



به نام خدا



دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
اصول سیستم های مخابراتی
تمرین کامپیوتری دوم

محمدحیدری	نام و نام خانوادگی
810197494	شماره دانشجویی
99.9.2	تاریخ ارسال گزارش

فهرست گزارش سوالات

سوال 1-.....	3
سوال 2-.....	5

در این قسمت قصد داریم اولین و ساده ترین نوع از مودلاسیون AM را انجام دهیم و نتایج آن را با توجه به تحلیل های متلب تفسیر کنیم.

$$x_c(t) = A_c(1 + \mu x(t))\cos(2\pi f_c t)$$

همانطور که در بالا بآن اشاره شد ضابطه پیوسته مودله شده یک سیگنال پیام مطابق ضابطه بالاست.

در قسمت اول این سوال از ما خواسته شده که یک تابع بنویسیم که سیگنال پیام و دامنه موج حامل A_c و اندیس مودلاسیون μ و فرکانس موج حامل را به عنوان ورودی بگیرد و سیگنال مودله شده را به عنوان خروجی پاس دهد.

این تابع با جزئیات کامل تحت عنوان **AM_module.m** ضمیمه شده است ☺

1) در این قسمت با فراخوانی تابع نوشته شده در قسمت قبل سیگنال مودله شده را بدست می آوریم.

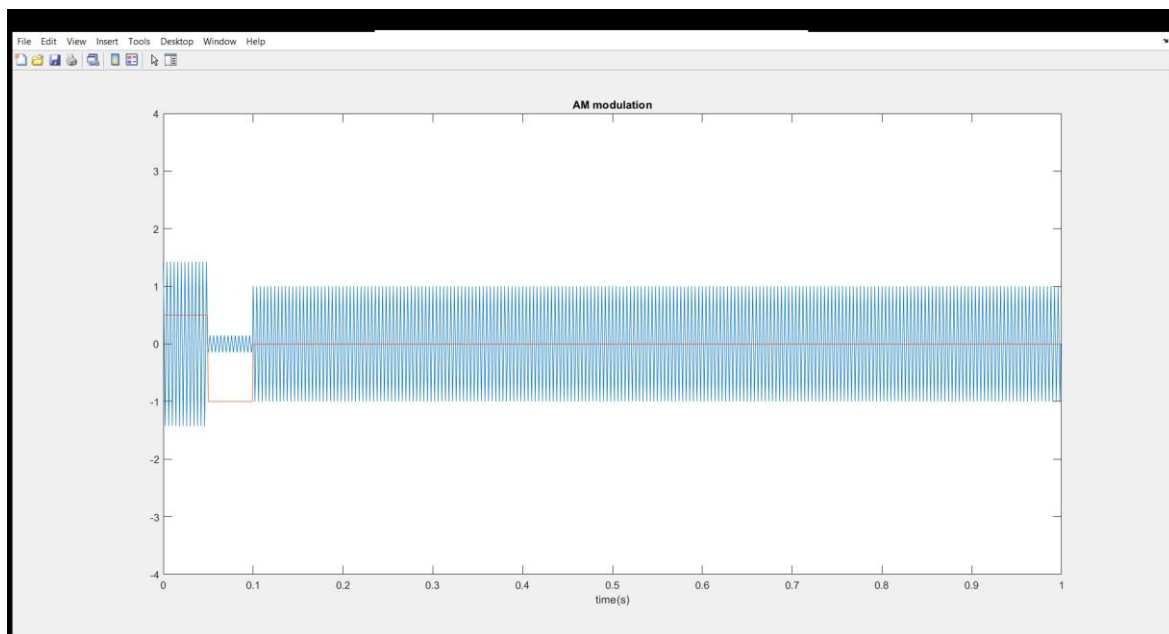


Figure 1

منحنی بالا سیگنال پیام $m(t)$ به همراه سیگنال مودله شده را نشان میدهد.

توجه باین نکته ضروری است که درکد متلب از دستور **piecewise** برای سیگنال چندضابطه ای پیام استفاده شده است. و همچنین برای نمونه برداری از سیگنال پیوسته از یک بازه t با فرکانس نمونه برداری

fs=1000 استفاده شده است. که در ادامه برای تبدیل symfun به یک آرایه گسسته از آن استفاده شده است. در انتها نیز برای استفاده از دستور fft با استفاده از دستور double دیتاتایپ را به double تبدیل کرده ام.

(2) منحنی زیر طیف سیگنام پیام و سیگنال مودله شده را تواما باهم نشان میدهد.

