

به نام خدا



تمرین کامپیوتری اول

اصول سیستم های مخابراتی

عرفان باقری سولا

شماره دانشجویی: ۸۱۰۱۹۸۳۶۱

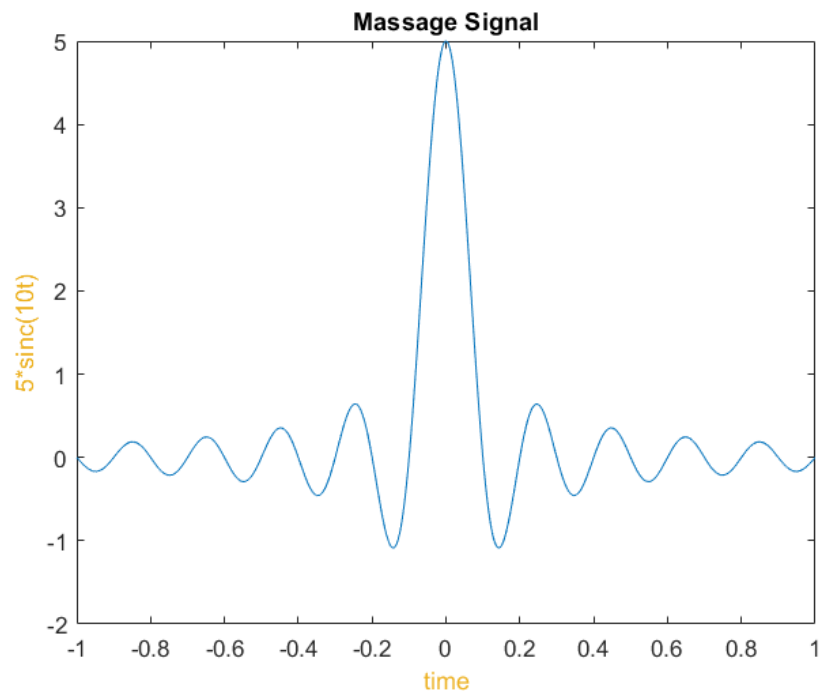
لیست مطالب

۲	چکیده.....
۳	بخش اول: Conventional AM.....
۷	بخش دوم: DSB.....
۱۳	بخش سوم: SSB.....

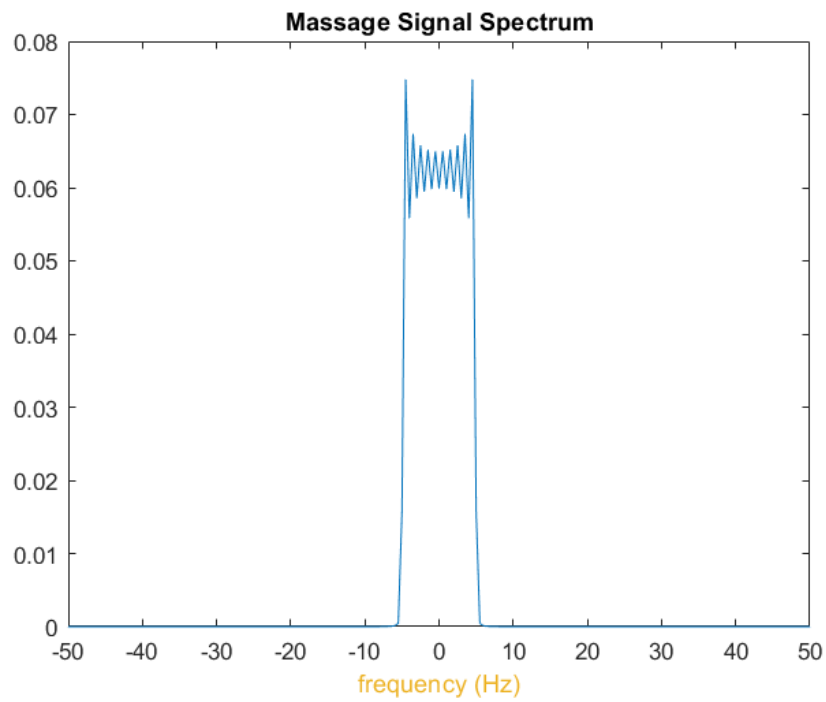
چکیده

در این پروژه به بررسی مدولاسیون های AM، DSB و SSB می پردازیم و سیگنال های مدوله شده و همچنین طیف آنها را مشاهده کرده و با سیگنال اصلی و طیف آن مقایسه می کنیم. در این بین در می یابیم که چون سیگنال های آنالوگ را به صورت دیجیتال مدل می کنیم، بسته به فرکانس نمونه برداری که استفاده می کنیم در بعضی از فرکانس های موج حامل با خطا مواجه می شویم. سپس برای روش های مدولاسیون مختلف مقدار این خطا را در موج های دمدوله شده محاسبه می کنیم.

