

Simulation of Electrical Circuit in Semiconductor Design Process using Xschem and Ngspice



Muhammad Dakita Ghifari Al-Ayyubi
5022211107
Departemen Teknik Elektro
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Simulation details

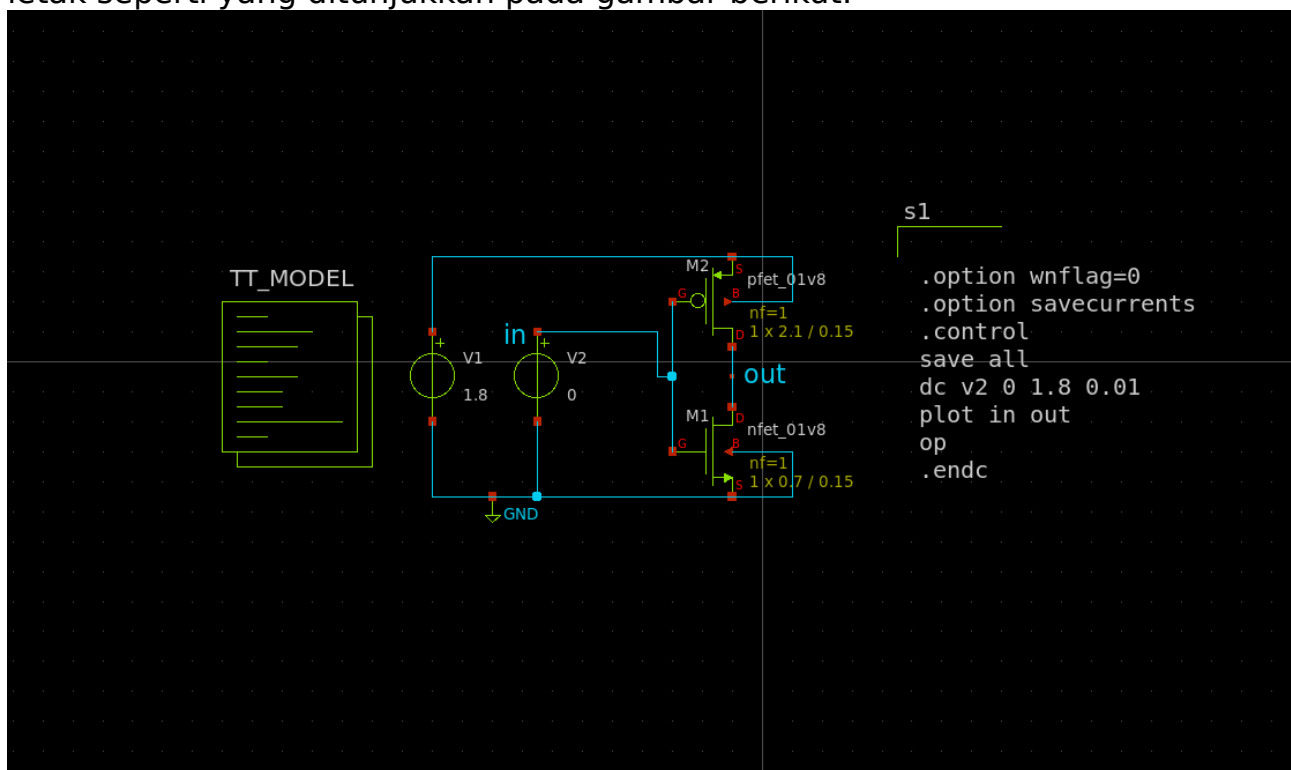
Latar Belakang

Dalam proses desain perangkat semikonduktor, digunakan berbagai alat dan perangkat lunak untuk membuat desain sirkuit dan memeriksanya secara menyeluruh. Terutama, perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi sangat berguna untuk memeriksa desain sebelum memasuki proses layout dan fabrikasi. Kesalahan pada tingkat sirkuit dapat menyebabkan silikon yang difabrikasi menjadi tidak berguna. Oleh karena itu, penting bagi desainer untuk

memahami dan menggunakan perangkat lunak dan alat mereka dengan baik agar dapat menghasilkan desain yang dapat diproses lebih lanjut dan berfungsi dengan baik.

Detail Simulasi

Dalam simulasi ini, sebuah rangkaian inverter sederhana digunakan untuk keperluan pengujian. Rangkaian akan dibuat menggunakan Xschem dan dijalankan menggunakan mesin simulasi ngspice. Perpustakaan yang digunakan adalah library default Xschem dan library sky130 yang sesuai dengan Skywater 130 yang digunakan oleh efabless. Inverter terdiri dari dua MOSFET, satu MOSFET berjenis N-Channel dengan Gate 1.8V dan yang lainnya berjenis P-Channel dengan Gate 1.8V. Penyusunan rangkaian mengikuti tata letak seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.

