

بسم تعالی



سیستم های مخابراتی

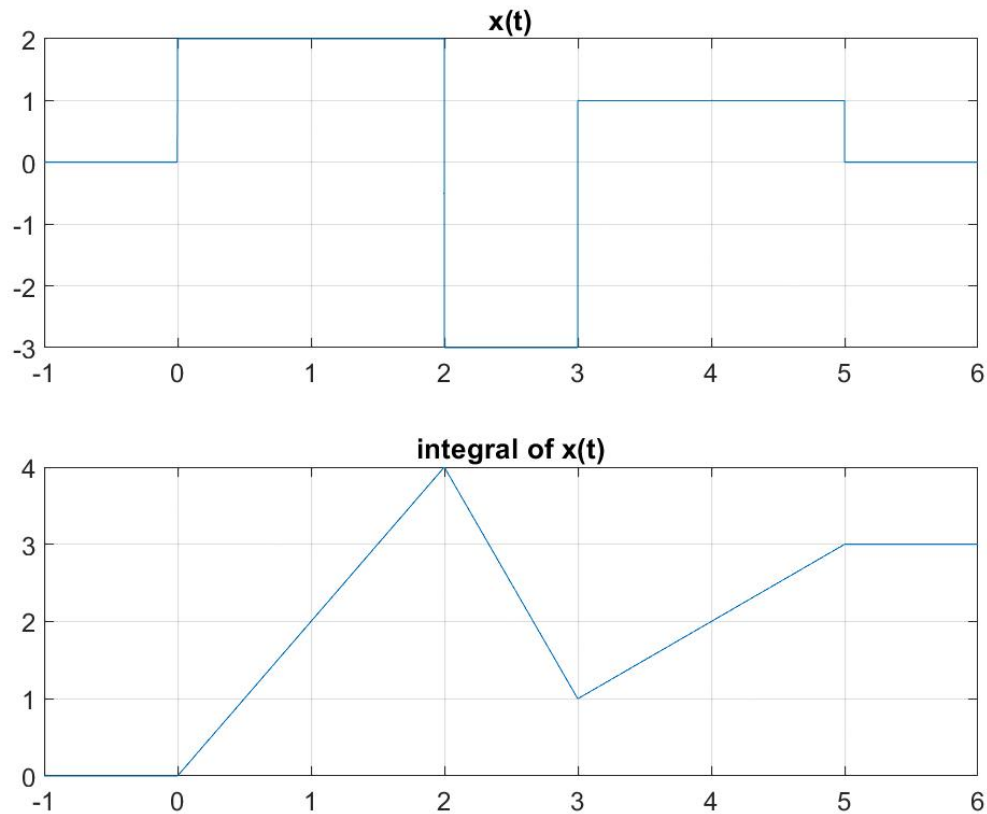
تمرین سری ۳ کامپیوتری

امیرحسین زاهدی ۹۹۱۰۱۷۰۵

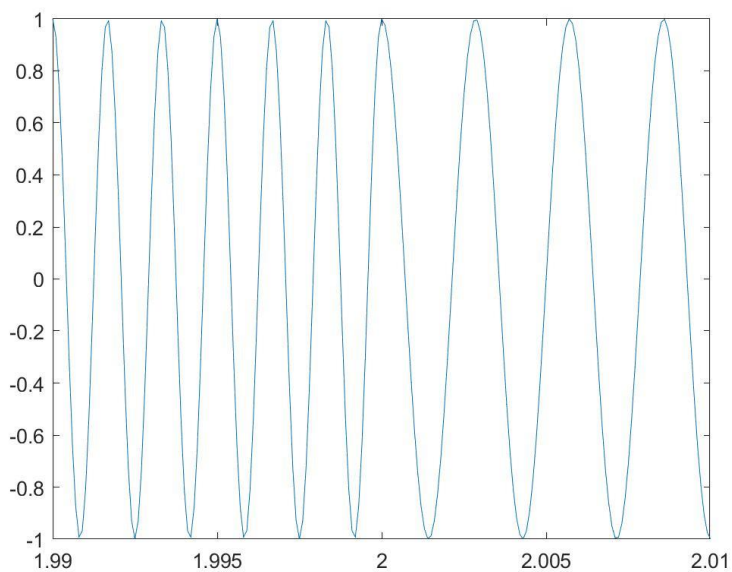
۱- آشکارسازی فرکانس

بخش اول:

در ابتدا $x(t)$ را بدست می آوریم و سپس از آن انتگرال می گیریم و هر دو را با فرکانس نمونه برداری ۱۰ کیلوهرتز پلات می کنیم:



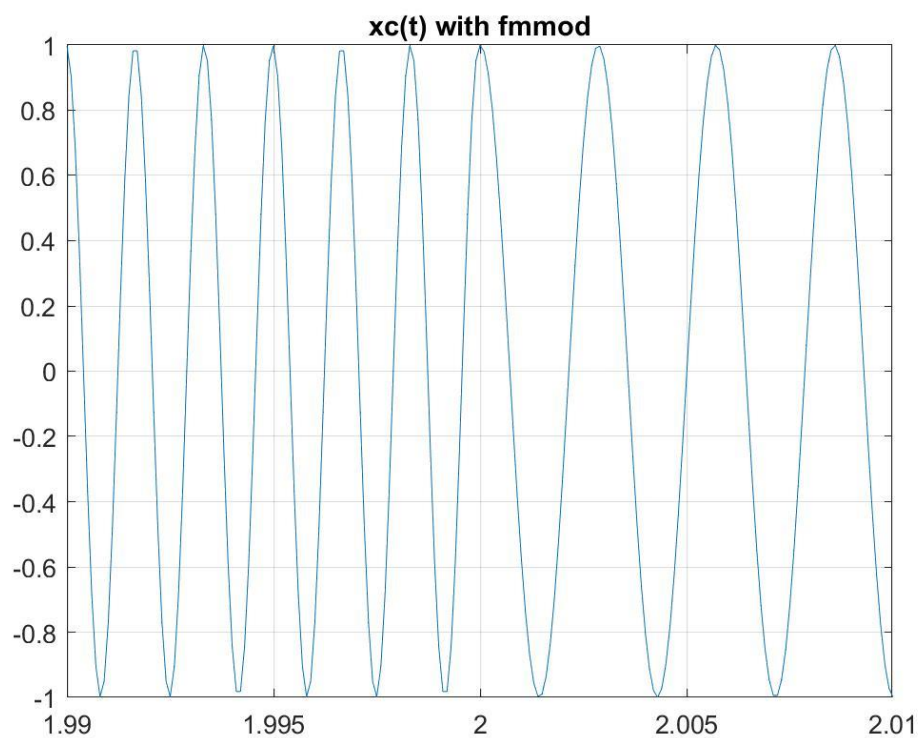
بخش دوم:



