

ΑΣΚΗΣΗ 7

A. Πόλωση (DC simulation)

- Με οδηγό τα *Cad_manual_2* και *Cad_manual_3* δημιουργείστε έναν **testbench** σχηματικό (schematic) για την μελέτη της λειτουργίας ενός καθρέπτη ρεύματος (1:1).

Δίνεται η τάση τροφοδοσίας $V_{dd}=1V$, $V_{cm}=0.5V$, $I_{dc}=100\mu A$.

Cellname: “tb_current_mirror”.

Τροποποιήστε κατάλληλα τα NMOS, ώστε να έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

NMOS:

Library: umc90nm

Cell: N_10SPLVT

Wn/Ln=650n/200n

Fingers=2

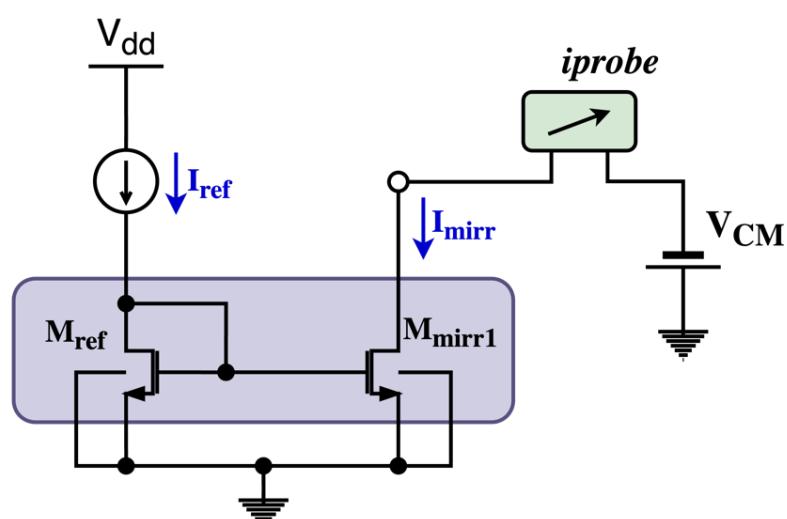
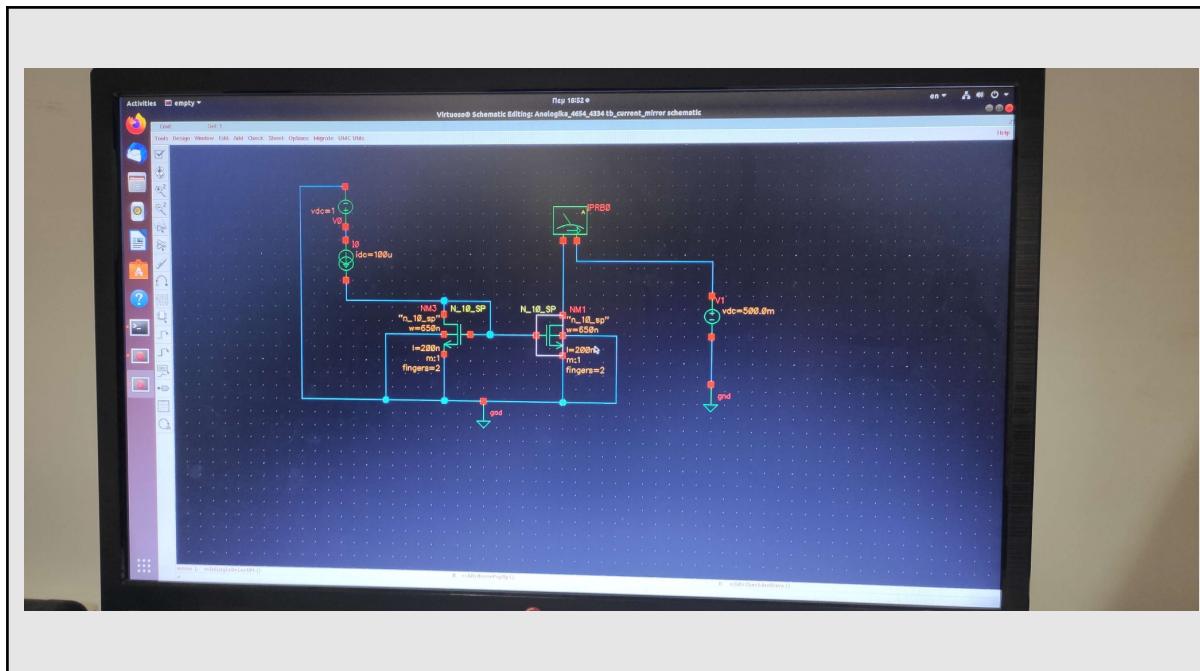


