

Σχεδίαση StrongARM Latch

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ VLSI

| Ομάδα 1 |

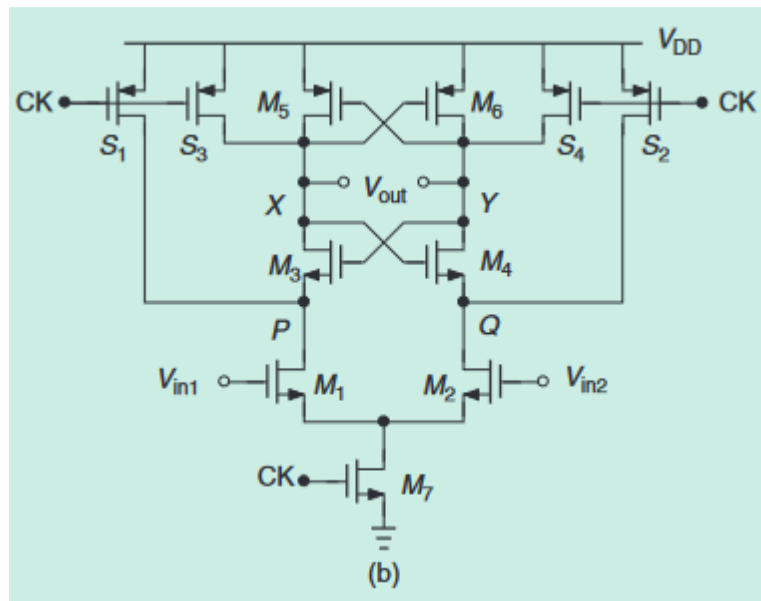
| Ανδρονίκου Δημήτριος 9836 dimitriosa@ece.auth.gr |

| Νικόλαος Γιαννόπουλος 9629 ngiannop@ece.auth.gr |

| 3/1/2023 |

Εισαγωγή

Το κύκλωμα StrongArm Latch, που μας ζητείται να σχεδιάσουμε είναι το παρακάτω



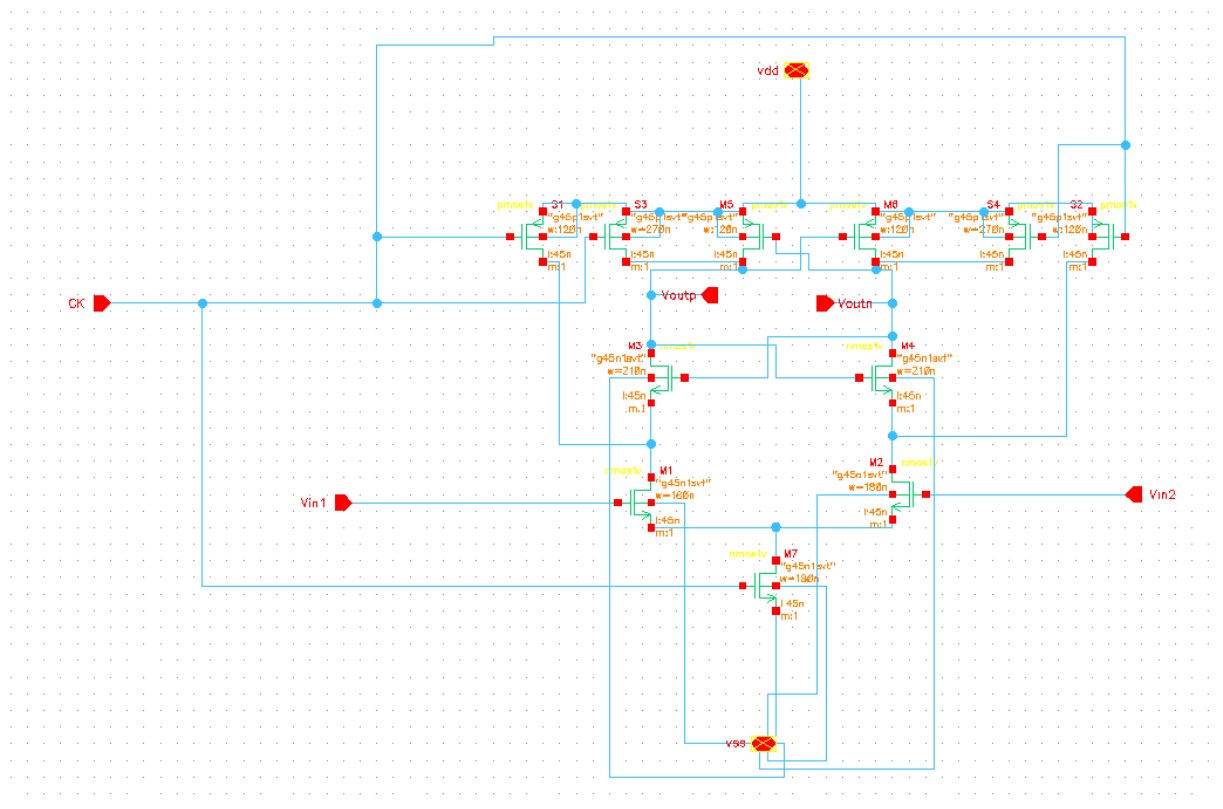
Για αυτό το σκοπό ανατρέξαμε σε διάφορες πηγές που αναφέρονται στο τέλος, έτσι ώστε να κατανοήσουμε όλη τη λειτουργία και να μπορέσουμε να θέσουμε τις κατάλληλες διαστάσεις στα transistors.

SCHEMATIC

Παρακάτω φαίνεται το σχέδιο και οι διαστάσεις των transistors στα οποία καταλήξαμε. Συγκεκριμένα οι διαστάσεις είναι οι εξής:

<i>Transistors</i>	<i>W/L</i>
M1, M2	180/45
M3, M4	210/45
M5, M6	120/45
M7	180/45
S1, S2	120/45
S3, S4	270/45

Όλα τα nmos τρανζίστορς ο ακροδέκτης σώματος (body) συνδέθηκε απευθείας στο VSS(GND) γιατί στο layout στο DRC check εμφανιζόταν διαφορετικό δυναμικό λόγω των διαφορετικών διαστάσεων τους W/L.