بخش اول: Conventional AM

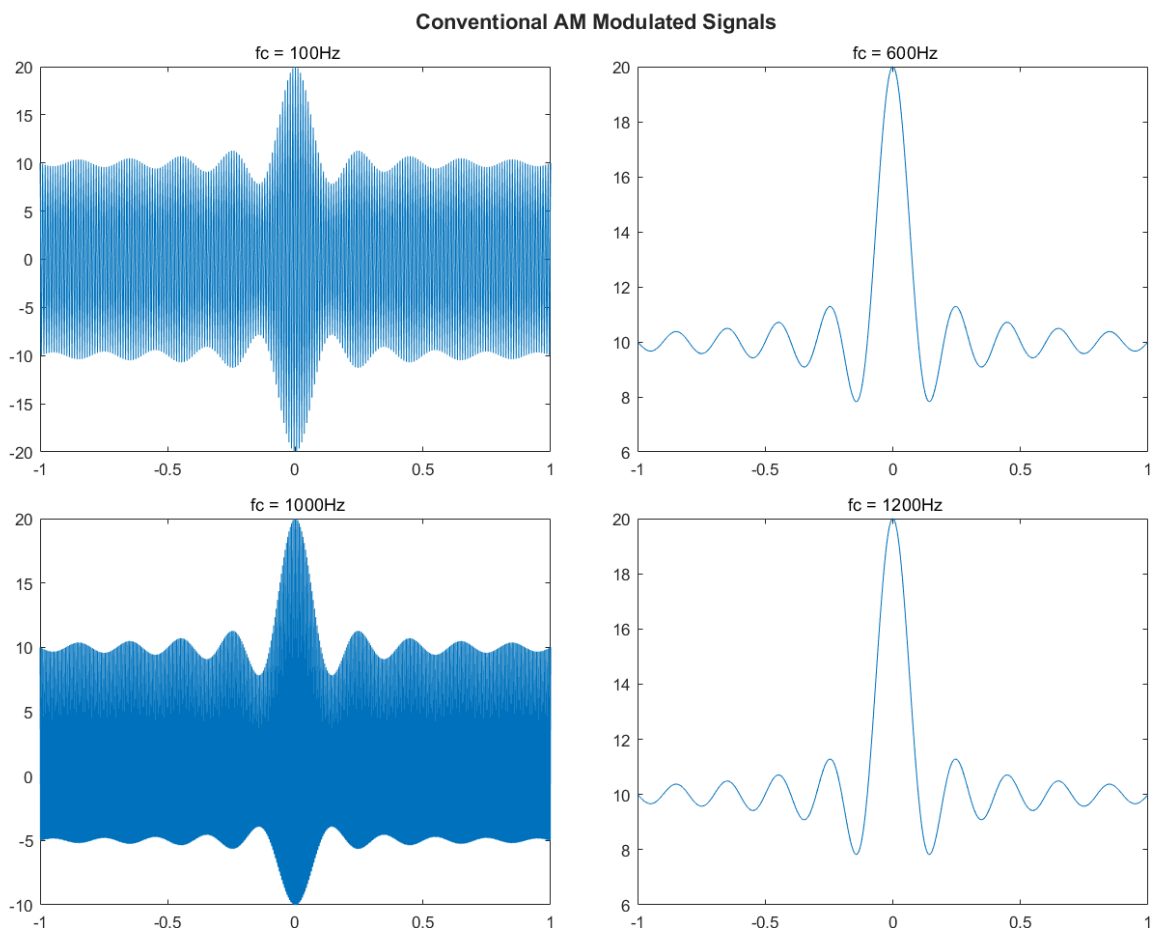


شکل 1-1: نمودار سیگنال پیام در حوزه زمان



شکل 1-2: نمودار طیف سیگنال پیام

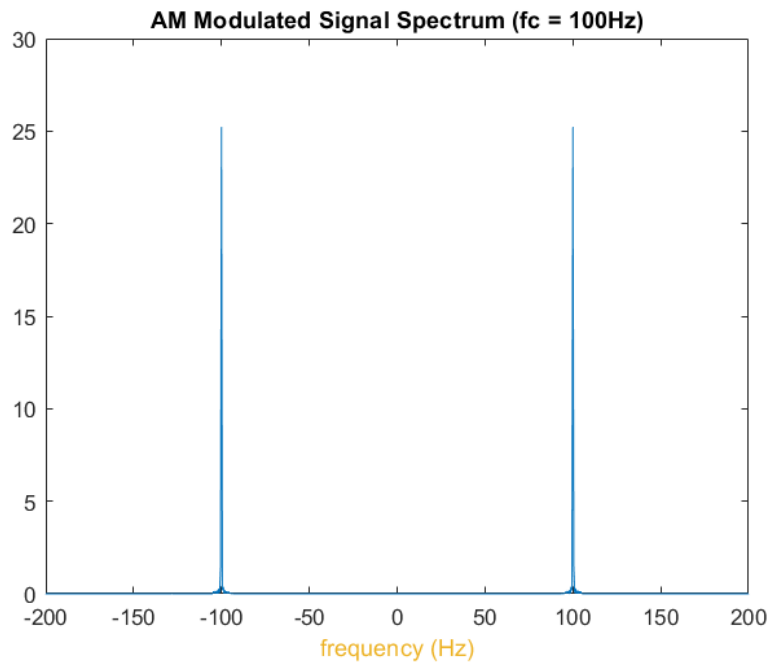
البته در دنیای واقعی طیف تابع sinc به صورت مربعی می باشد ولی اینجا به دلیل نمونه برداری و پردازش دیجیتال این سیگنال، طیف حاصل دارای اعوجاج است.