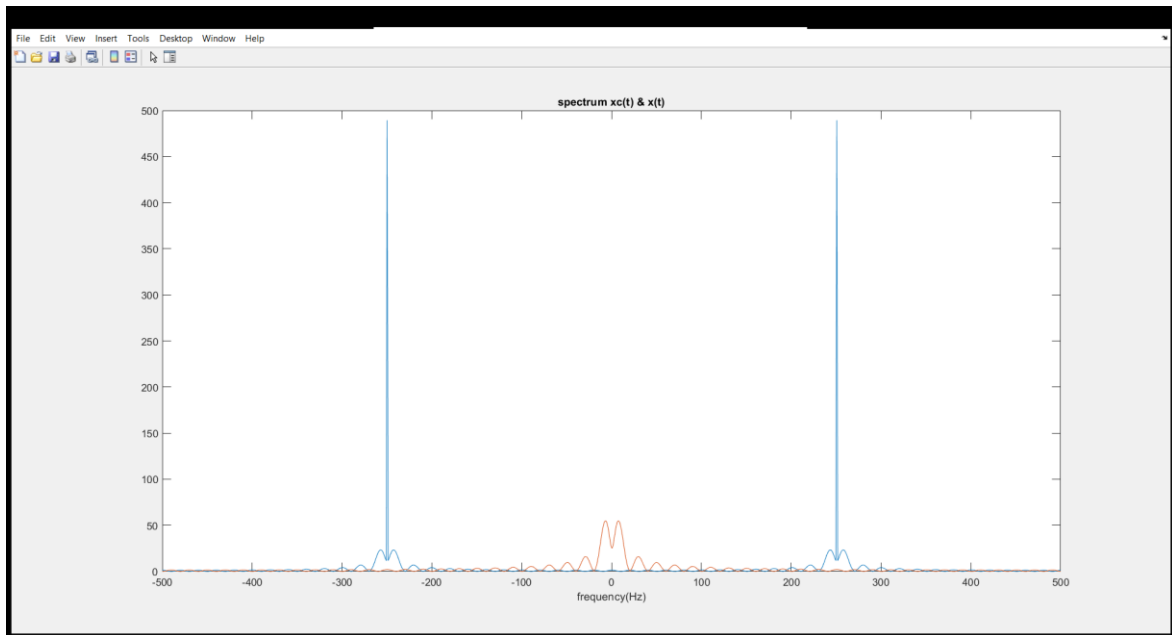


Figure 2

(3) در این قسمت به محاسبه ی power سیگنال مودله شده به همراه efficiency خواهیم پرداخت :
قابل ذکر است باتوجه به نرمایزکردن سیگنال ورودی درمتلب برای انجام پردازش های لازم در اینجا نیز از سیگنال نرمالایز شده استفاده میکنیم تا نتایج تا حد امکان به خروجی های متلب نزدیک باشند.

$$Sx = \frac{1}{T_0} \int_0^{0.15} x^2(t) dt = \frac{1}{0.15} \times (0.25) \times (0.05 - 0) + \frac{1}{0.15} \times (+1) \times (0.10 - 0.05)$$

$$= \frac{1}{12} + \frac{1}{3} = \frac{5}{12}$$

حال به محاسبات مربوط به efficiency خواهیم پرداخت.

$$S_{xc} = \frac{Ac^2}{2} + \frac{Ac^2\mu^2}{2} \cdot Sx$$

$$A_c = 1 \text{ \& } \mu = 0.85 \quad \rightarrow \quad S_T = \frac{1}{2} + \frac{0.85^2}{2} \cdot S_x = \frac{1249}{1920}$$

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Sidebands_power}}{\text{total_power}} = \frac{\frac{289}{1920}}{\frac{1249}{1920}} = \frac{289}{1249}$$

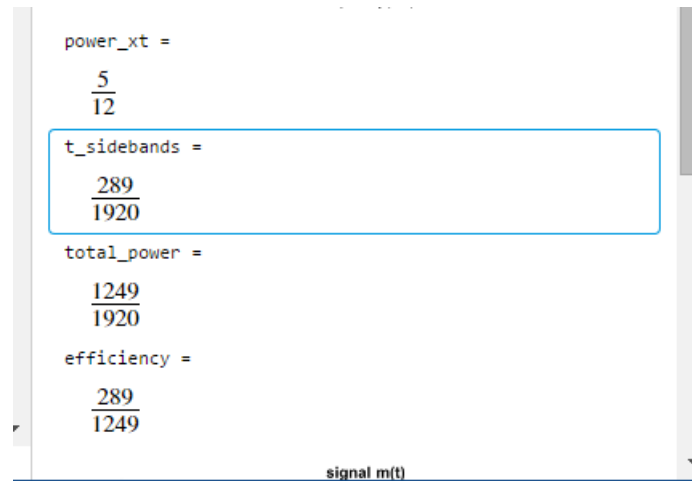


Figure 3

همانطور که دیده میشود نتایج با تحلیل متلب کاملاً یکسان است.

سوال 2-(DSB)

در این قسمت نیز مطابق پارت قبلی با استفاده از دستور `piecewise` به پیاده سازی سیگنال پیام در متلب میپردازیم.

برای رسم تبدیل فوریه سیگنال مطابق خواسته سوال نمونه برداری میکنیم. نمودار طیف و خود سیگنال پیام مطابق شکل زیر میباشد.

