

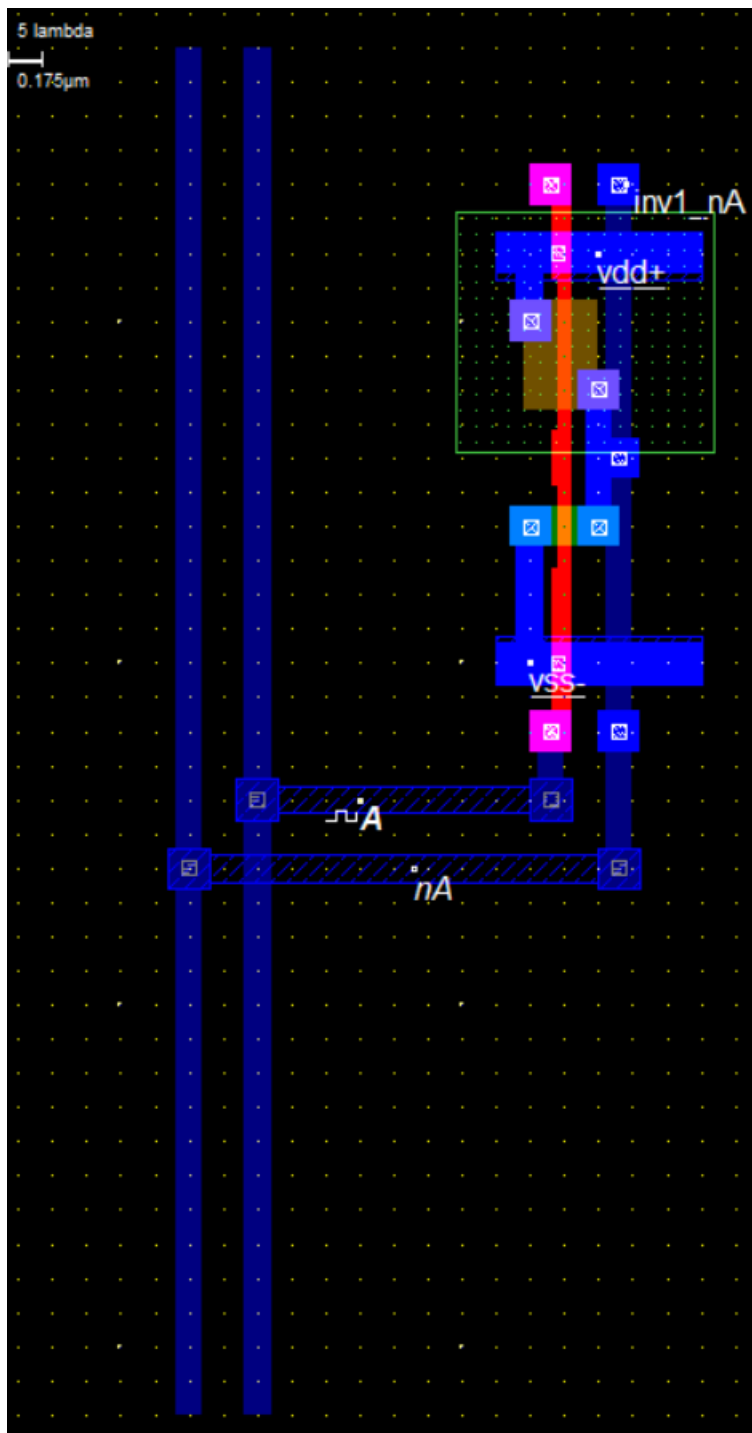
Εισαγωγή στη Σχεδίαση Συστημάτων VLSI

1^η εργαστηριακή άσκηση

Ερώτηση 1:

Σε αυτό το αρχείο φαίνεται το φυσικό σχέδιο ενός αναστροφέα που αποτελείται από ένα pmos και ένα nmos τρανζίστορ. Συγκεκριμένα αποτελείται από τα ακόλουθα υλικά:

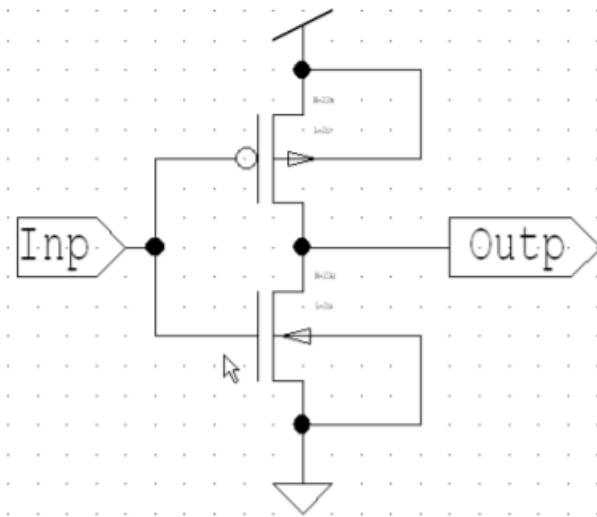
- p+ diffusion
- n+ diffusion
- N well
- P substrate
- Polysilicon
- Metals (metal 1, metal 2, metal 3)



Ερώτηση 2:

Σε αυτό το ερώτημα θα πραγματοποιηθεί η υλοποίηση του cmos αντιστροφέα που φαίνεται σχηματικά στην παρακάτω εικόνα. Ο cmos αντιστροφέας λειτουργεί ως εξής:

