

به نام خدا

گزارش تمرین کامپیوتری شماره ۴

درس سیستم های مخابراتی

استاد: دکتر پاکروان

محمدامین منصوری

۹۴۱۰۵۱۷۴

۱. سیگنال ورودی به شکل زیر است:

$$m(t) = A \cos \omega_1 t + B \cos \omega_2 t$$

برای این پیام، پهنای باند مورد نیاز را به روش کارسون محاسبه می‌کنیم. ماکزیمم جمع دو کسینوس حاصل جمع دامنه آن-هاست.

$$\beta = \frac{f_{\Delta} |m(t)|}{\max(f_{m1}, f_{m2})} = 10KHz \times \frac{6}{5KHz} = 12$$

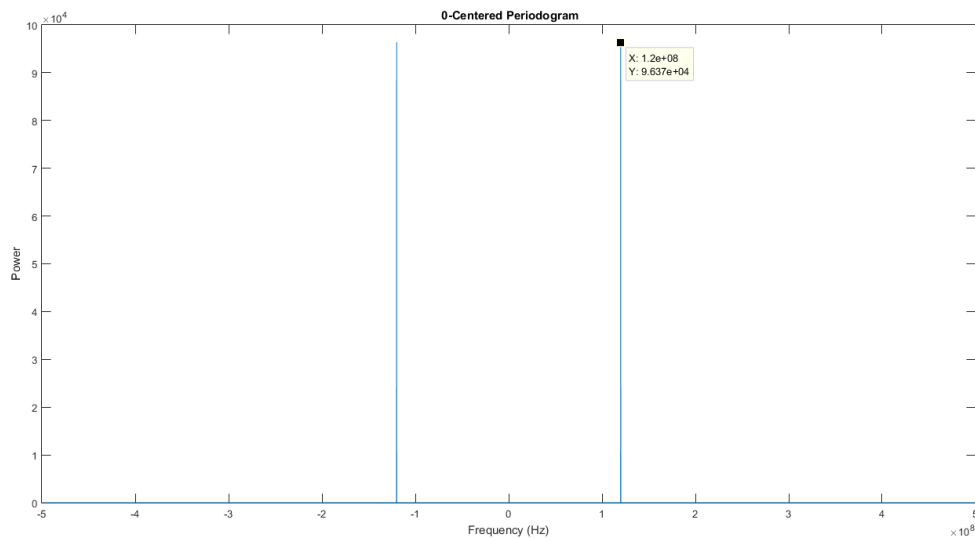
$$B_T = 2 \times \max(f_{m1}, f_{m2}) \times (1 + \beta) = 130KHz$$

