

پیش آزمایش پنجم

کاوش در مدولاسیون دیجیتال خطی



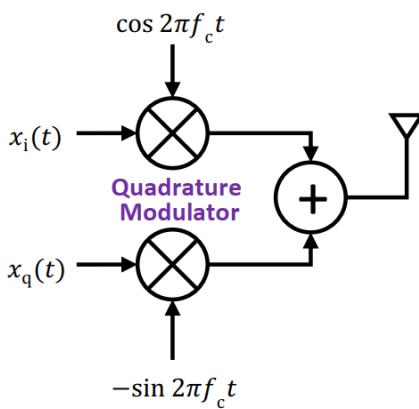
از بخش محاسبه‌ی دستی عکسی واضح گرفته و یا آن‌ها را اسکن نمایید و به همراه فایل‌های خود در سایت بارگذاری نمایید. تمرین‌های قبل از آزمایشگاه می‌بایست به خوبی سلول‌بندی شده، از Code Style ارائه شده در سایت استفاده شده و دارای توضیحات مناسب باشد. در صورت نیاز توضیحاتی مختصر در قالب فایل word همراه فایل‌ها اضافه نمایید.



تمرین ۱-۵: اثر کanal

۱. مدل کردن تاثیرات کanal: در سامانه‌های مخابراتی نوین، مدولاسیون و دمودولاسیون quadrature اهمیت و محبوبیت بالایی دارد. این فرآیند بدان معناست که می‌توان دو سیگنال کاملاً مستقل x_i , x_q را در یک فرکانس حامل یکسان (f_c) ارسال نمود و همچنان آن را به صورت دو سیگنال جداگانه دریافت و دمودوله نمود. علاوه بر این تنها به یک آنتن فرستنده احتیاج است. برای این منظور ابتدا نشان دهید خروجی مدولاتور quadrature به صورت زیر است:

$$x_{bp} = \operatorname{Re}\{x_l(t)e^{j2\pi f_c t}\} = \operatorname{Re}\{(x_i(t) + jx_q(t))e^{j2\pi f_c t}\}$$



با توجه به سرعت انتشاری سیگنال ارسالی و فاصله بین فرستنده و گیرنده، در سمت گیرنده سیگنال با تأخیر مشخصی دریافت می‌شود که آن را t_d می‌نامیم. به علاوه تلف انتشاری سیگنال ارسالی در محیط موردنظر سبب می‌شود سیگنال دریافتی تضعیف شود که این تضعیف با ضریب ثابت α مدل می‌شود. لذا سیگنال دریافتی $y(t)$ را می‌توان به صورت زیر نوشت.

$$y(t) = \alpha x_{bp}(t - t_d)$$

در ادامه می‌توان نوشت:

$$y(t) = \operatorname{Re}\{\alpha x_l(t - t_d)e^{j2\pi f_c(t-t_d)}\} = \operatorname{Re}\{\alpha x_l(t - t_d)e^{-j2\pi f_c t_d}e^{j2\pi f_c t}\}$$

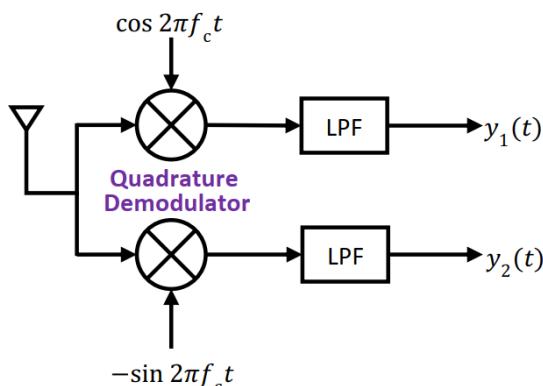
بالا بودن سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی سبب می شود مقدار تاخیر عدد کوچکی داشته باشد، از طرفی پایین گذر بودن سیگنال (t) x_l سبب می شود تغییرات بسیار بالا نداشته و لذا می توان از تقریب زیر استفاده کرد:

$$x_l(t - t_d) \approx x_l(t)$$

قسمت دیگری که تاخیر موثر است، به عنوان فاز اضافی $e^{-j2\pi f_c t_d}$ می باشد. از آنجایی که مقدار فرکانس مرکزی f_c عدد بزرگی دارد حاصل ضرب تاخیر در آن عدد قابل توجهی بوده و نمی توان از تاثیر تاخیر در این قسمت صرف نظر کرد. لذا مدل نهایی سیگنال دریافتی سمت گیرنده خواهد شد:

$$y(t) = \operatorname{Re}\{\alpha x_l(t)e^{j\phi}e^{j2\pi f_c t}\}$$

سیگنال پایین گذر خروجی دمودلاتور quadrature که به شکل زیر است را بدست آورید.



۲. محاسبه احتمال خطابای مدولاسیون باینری: در این قسمت فرض می کنیم سیگنال ارسالی شامل مولفه های مدولاسیون Binary PAM باشد که به فرم زیر است:

$$x_l(t) = \begin{cases} A & \text{bit 1} \\ -A & \text{bit 0} \end{cases} \quad t \in (0, T)$$

با فرض اینکه گیرنده بدون درنظر گرفتن تاثیر کanal طراحی شده باشد، به نحوی تصمیم گیری می کند که قسمت حقیقی سمبول های دریافتی را با ترشولد 0 مقایسه می کند. سمبول های با قسمت حقیقی بزرگتر از ترشولد به عنوان سمبول A و سمبول های کوچکتر نیز به عنوان سمبول -A- تشخیص داده می شوند.

فرض می کنیم پارامترهای تضعیف و فاز کanal در یک لحظه خاص به صورت زیر باشند، با فرض اینکه سمبول های دریافتی با نویز سفید گاووسی $CN(0, 2\sigma^2)$ جمع شده باشند احتمال خطای سمبول بدون درنظر گرفتن و با درنظر گرفتن تاثیر کanal را بیابید.

$$\alpha = 0.2, \quad \phi = \frac{\pi}{4}, \quad \frac{A}{\sigma} = 4$$

۳. رسم نمودار: نمودار رویه ای (surface) سه بعدی مربوط به نسبت خطای به دست آمده در قسمت قبل (با مقیاس لگاریتمی) برای $\phi \in \left(0: \frac{\pi}{10}: 2\pi\right)$ و $\alpha \in (0.1: 0.05: 1)$ رارسم کنید.