Figure 1. Schematic of testbench tb_current_mirror biased with $I_{dc}=100\mu A$.



Παραδοτέο #1: Σχηματικό του “tb_current_mirror” που δημιουργήθηκε.

- Χρησιμοποιώντας είτε το calculator, είτε το Annotate operating points ή το Print (DC operating points) (ADE) μετρήστε το ids, vgs, vds, vth για ρεύμα πόλωσης $I_{ref}=100\mu A$.

Transistor Name	Ids (A)	Vgs (V)	Vds (V)	Vth (V)	Region of Operarion
Mref	100.002u	616.601m	616.601m	190.881m	saturation (2)
Mmirr1_x1	97.2184u	616.601m	500m	189.691m	saturation (2)

Παραδοτέο #2: Καταγραφή χαρακτηριστικών παραμέτρων του MOS

- Καθρεφτίστε το ρεύμα σε επιπλέον κλάδους με κέρδος x2, x4 και καταγράψτε τις χαρακτηριστικές παραμέτρους όπως προηγουμένως.

Transistor Name	Ids (A)	Vgs (V)	Vds (V)	Vth (V)	Region of Operarion
Mmirr1_x2	182.93u	616.601m	500m	193.7m	saturation (2)
Mmirr2_x4	182.93u	616.601m	500m	194.982m	saturation (2)

Παραδοτέο #3: Καταγραφή χαρακτηριστικών παραμέτρων του καθρέπτη.

B. Μελέτη στο χρόνο με μεταβλητό πλάτος πόλωσης (TRANSIENT simulation)

- Στο σημείο της πόλωσης/δημιουργίας του ρεύματος αναφοράς I_{ref} εισάγετε μια **ημιτονική πηγή ρεύματος (Isin)** πλάτους $ampl=10\mu A$, και συχνότητας **1kHz**.

Χρησιμοποιώντας το ADE, δημιουργείστε μια ανάλυση για μελέτη στο χρόνο (transient) και απεικονίστε τα ρεύματα εισόδου και εξόδου του ρεύματος αναφοράς (I_{ref}) και του καθρεπτισμένου (M_{mirr1_x1}). Προτού τρέξετε την ανάλυση βεβαιωθείτε ότι έχετε σώσει όλους τους απαραίτητους κόμβους ($M_{ref/D}$, $M_{mirr1_x1/D}$).

