



تحلیل و شبیه سازی مبدل های Delta-Sigma و پردازش دیجیتال خروجی

۱. اهداف پروژه :

- آشنایی با ساختار و عملکرد مبدل های **Delta-Sigma (DSM)**
- بررسی پدیده های **Noise Shaping** در سیستم های بیش نمونه برداری شده
- تحلیل سیگنال های کوانتیزه شده با استفاده از **FFT**, چگالی طیف توان (**PSD**)
- ارزیابی عملکرد سیستم با معیارهای **SNDR** یا **Dynamic Range**
- طراحی فیلتر دیجیتال **FIR** مناسب برای **Decimation**
- مقایسه عملکرد سیستم قبل و بعد از فیلتر گذاری و **Down sampling**
- بررسی اثر تعداد بیت کوانتیزر (۱ بیت در مقابل ۳ بیت) بر عملکرد سیستم

۲. پیاده سازی **Delta –Sigma Modulator**

۱. یک **Delta-Sigma Modulator** مرتبه اول با ورودی سینوسی پیاده سازی کنید .

۲. شبیه سازی را برای دو حالت زیر انجام دهید :

- کوانتیزر ۱ بیت
- کوانتیزر ۳ بیت

۳. پارامترهای زیر توسط دانشجویان انتخاب شود :

- فرکانس نمونه برداری
- فرکانس سیگنال ورودی
- دامنه سیگنال ورودی

نکته: !!!!

پارامترهای انتخاب شده باید به گونه‌ای باشند که از بروز **Aliasing**، ناپایداری و **Overload** جلوگیری شود.
انتخاب‌ها باید در گزارش توجیه شوند.

در این بخش، هدف دستیابی به دقت معادل ۱۰ بیت با استفاده از یک **Delta-Sigma Modulator** با کوانتیزر ۱ بیتی است.

۱. فرکانس نمونه برداری f_s مورد نیاز برای دستیابی به **SNDR** متناظر با دقت ۱۰ بیت را تعیین کنید.

۲. با استفاده از f_s محاسبه شده، طیف خروجی **DSM** را تحلیل و بررسی نمائید.

۳. یک فیلتر **FIR** مناسب طراحی کنید به گونه‌ای که خروجی فیلتر دارای **SNDR** متناظر با دقت ۱۰ بیت باشد.

۴. پس از **Down Sampling** با نرخ مناسب، طیف خروجی نهایی و مقدار **SNDR** خروجی را محاسبه و تحلیل کنید.

۳. تحلیل خروجی **Delta-Sigma Modulator**

برای هر دو حالت ۱ بیت و ۳ بیت، تحلیل‌های زیر را روی خروجی خام **DSM** انجام دهید:

۱. رسم شکل موج خروجی در حوزه زمان

۲. محاسبه و رسم طیف دامنه **FFT** خروجی

۳. محاسبه و رسم چگالی طیفی توان (**PSD**)

۴. محاسبه معیارهای: ۱. **SNDR** .۲ **Dynamic Range**

نکته:

در محاسبه **SNDR** و **Dynamic Range** باید) مولفه اصلی سیگنال – نویز – هارمونیک‌های اعوجاج) بصورت صحیح از یکدیگر تفکیک شود.

۴. طراحی فیلتر FIR و Down Sampling

۱. یک فیلتر پایین گذر FIR مناسب برای خروجی DSM طراحی کنید ، بگونه ای که :

- باند سیگنال مفید بدون تضعیف عبور داده شود .

- نویز کوانتیزاسیون شکل داده شده در خارج از باند، بطور موثر حذف شود .

۲. پس از فیلتر گذاری :

- عملیات Down Sampling را با نرخ مناسب انجام دهید .

۳. مشخصات زیر باید بطور دقیق بیان و توجیه شود :

- مرتبه فیلتر FIR

- فرکانس های باند عبور و باند توقف

- میزان تضعیف باند توقف

- Down Sampling نرخ

۵. تحلیل مجدد پس از پردازش دیجیتال

پس از اعمال فیلتر FIR و Down Sampling ، تمام تحلیل های بخش ۳ را دوباره انجام دهید :

برای هر دو حالت ۱ بیت و ۳ بیت :

- شکل موج خروجی نهایی

- طیف FFT

- چگالی طیفی توان (PSD)

- محاسبه مجدد SNDR و Dynamic Range

۶. مقایسه و بحث نتایج

- عملکرد سیستم را در حالت های زیر مقایسه کنید :

- قبل و بعد از فیلتر گذاری و Down Sampling

- کوانتیز ۱ بیت و ۳ بیت

- موارد زیر را تحلیل و تفسیر کنید :

- نقش Delta-Sigma Modulator در Noise Shaping

- تاثیر تعداد بیت های کوانتیز بر SNDR

- اهمیت فیلتر FIR و Decimation در بهبود عملکرد

- Trade-Off بین پیچیدگی سیستم و کیفیت خروجی

۷. تعیین سیگنال ورودی براساس شماره گروه

فرض کنید d شماره گروه شما باشد

- اگر d عددی زوج باشد ، دامنه سیگنال ورودی بصورت زیر تعریف می شود :

$$A = 0.6 + 0.05 \times (d \bmod 4)$$

- اگر d عددی فرد باشد، فرکانس سیگنال ورودی از رابطه زیر تعیین می شود :

$$f_{in} = \frac{3+d}{2^{12}} f_s$$

در این رابطه f_s فرکانس نمونه برداری سیستم است.

الزمات پژوهش و قوانین در پیوست تقدیم می شود

((موفق و پیروز باشید))