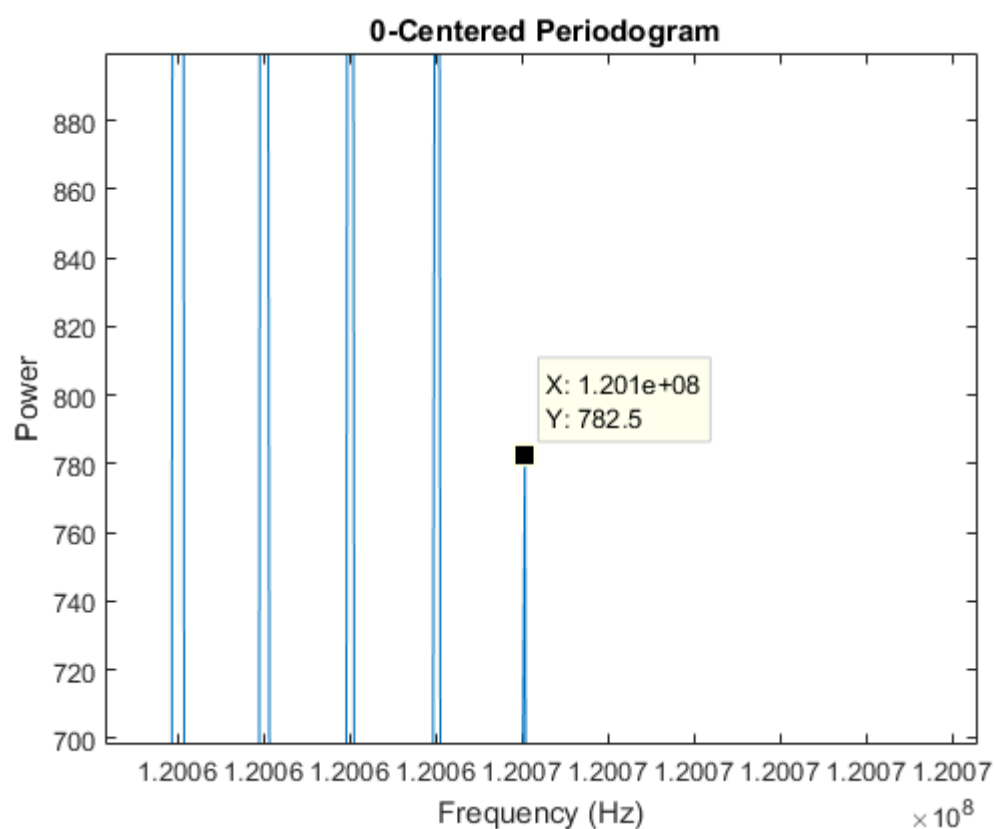
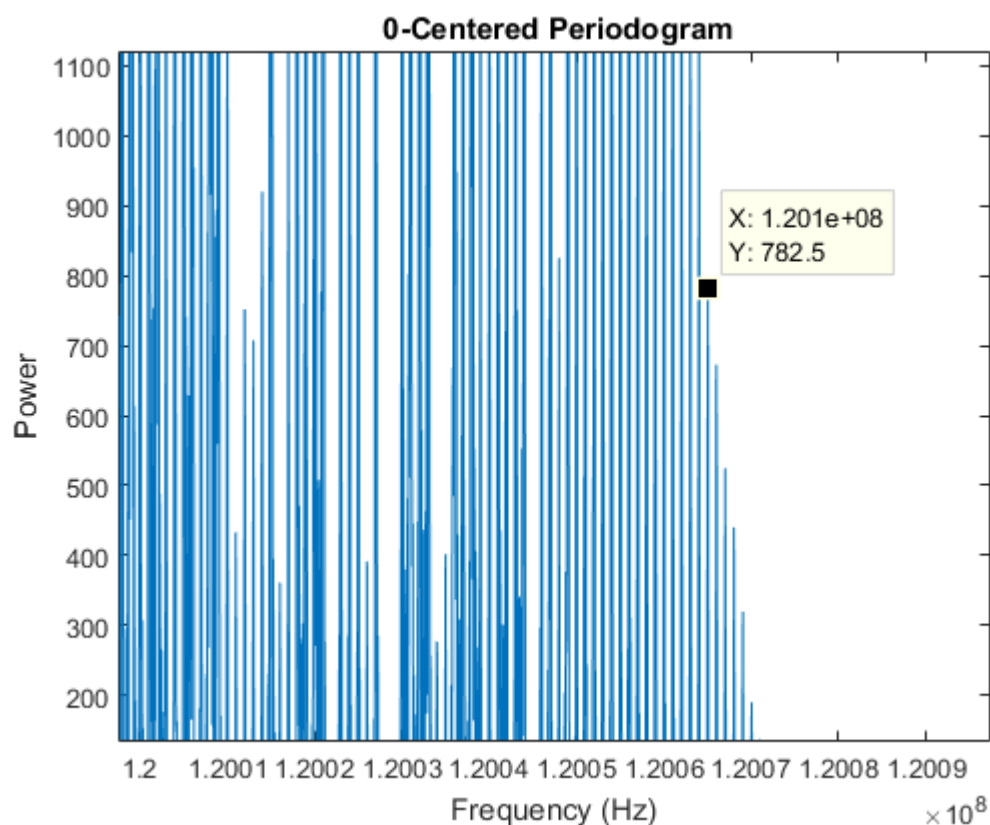
۲. سیگنال مدوله شده به شکل زیر است:

$$x_c(t) = A_c \cos(\omega_c t + \beta_1 \sin \omega_1 t + \beta_2 \sin \omega_2 t)$$

