

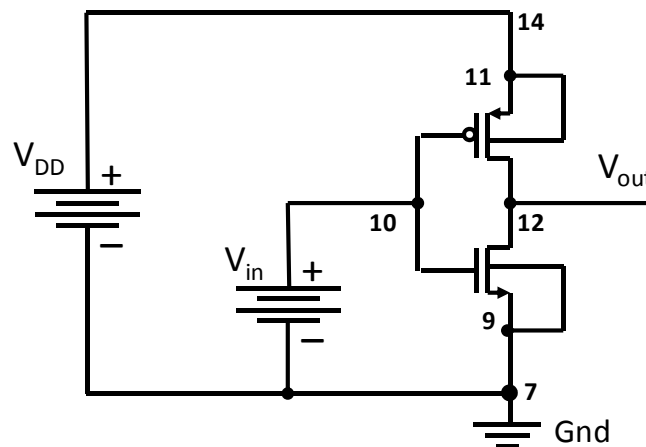
ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ VLSI

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ II

A. Ο CMOS Αναστροφέας

- 1) Σχεδιάστε στο περιβάλλον του OrCAD τον CMOS αναστροφέα του Σχήματος 1. Το σύμβολο του MOS τρανζίστορ (Nbreak4D) υπάρχει στη βιβλιοθήκη "breakout.olb". Στην προσομοίωση λάβετε υπ' όψιν τα μοντέλα του OK CD4007 (CD4007.lib). Τα μεγέθη των τρανζίστορ είναι αντίστοιχα: pMOS $W_p/L_p=60\mu\text{m}/10\mu\text{m}$ και nMOS $W_n/L_n=30\mu\text{m}/10\mu\text{m}$. Η τάση τροφοδοσίας είναι $V_{DD}=8\text{V}$. Με DC ανάλυση εμφανίστε στο γραφικό περιβάλλον προσομοίωσης την καμπύλη της στατικής χαρακτηριστικής του αναστροφέα χρησιμοποιώντας βήμα 0,1V. Προσδιορίστε το αναμενόμενο κατώφλι μετάβασης (V_M).

$V_M =$



Σχήμα 1: CMOS αναστροφέας

- 2) Με τη χρήση του ολοκληρωμένου κυκλώματος CD4007 υλοποιήστε τον αναστροφέα του Σχήματος 1 σύμφωνα με τις υποδείξεις του Σχήματος 2. Τροφοδοτήστε το κύκλωμα με τάση $V_{DD}=8\text{V}$. Χρησιμοποιήστε τη δεύτερη έξοδο του τροφοδοτικού ώστε να οδηγήσετε την είσοδο του αναστροφέα (V_{in}). Επιπρόσθετα, με τη χρήση του παλμογράφου, απεικονίστε στα δύο κανάλια σήματος τις τάσεις εισόδου (V_{in}) και εξόδου (V_{out}) του αναστροφέα.

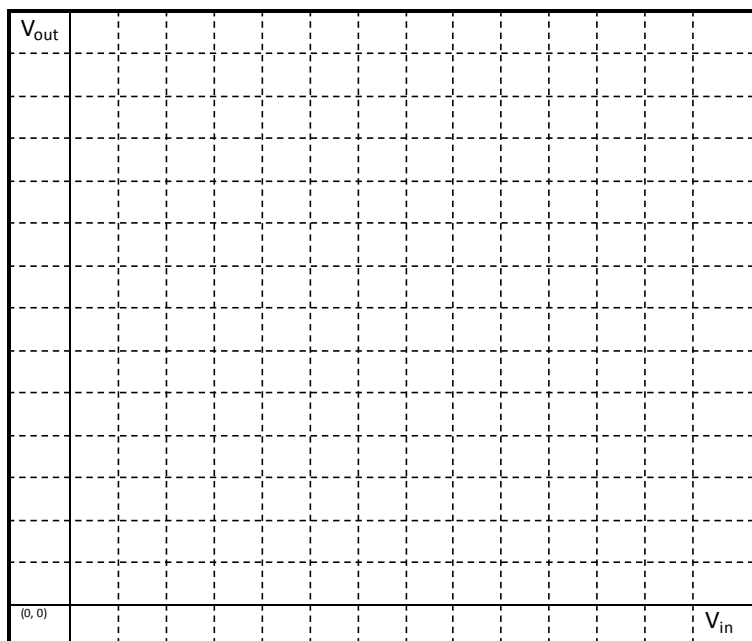
Ακολουθώς, μεταβάλλετε με το τροφοδοτικό την τάση εισόδου V_{in} από 0V έως 8V με βήμα 0,4V και για κάθε τιμή καταγράψτε στον πίνακα μετρήσεων την αντίστοιχη τιμή της τάσης εξόδου V_{out} . Με βάση τις μετρήσεις απεικονίστε στους άξονες (ή στο Excel) την χαρακτηριστική καμπύλη εισόδου-εξόδου ($V_{out}=f(V_{in})$) του αναστροφέα.