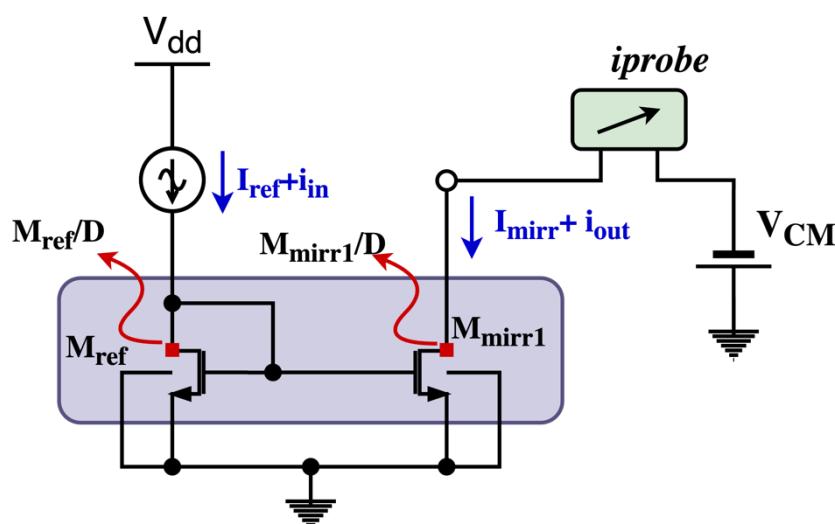
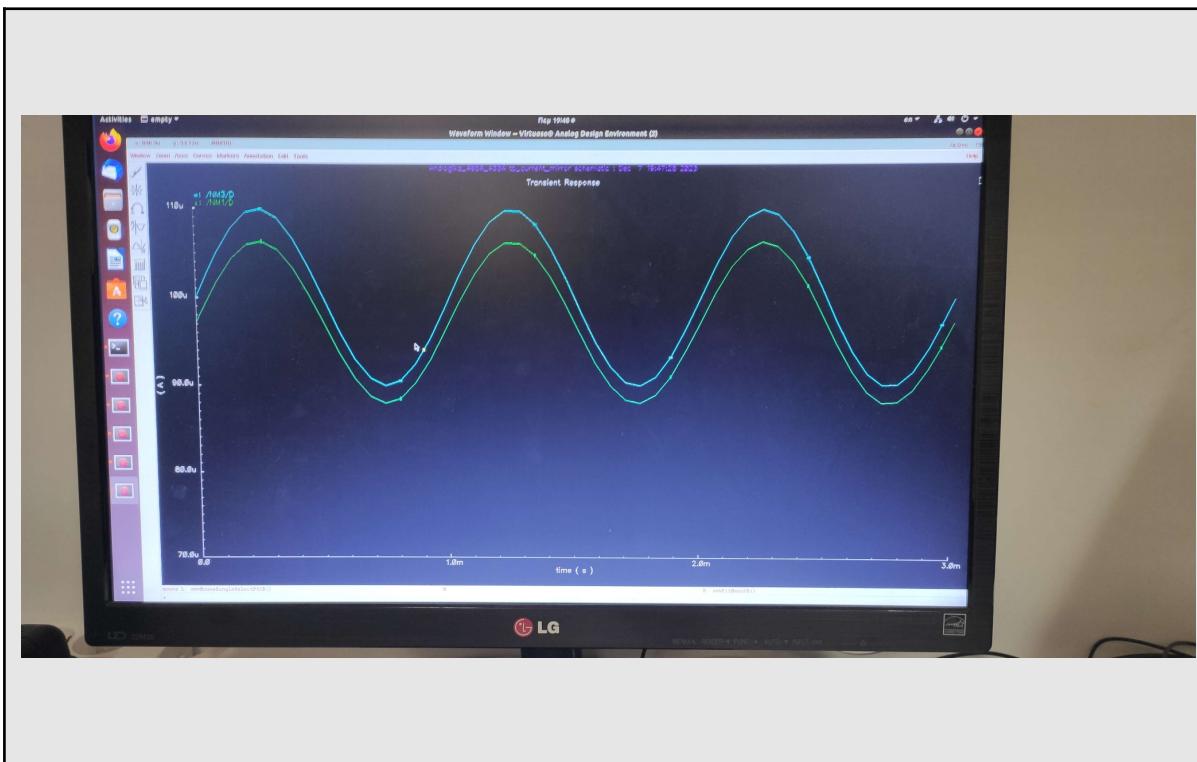