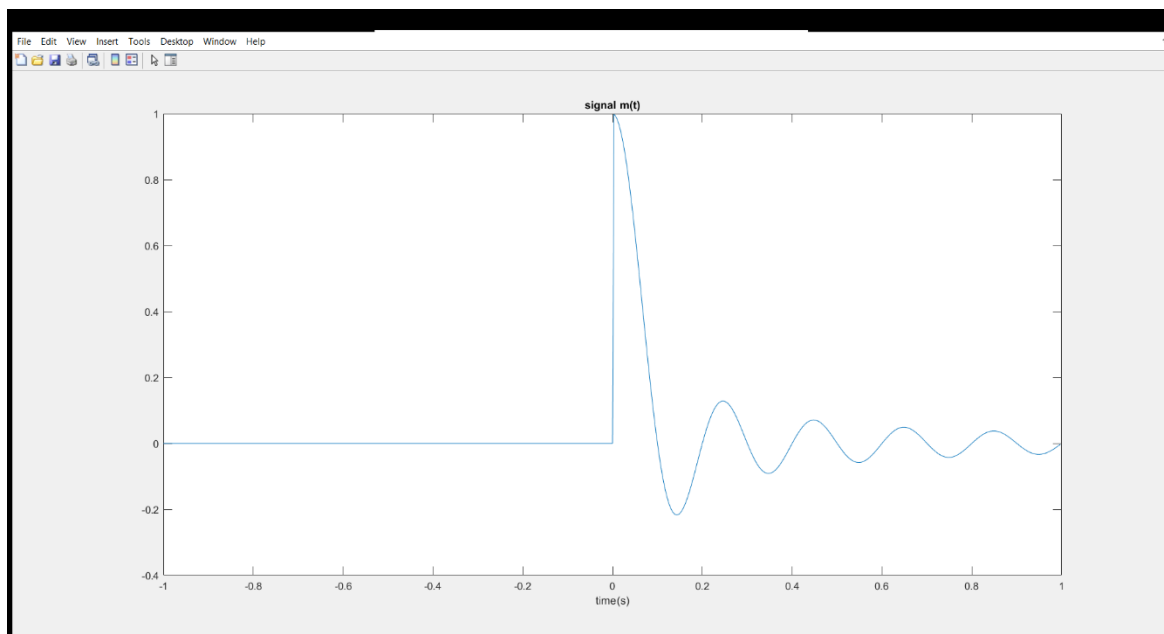


Figure 4

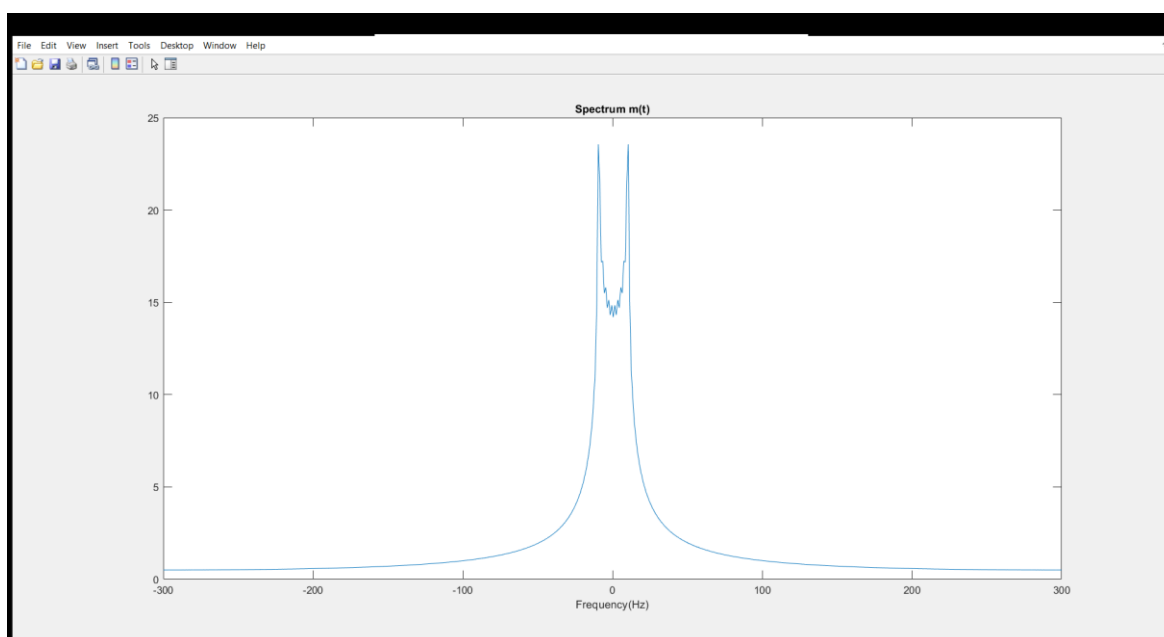


Figure 5

مانند قسمت قبل تابعی تحت عنوان DSB_module.m ضمیمه شده است که خواسته سوال را برآورده میکند.

1) در این قسمت برای فرکانس های حامل قیدشده در صورت سوال سیگنال های مودله شده را رسم میکنیم.