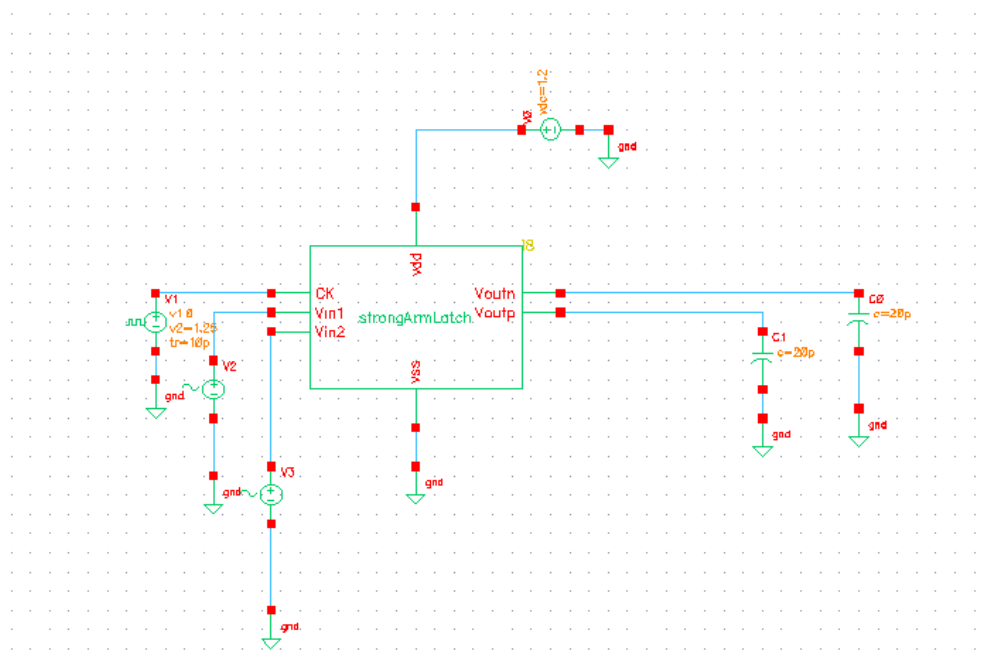
TESTING SETUP

Η συνδεσμολογία που χρησιμοποιήσαμε για το testing φαίνεται παρακάτω. Κάναμε τρεις δοκιμές για να επιβεβαιώσουμε την ορθή λειτουργία του κυκλώματος, αλλάζοντας κάθε φορά την τάση Vin2 και κρατώντας σταθερές τις άλλες τάσεις.

Δηλαδή, έχουμε τις εξής τάσεις:

Vdd	1.2V
Clk	1.25V και 100MHz
Vin1	0.4V

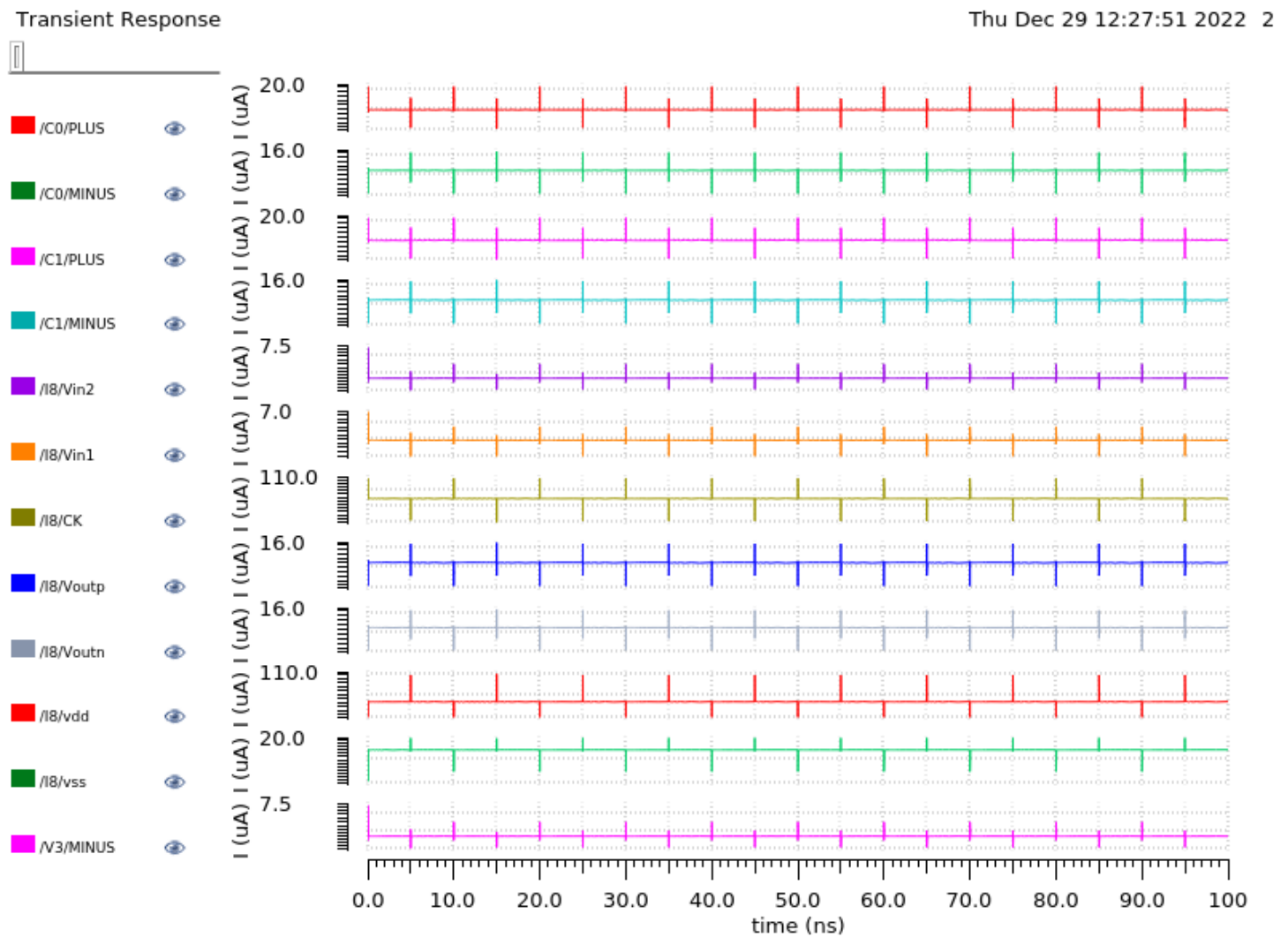
Στο Vin2 δίνουμε τις τιμές 0.3V, 0.6V και 1V