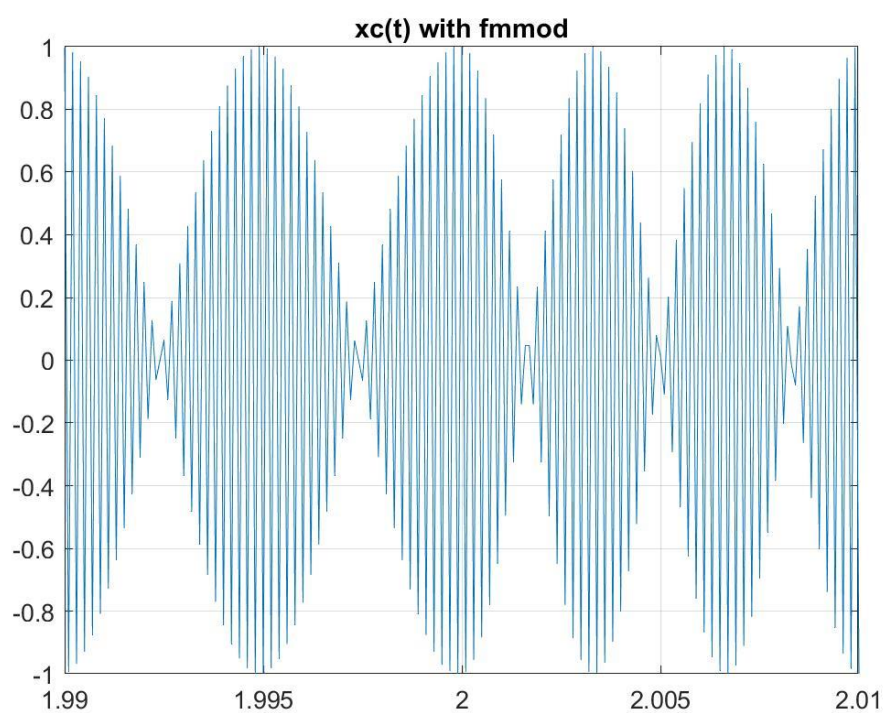
سیگنال $x_c(t)$ را تولید می کنیم. به دلیل فرکانس بالای کسینوس حامل که ۵۰۰ هرتز است طبیعتاً نمی شود همه بازه را نشان داد. بنابراین بخش کوچکی از سیگنال که وجود فاز موثر است را نشان می دهیم:

بخش سوم:

این بار با استفاده از `fmmod` سیگنال را تولید و مراحل بخش قبل را تکرار می کنیم. نتیجه می شود: که همانند قبلی است.

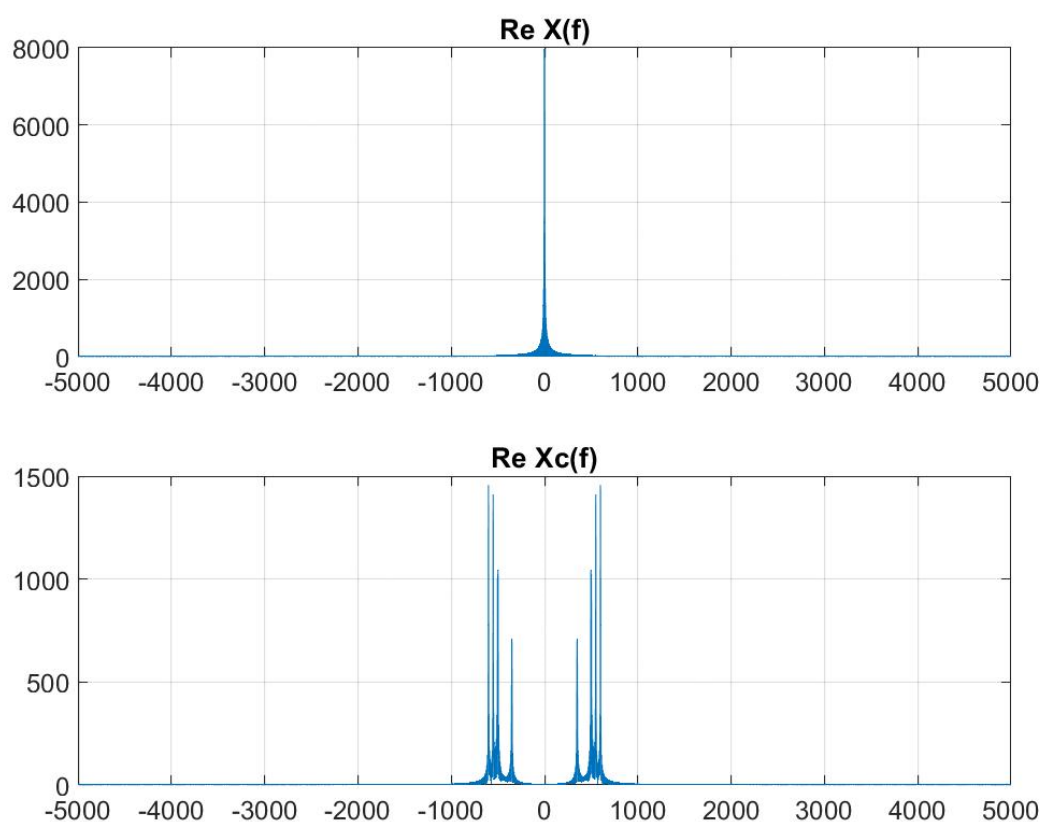


اگر فرکانس کریر ۵۰۰۰ بود به شکل زیر در می آمد:



بخش چهارم:

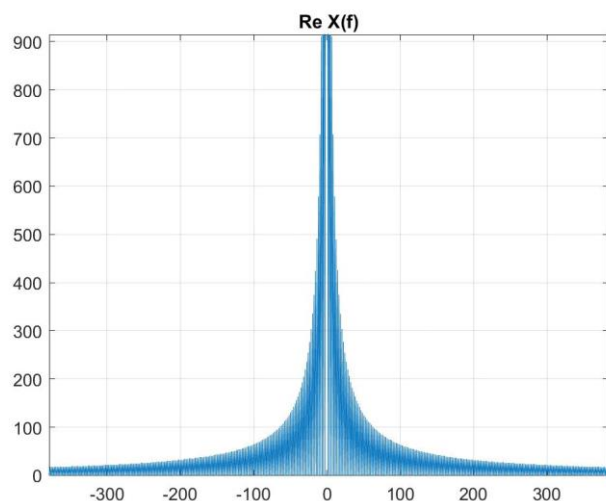
با استفاده از fft از طیف سیگنال اصلی و طیف سیگنال مدوله شده را بدست می آوریم:



همانطور که مشاهده می شود طیف به اندازه فرکانس کریر (۵۰۰Hz) شیفست خورده است و چندین بخش شده است.

بخش پنجم:

اگر پهنای باند سیگنال W باشد طبق کارلسون پهنای باندی که ۹۸ درصد انرژی سیگنال را شامل شود برابر $2(B+1)W$ است.

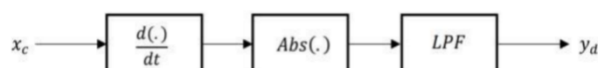


که خود B برابر است با $f_k \cdot \max(|x(t)|) / W$ اگر $f_k = 50$ باشد طبق گفته سوال، می دانیم که $\max(|x(t)|)$ برابر ۳ است. حال باید W را تخمین بزنیم و سپس پهنای باند B را بدست آوریم.

همانطور که مشاهده می شود می توان W را برابر ۴۰۰ هرتز گرفت که با استفاده از آن بدست می آید:

$$B = 0.475 \text{ و پهنای باند می شود: } Bt = 1.1 \text{ kHz}$$

بخش ششم:



$$m_c(t) = \cos(2\pi f_c t + 2\pi f_u \int m(t) dt) \Rightarrow \text{سیگنال مدوله شده از مشتق گرفته می‌گردد}$$

$$\frac{d}{dt} m_c(t) = -(2\pi f_c + 2\pi f_u m(t)) \sin(2\pi f_c t + 2\pi f_u \int m(t) dt)$$

سیگنال از یک پوشش می‌گذرد:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{abs}\left(\frac{d}{dt} m_c(t)\right) &= 2\pi \left| (f_c + f_u m(t)) \sin(2\pi f_c t + 2\pi f_u \int m(t) dt) \right| \\ &= 2\pi \left| (f_c + f_u m(t)) \right| \left| \sin(2\pi f_c t + 2\pi f_u \int m(t) dt) \right| = 2\pi (f_c + f_u m(t)) (f_c + f_u m^*(t)) \left| \sin(\theta) \right| \\ &= 2\pi (f_c^2 + f_u^2 |m(t)|^2 + f_c f_u (m(t) + m^*(t))) \left| \sin(2\pi f_c t + 2\pi f_u \int m(t) dt) \right| \end{aligned}$$