شکل 3-1: نمودار سیگنال های مدوله شده AM در حوزه زمان

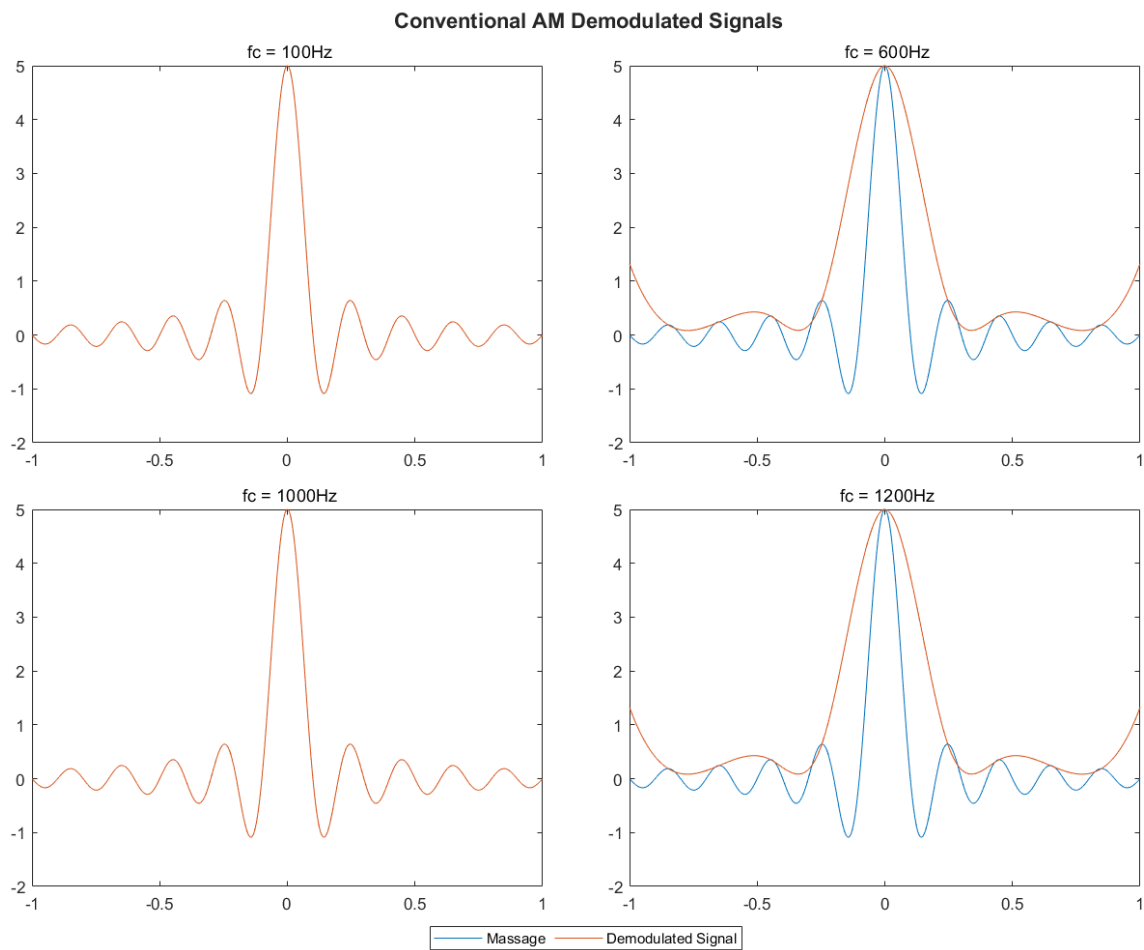
با توجه به نمودار بالا متوجه می شویم که سیگنال های مدوله شده با فرکانس های 600Hz و 1200Hz به درستی مدوله نشده اند. زیرا فرکانس نمونه برداری که در این پروژه استفاده کرده ایم برابر 600Hz است و هر سیگنال سینوسی که فرکانس آن مضربی از این سیگنال باشد همواره مقدار ثابتی از آن نمونه برداری خواهد شد و شکل سینوسی اش را از دست خواهد داد. در نتیجه چون ما از سیگنال های سینوسی برای مدولاسیون پیام ها استفاده می کنیم، در فرکانس های مشخصی این خطا را مشاهده خواهیم کرد.

اگر دقیق تر نگاه کنیم مدولاسیون با فرکانس 1000Hz نیز سیگنال مدوله شده ایده آلی که انتظار داریم را حاصل نمی کند (چون فرکانس آن بیشتر از فرکانس نمونه برداری ماست) ولی چون این فرکانس مضربی از فرکانس نمونه برداری نیست، سیگنال سینوسی با این فرکانس مقادیر ثابتی نخواهد داشت و به همین دلیل همان طور که در ادامه خواهیم دید این سیگنال مدوله شده را می توان بازبازی کرد.



شکل 4-1: طیف سیگنال مدوله شده AM با فرکانس موج حامل 100Hz

در مدولاسیون AM به علت وجود عبارت $A_c \cos(2\pi f_c t)$ در سیگنال مدوله شده، علاوه بر در موج مربعی در اطراف فرکانس های 100Hz و -100Hz ، دو تابع ضربه نیز در این فرکانس ها وجود دارند که به خاطر مقدار زیادشان مانع از دیده شدن کامل سیگنال های مربعی در طیف سیگنال مدوله شده می شوند.