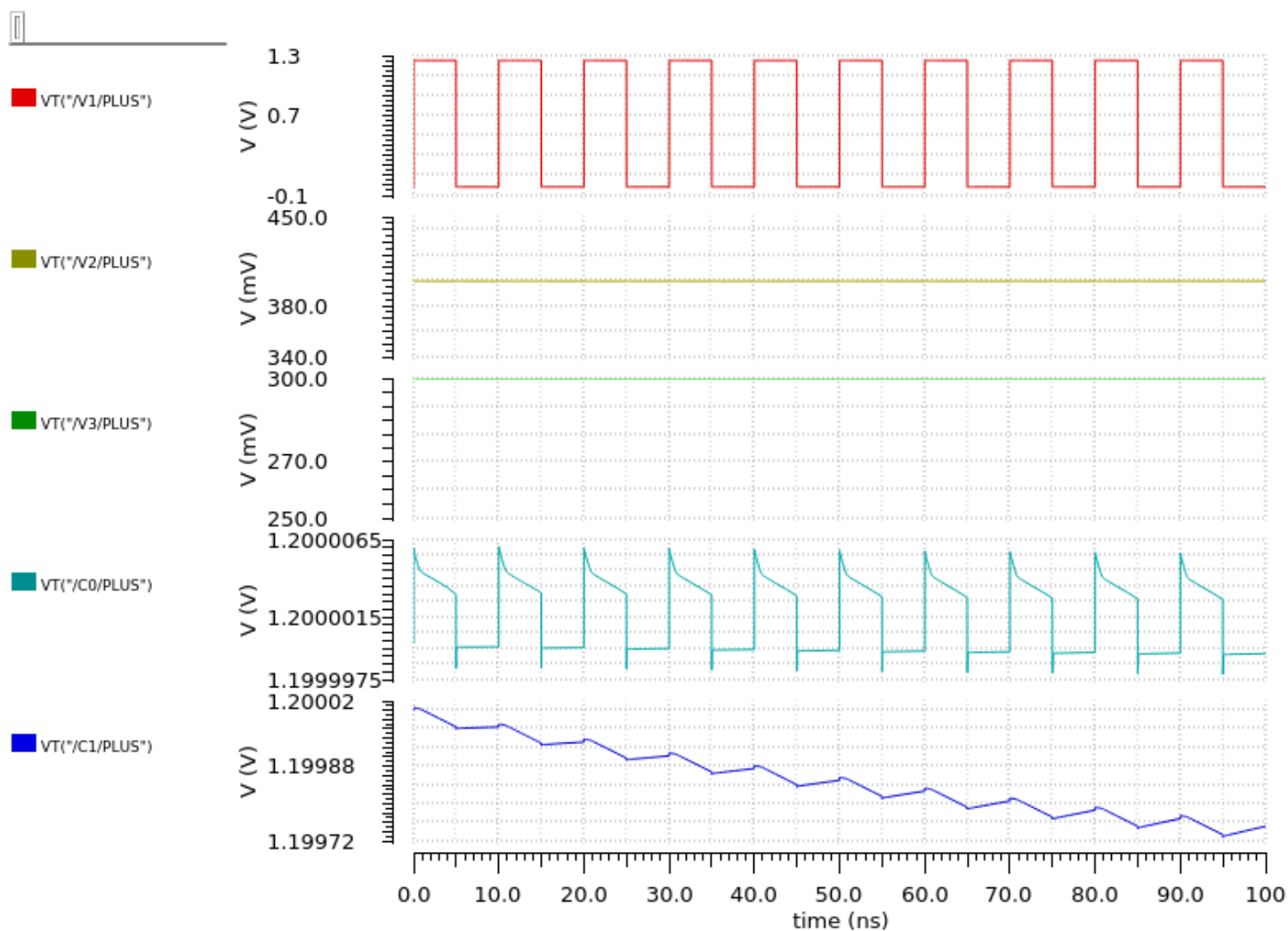
RESULTS

Παρακάτω φαίνονται οι κυματομορφές τάσης και ρεύματος για τις διαφορετικές τιμές του Vin2