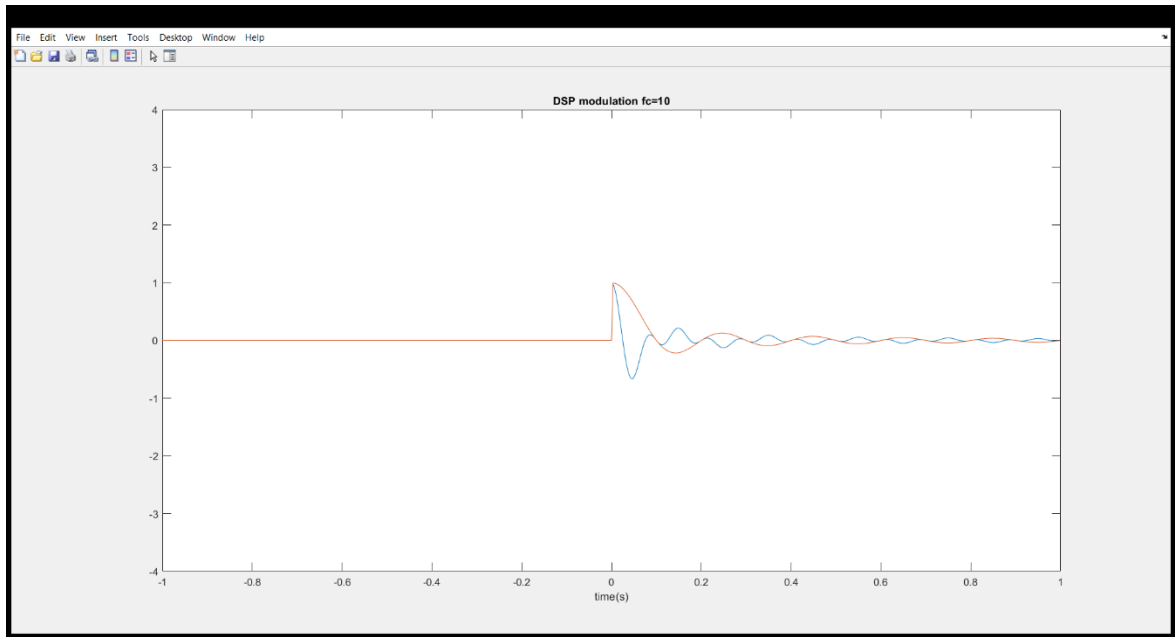


Figure 6

$F_c=10$

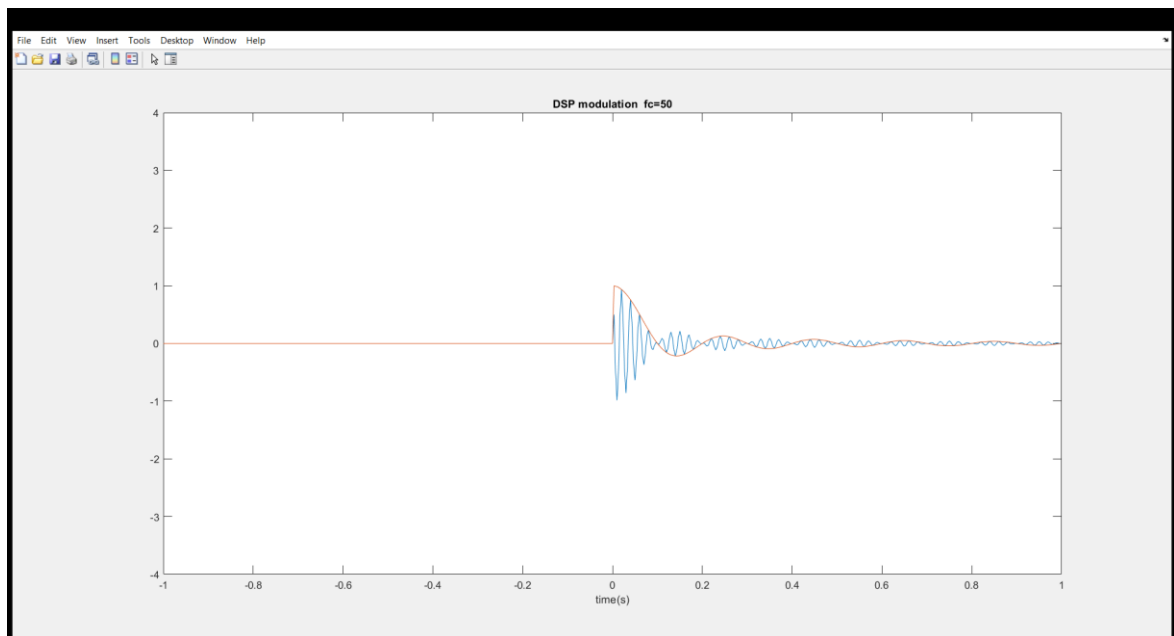


Figure 7

$F_c=50$

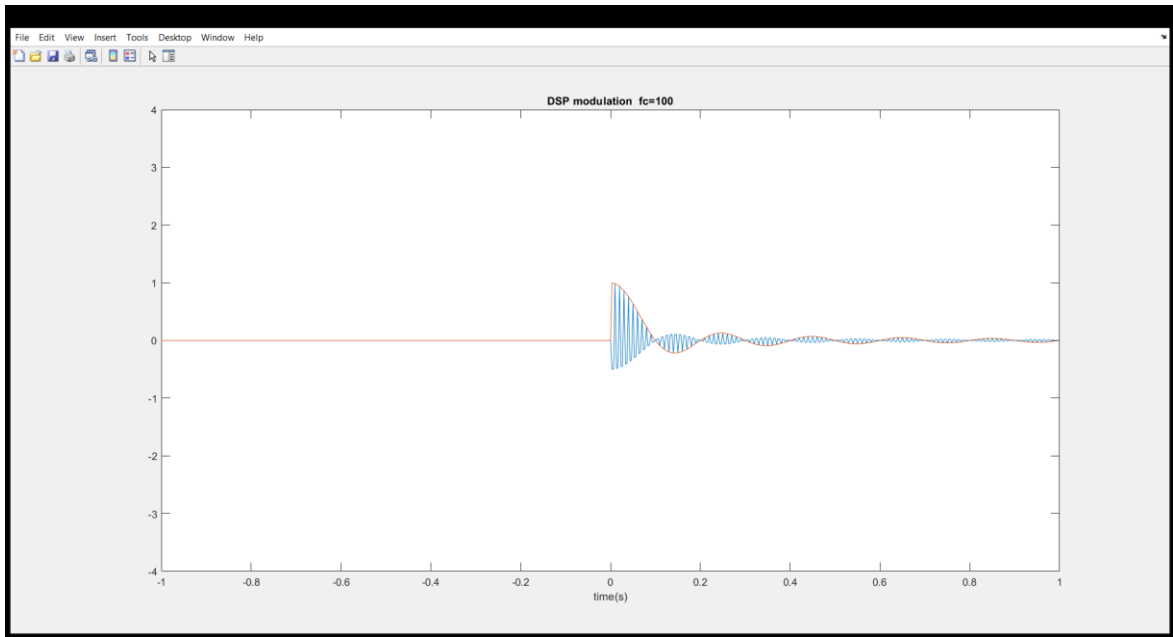


Figure 8

Fc=100

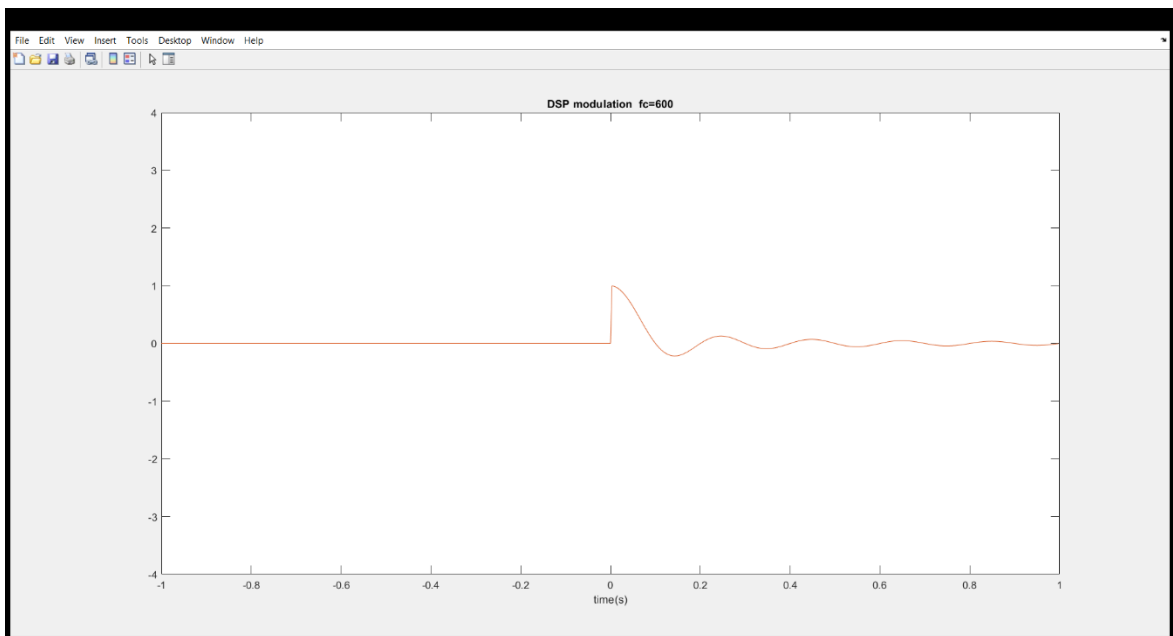


Figure 9

Fc=600

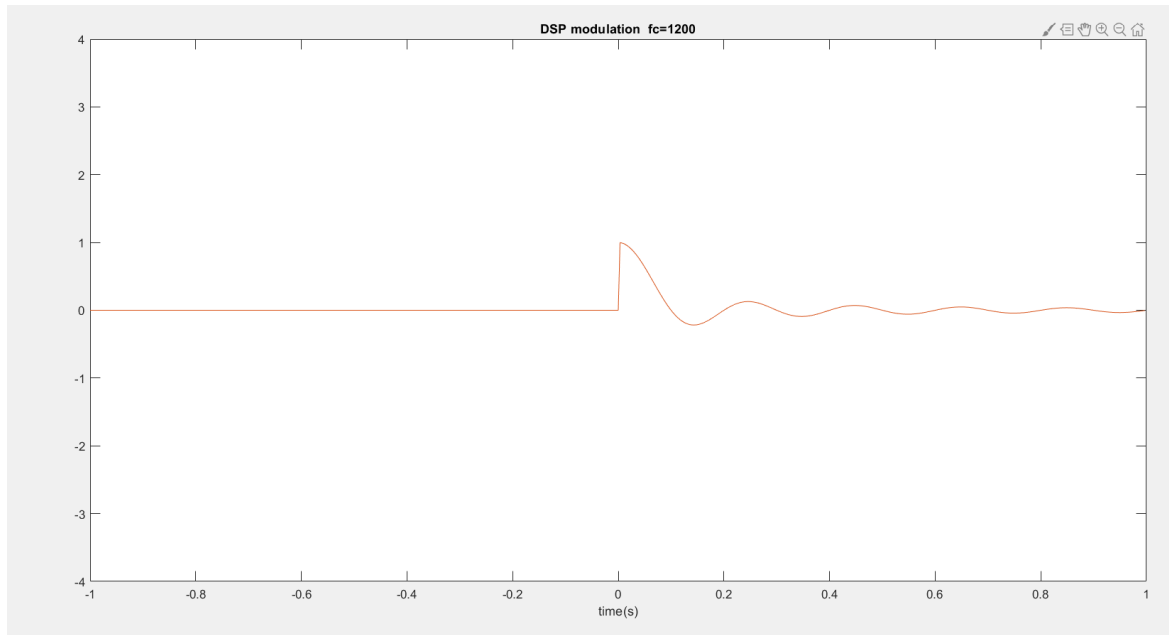


Figure 10

$F_c=1200$

در توضیح شکل های بالا باید توجه کنیم که با افزایش مقدار f_c تا فرکانس 600 دقت بهتری خواهیم داشت و اما در ادامه شکل ها همانطوری که دیده میشود به ازای فرکانس های بیشتر از 600 از آنجا که فرکانس نمونه برداری در این سوال