نکته بسیار مهم هنگام بررسی تبدیل فوریه سیگنال که باید به آن توجه داشت این است که سیگنالی که ما در *MATLAB* تولید می‌کنیم در واقع نمونه‌برداری شده سیگنال پیوسته زمانی است. بنابراین باید نرخ نمونه برداری ما از دوبرابر فرکانس‌های موجود در سیگنال یعنی  $120MHz$  بیشتر باشد. در غیر این صورت تبدیل فوریه بدست‌آمده صحیح نخواهد بود. این حداکثر تناوب نمونه برداری برابر با  $4.17 \times 10^{-9}s$  است. ما مقدار  $1 \times 10^{-9}s$  را برای دوره تناوب نمونه برداری انتخاب می‌کنیم. سپس پهنای باند را با زوم کردن بر روی شکل تبدیل فوریه بدست می‌آوریم (با تعریف کمتر شدن نسبت به مقدار ماکزیمم به میزان ۱ درصد)

مقدار ماکزیمم با مقیاسی که رسم شد (مهم نیست چون نسبت برای ما مهم است). برابر  $96370$  بود و در تصاویر زیر نحوه بدست آمدن پهنای باند قابل ملاحظه است. این مقدار حدود  $130$  کیلوهرتز بدست آمد.

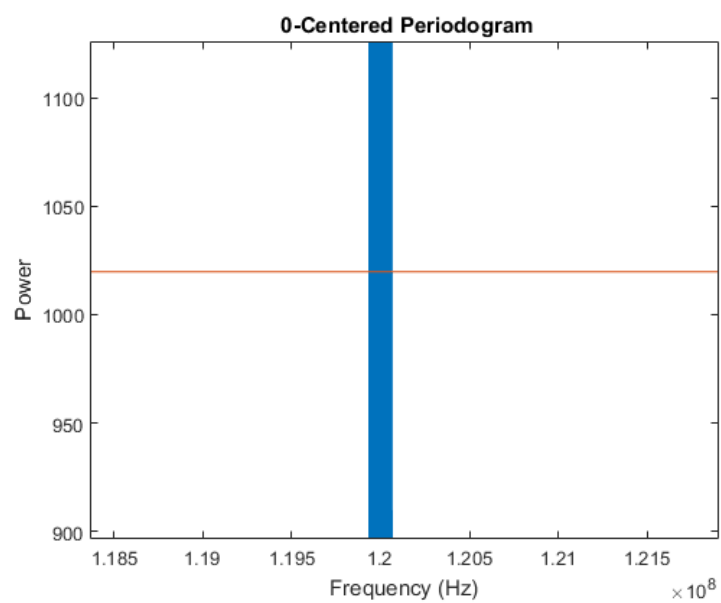
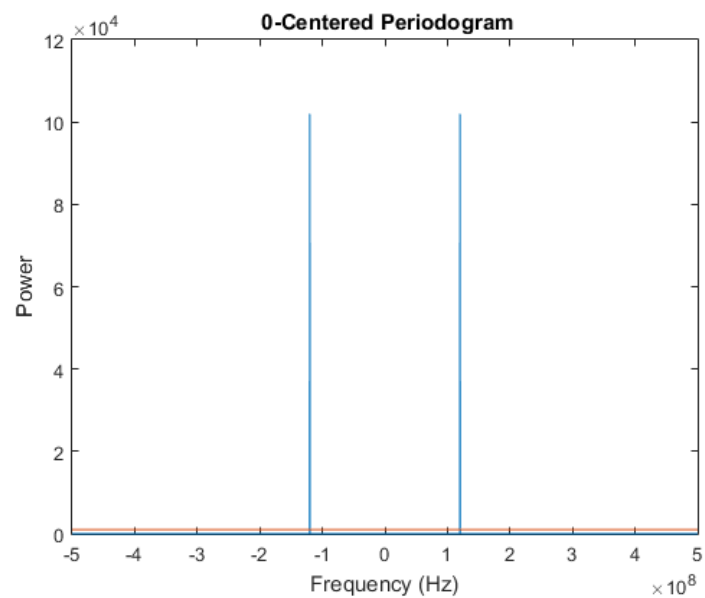


