

پیش آزمایش پنجم

کاوش در مدولاسیون دیجیتال خطی

شیوهی گزارش نویسی



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.

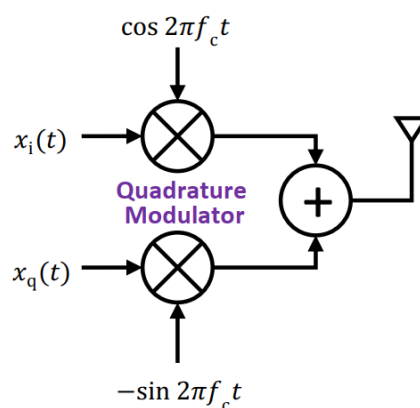
تمرین‌های قبل از آزمایشگاه



تمرین ۱-۵: اثر کانال

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

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



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:

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

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

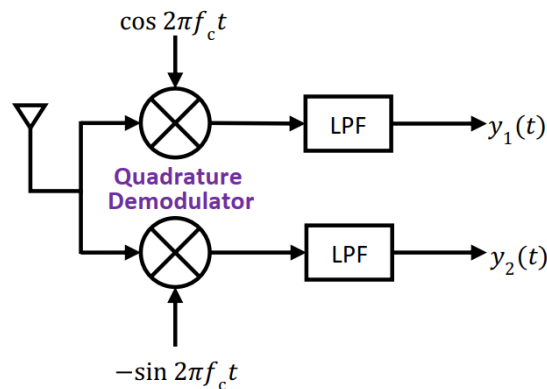
$$x_l(t - t_d) \approx x_l(t)$$

قسمت دیگری که تاخیر موثر است، به عنوان فاز اضافی $e^{-j2\pi f_c t_d}$ می‌باشد. از آنجایی که مقدار فرکانس مرکزی f_c عدد بزرگی دارد حاصل ضرب تاخیر در آن عدد قابل توجهی بوده و نمی‌توان از تاثیر تاخیر در این قسمت صرف نظر کرد.

لذا مدل نهایی سیگنال دریافتی سمت گیرنده خواهد شد:

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

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



۲. محاسبه احتمال خطا برای مدولاسیون باینری: در این قسمت فرض می‌کنیم سیگنال ارسالی شامل مولفه‌های 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 کانال طراحی شده باشد، به نحوی تصمیم‌گیری می‌کند که قسمت حقیقی سمبل‌های دریافتی را با ترشولد 0 مقایسه می‌کند. سمبل‌های با قسمت حقیقی بزرگتر از ترشولد به عنوان سمبل A و سمبل‌های کوچکتر نیز به عنوان سمبل -A تشخیص داده می‌شوند.

فرض می‌کنیم پارامترهای تضعیف و فاز کانال در یک لحظه خاص به صورت زیر باشند، با فرض اینکه سمبل‌های دریافتی با نویز سفید گاوسی $CN(0, 2\sigma^2)$ جمع شده باشند احتمال خطای سمبل بدون درنظر گرفتن و با درنظر گرفتن تاثیر کانال را بیابید.

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

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