Για Vin2 = 0.3V



Σχήμα 1 Κυματομορφή ρεύματος

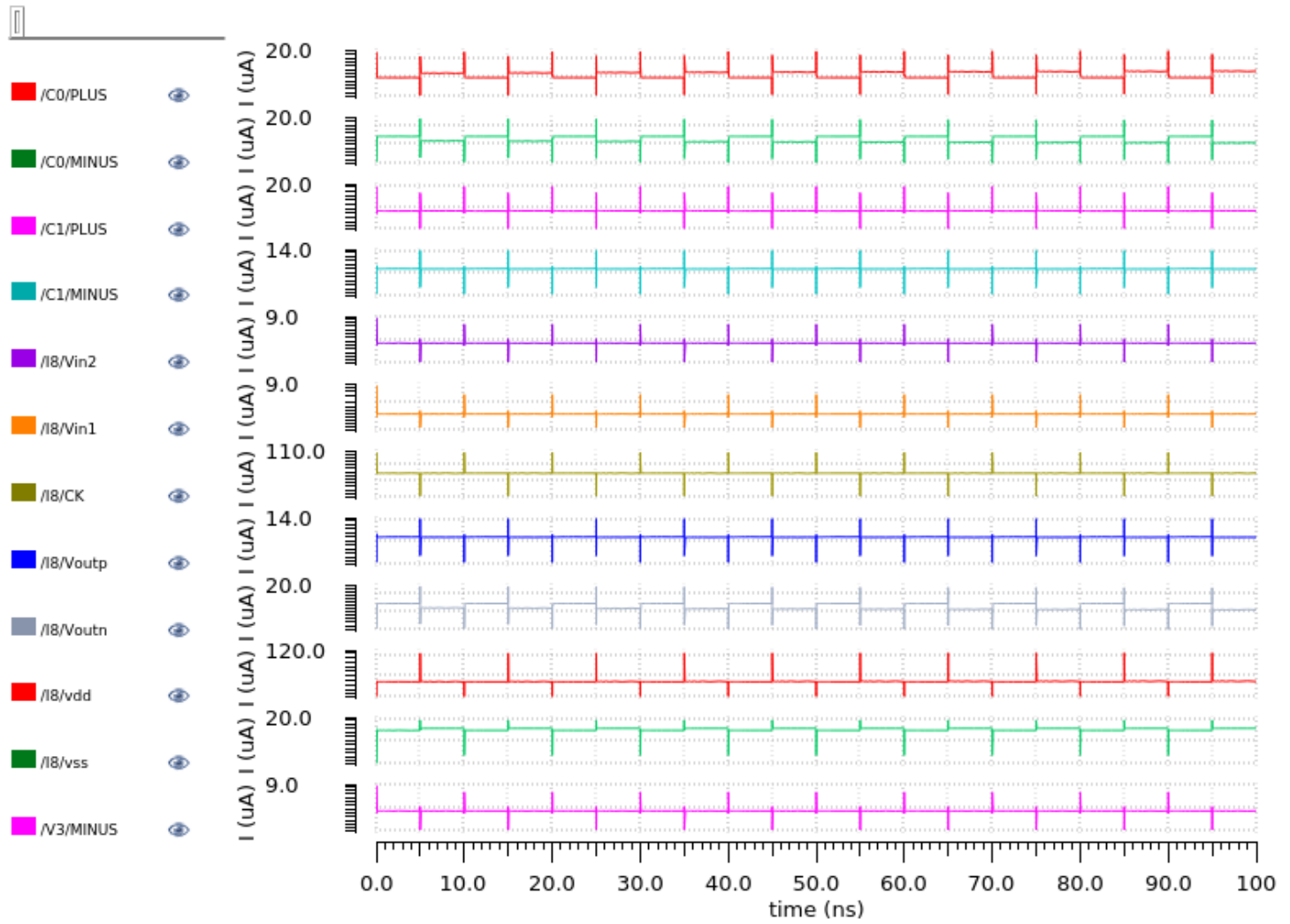


Σχήμα 2 Κυματομορφή τάσης

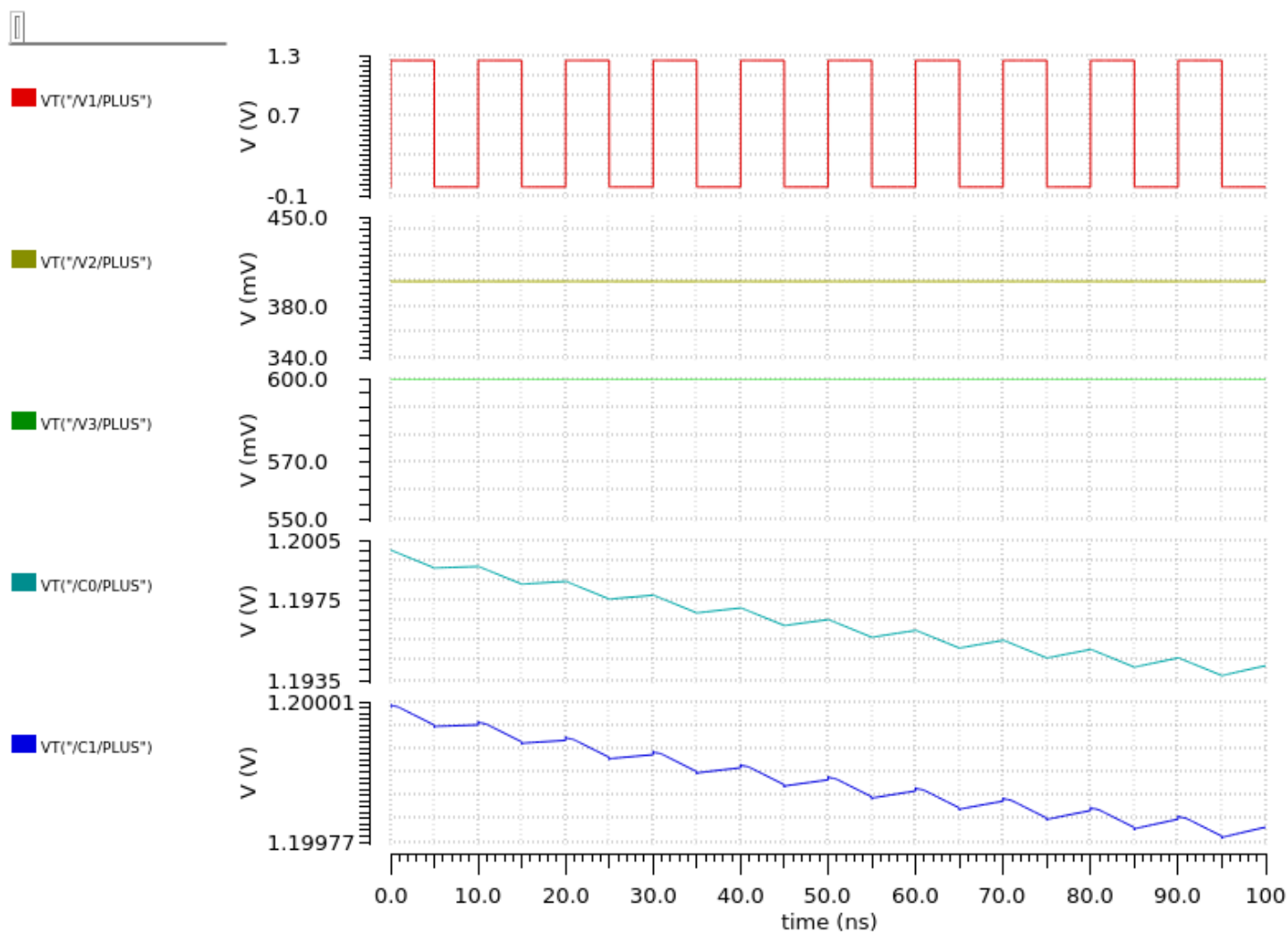
Για $V_{in2} = 0.6V$

Transient Response

Thu Dec 29 12:39:51 2022 2



Σχήμα 3 Κυματομορφή ρεύματος

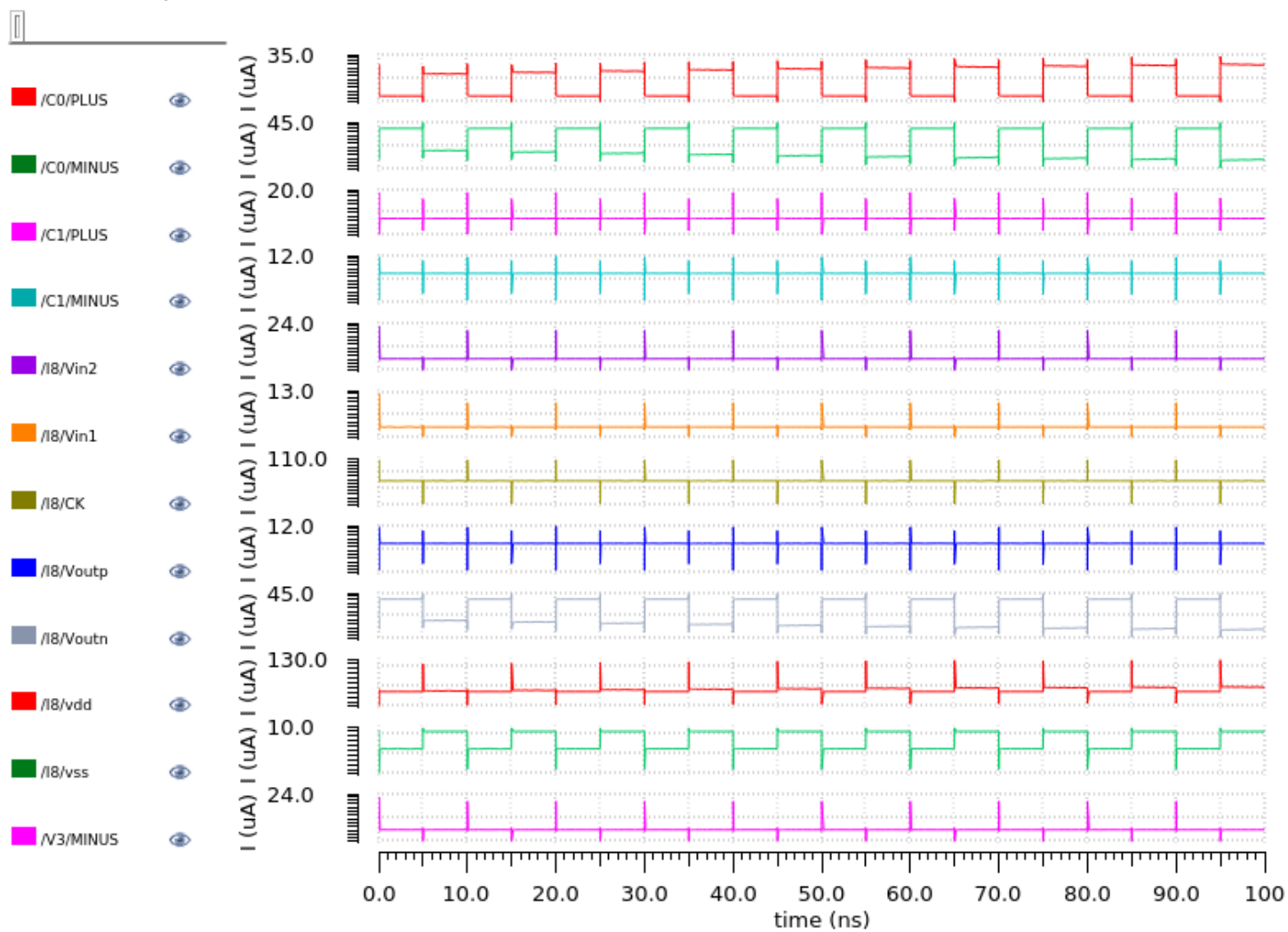


Σχήμα 4 Κυματομορφή τάσης

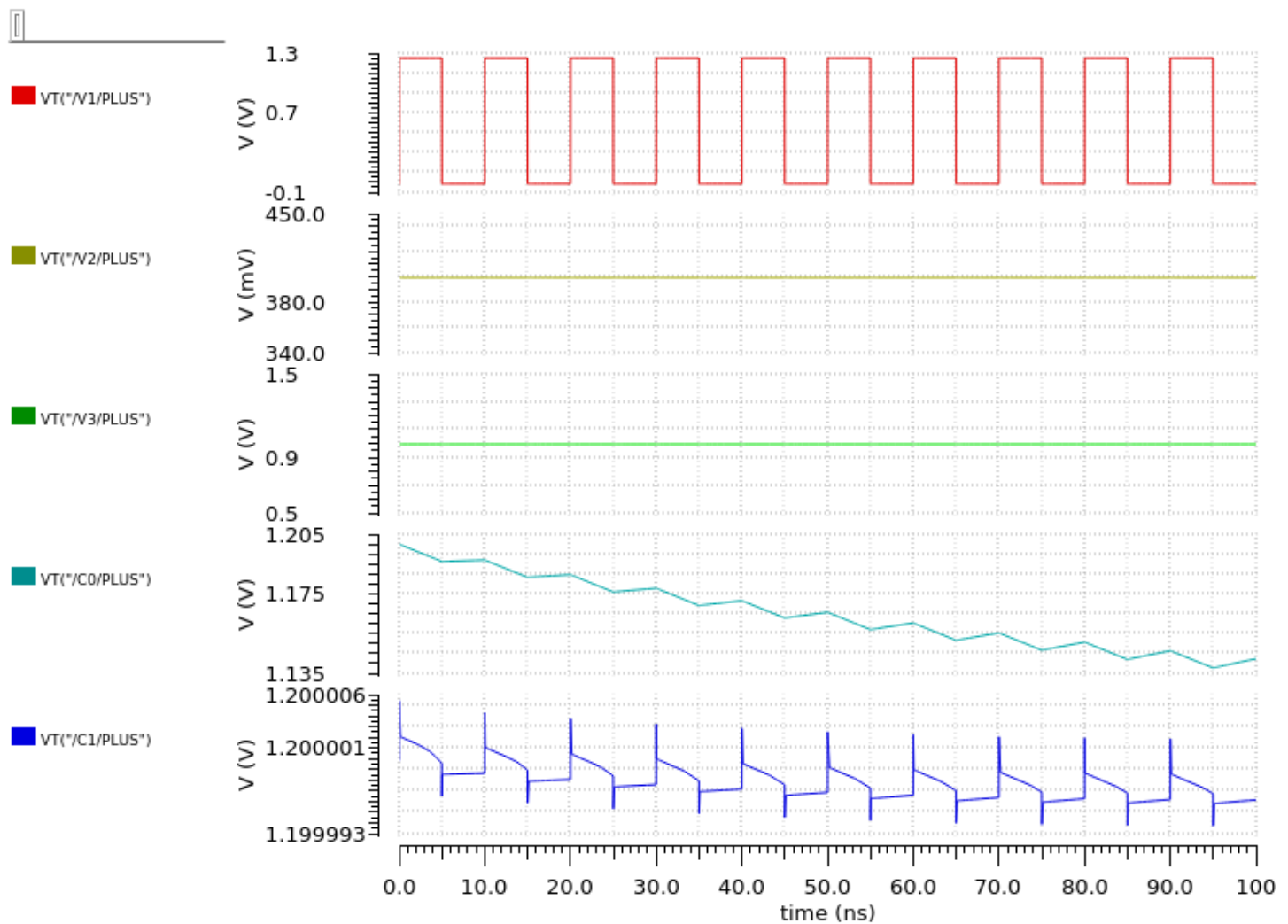
Για $V_{in2} = 1V$

Transient Response