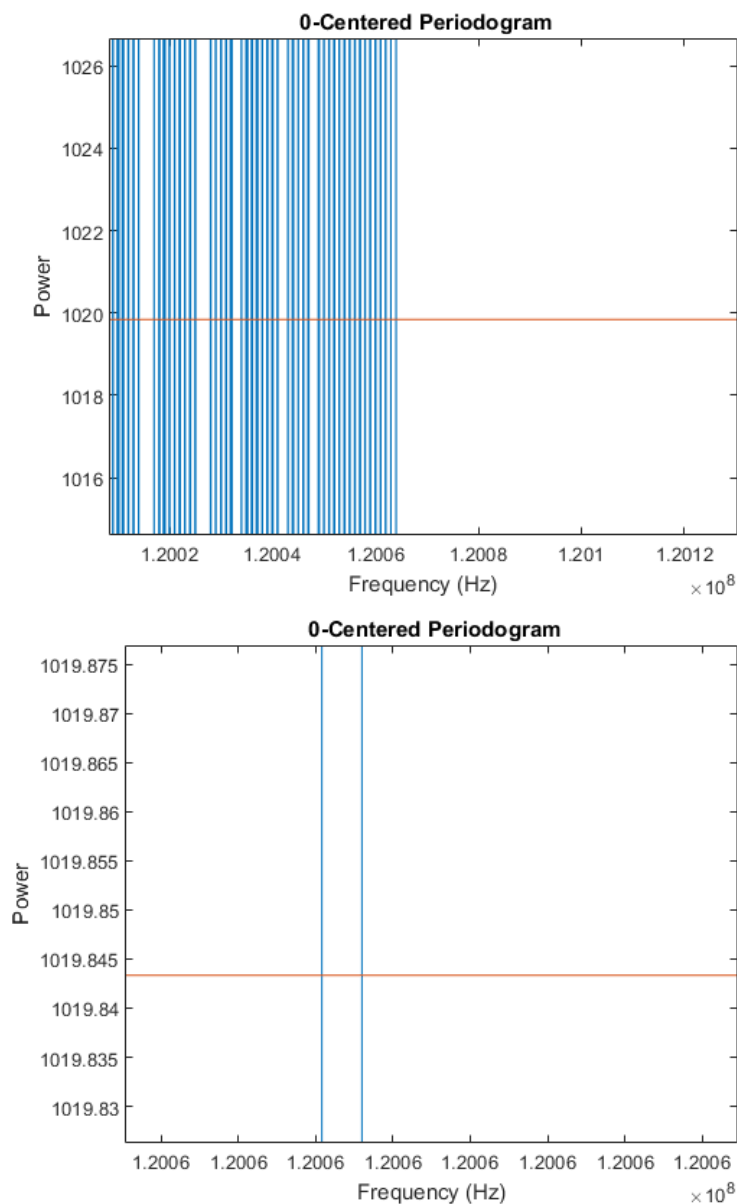


دو برابر اختلاف فرکانس فوق با ۱۲۰ مگاهرتز همان پهنای باند با تعریف ۱ درصد است.

برای یافتن این فرکانس از روش بهتری نیز استفاده می‌کنیم که نتیجه را دقیق‌تر بدست بدهد. در این روش اندیس نقطه‌هایی که مقدارشان از حد ۱ صدم بیشتر است را می‌یابیم. (دستور *find*) بزرگترین آن‌ها را می‌یابیم. (دستور *max*) این آخرین نقطه‌ایست که مقدار آن از این حد بیشتر است. نقطه بعدی کمتر است پس به عنوان تقریب خیلی خوب (با توجه به فاصله کم فرکانس‌ها) مقدار فرکانس این نقطه در آرایه فرکانس‌ها را می‌یابیم. اختلاف آن با  $120MHz$  را حساب کرده و در دو ضرب می‌کنیم. این همان پهنای باند است با تعریف یک درصد. (کد این قسمت پس از کد رسم نمودار طیف است.) به این ترتیب پهنای باند برابر  $128KHz$  می‌شود. چون در رابطه کارسون تقریب وجود این مقادیر خطا دور از انتظار نیست. در واقع با رابطه کارسون تطابق خیلی خوبی وجود دارد.