Από την χαρακτηριστική εισόδου-εξόδου εκτιμήστε τις τάσεις κατωφλίου των δύο τρανζίστορ (V_{tp} & V_{tn}) και προσδιορίστε το κατώφλι μετάβασης του αναστροφέα (V_M).

$V_{tp} =$

$V_{tn} =$

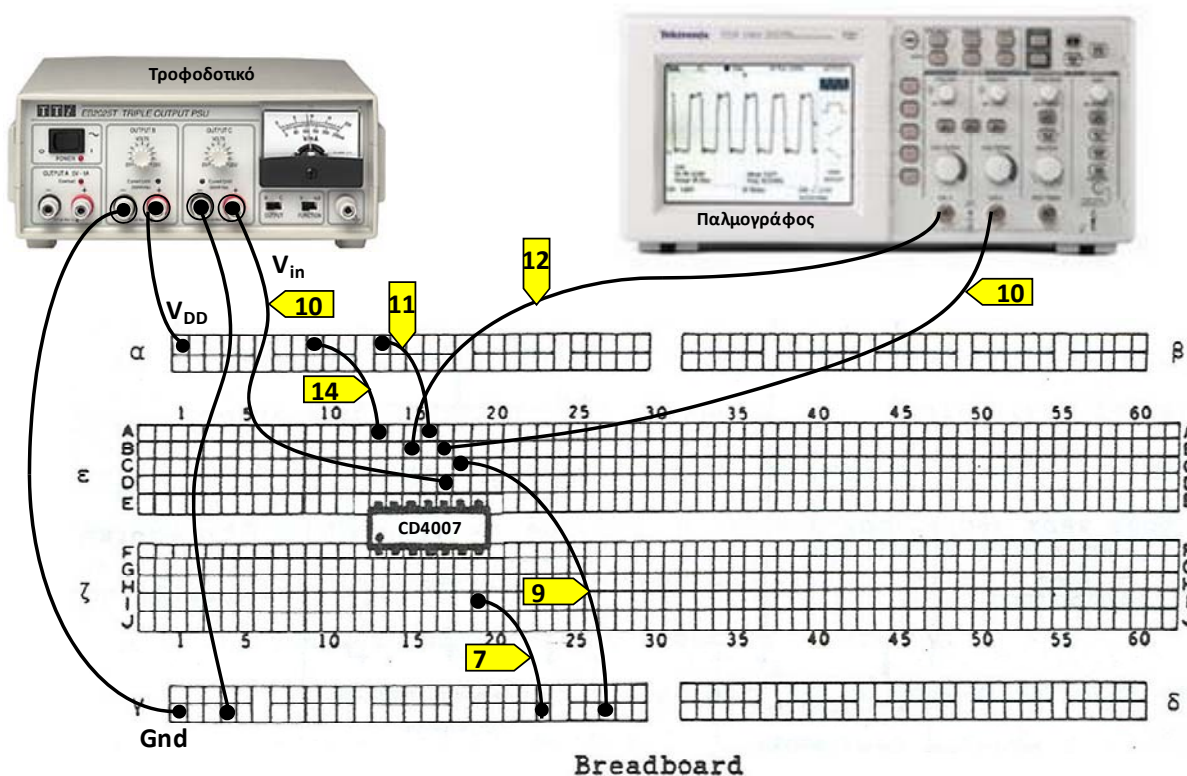
$V_M =$



Χαρακτηριστική εισόδου-εξόδου

V _{in}	V _{out}	V _{in}	V _{out}

Πίνακας μετρήσεων

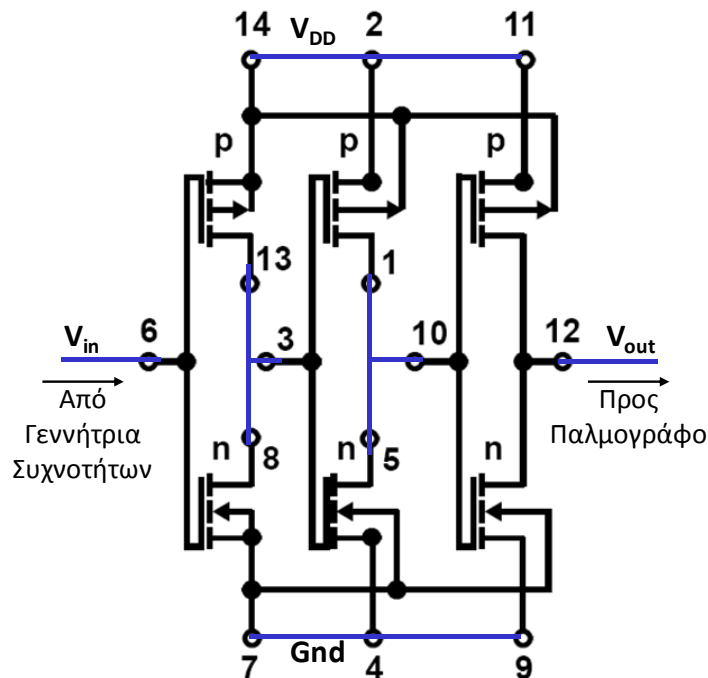


Σχήμα 2: Διασυνδέσεις πειραματικής διάταξης

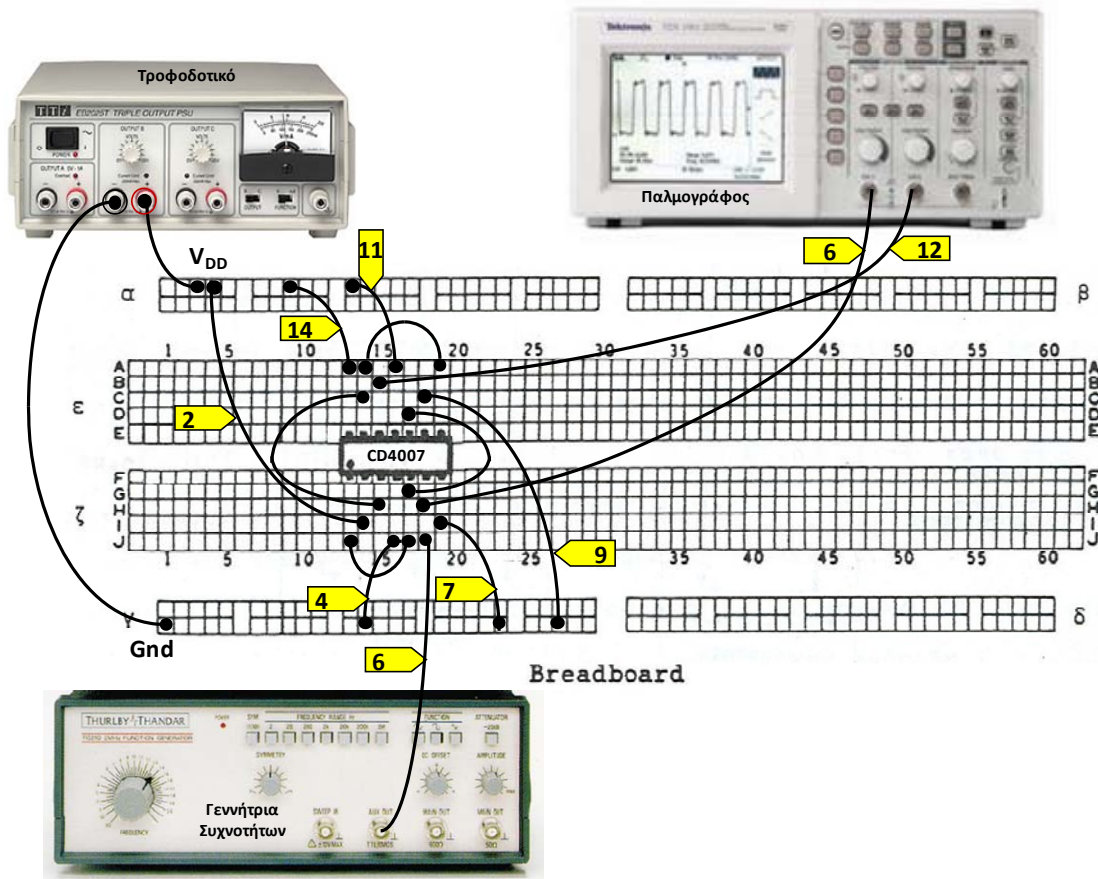
B. Χρόνος Διάδοσης Σήματος

- 3) Χρησιμοποιήστε το OK CD4007 για να υλοποιήσετε τρεις αναστροφείς συνδεδεμένους σε συστοιχία (cascade) όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Η