

Materiale per il corso: Progettazione Sistemi Microelettronici (PSM) – Modulo Microelettronica Analogica.

Materiale Obbligatorio:

Argomento	File	Parte del File
Flusso di progetto full-custom. Strumenti CAD, verifiche. Processo CMOS Standard Componenti passivi per circuiti integrati.	Dispensa_2013.pdf	Cap.1 - Tutto
Componenti Attivi: MOSFET e BJT. Struttura del layout, modello di grande e piccolo segnale, modello delle capacità parassite.	Dispensa_2013.pdf	Appendice B. Tutto, tranne i parametri Spice
Componenti Attivi: MOSFET. Equazioni della corrente di drain, modello unificato della transconduttanza in forte e debole inversione, tensione termica equivalente, tensione V_{DSAT} .	Device_models.pdf	Tutto
Componenti attivi: considerazioni utili per il dimensionamento (variazione di g_m e r_d nel passaggio saturazione-triodo, grafico di gummel per i BJT, parametro “area”).	Dispensa_2013.pdf	Cap.2 - Tutto
Errori di processo: errori globali (rispetto al valore nominale), errori locali (matching).	Dispensa_2013.pdf	
Specchi di corrente.	Dispensa_2013.pdf	Cap.3 - Tutto
Amplificatori differenziali, considerazioni generali, caratteristica di grande segnale di una coppia differenziale amplificatori a carichi resistivi: amplificazioni A_c , A_d e tensione di offset. Valore massimo dell’amplificazione in base alla tensione di alimentazione.	Dispensa_2013.pdf	Cap. 4 - Tutto
Amplificatori differenziali che non richiedono resistori: Amplificatore con carico a specchio, amplificatori cascode e folded cascode, OTA e OTA wide-swing (rail-to-rail).	Dispensa_2013.pdf	Cap.5 – Tutto, escluse p.97 e parte di p.98 (calcolo dell’amplificazione di modo comune dell’amp. a BJT)
Riferimenti di tensione a band-gap.	Dispensa_2013.pdf	Cap.6: pp.100-104
Stadi di uscita e semplici esempi di amplificatori operazionali.	output_stages_and_opamps.pdf	Tutto

CAD didattico

Il CAD didattico ha lo scopo di permettere agli studenti di progettare in modalità full-custom semplici celle analogiche. Il CAD è basato su strumenti disponibili in rete gratuitamente: per il progetto dello schema elettrico e le relative simulazioni si fa riferimento al programma LtSpice, mentre per il layout e le verifiche (DRC – LVS) viene impiegato lo strumento Glade, avente una interfaccia con l'utente molto simile a quella di strumenti professionali (Cadence VirtuosoTM).

Il CAD utilizza un design kit didattico creato dal docente, facente riferimento ad un processo CMOS n-well a 0.25 μm . Come modelli per i dispositivi sono stati usati file "model" di processi reali, resi disponibili online attraverso il servizio MOSIS (USA). Il simulatore elettrico viene impiegato anche per alcune esercitazioni previste all'interno delle ore del corso.

Il materiale si trova nella cartella DK ed è corredato di alcuni documenti pdf. In particolare, anche per gli studenti che non hanno intenzione di svolgere il progetto opzionale, si consiglia la consultazione per lo meno del manuale di processo.

Elenco del materiale presente nella cartella DK

N	Nome file	Contenuto
1	psm_work.zip	Cartella compressa contenente tutti i file necessari per lo svolgimento dei progetti (Design-Kit), esclusi gli applicativi ltspice e glade che devono essere installati facendo riferimento ai rispettivi siti web.
2	DK_Installation.pdf	Istruzioni per l'installazione dei programmi richiesti e sulla predisposizione del design-kit
3	DRM_V4.pdf	Manuale del processo didattico
4	Programs_instructions.pdf	Istruzioni per l'uso dei programmi ltspice e glade, con particolare riferimento alla personalizzazione degli stessi effettuata dal design-kit
5	guidelines_for_projects.pdf	Regole per i progettini e consigli per lo svolgimento degli stessi.
6	BIPOL.lib	File di model da utilizzare esclusivamente per simulazioni su circuiti a BJT (usato esclusivamente in un'esercitazione in classe)
7	Directory Ese_17_05	Contiene file relativi alla seconda esercitazione pratica svolta in classe

Materiale opzionale:

N	Nome file	Contenuto
1	Lee_brief_history_analog_design_2007.pdf	Articolo molto interessante sulla storia dell'elettronica analogica.
2	cap_model.pdf	Articolo in cui veniva presentato per la prima volta il modello "orientato alla carica" delle capacità dei MOSFET

3	Pelgrom_JSSC_1989_Original_paper_on_Matching.pdf	Articolo di Pelgrom che introduce i concetti comunemente utilizzati per gli errori di matching.
4	Matching_ratios.pdf	Una trattazione riguardante la previsione della precisione di rapporti influenzati solo da errori di matching.
5	cascode_high_swing_precise.pdf	Specchio cascode a larga dinamica e di precisione
6	Source_follower_w-body_eff.pdf	Descrizione di come l'effetto body influenza l'amplificazione di un source follower quando il body non è connesso al source.
7	bsimset.pdf	Manuale del modello BSIM3v3 (modello SPICE di grande diffusione).