- όταν η είσοδος είναι 1 το pmos είναι OFF και το nmos είναι ON και από το nmos βγαίνει στην έξοδο ισχυρό 0
- όταν η είσοδος είναι 0 το pmos είναι ON και το nmos είναι OFF και από το pmos βγαίνει στην έξοδο ισχυρό 1

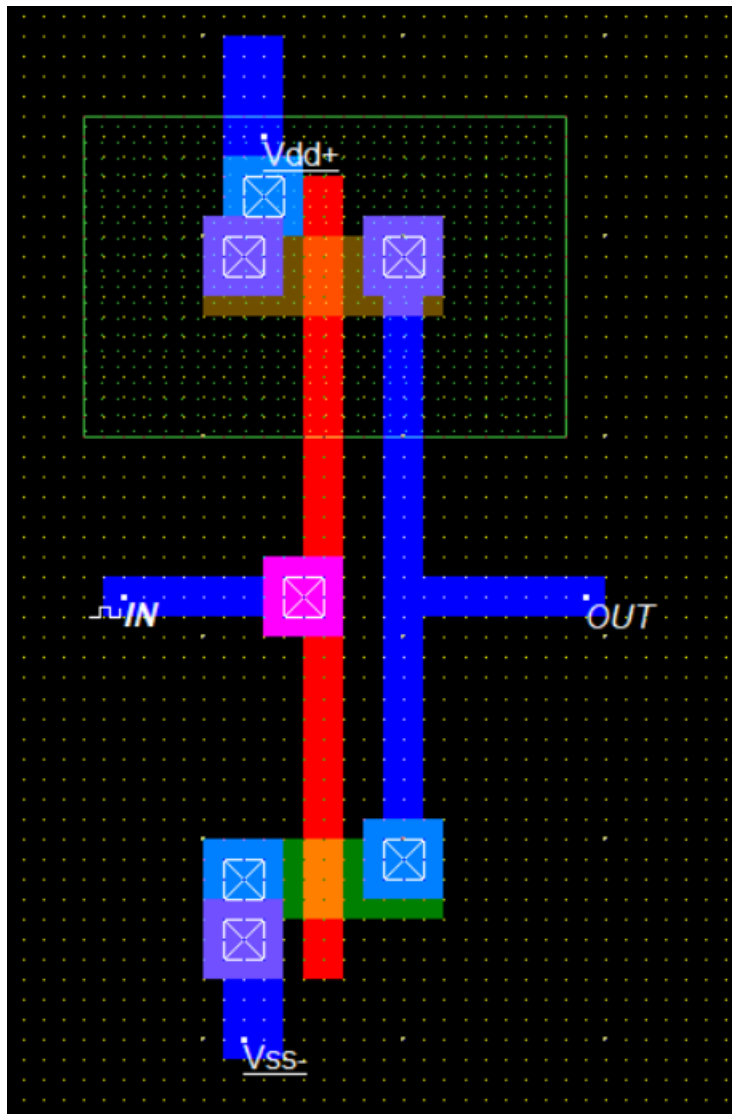


Σχ. 1.6: Σχηματικό διάγραμμα αναστροφέα CMOS

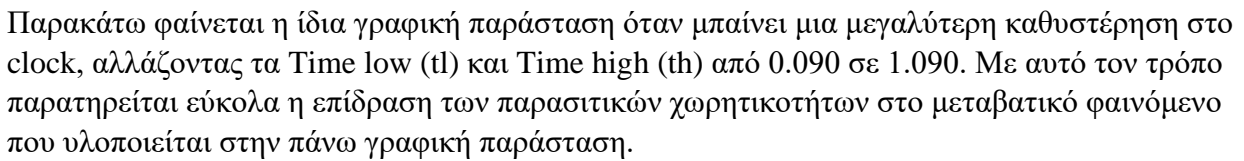
Η κυκλωματική υλοποίηση του cmos αντιστροφέα στο microwind (LAYOUT):

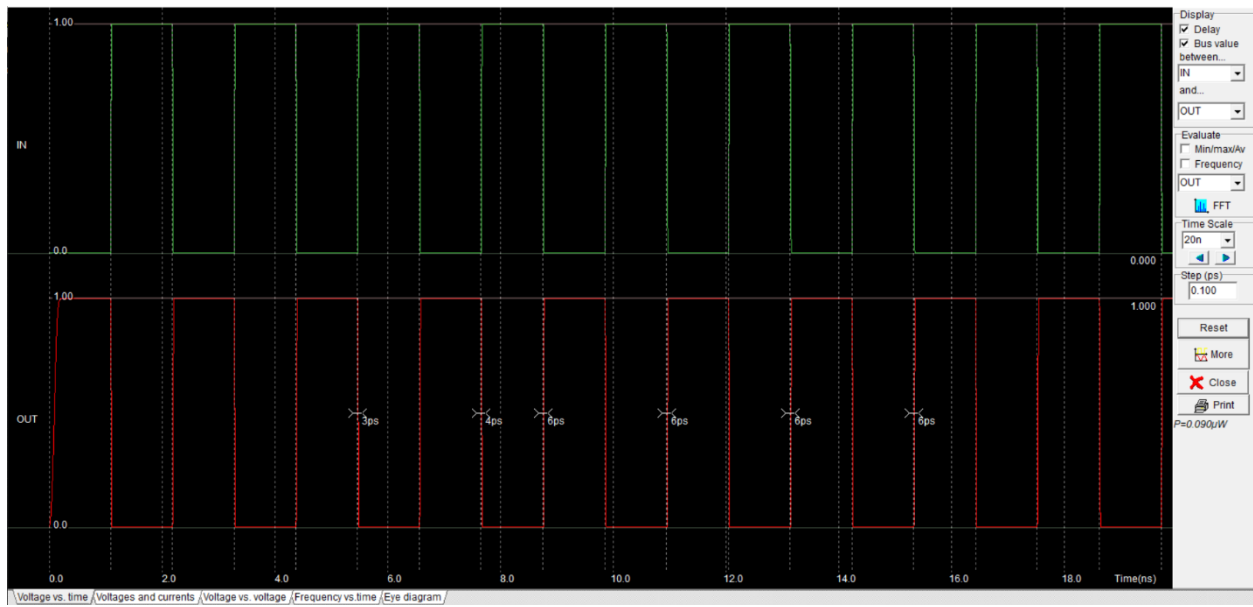
Για τη υλοποίηση του cmos αντιστροφέα χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα υλικά:

- p+ diffusion
- n+ diffusion
- N well
- P substrate με τεχνολογία cmos65n
- Polysilicon
- Metal 1



Γραφικές παραστάσεις:





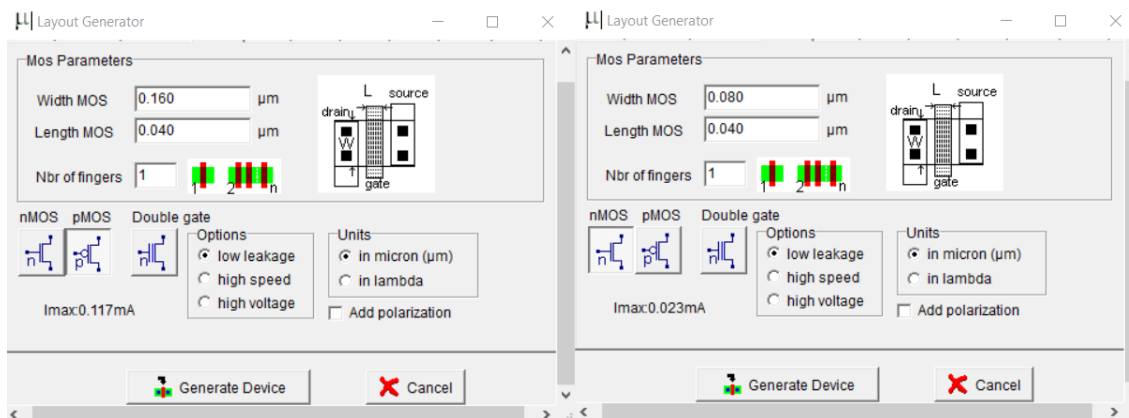
Τομή κυκλώματος στη κρίσιμη περιοχή:



Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η τομή σε μια κρίσιμη περιοχή του τρανζίστορ. Η τομή επιλέχθηκε να διασχίζει το N-well και το p+ diffusion στο σημείο όπου είχαν γίνει οι ενώσεις με το μέταλλο και το πολυπυρίτιο. Αυτά φαίνονται και στην εικόνα: με το μπλε χρώμα είναι το μέταλλο, με το κόκκινο απεικονίζεται το πολυπυρίτιο, με το καφέ το p+ diff, με το πράσινο το N-well, με το μωβ οι ενώσεις, με το γκρι το υπόστρωμα τύπου p και με το κίτρινο το SiO₂ (γυαλί).

Ερώτηση 3:

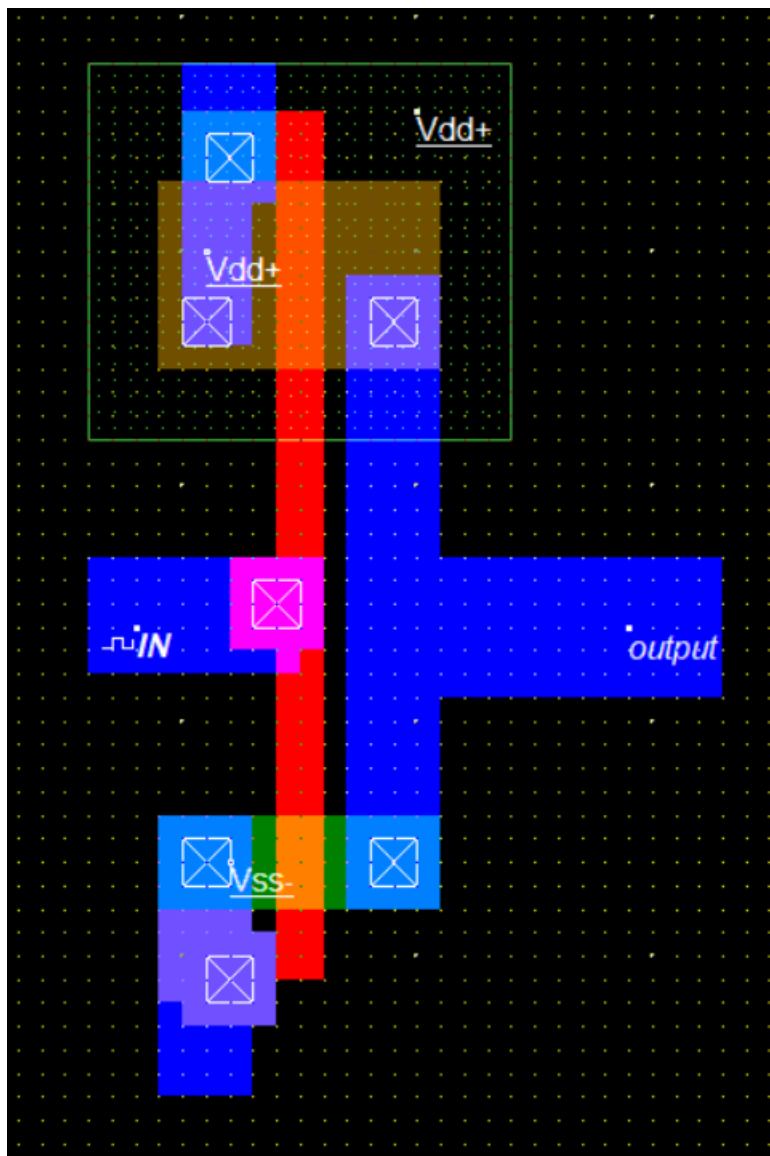
Για την κατασκευή και αυτού του cmos αντιστροφέα ακολουθήθηκε η ίδια μέθοδος με το ερώτημα 2. Όμως για την κατασκευή του με συγκεκριμένες διαστάσεις W, L για τα τρανζίστορ χρησιμοποιήθηκε για ευκολία από την παλέτα εντολών το κουμπί MOS Generator, όπου βάλαμε τις επιθυμητές τιμές για το pmos και το nmos αντίστοιχα.



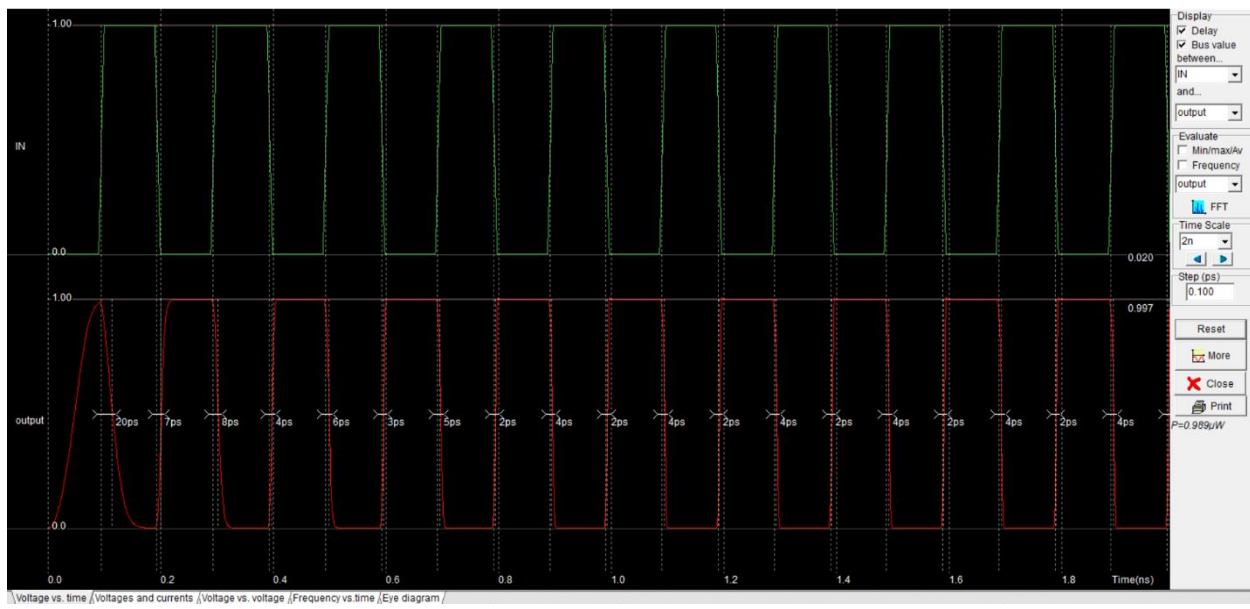
Η κυκλωματική υλοποίηση του cmos αντιστροφέα στο microwind (LAYOUT):

Για την υλοποίηση του cmos αντιστροφέα χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα υλικά:

- p+ diffusion
- n+ diffusion
- N well
- P substrate με τεχνολογία cmos65n
- Polysilicon
- Metal 1



Γραφικές παραστάσεις:



Ομοίως με το ερώτημα 2 αλλάζοντας τα Time low (tl) και Time high (th) από 0.090 σε 1.090 παρατηρείται εύκολα η επίδραση των παρασιτικών χωρητικότητας στο μεταβατικό φαινόμενο που υλοποιείται στην πάνω γραφική παράσταση.