Thu Dec 29 12:42:16 2022 2



Σχήμα 5 Κυματομορφή ρεύματος



Σχήμα 6 Κυματομορφή τάσης

Όταν CLK=0, τα M1-M6 και M7 αποκόπτονται και τα S1- S4 ενεργοποιούνται.

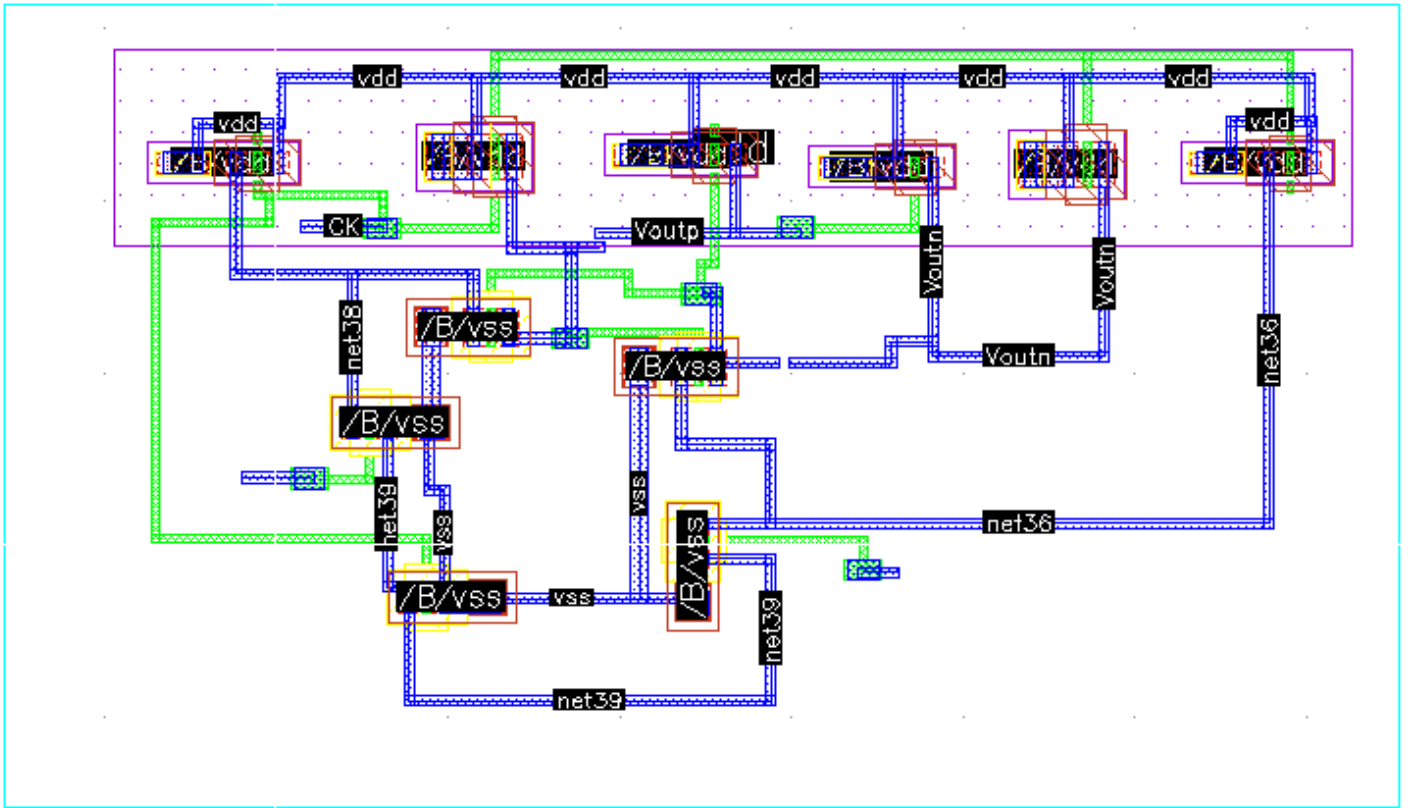
Όταν CLK= 1, τα S1- S4 απενεργοποιούνται και το τρανζίστορ M7 βρίσκεται στην περιοχή τριοδικής λειτουργίας. Λόγω της διαφοράς στην τάση εισόδου μεταξύ των Vin1, Vin2 το ζεύγος εισόδου τρανζίστορ των M1, M2 βρίσκονται στη ζώνη κορεσμού.

Τέλος, όταν η τάση στα Cp και CQ πέσει στο VDD -VTHN, τα τρανζίστορ M3 και M4 ενεργοποιούνται και τα CX και CY αρχίζουν να εκφορτίζονται. Όταν η τάση στα CX, CY μειωθεί κατά ελάχιστο της VTHP, τα cross-coupled latch τρανζίστορ ενεργοποιούνται. Σε αυτό το σημείο, η χαμηλότερη τάση μεταξύ των κόμβων X και Y μειώνεται γρήγορα στο 0 και ο άλλος κόμβος συνδέεται στο VDD.

