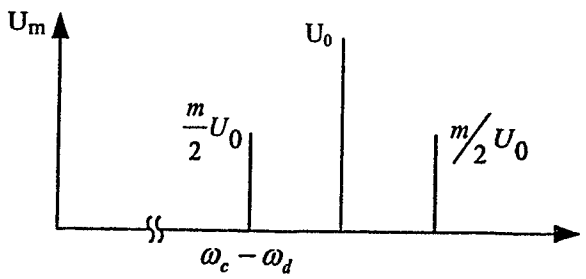
شکل۴-۲) سیگنال مدوله شده ورودی(RF)

$$U_0 = \frac{U_{\max} + U_{\min}}{2}$$

$$m = \frac{U_1}{U_0} = \frac{U_{\max} - U_0}{U_0} = \frac{U_0 - U_{\min}}{U_0}$$

$$U_m = U_0.\sin(\omega_c t + \varphi_c) + mU_0 \sin \omega_d t.\sin(\omega_c t + \varphi_c)$$

$$= U_0.\sin(\omega_c t + \varphi_c) + \frac{m}{2}U_0 \cos((\omega_c - \omega_d)t + \varphi_c) - \frac{m}{2}U_0 \cos((\omega_c + \omega_d)t + \varphi_c)$$



شکل۵-۲) طیف فرکانسی سیگنال مدوله شده بازگشتی شبیه سازی شده