Add a Clock ×

Label name :

DC Supply | **Clock** | Pulse | Sinus | Variable | Ground | PWL | Math

Parameters

Level 1 (V):

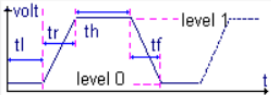
Level 0 (V):




Time low (tl) ns

Rise time (tr) ns

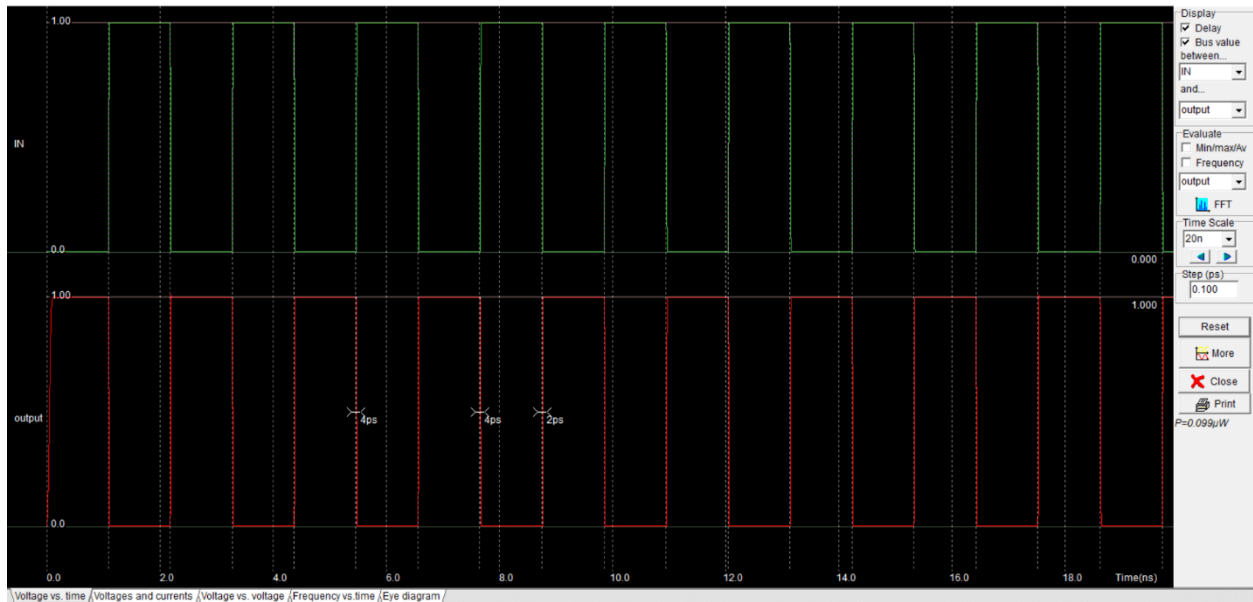
Time high (th) ns

Fall time (tf) ns



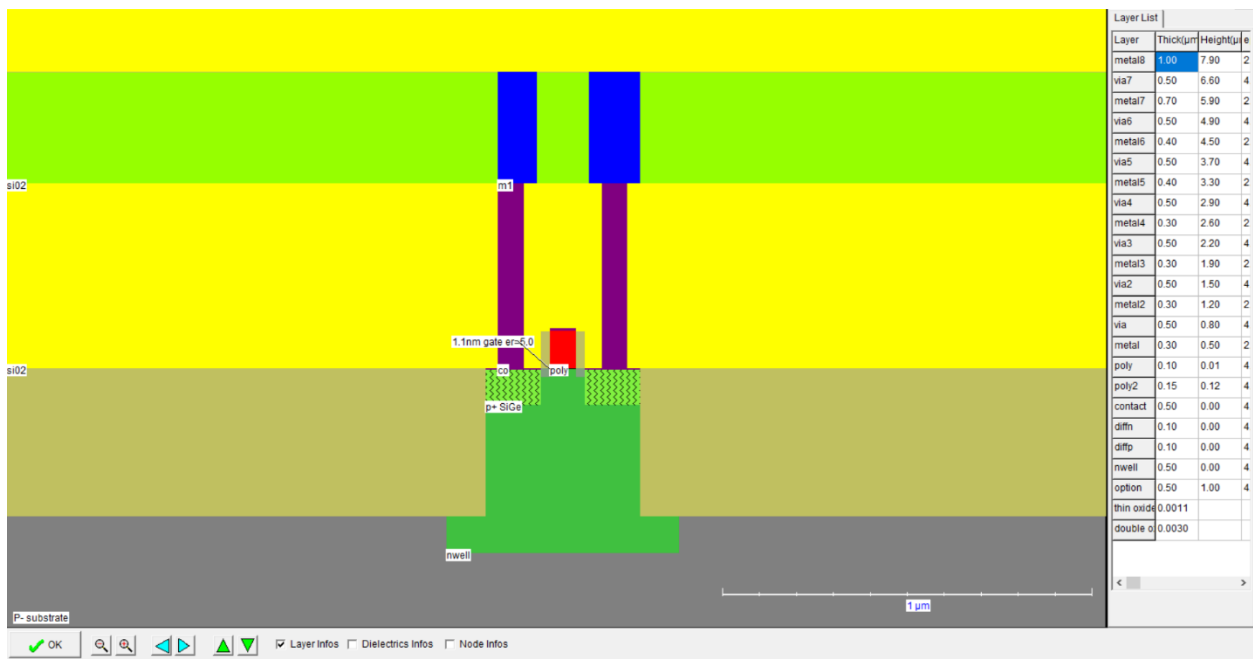
 Slower  Faster  ~Last Clock

☒ Assign ☐ Cancel ☐ Visible in simu



Συγκρίνοντας τις εξόδους των cmos αντιστροφών που υλοποιήθηκαν στα ερωτήματα 2 και 3 παρατηρείται ότι το μεταβατικό φαινόμενο στον cmos του 3^{ου} ερωτήματος τελειώνει πιο γρήγορα από ότι σε αυτόν του 2^{ου} ερωτήματος. Αυτό συμβαίνει γιατί ο cmos του 2^{ου} υλοποιήθηκε με το χέρι χωρίς να υπάρχουν συγκεκριμένες διαστάσεις W, L με αποτέλεσμα να περιορίζει ελάχιστα την απόδοση του αντιστροφέα.