فرکانس $f_s=600$ میباشد. لذا بازای این فرکانس ترم کسینوس شروع به نمونه برداری از سیگنال پیام میکند و دقیقاً همان مقادیری از آرایه را برمیدارد که با المنت های سیگنال پیام برابر است لذا دقیقاً همان سیگنال پیام را نمایش میدهد برای فرکانس 1200 و همه فرکانس های بالاتر از فرکانس نمونه برداری در واقع ترم کسینوس شروع به برداشتن مقادیری از آرایه با step های کمتر از فاصله هردو المان برمیدارد و لذا از آنجا که بین آن 2 المان هیچ دیتای جدیدی برای برداشتن وجود ندارد در تمامی این حالات همان سیگنال پیام را روی خروجی خواهیم دید.

برای فرکانس های پایین تر نیز برعکس قضیه بالا را خواهیم داشت و لذا با استپ های بزرگ تر نمونه برمیداریم که باعث میشود تمامی data های آرایه را pick نکنیم و لذا با افزایش f_c شاهد بهتر شدن و نزدیک تر شدن به سیگنال پیام خواهیم شد.

(2)

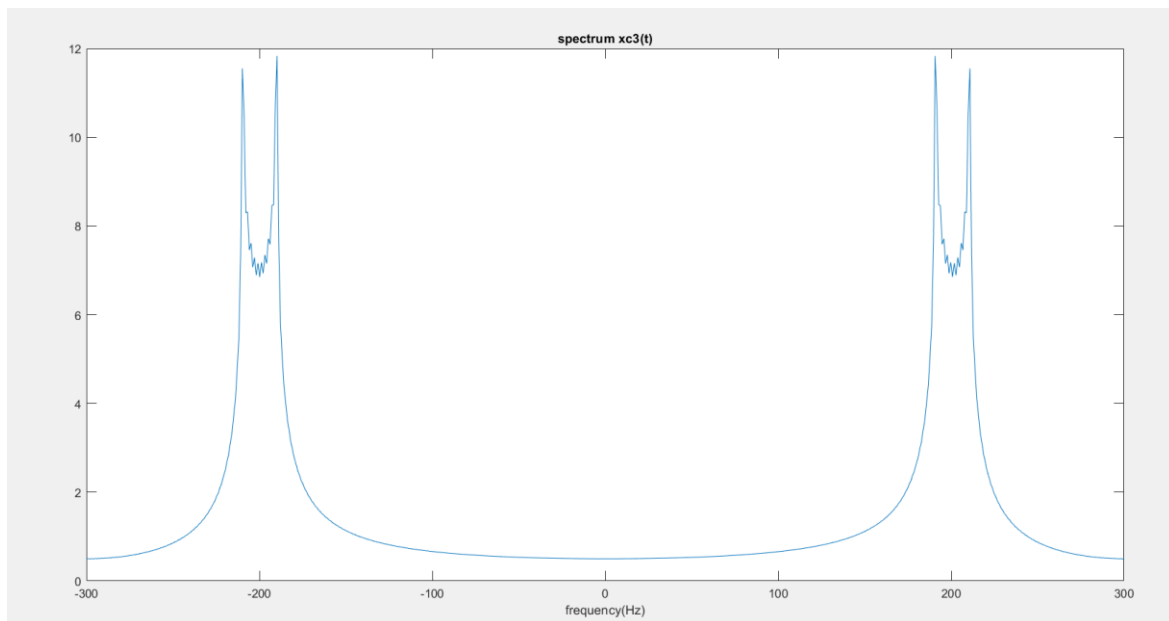


Figure 11

منحنی بالا نمودار طیف سیگنال مدوله شده پیام بافرکانس $f_c=100$ میباشد.

(3) تابع خواسته شده دراین قسمت ازسوال درادامه ضمیمه شده است.

(4) دراین سوال فرض براین گرفته شده است که عملیات دی مادوله برحسب فرکانس حامل $f_c=100$ انجام شده است . بااین تفاسیر خواهیم داشت.