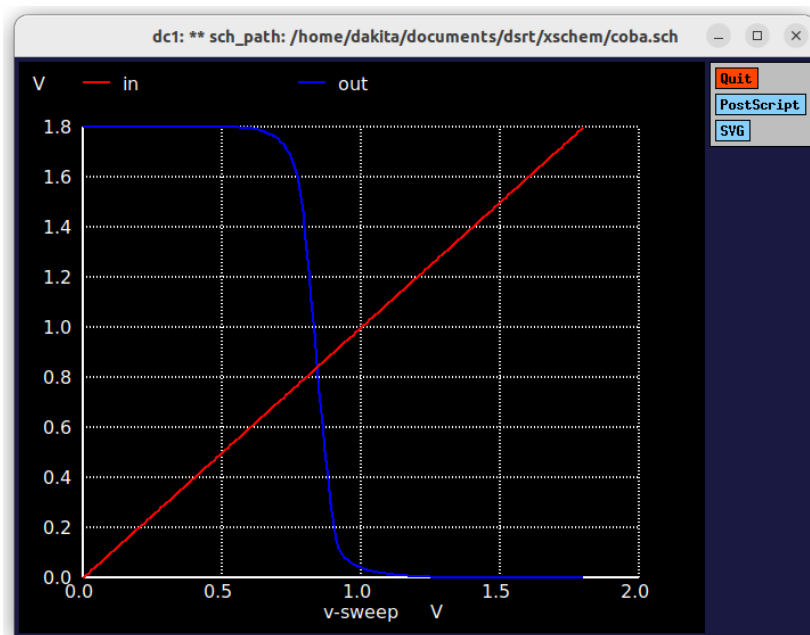


Sebuah skrip telah ditambahkan untuk mengaktifkan simulasi dan mencari model SPICE yang diperlukan untuk komponen-komponen tersebut. Simulasi yang dilakukan adalah simulasi DC sweep, di mana tegangan sumber V2 yang terhubung ke pin gate MOSFET divariasikan. Tegangan pada label "input" dan "output" kemudian dipetakan dalam grafik. Dalam teori, hal ini diharapkan dapat membantu menemukan tegangan yang dibutuhkan agar transistor beroperasi secara penuh.

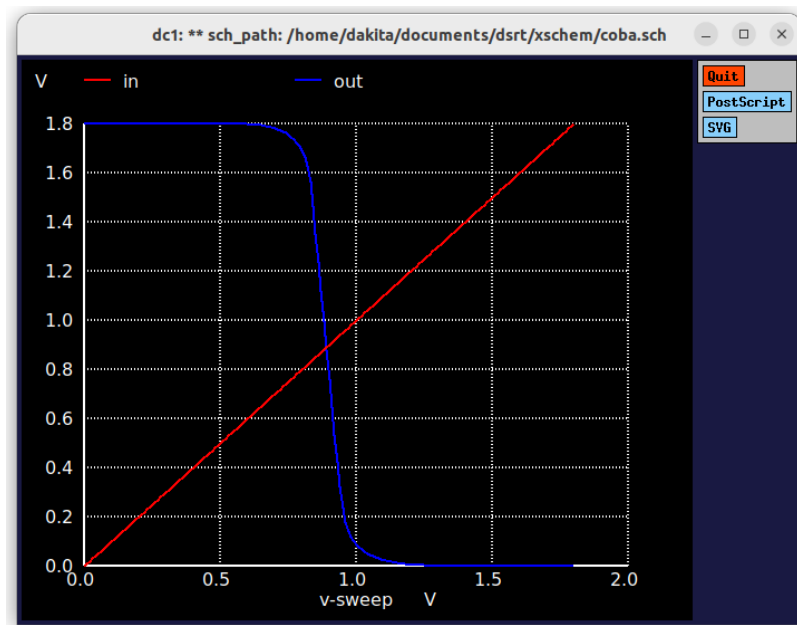
HASIL SIMULASI

Hasil Simulasi:

Hasil Simulasi dengan setting default ($W = 1$ micron, $L = 0,15$ micron) :



Hasil Simulasi dengan mengubah W dan L transistor ($W = 0,7$ micron untuk NMOS dan 2,1 Micron untuk PMOS) :



Kesimpulan

Seperti yang terlihat dalam bagian data simulasi, teramati bahwa inverter berperilaku normal, karena penggeseran tegangan yang diberlakukan pada gerbang transistor secara bertahap akan menghentikan transistor PMOS dan mengaktifkan transistor NMOS. Tidak ada perbedaan yang mencolok antara pengaturan transistor, karena mengubah lebar MOSFET dengan dua digit terakhir dari nomor NRP (yang berarti $W = 0,7$ mikron untuk NMOS dan $W = 3 \times 0,7 = 2,1$ untuk PMOS) tidak menghasilkan perubahan yang signifikan pada grafik. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh sifat intrinsik MOSFET itu sendiri, yang hanya membutuhkan tegangan pada pin gerbangnya untuk diaktifkan atau dimatikan. Karena gerbang pada dasarnya tidak mengalirkan arus dan terisolasi dari sumber dan drain, Steady state DC-nya akan mirip dengan kapasitor dan tegangannya akan mengikuti tegangan yang diberikan padanya.

Perangkat lunak simulasi (Xschem dan ngspice) telah berhasil dijalankan dengan sukses dan memberikan hasil simulasi yang sesuai dengan ekspektasi. Namun, tingkat akurasi simulasi tergantung pada keakuratan model SPICE yang digunakan, performa mesin simulasi itu sendiri, dan pengaturan simulasi sebelum eksekusi. Perangkat lunak ini dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam mengevaluasi desain listrik sebelum melangkah lebih jauh dalam proses menjadi sirkuit terintegrasi tunggal. File yang digunakan pada simulasi diatas dapat diakses melalui : https://github.com/Sugabhorre/dsrt2024_Dakita_Ghifari.git