شکل 5-1: سیگنال های دمدوله شده AM در حوزه زمان

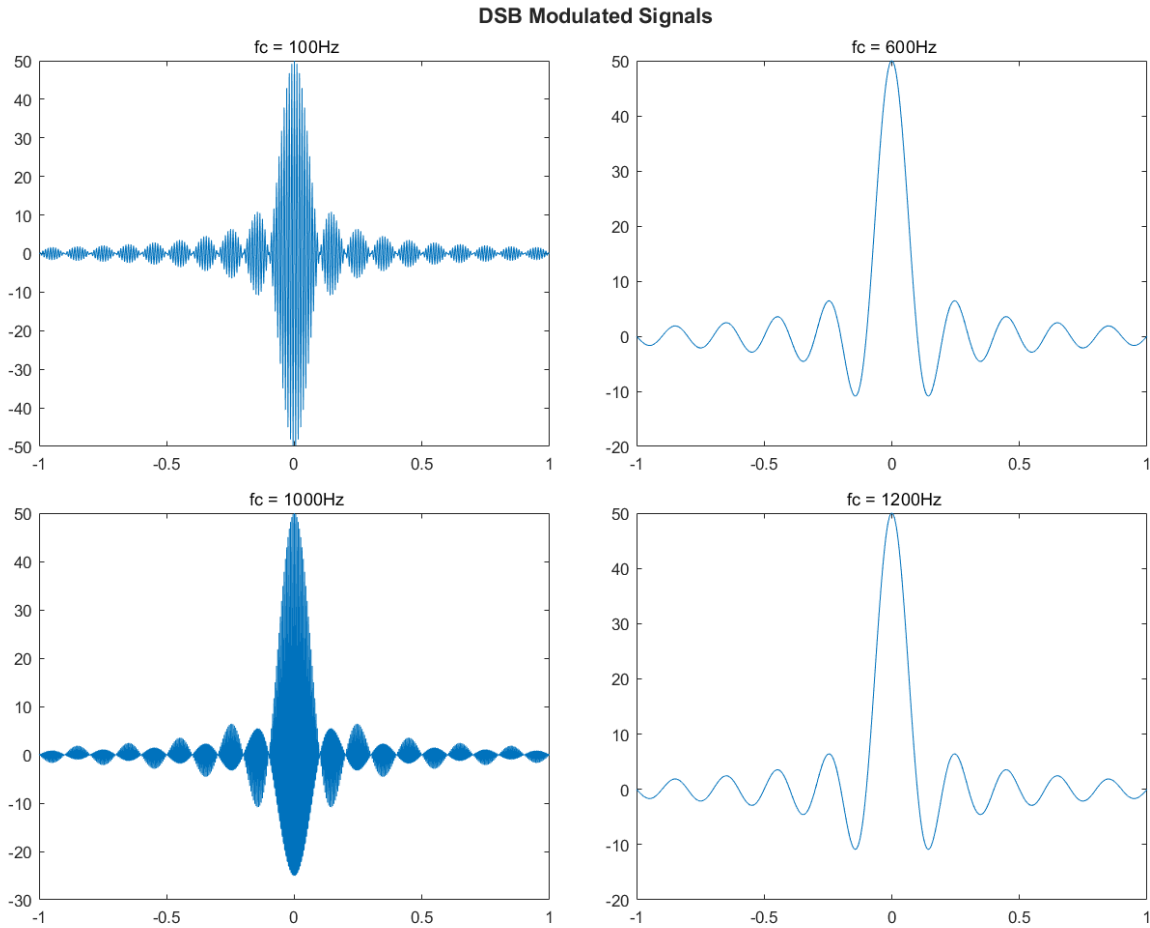
طبق توضیحات قبل و همان گونه که انتظار داشتیم سیگنال های مدوله شده با فرکانس های 600Hz و 1200Hz پس از دمدولاسیون به درستی بازیابی نشده اند.

در ادامه خطای سیگنال های دمدوله شده نسبت به سیگنال پیام اصلی را به روش MSE مشاهده می کنیم:

$f_c=100$:	0.00000
$f_c=600$:	1.75738
$f_c=1000$:	0.00000
$f_c=1200$:	1.75738

تمامی کد ها و توابع مربوط به این بخش، در قسمت مربوطه خود در اسکرپیت متلب وجود دارند که ضمیمه شده است.