Τομή κυκλώματος στη κρίσιμη περιοχή:



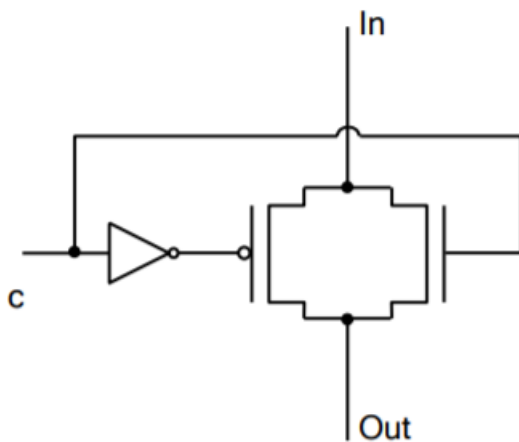
Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η τομή σε μια κρίσιμη περιοχή του τρανζίστορ. Η τομή επιλέχθηκε να διασχίζει το N-well και το p+ diffusion στο σημείο όπου είχαν γίνει οι ενώσεις με το μέταλλο και το πολυπυρίτιο. Αυτά φαίνονται και στην εικόνα: με το μπλε χρώμα είναι το

μέταλλο, με το κόκκινο απεικονίζεται το πολυπυρίτιο, με το καφέ το p+ diff, με το πράσινο το N-well, με το μωβ οι ενώσεις, με το γκρι το υπόστρωμα τύπου p και με το κίτρινο το SiO₂ (γυαλί). Επιπλέον, όπως φαίνεται από τον πίνακα στα δεξιά της εικόνας, η τομή σε κρίσιμη περιοχή μας βοηθάει να βλέπουμε και χρήσιμες πληροφορίες, όπως το είδος και τις διαστάσεις του κάθε υλικού.

Ερώτηση 4:

Σε αυτό το ερώτημα θα πραγματοποιηθεί η υλοποίηση της πύλης μετάδοσης cmos, που φαίνεται σχηματικά στην παρακάτω εικόνα. Η πύλη μετάδοσης CMOS λειτουργεί ως εξής:

- όταν η είσοδος είναι 0 το pmos είναι OFF, επειδή λαμβάνει λογικό 1 στην πύλη, λόγω του αντιστροφέα και το nmos είναι OFF, επειδή λαμβάνει λογικό 0 στην πύλη, οπότε και τα 2 τρανζίστορ είναι σε κατάσταση OFF. Άρα η έξοδος είναι μηδενική
- όταν η είσοδος είναι 1 το pmos είναι ON, επειδή λαμβάνει λογικό 0 στην πύλη, λόγω του αντιστροφέα και το nmos είναι ON, επειδή λαμβάνει λογικό 1 στην πύλη, οπότε και τα 2 τρανζίστορ είναι σε κατάσταση ON. Άρα με αυτό τον τρόπο το σήμα in περνάει μέχρι την έξοδο, λόγω της ιδιότητας του pmos να περνάει το μη μηδενικό μέρος του παλμού και της ιδιότητας του nmos να περνάει το μηδενικό μέρος του παλμού.