۳. در این حالت بر طبق قاعده کارسون هیچ کدام از کمیت‌ها تغییر نکرده است و پهنای باند همان مقدار قبلی  $130$  کیلوهرتز انتظار می‌رود. در این قسمت و قسمت بعد برای یافتن فرکانس با دامنه ۱ درصد ماکزیمم از تقاطع خط با مقدار ۱ درصد ماکزیمم و طیف استفاده می‌کنیم. مقدار مشاهده شده  $120$  کیلوهرتز بود. مقدار دقیق با روش دوم سوال قبل برابر همان  $128KHz$  بدست آمد. (در کد با دستور *display* در *command window* نمایش داده شده‌است.) این خطای اندک مانند حالت قبل به خاطر تقریبی که در رابطه کارسون وجود دارد دور از انتظار نیست و تطابق خوب تقریب با واقعیت را نشان می‌دهد.





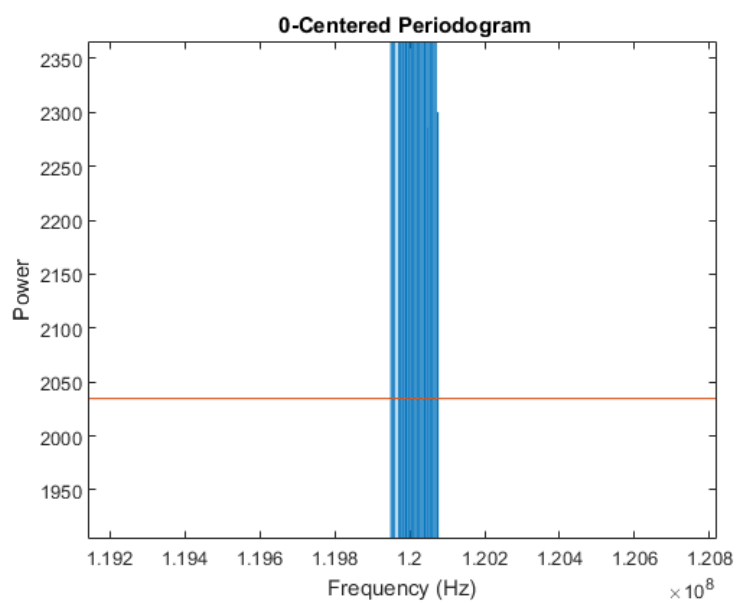
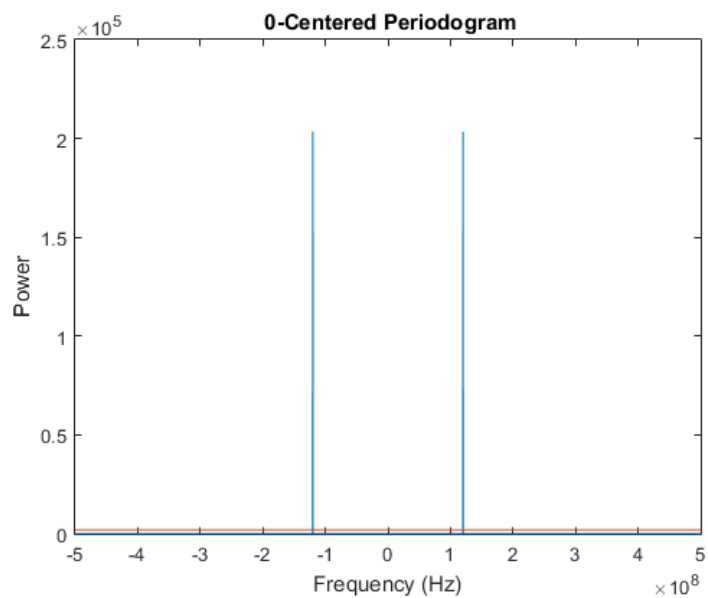
دو برابر اختلاف فرکانس فوق با ۱۲۰ مگاهرتز همان پهنای باند با تعریف ۱ درصد است.