τάση τροφοδοσίας να είναι $V_{DD}=8V$. Οδηγήστε τον πρώτο αναστροφέα με σήμα τετραγωνικό παλμό από την Γεννήτρια Συχνοτήτων όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4. Η συχνότητα του παλμού να είναι 1MHz και το πλάτος του 8V.
- α) Με τη χρήση του Παλμογράφου μετρήστε την καθυστέρηση διάδοσης του σήματος μέσα από την συστοιχία.
 - β) Μετρήστε το χρόνο ανόδου και καθόδου του σήματος στην έξοδο του δεύτερου αναστροφέα.
 - γ) Αλλάξτε την τάση τροφοδοσίας V_{DD} και το πλάτος του παλμού της Γεννήτριας Συχνοτήτων ώστε η νέα τιμή να είναι 5V. Μετρήστε το χρόνο καθυστέρησης όπως στο υποερώτημα (α). Είναι αναμενόμενη η διαφορά των δύο χρόνων και γιατί;

Τάση	Καθυστέρηση διάδοσης	Χρόνος ανόδου	Χρόνος καθόδου
8V			
5V			
Αιτιολόγηση:			

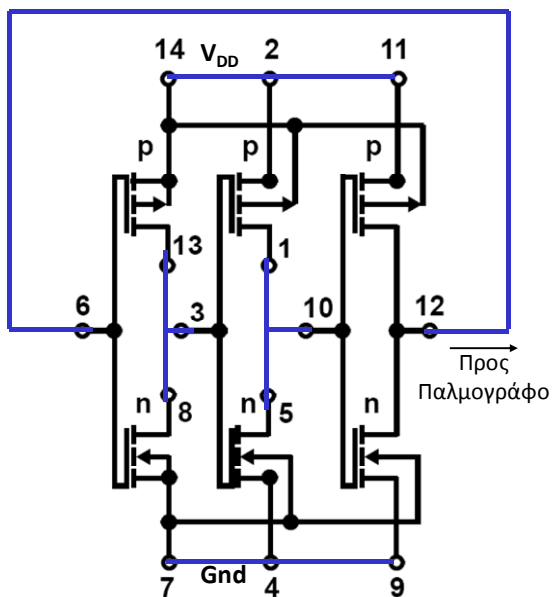


Σχήμα 3: Συστοιχία αναστροφέων με χρήση του OK CD4007



Σχήμα 4: Διασυνδέσεις πειραματικής διάταξης

- 4) Στο κύκλωμα του προηγούμενου ερωτήματος αποσυνδέστε τη Γεννήτρια Συχνοτήτων και συνδέστε την έξοδο του τρίτου αναστροφέα στην είσοδο του πρώτου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5. Τι παρατηρείτε; Πως εξηγείτε το φαινόμενο; Με τον παλμογράφο μετρήστε την περίοδο / συχνότητα του σήματος στην έξοδο ενός από τους αναστροφέες.



Περίοδος (T) =

Συχνότητα (f) =

Σχήμα 5: Ταλαντωτής