



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
هائیس ۱۳۹۷

بسمه تعالی

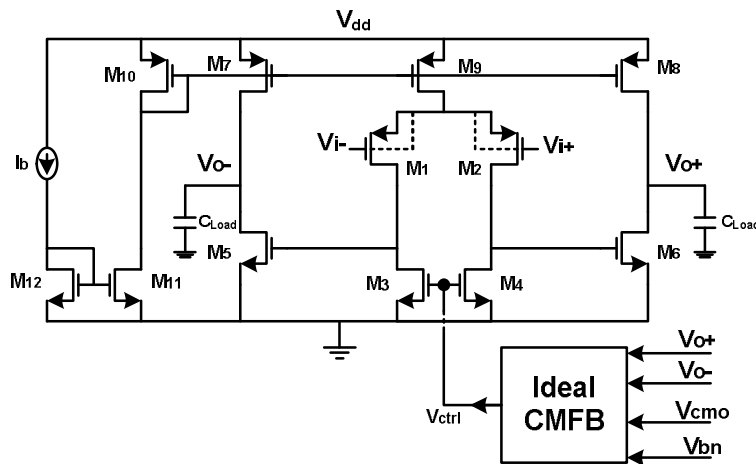
## پروژه شبیه سازی کامپیوتری شماره 2

طراحی مدارهای مجتمع خطی

دانشکده برق - دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

(دانشجویان گرایش مدارهای میکروالکترونیک)

- با توجه به اینکه در پروژه شماره 1، یک آپ امپ دوطبقه تماما تفاضلی را طراحی و شبیه سازی کرده اید. در این پروژه اقدام به جانمایی آن آپ امپ کنید. اگر در مواردی ملاحظه کردید که مقادیر تعداد finger ها و  $W$  به طور مناسب انتخاب نشده است می بایست آن ها را اصلاح کنید به قسمی که حاصل ضرب دو کمیت فوق ثابت بماند.



گزارش کار می بایست شامل موارد زیر باشد:

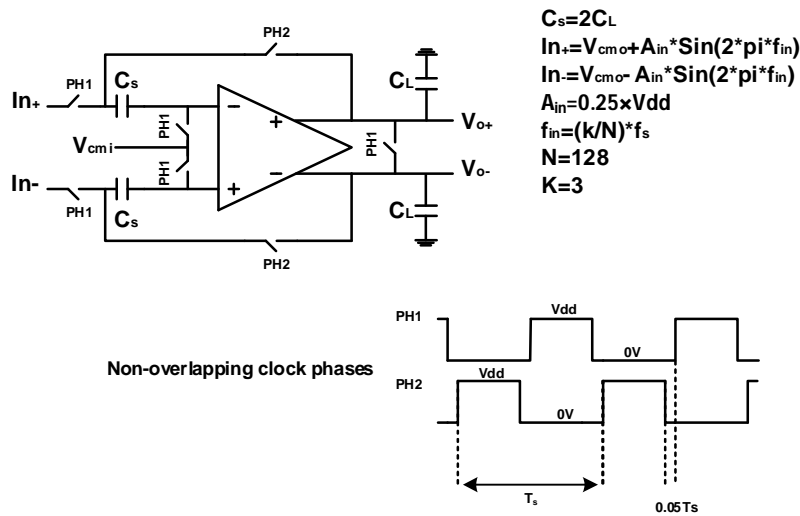
- با استفاده از امکانات Shape و text جایگاه تک تک ترانزیستورها با فونت بزرگ نمایش داده شود.
- خازن های جبران ساز از نوع MIM انتخاب شود و جانمایی شود. (خازن بار را به صورت ایده آل قرار دهید و جانمایی نکنید)
- ابعاد کل جانمایی بر حسب  $\mu\text{m} \times \mu\text{m}$  گزارش شود.
- پس از انجام جانمایی و عبور از مراحل LVS و DRC خازن ها و مقاومت های پارازیت ناشی از جانمایی استخراج شود. (RC parasitic extraction)
- شبیه سازی پساجانمایی انجام و موارد زیر گزارش شود. (post-layout simulation)
- نقطه کار و ولتاژ موثر هر ترانزیستور
- نکته: با توجه به اینکه امکان صد در صد متقارن کشیدن جانمایی محال است لذا مشاهده خواهید کرد که علی رغم اینکه ورودی های آپ امپ یکسان است در خروجی احيانا ولتاژ تفاضلی داریم. چنین پدیده ای عملا به عنوان ولتاژ آف ست آپ امپ تلقی می شود. لذا بایستی در این مرحله و مراحل بعدی (در هر مرحله ای که آپ امپ به صورت حلقه باز در حال بررسی شدن است) حتما با افزایش و یا کاهش یکی از ورودی های آپ امپ، این اف ست در خروجی برطرف شود.
- میزان اف ست ارجاع داده شده به ورودی آپ امپ (input referred offset voltage) را گزارش کنید.
- مقدار  $rms$  نویز آپ امپ ارجاع داده به ورودی را نیز گزارش کنید.
- نمودار های دامنه و فاز آپ امپ
- حد فاز و  $\omega_p$
- توان مصرفی
- SR

○ در یک جدول نتایج حاصل از پروژه های 1 و 2 را مقایسه کنید و تحلیل لازم را در این خصوص ارائه دهید.

- در ادامه با استفاده از جانمایی طراحی شده در قسمت قبل و استخراج پارامترهای C و R، مدار Sample-and-hold شکل زیر را ببندید و THD شکل موج خروجی را به دست آورید. (در این مرحله چون آپ امپ به صورت حلقه بسته استفاده می شود نیازی به حذف آف ست نیست و خود مدار به صورت خودکار این کار را انجام می دهد. خازن های CL و CS و سوئیچ ها جانمایی نشود.)

گزارش کار می بایست شامل موارد زیر باشد:

- $20\log(\text{THD})$
- شکل موج  $V_{o+}$  برای 5 سیکل کلاک
- شکل موج  $V_{o-}$  برای 5 سیکل کلاک
- شکل موج خروجی تفاضلی برای 5 سیکل کلاک
- متوسط  $V_{o+}$  و  $V_{o-}$  برای 5 سیکل کلاک
- با استفاده از رابطه  $FOM = \frac{\text{Power}(W) \times V_{dd}(V)}{C_L(F) \times f_s(Hz)} 10^{\log(\text{THD})}$ ، ضریب شایستگی آپ امپ طراحی شده را بدست آورده و آن را گزارش کنید. بدیهی است که هرچه این ضریب کمتر شود، طراحی بهتری انجام شده است.



fs: 0.01MHz × (سه رقم آخر شماره دانشجویی)

### "Flip-Around Sample-and-Hold"

- راهنمایی
- زمان صعود و زمان نزول فازهای PH1 و PH2 را برابر با  $0.01T_s$  بگیرید.