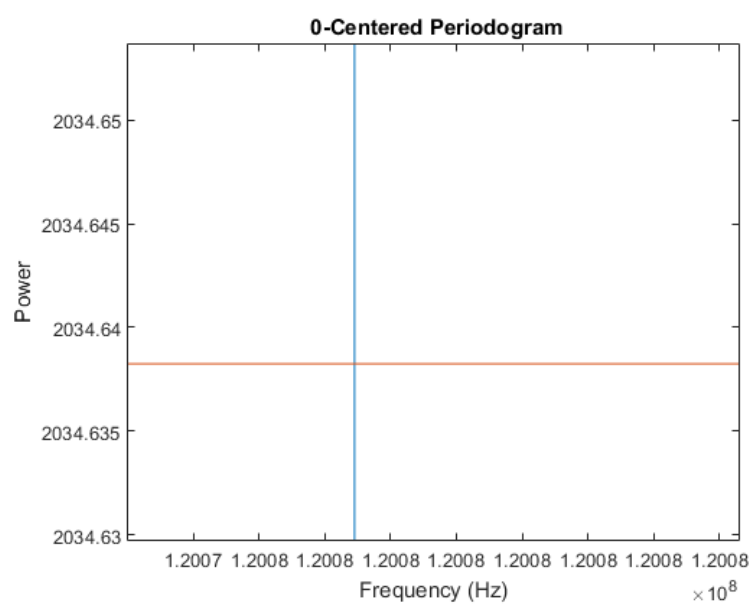
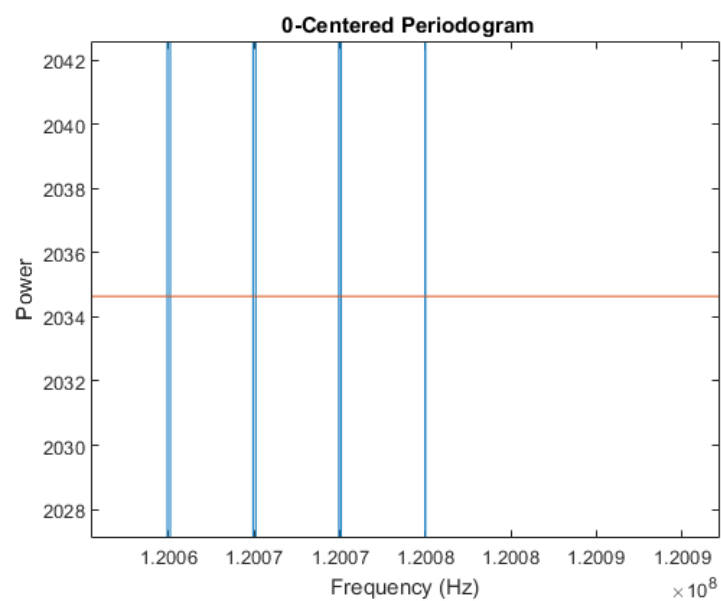
۴. در این حالت بر طبق قاعده کارسون:

$$\beta = \frac{f_{\Delta}|m(t)|}{\max(f_{m1}, f_{m2})} = 10KHz \times \frac{6}{10KHz} = 6$$

$$B_T = 2 \times \max(f_{m1}, f_{m2}) \times (1 + \beta) = 140KHz$$

این بار پهنای باند با توجه به تصاویر زیر حدود ۱۶۰ کیلوهرتز شد. با روش دقیق‌تر که در قسمت‌های قبل هم استفاده شد، مقدار ۱۴۹/۹۷ کیلوهرتز بدست آمد. (پس از اجرای این بخش کد در *command window* قابل مشاهده است.) این تفاوت ناشی از بزرگ شدن پهنای باند پیام دوم است و در رابطه فوق برای بتا و قانون کارسون، تقریب‌ها دارای اعتبار کمتری هستند و باعث این مقدار خطا می‌شوند.





دو برابر اختلاف فرکانس فوق با ۱۲۰ مگاهرتز همان پهنای باند با تعریف ۱ درصد است.