Αυτός ο κύκλος φαίνεται ειδικά στο σχήμα 2 (όπου Vin1 > Vin2), αν παρατηρήσουμε το Vout. Οπότε, όπως φαίνεται το κύκλωμα λειτουργεί ορθά.

LAYOUT

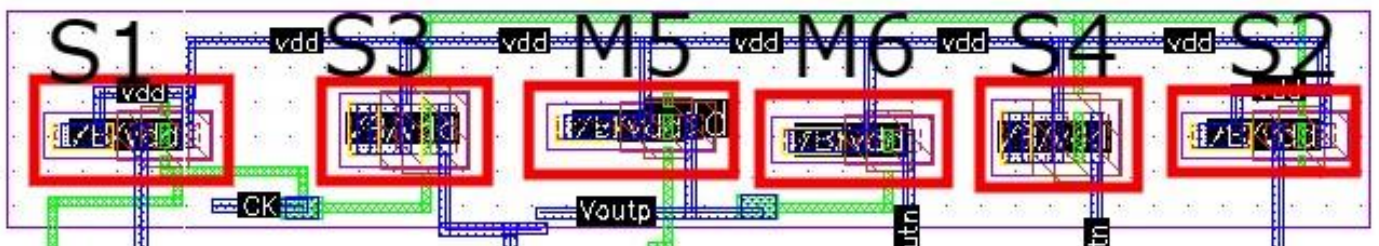
Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το layout του Strong-arm Latch.



Σε αυτό το τμήμα του layout αποτελείται από όλα τα pmos τρανζίστορ καθώς όλα βρίσκονται στο ίδιο nwell. Αρχικά επιλέγουμε από το Edit Instance Properties → Parameter:

- Για το S1 : Στο Use DFM Rules επιλέγουμε DFM και στο Bodytie Type ως Detached
- Για το S3 : Στο Use DFM Rules επιλέγουμε Minimum και στο Bodytie Type ως Detached
- Για το M5 : Στο Use DFM Rules επιλέγουμε DFM και στο Bodytie Type ως Detached
- Για το M6: Στο Use DFM Rules επιλέγουμε Minimum και στο Bodytie Type ως Detached
- Για το S4 : Στο Use DFM Rules επιλέγουμε Minimum και στο Bodytie Type ως Detached
- Για το S2 : Στο Use DFM Rules επιλέγουμε DFM και στο Bodytie Type ως Detached

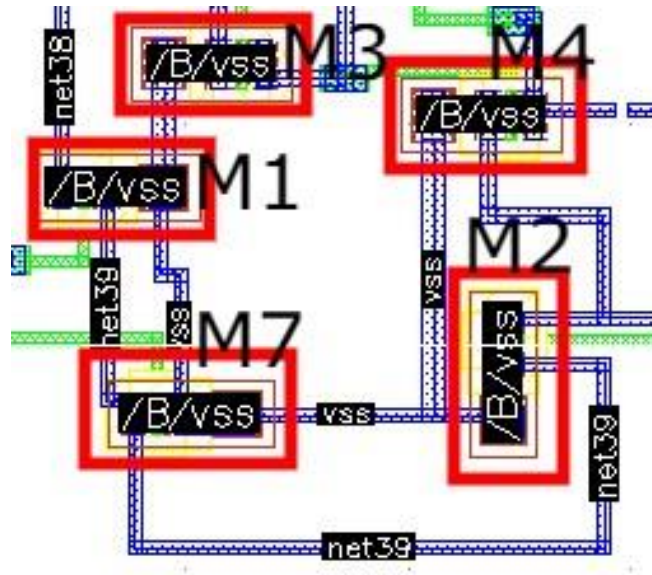
Αυτό το κάνουμε ώστε να μπορέσουμε να διαχειριστούμε το body κάθε τρανζίστορ.



Στην συνέχεια επιλέγουμε από το Edit Instance Properties → Parameter:

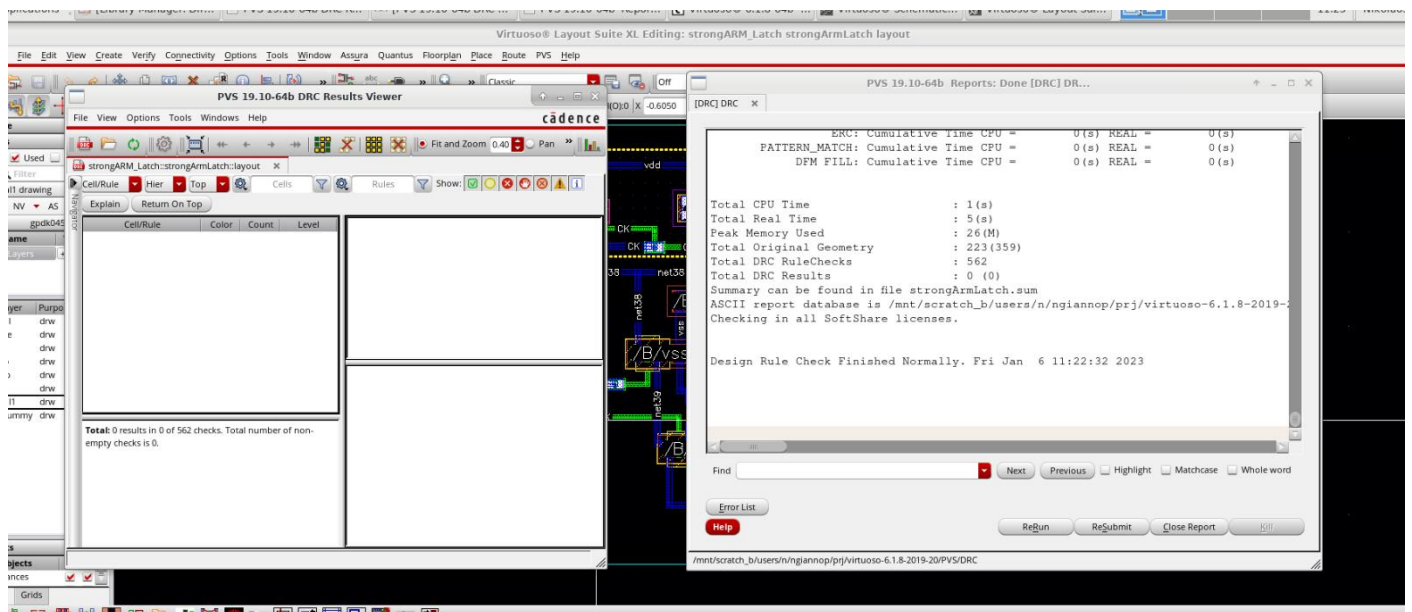
- Για το M3 : Bodytie Type ως Detached
- Για το M1 : Bodytie Type ως Detached
- Για το M4 : Bodytie Type ως Detached
- Για το M1: Bodytie Type ως Detached
- Για το M2 : Bodytie Type ως Detached
- Για το M7 : Bodytie Type ως Detached

Για τον ίδιο λόγο που αναφέρθηκε παραπάνω.