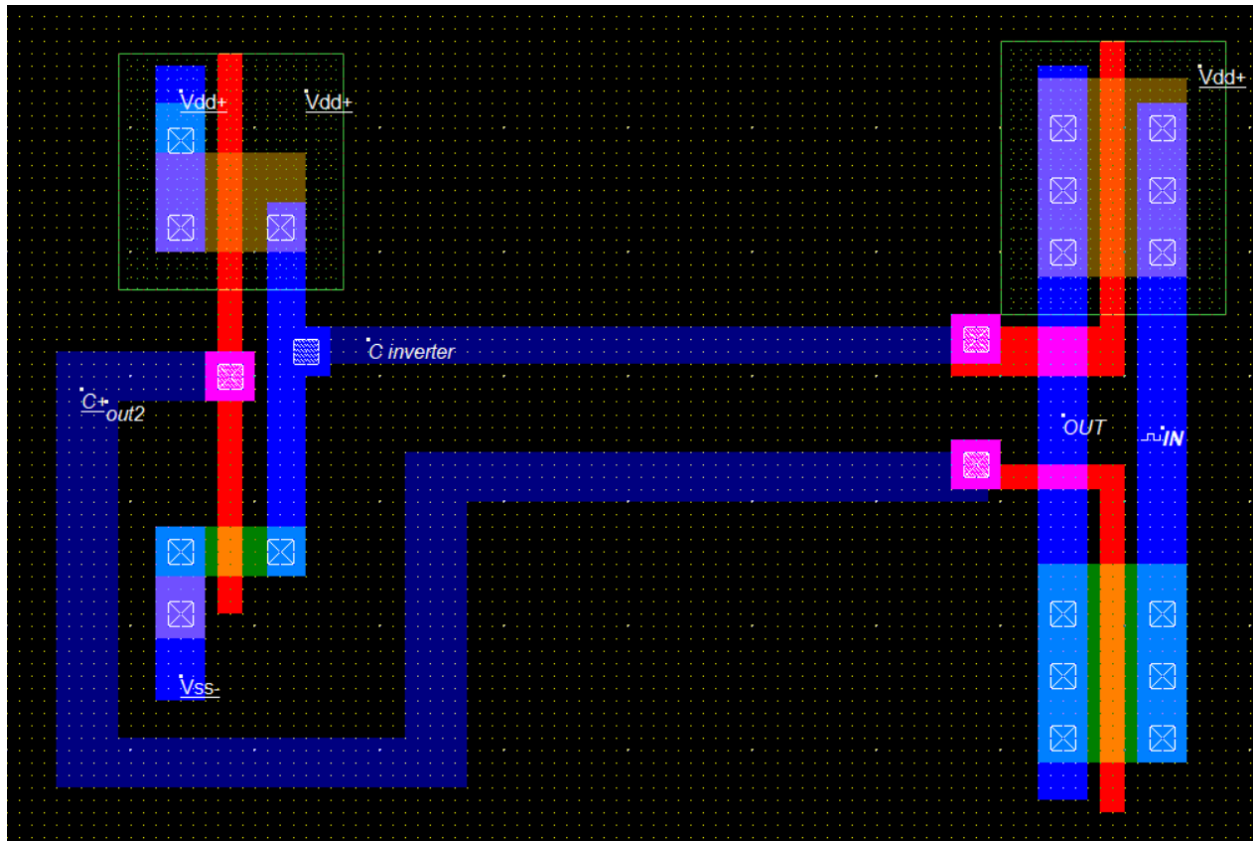
Σχ. 1.7: Σχηματικό διάγραμμα πύλης μετάδοσης CMOS

Η κυκλωματική υλοποίηση της πύλης μετάδοσης CMOS στο microwind (LAYOUT):

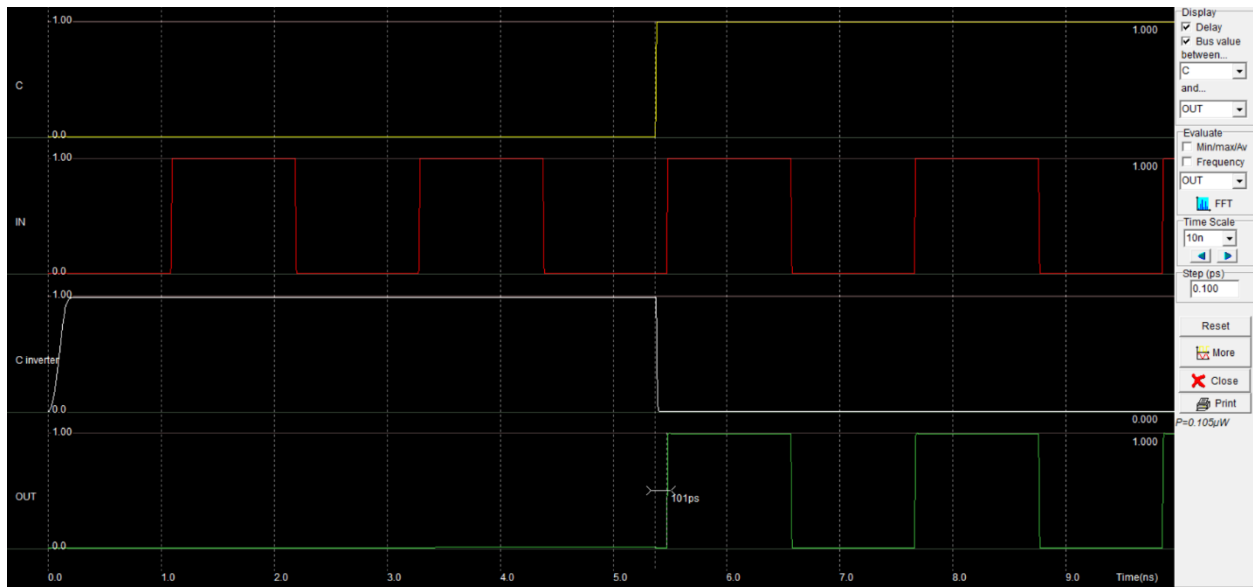
Για την υλοποίηση της πύλης μετάδοσης CMOS χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα υλικά:

- p+ diffusion
- n+ diffusion

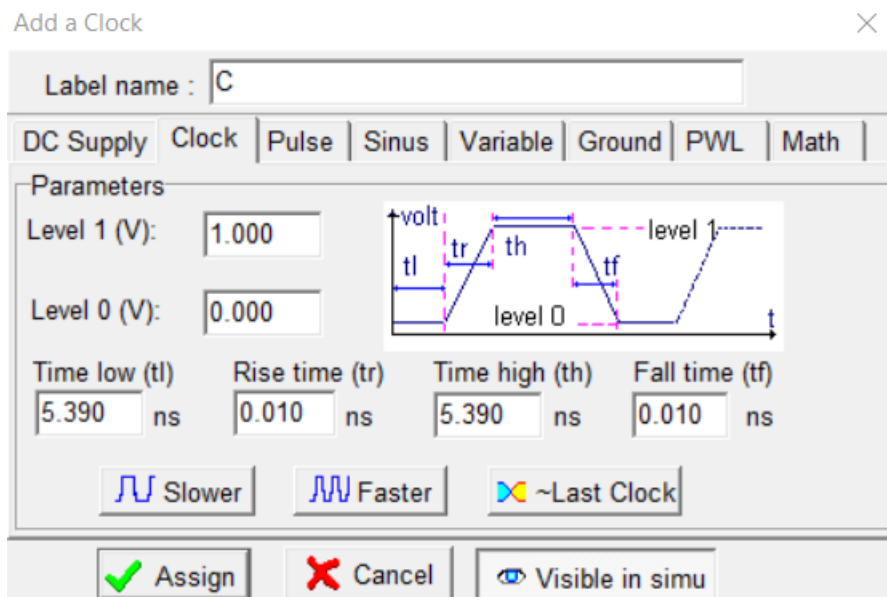
- N well
- P substrate με τεχνολογία cmos65n
- Polysilicon
- Metal 1
- Metal 2



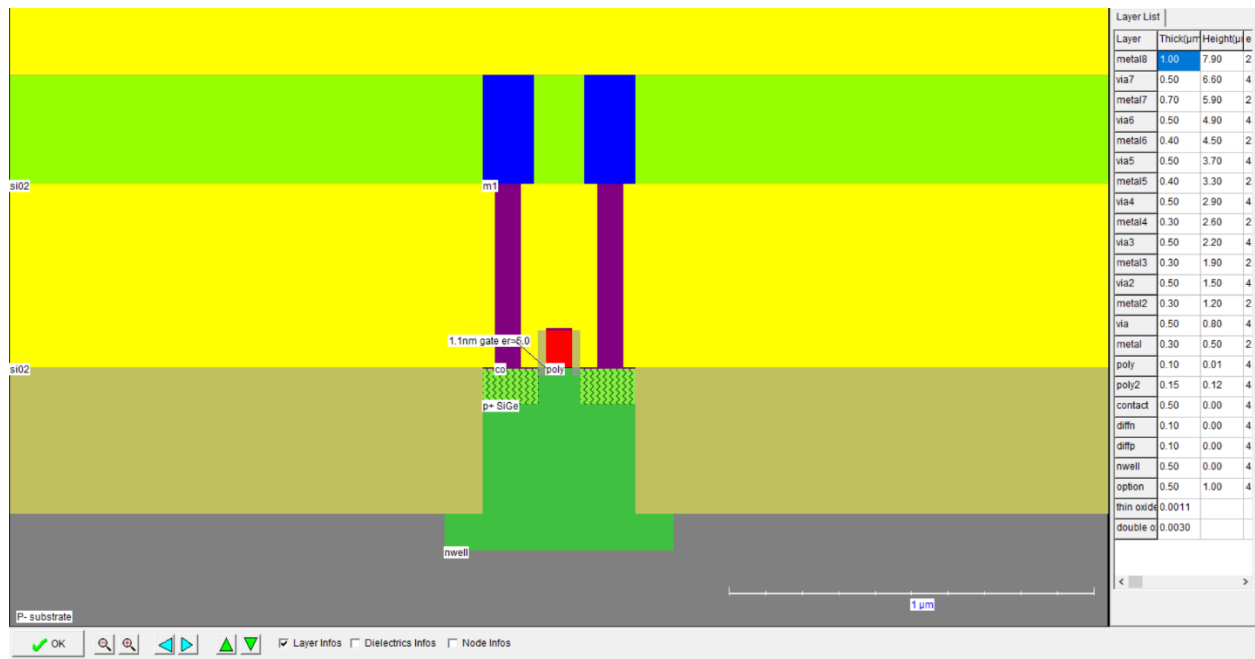
Γραφικές παραστάσεις:



Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η γραφική παράσταση της πύλης μετάδοσης CMOS. Σαν είσοδος χρησιμοποιήθηκε μια παλμοσειρά (clock) με αρκετά μεγάλη περίοδο για να προσομοιάζει μια απλή πηγή εισόδου τάσης με 1V και 0V αντίστοιχα. Αυτό έγινε για να προκύψει μια γραφική παράσταση για να επαληθεύσουμε τη λειτουργία της πύλης και έγινε με τις παρακάτω ρυθμίσεις.



Τομή κυκλώματος στη κρίσιμη περιοχή:



Ομοίως με τις προηγούμενες τομές, η τομή επιλέχθηκε να διασχίζει το N-well και το p+ diffusion στο σημείο όπου είχαν γίνει οι ενώσεις με το μέταλλο και το πολυπυρίτιο. Αυτά φαίνονται και στην εικόνα: με το μπλε χρώμα είναι το μέταλλο, με το κόκκινο απεικονίζεται το πολυπυρίτιο, με το καφέ το p+ diff, με το πράσινο το N-well, με το μωβ οι ενώσεις, με το γκρι το υπόστρωμα τύπου p και με το κίτρινο το SiO₂ (γυαλί). Επιπλέον, όπως φαίνεται από τον πίνακα στα δεξιά της εικόνας, η τομή σε κρίσιμη περιοχή μας βοηθάει να βλέπουμε και χρήσιμες πληροφορίες, όπως το είδος και τις διαστάσεις του κάθε υλικού.