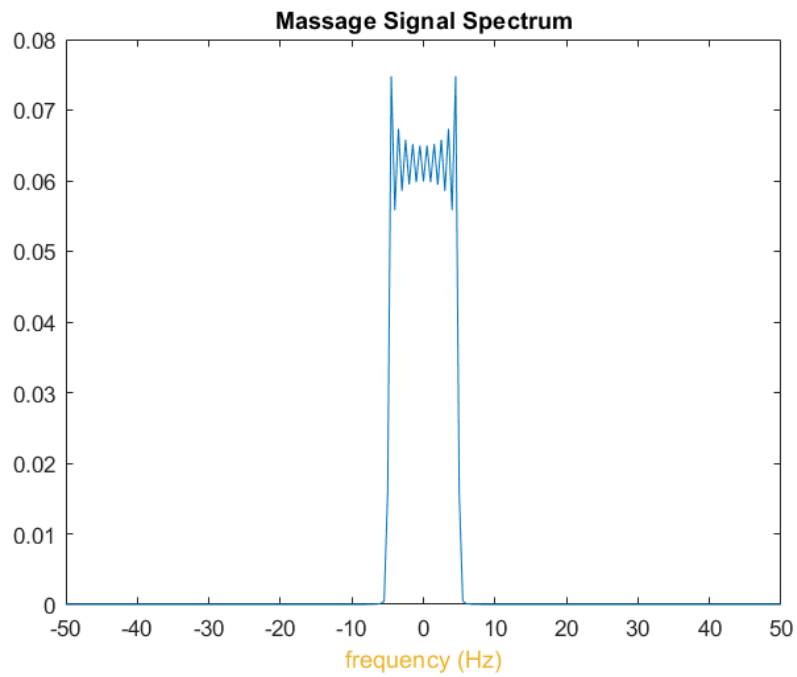
بخش دوم: DSB



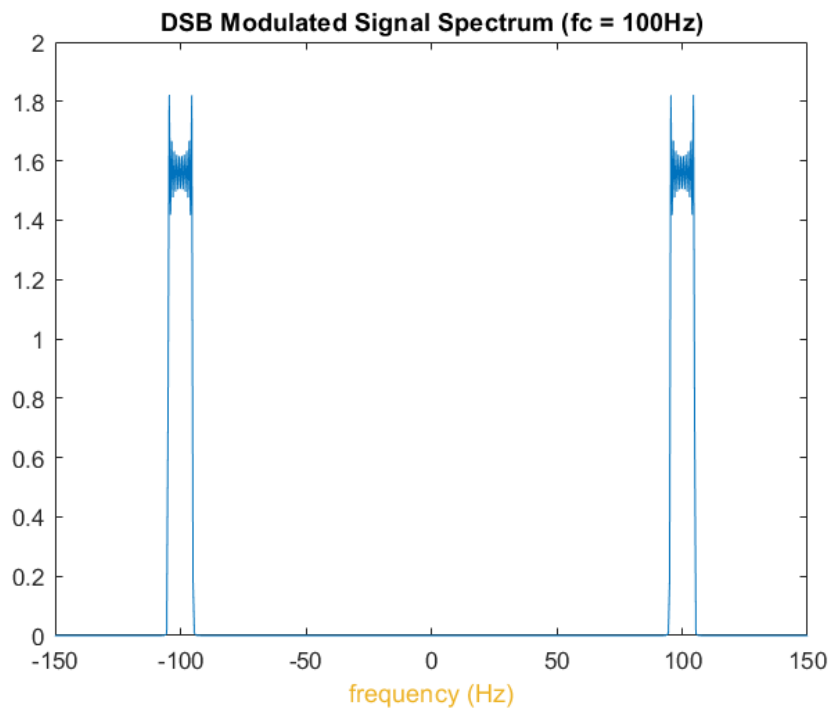
شکل 1-2: سیگنال های مدوله شده DSB در حوزه زمان

با توجه به نمودار بالا متوجه می شویم که سیگنال های مدوله شده با فرکانس های 600Hz و 1200Hz به درستی مدوله نشده اند. زیرا فرکانس نمونه برداری که در این پروژه استفاده کرده ایم برابر 600Hz است و هر سیگنال سینوسی که فرکانس آن مضربی از این سیگنال باشد همواره مقدار ثابتی از آن نمونه برداری خواهد شد و شکل سینوسی اش را از دست خواهد داد. در نتیجه چون ما از سیگنال های سینوسی برای مدولاسیون پیام ها استفاده می کنیم، در فرکانس های مشخصی این خطا را مشاهده خواهیم کرد.

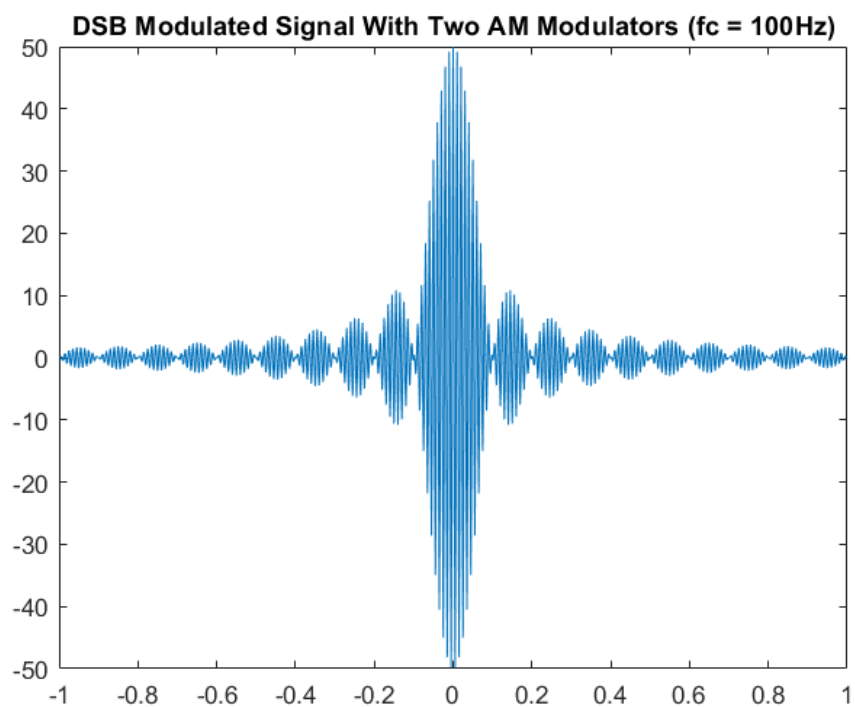
اگر دقیق تر نگاه کنیم مدولاسیون با فرکانس 1000Hz نیز سیگنال مدوله شده ایده آلی که انتظار داریم را حاصل نمی کند (چون فرکانس آن بیشتر از فرکانس نمونه برداری ماست) ولی چون این فرکانس مضربی از فرکانس نمونه برداری نیست، سیگنال سینوسی با این فرکانس مقادیر ثابتی نخواهد داشت و به همین دلیل همان طور که در ادامه خواهیم دید این سیگنال مدوله شده را می توان بازیابی کرد.