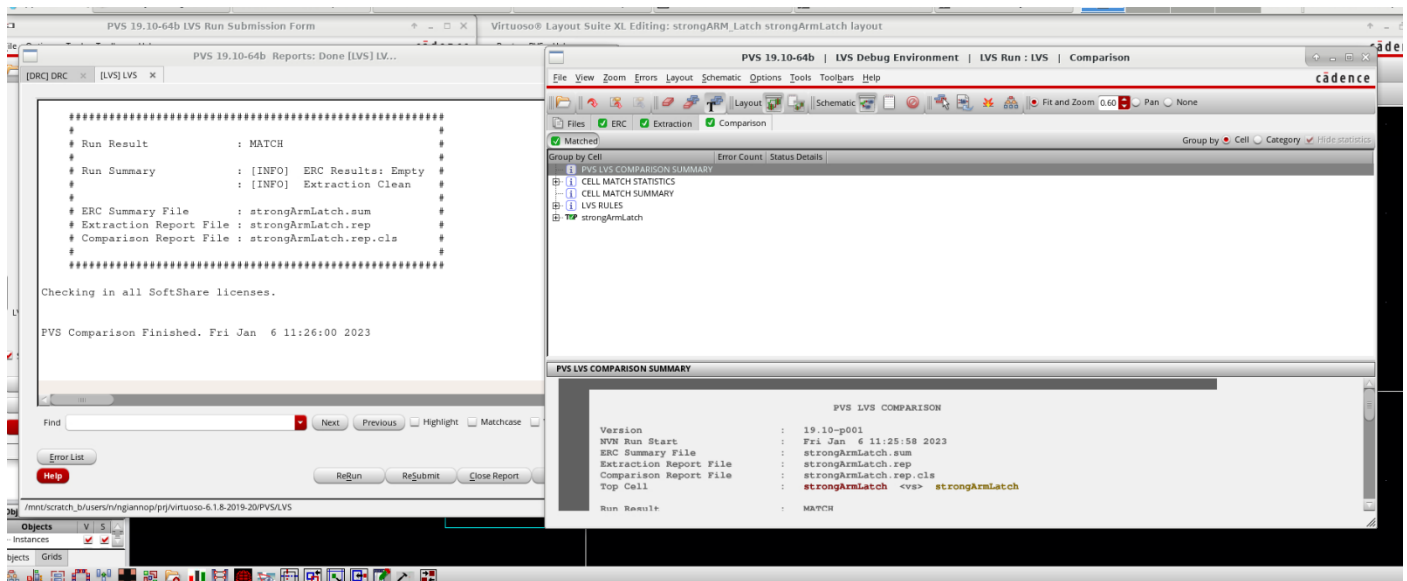


Στην συνέχεια θα κάνουμε DRC & LVS check για να βεβαιωθούμε ότι η σχεδίαση μας ήταν σωστή στο layout

Για DRC:



Για LVS:



Φαίνεται ότι τηρούνται και οι δυο προδιαγράφες και οδηγούμαστε στο σωστό layout.

ΣΧΟΛΙΑ

Η διαδικασία του schematic ήταν εύκολη καθώς από προηγούμενα μαθήματα (όπως Ηλεκτρονική I , II , III) κάναμε χρήση του εργαλείου PSPICE οπού λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο. Το layout ήταν το πιο δύσκολο κομμάτι της εργασίας επειδή ήταν η πρώτη φορά που βλέπουμε layout σε επίπεδο εργαστήριου και όχι μόνο σε θεωρητικό επίπεδο. Όλη η ροή σχεδίασης ήταν δύσκολη υπό την έννοια του εργαλείου που μερικές φορές αργούσε να ανταποκριθεί άλλες φορές που σταματούσε να λειτουργεί. Επιπλέον το ίδιο το εργαλείο δεν σε προειδοποιεί για σημεία τοποθέτησης πρώτου κάνεις τον έλεγχο και έτσι καθιστά την διαδικασία αργή και δύσκολη. Όμως αυτά τα θέματα λύνονται με την εμπειρία του σχεδιαστή καθώς είδαμε και εμείς οι ίδιοι ότι μετα από τα επανειλημμένα λάθη που κάναμε στην τοποθέτηση των Metal1, Poly ότι μετα αναγνωρίζαμε τα σωστά σημεία τοποθέτησης. Θα ήταν χρήσιμο από την ιδιά την εταιρία να παρέχει «απαγορευμένα» σημεία στον σχεδιαστή πρώτου πάει στον έλεγχο όλου το layout και έτσι να είναι πιο εύκολο το εργαλείο στην σχεδίαση του layout.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] B. Razavi, "The StrongARM Latch [A Circuit for All Seasons]," in IEEE Solid-State Circuits Magazine, vol. 7, no. 2, pp. 12-17, Spring 2015, doi: 10.1109/MSSC.2015.2418155.
- [2] A. Almansouri, A. Alturki, A. Alshehri, T. Al-Attar and H. Fariborzi, "Improved StrongARM latch comparator: Design, analysis and performance evaluation," 2017 13th Conference on Ph.D. Research in Microelectronics and Electronics (PRIME), 2017, pp. 89-92, doi: 10.1109/PRIME.2017.7974114.
- [3] Dutta, Sounak (2022): Design of a Strong-Arm Dynamic-Latch based comparator with high speed, low power and low offset for SAR-ADC. TechRxiv. Preprint.
<https://doi.org/10.36227/techrxiv.21114433.v1>
- [4] https://www.youtube.com/watch?v=iV_5_UmXmjU