$$m(t) \rightarrow \text{real} \rightarrow m^*(t) = m(t) \Rightarrow$$

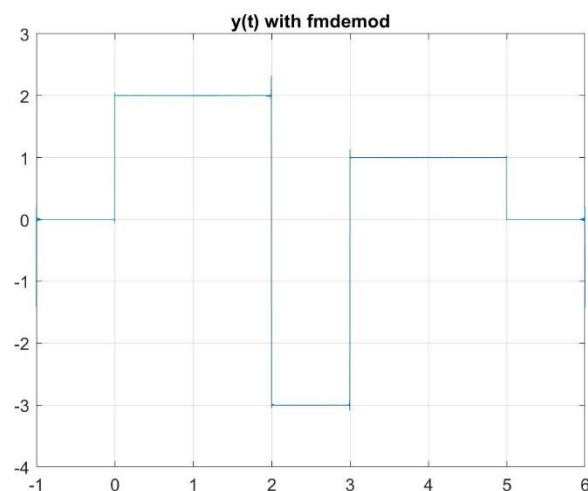
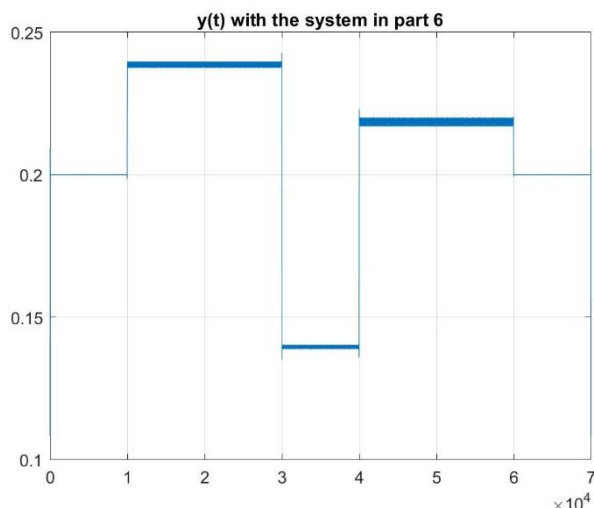
$$\begin{aligned} y_d(t) &= 2\pi f_c^2 \left| \sin(2\pi f_c t + \phi(t)) \right| + 2\pi f_u^2 m^2(t) \left| \sin(2\pi f_c t + \phi(t)) \right| \\ &+ 2\pi f_c f_u m(t) \left| \sin(2\pi f_c t + \phi(t)) \right| \end{aligned}$$

همانطور که از تئوری بالا مشخص است سیستم دقیقاً چیزی نیست که باید، اما بعد از مشتق گرفتن از سیگنال، فرم کلی آن شبیه مدولاسیون Am می‌شود. abs در این جا شبیه نقش آشکار ساز پوش را بازی می‌کند و ایراد بخش تئوری نیز در همین بخش است که abs دقیقاً کار آشکار ساز پوش را انجام نمی‌دهد. پس از گرفتن اندازه مشتق سیگنال آن را از فیلتر لوپس عبور می‌دهیم تا سیگنال اصلی بدست آید.

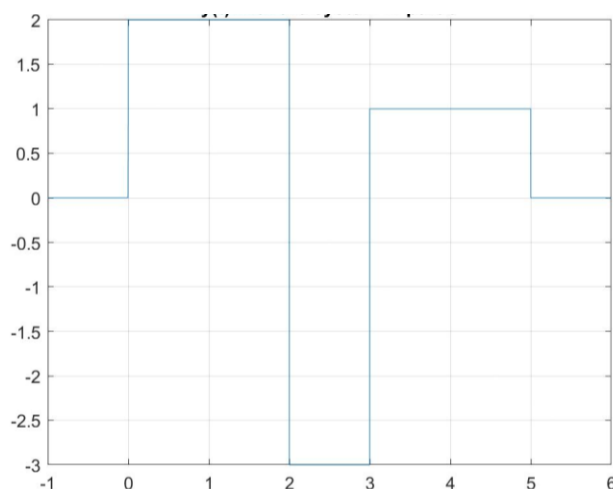
همانطور که از بخش قبل بدست آمد پهنای باند $x(t)$ در حدود ۳۰۰ الی ۴۰۰ هرتز است. پس برای فیلتر لوپس کافی است که بند گذر آن ۴۰۰ هرتز باشد.