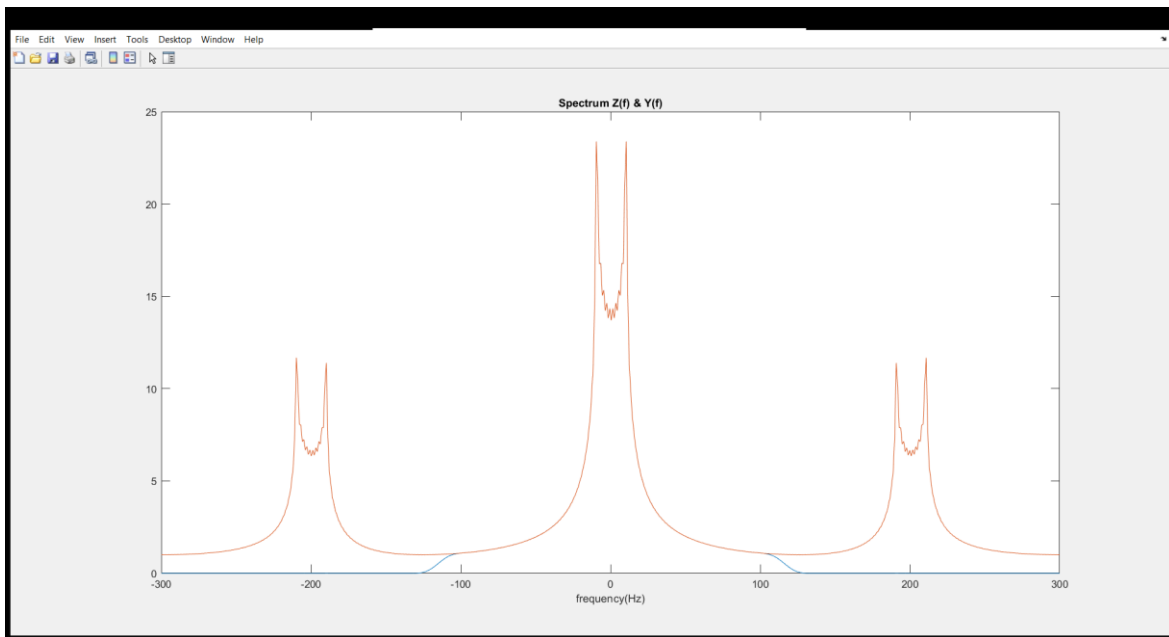


Figure 12

منحنی بالا نمودار طیف سیگنال y, z است.

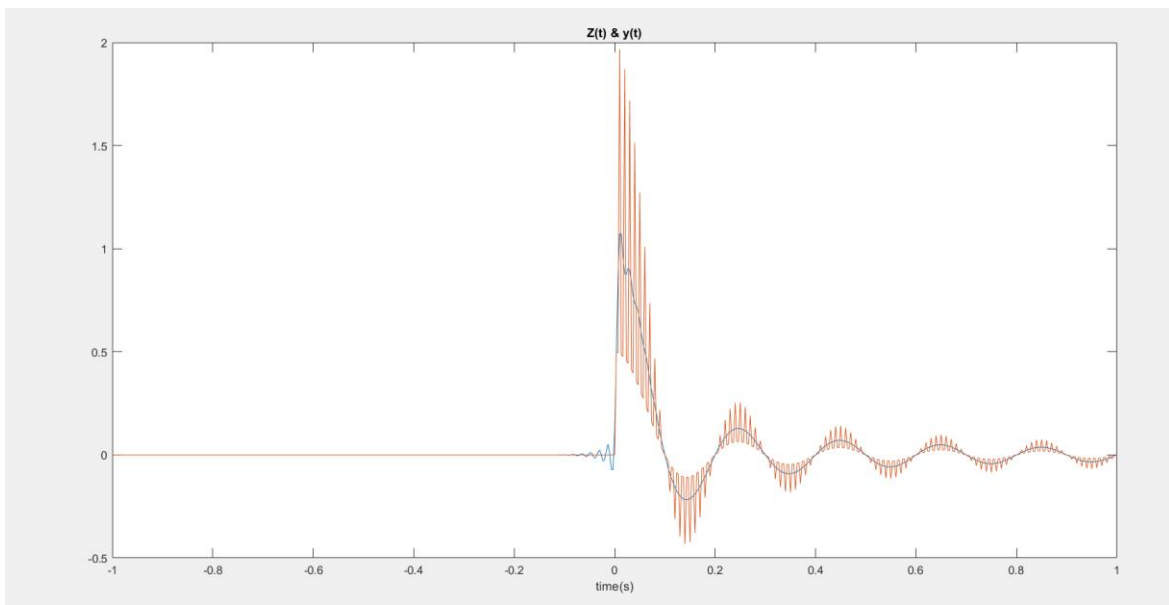


Figure 13

منحنی بالا نمودار زمانی سیگنال y, z است.