شکل 2-2: طیف سیگنال پیام



شکل 3-2: طیف سیگنال مدوله شده DSB



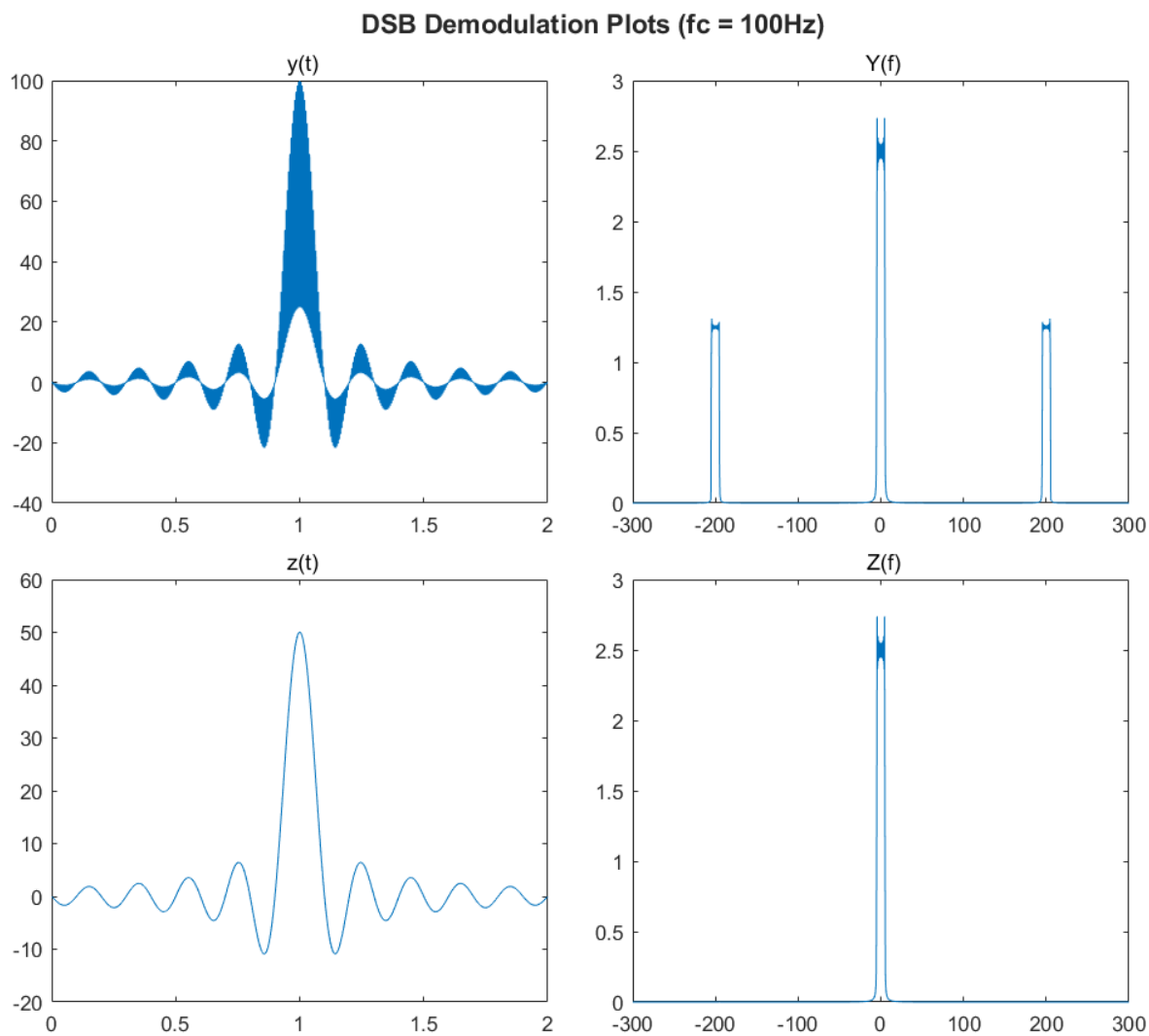
شکل 2-4: سیگنال مدوله شده با استفاده از دو مدولاتور AM با فرکانس 100Hz

در ادامه اختلاف این سیگنال را با سیگنال مدوله شده قبلی که با DSB modulator به دست آورده بودیم، به روش MSE محاسبه می کنیم:

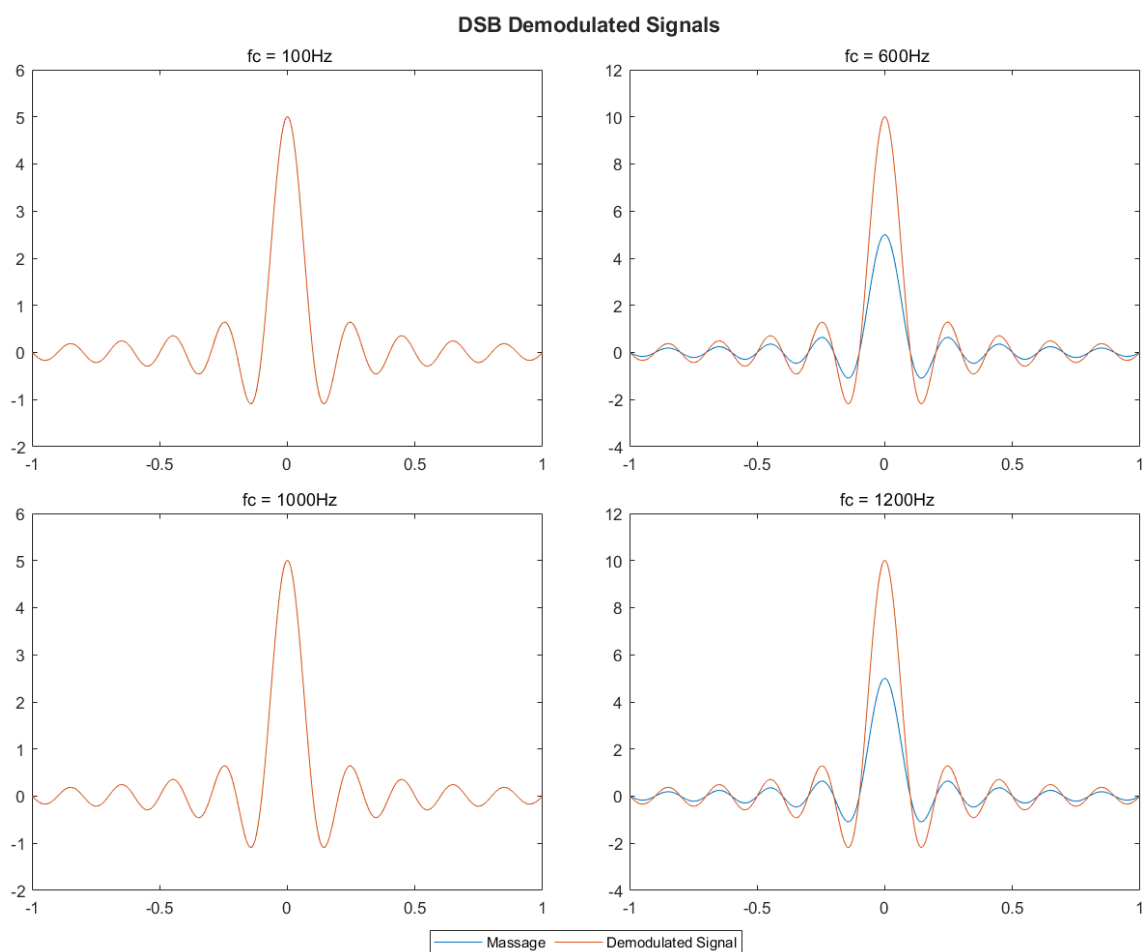
$$\text{MSE} = 0.00000$$

می بینیم که هر دو سیستم سیگنال مدوله شده یکسانی را حاصل می کنند.

در ادامه سیگنال های $y(t)$ ، $Y(f)$ ، $z(t)$ و $Z(f)$ را برای فرکانس 100Hz مشاهده می کنیم. البته تمام این مراحل برای هر چهار فرکانس 100Hz، 600Hz، 1000Hz و 1200Hz در متلب رسم شده اند که نمایش همه آنها از حوصله گزارش خارج است و فقط نمودار های مربوط به سیگنال با فرکانس حامل 100Hz را در ادامه مشاهده می کنیم.



شکل 5-2: نمودار های $y(t)$ ، $Y(f)$ ، $z(t)$ و $Z(f)$ در سیستم دمدولاسیون DSB برای فرکانس 100Hz

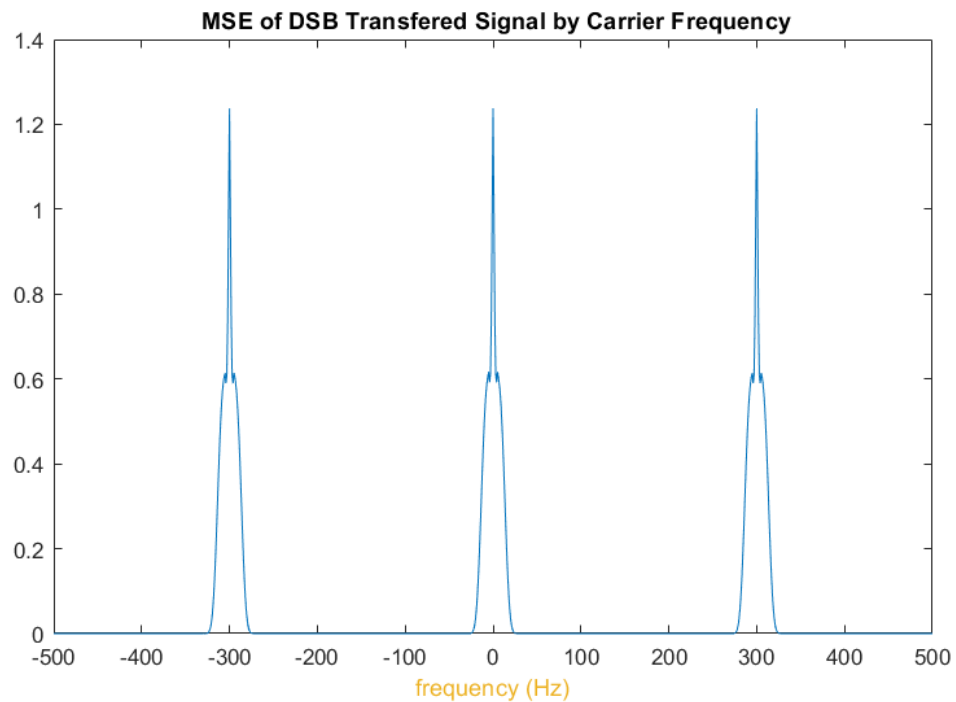


شکل 2-6: سیگنال های دمدوله شده DSB در حوزه زمان

طبق توضیحات قبل و همان گونه که انتظار داشتیم سیگنال های مدوله شده با فرکانس های 600Hz و 1200Hz پس از دمدولاسیون به درستی بازیابی نشده اند.

در ادامه خطای سیگنال های دمدوله شده نسبت به سیگنال پیام اصلی را به روش MSE مشاهده می کنیم:

$f_c=100$:	0.00000
$f_c=600$:	1.23796
$f_c=1000$:	0.00000
$f_c=1200$:	1.23796

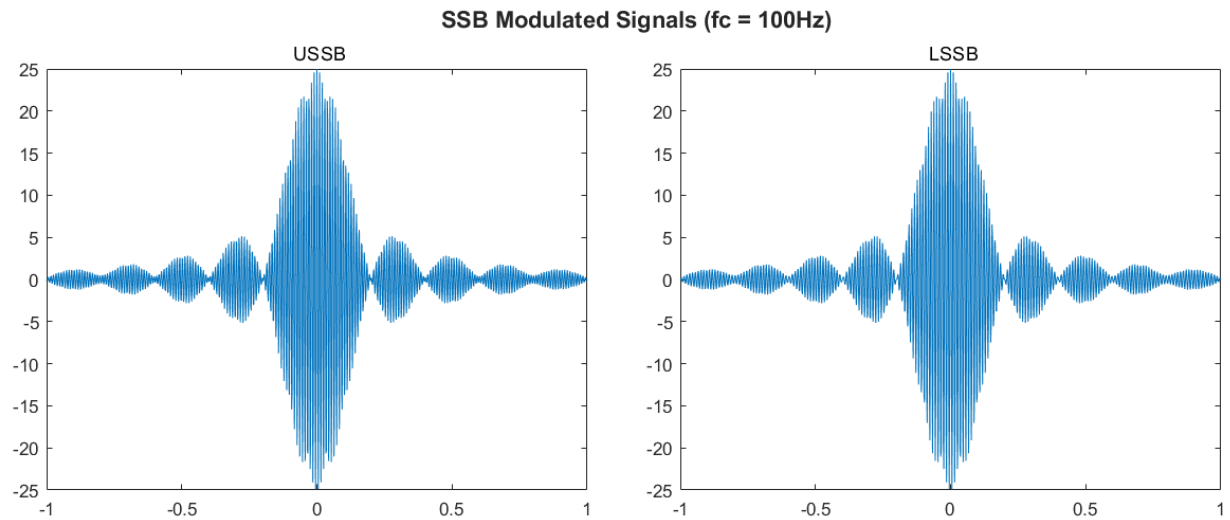


شکل 2-7: نمودار خطای سیگنال های دمدوله شده DSB نسبت به فرکانس موج حامل

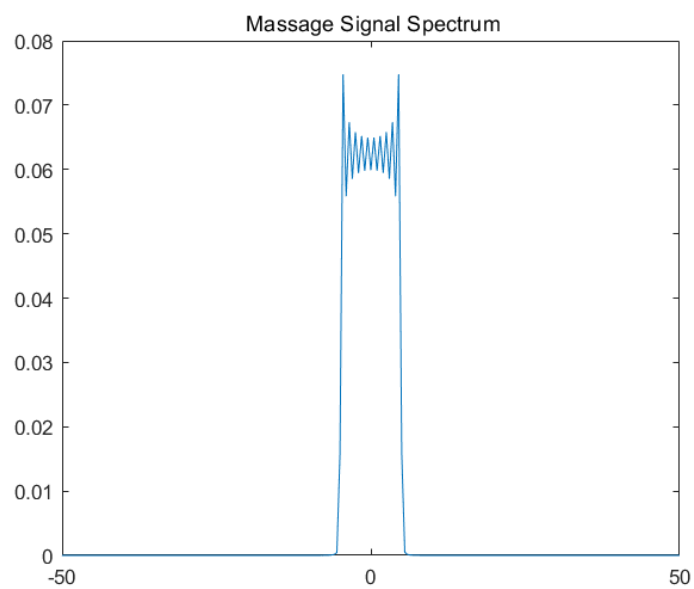
با توجه به نمودار بالا، بهترین انتخاب برای فرکانس موج حامل، فرکانس های بین 50Hz الی 250Hz و فرکانس های بین 350Hz الی 500Hz خواهد بود چرا که مقدار خطا در این فرکانس ها برابر صفر است.

تمامی کد ها و توابع مربوط به این بخش، در قسمت مربوطه خود در اسکرپت متلب وجود دارند که ضمیمه شده است.

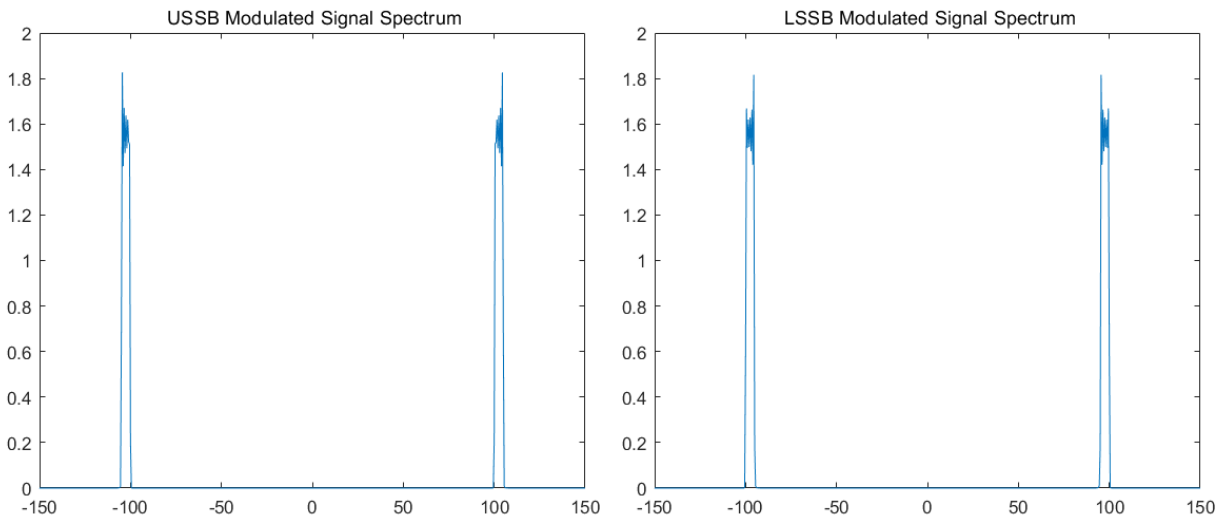
بخش سوم: SSB



شکل 3-1: نمودار سیگنال های مدوله شده SSB در حوزه زمان



شکل 3-2: طیف سیگنال پیام



شکل 3-3: طیف سیگنال های مدوله شده SSB

همان طور که انتظار داشتیم طیف سیگنال LSSB در فرکانس های پایین 100Hz و طیف سیگنال USSB در فرکانس های بالای 100Hz قرار دارد و مدولاسیون به درستی انجام شده است.

تمامی کد ها و توابع مربوط به این بخش، در قسمت مربوطه خود در اسکرپت متلب وجود دارند که ضمیمه شده است.