بخش هفتم:

با استفاده از روش قبل سیگنال را دمدوله می کنیم و حاصل را بدست می آوریم، همچنین با استفاده از تابع `fmdemod` نیز سیگنال را دمدوله می کنیم. نتایج به شکل زیر هستند:



سیگنال اصلی نیز به شکل زیر است:



همانطور که مشاهده می شود سیگنال دمدوله شده با استفاده از `fmdemod` بسیار شبیه و نزدیک به سیگنال اصلی است منتها در قسمت های لبه های مربعی مشتق ناپذیر اندکی تفاوت دارد که محسوس نیست.

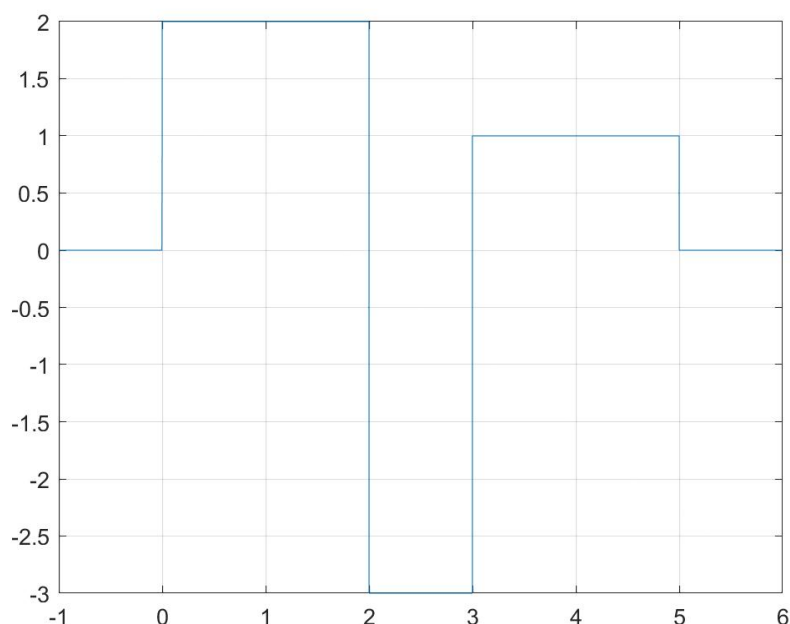
سیگنال دمدوله شده با استفاده از سیستم بخش ۶ همانطور که مشاهده می شود به لحاظ اسکیل دامنه با سیگنال اصلی تفاوت دارد و همینطور ریپل دامنه در قسمت هایی از آن آشکار است. البته که شکل کلی سیگنال تا حد خوبی بدست آمده است که از آشکار ساز پوش نیز همین انتظار می رفت.

لازم به ذکر است که فرکانس قطع فیلتر لوپس خیلی پایین آورده شده است تا سیگنال تمیز شده است. هر چه بالاتر باشد، ریپل دامنه نیز افزایش می یابد.