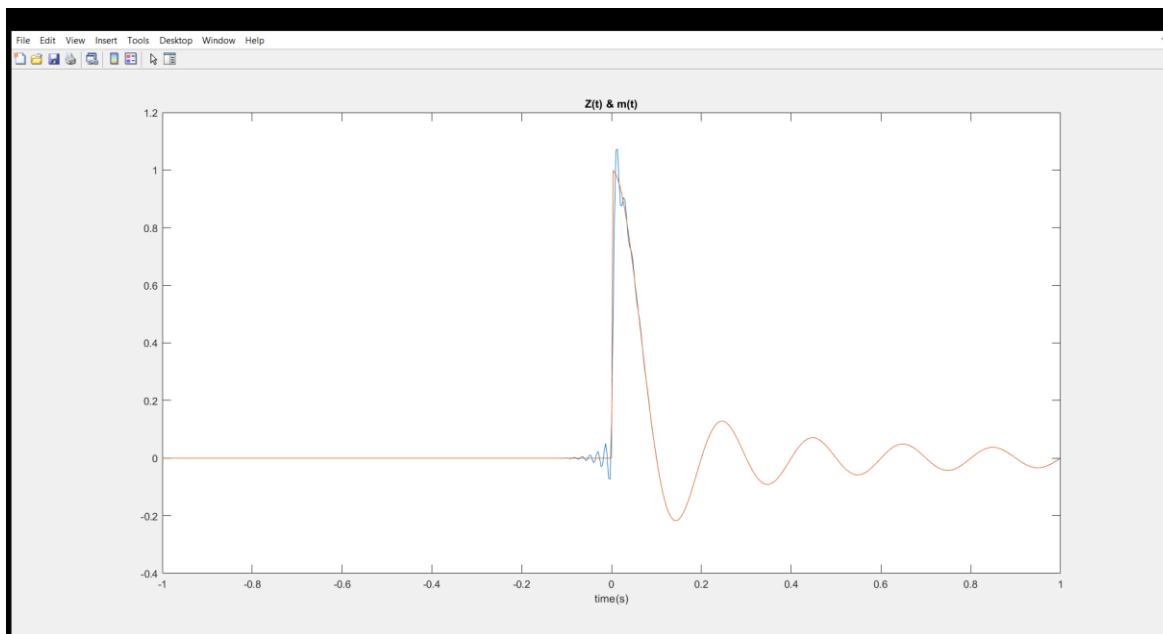


Figure 14

منحنی بالا نمودار سیگنال فیلترشده و سیگنال $m(t)$ میباشد.

در ادامه این پارت به محاسبه خطا با استفاده از دستور immse میپردازیم.
مقدار خطا در این مثال خاص مقدار 5.7718×10^{-4} بدست آمده است.

(5)

در این قسمت نیز برای پردازش راحت تر تابعی تحت عنوان MSE.m نوشته شده است که با پیمایش باگام های 10 تایی روی fc برای ما مقادیر خطا را حساب میکند و در آرایه ای بنام Errors ذخیره میکند. در نهایت نیز در بدنه اصلی کد صدا زده شده است.

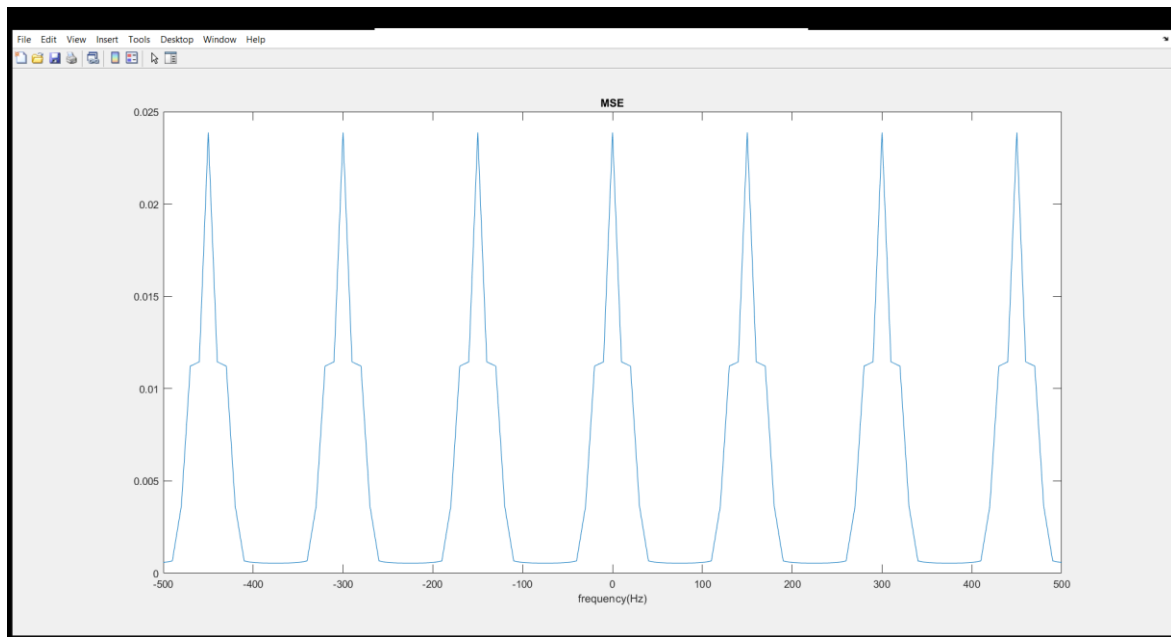


Figure 15

در اینجا 2 نکته را مدنظر قرار می‌دهیم اول اینکه تا حد امکان فرکانس carrier مقدار پایینی باشد و دوم اینکه خطای حاصل مقداری کمینه شود زیرا تولید فرکانس های carrier بالا کار به مراتب سخت تری خواهد بود.

همانطور که دیده میشود بازه $-110 < f_c < -40$ بهترین بازه برای هایپر پارامتر f_c میباشد.