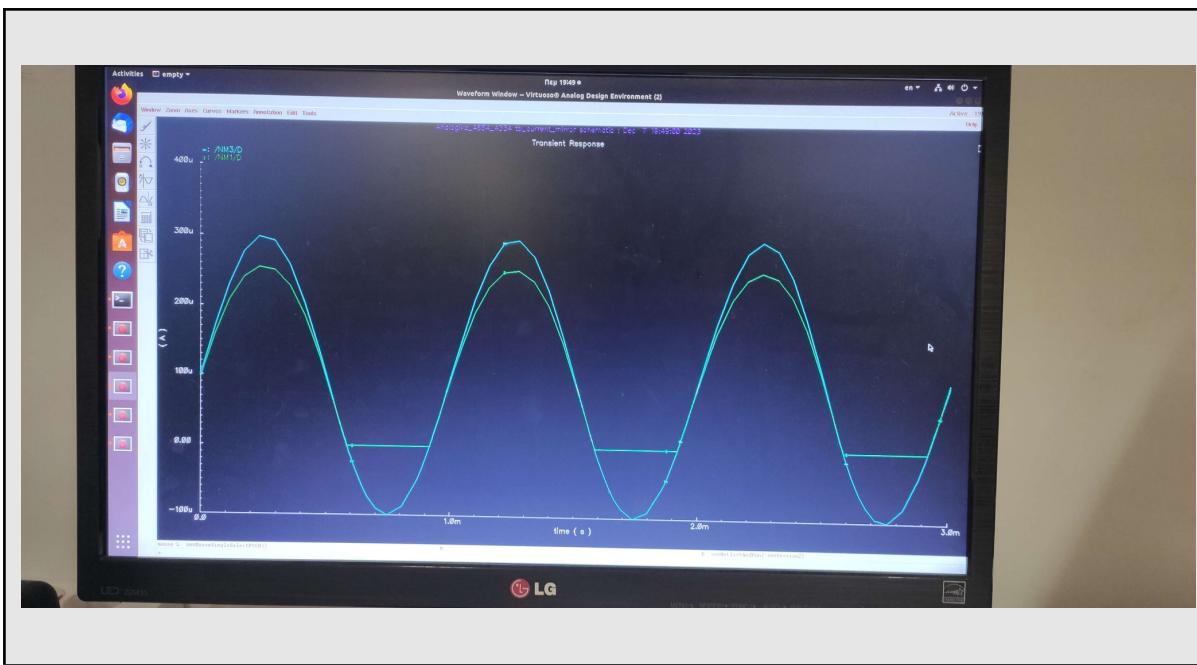
Figure 2. Schematic of testbench tb_current_mirror biased with Isin.

- Τέλος, τρέξτε αλλάζοντας την **τιμή του πλάτους** της ημιτονικής πηγής ρεύματος (Isin): **ampl=200μA**, και απεικονίστε τα ρεύματα αναφοράς (I_{ref}) και του καθρεπτισμένου (M_{mirr1_x1}). Σχολιάστε τα αποτελέσματα.

Για μια **ημιτονική πηγή ρεύματος (Isin)** πλάτους $ampl=10\mu A$, τα ρεύματα αναφοράς (I_{ref}) και του καθρεπτισμένου (M_{mirr1_x1}) είναι πολύ κοντά και γυρω στα $100\mu A$ με προσαυξηση $10\mu A$. Αλλάζοντας την **τιμή του πλάτους** της ημιτονικής πηγής ρεύματος (Isin): **ampl=200μA**, παρατηρώ οτι παραμενουν κοντά στα $100\mu A$ με προσαυξηση $200\mu A$.



Παραδοτέο #4: Κυματομορφή του ρεύματος (i_{ref} , i_{mirr1_x1}) συναρτήσει του χρόνου (id vs. time) για $ampl=10\mu A$.



Παραδοτέο #5: Κυματομορφή του ρεύματος (i_{ref} , i_{mirr1_x1}) συναρτήσει του χρόνου (id vs. time) για $ampl=200\mu A$.