۲- مدولاسیون فاز

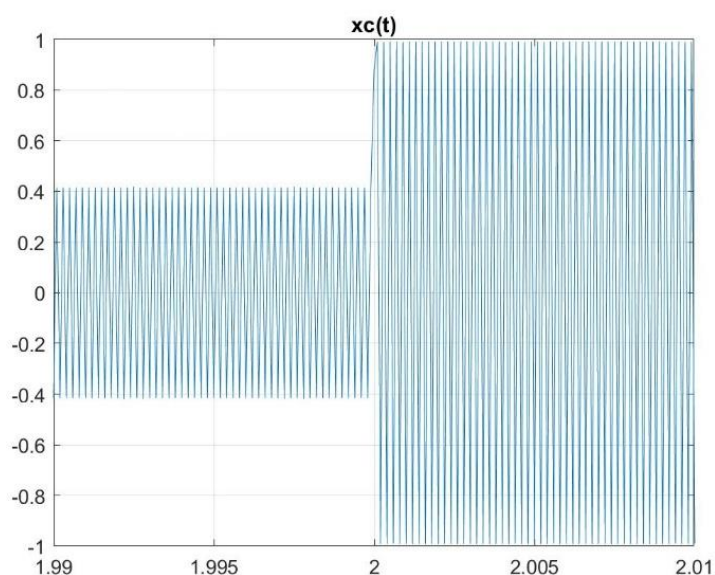
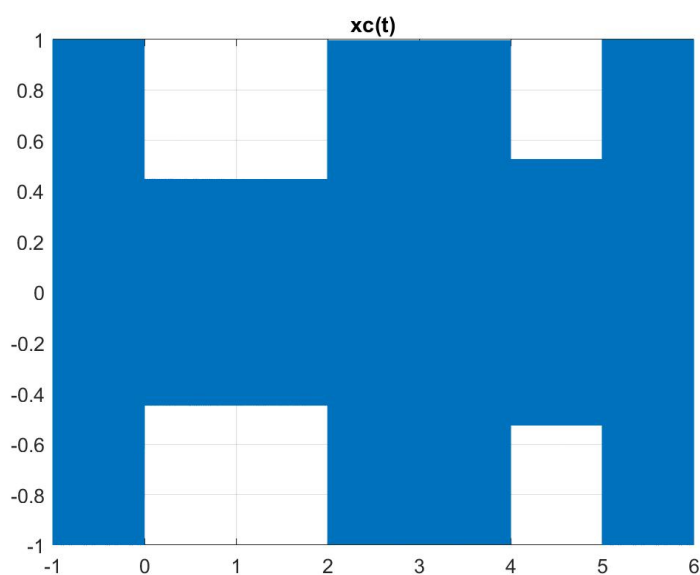
بخش اول اول:

در ابتدا $x(t)$ را بدست می آوریم اما اینبار نیاز نیست که انتگرال آن را بگیریم زیرا که مدولاسیون فاز را انجام می دهیم.



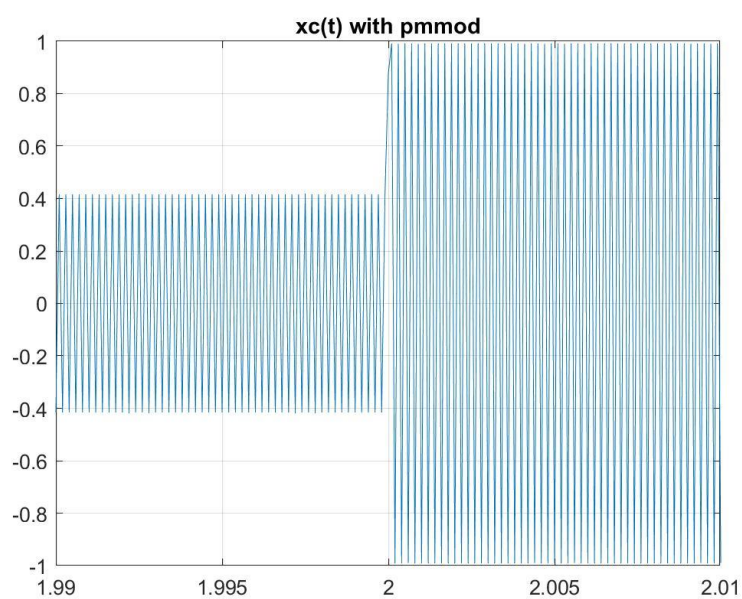
بخش دوم اول:

حال سیگنال را با $Qk = 1$ برای جلوگیری از ابهام فاز، همانند سوال قبل به صورت دستی اما به وسیله مدولاسیون فاز مدوله می کنیم و به شکل واید و میکرو آن را رسم می کنیم:



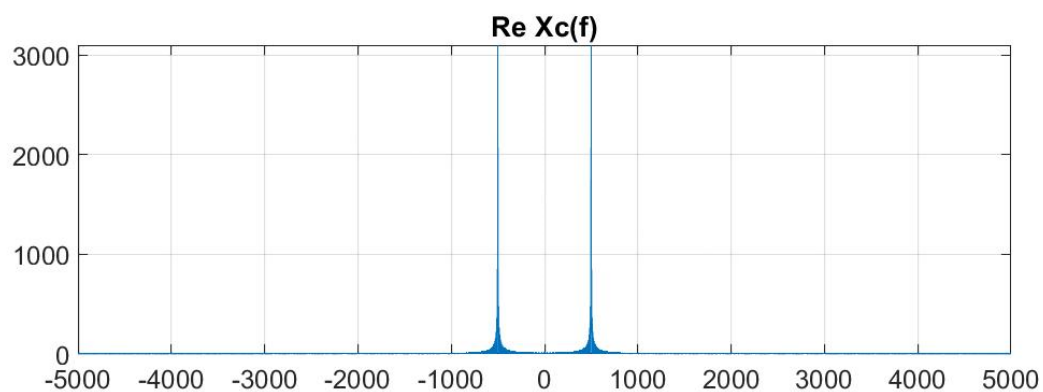
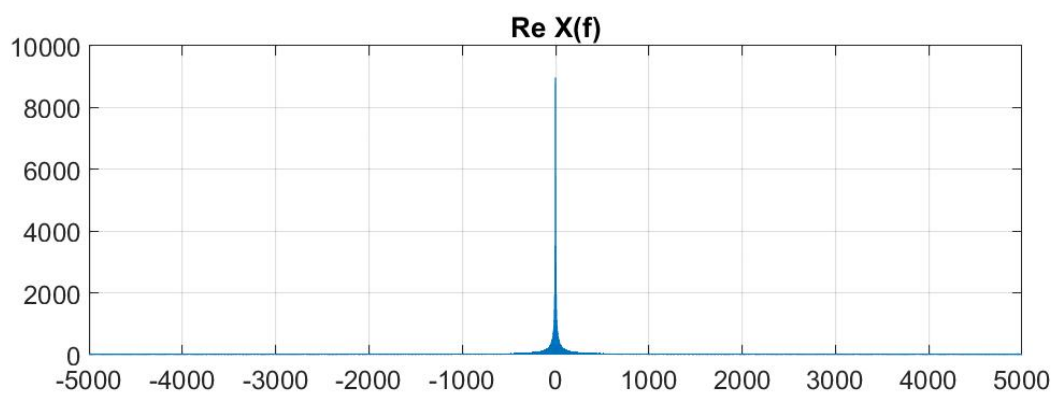
بخش سوم اول:

اینبار با استفاده از `pmmod` مدولاسیون فاز را انجام می دهیم که نتیجه مشابه قسمت قبل است.



بخش چهارم اول:

با استفاده از `fft` از طیف سیگنال اصلی و طیف سیگنال مدوله شده را بدست می آوریم:



همانطور که مشاهده می شود طیف به اندازه فرکانس کریر (۵۰۰Hz) شیفست خورده است.

بخش دوم:

ابهام فاز در مدولاسیون فاز زمانی اتفاق می افتد که $|Q_k^*x(t)| > \pi$ بشود زیرا که با این اتفاق فاز مدولاسیون برای نقاط مختلف سیگنال با مقادیر مختلف می توانند یکسان شوند. برای جلوگیری از این مسئله و رفع ابهام فاز باید $|Q_k^*x(t)|$ را طوری تنظیم کنیم که از π کوچکتر باشد. سیگنالی که داریم در حالت ماکسیمم دامنه ۳- دارد. پس $|Q_k|$ باید حتماً کوچکتر از $\pi/3$ باشد. پس $Q_k = 1$ می گیریم.