



## Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων

Εαρινό Εξάμηνο 2024-25

### Εργαστήριο #1

### Υλοποίηση Αναλογικού Ρολογιού σε Πλακέτα

Παράδοση: Δευτέρα 10/3/2024

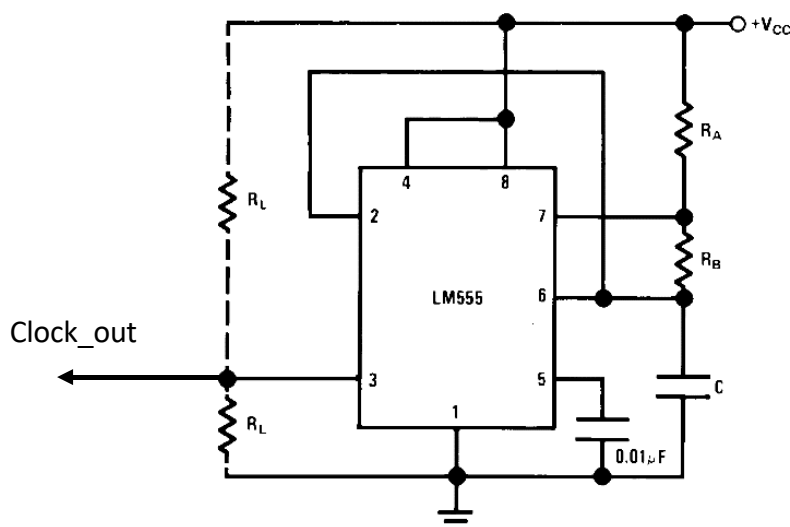
Για όσους χάσουν την πρώτη προθεσμία θα οριστεί επόμενη ημερομηνία εξέτασης. Δεν υπάρχει βαθμολογικό κόστος μέχρι τις 24/3

#### 1 Περιγραφή

Στο εργαστήριο αυτό θα υλοποιήσετε μια γεννήτρια ρολογιού προγραμματιζόμενη ως προς την συχνότητα. Το ρολόι αυτό θα υλοποιηθεί με χρήση του ολοκληρωμένου 555 και χρήση παθητικών εξαρτημάτων (αντιστάσεις/πυκνωτές) και η ρύθμιση συχνότητας και duty cycle (το ποσοστό του χρόνου που το ρολόι είναι 1 σε σχέση με την περίοδο του ρολογιού) θα γίνεται με μεταβλητές τιμές τέτοια εξαρτήματα.

#### 2 Γεννήτρια Ρολογιού

Το LM555 μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους: (α) μονοστάσιμη λειτουργία (monostable mode) και, (β) ασταθής λειτουργία (astable mode). Για τη δημιουργία του ρολογιού θα χρησιμοποιήσουμε την ασταθή λειτουργία. Το IC LM555 μπαίνει σε ασταθή λειτουργία αν γίνουν οι συνδέσεις που φαίνονται στην παρακάτω εικόνα. Συγκεκριμένα, αν τα pins 2 και 6 βραχυκυκλωθούν το IC LM555 θα ταλαντώσει και θα λειτουργεί ως ταλαντωτής. Ο πυκνωτής C φορτίζει μέσω των  $R_A + R_B$  και εκφορτίζει μέσω της  $R_B$ . Έτσι το duty cycle μπορεί να καθοριστεί με ακρίβεια από τον λόγο των δύο αυτών αντιστάσεων. Σημειώστε επιπλέον ότι με αυτόν τον τρόπο λειτουργίας, ο



Εικόνα 1: Το ολοκληρωμένο κύκλωμα 555 σε ασταθή λειτουργία

πυκνωτής φορτίζει και εκφορτίζει μεταξύ  $1/3V_{CC}$  και  $2/3V_{CC}$ . Έτσι οι χρόνοι φόρτισης και εκφόρτισης και κατά συνέπεια η συχνότητα είναι ανεξάρτητα από την τάση τροφοδοσίας.

Για τη σχεδίαση του ρολογιού χρειάζεται να υλοποιήσετε το κύκλωμα της παραπάνω εικόνας και για τον υπολογισμό της συχνότητας το παρακάτω τυπολόγιο:

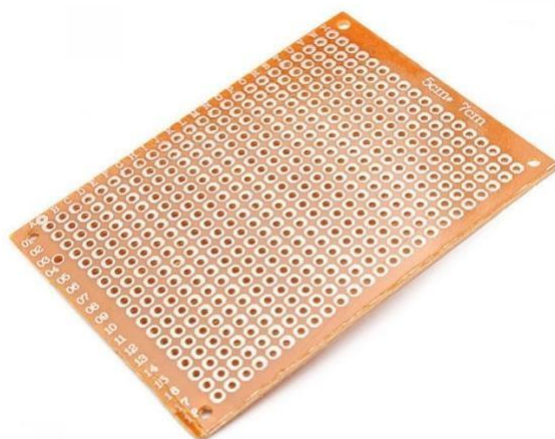
- Χρόνος φόρτισης:  $T_r = 0.693 \cdot (R_A + R_B) \cdot C$
- Χρόνος εκφόρτισης:  $T_f = 0.693 \cdot R_B \cdot C$
- Περίοδος:  $T = T_r + T_f = 0.693 \cdot (R_A + 2R_B) \cdot C$
- Συχνότητα:  $f = 1/T = 1.44 / [(R_A + 2R_B) \cdot C]$

Για να βεβαιωθείτε ότι κύκλωμα λειτουργεί ορθά ελέγξτε την έξοδο (pin 3) με τον παλμογράφο. Μεταβάλετε την μεταβλητή αντίσταση και δείτε την αλλαγή της συχνότητας. Καταγράψτε τη μέγιστη και την ελάχιστη συχνότητα που επιτύχατε.

Name	Direction	Width	Comment
Clock_out	Output	1 bit	Generated clock

### 3 Συνολική Σχεδίαση

Η υλοποίηση θα γίνει με χρήση διάτρητης πλακέτας (όπως η παρακάτω εικόνα). Τα εξαρτήματα θα πρέπει να κολληθούν στην πλακέτα. Καθώς η μεταλλική νησίδα κάθε τρύπας στην συγκεκριμένη πλακέτα είναι αρκετή μόνο για την κόλληση του ακροδέκτη και δεν επεκτείνεται προς κάποια κατεύθυνση, διασυνδέσεις μεταξύ ακροδεκτών πρέπει να γίνονται με καλώδια που κολλιούνται στην πλακέτα.



Εικόνα 2: Διάτρητη πλακέτα

#### Χωροταξία:

Η χωροταξία είναι πολύ σημαντική ώστε να μειώσετε την συνολική πολυπλοκότητα και αντίστοιχη προσπάθεια υλοποίησης αρχικά, και επιβεβαίωσης αργότερα. Μια τεχνική που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είναι να χρησιμοποιήσετε καλώδια «οριζόντια» στην μια πλευρά και «κατακόρυφα» στην άλλη πλευρά της πλακέτας. Σε κάθε περίπτωση καλώδια που είναι μονωμένα μπορούν να διασταυρώνονται άφοβα εφόσον δεν σας προβληματίζουν ως προς την πολυπλοκότητα.



Εικόνα 3 καλή χωροταξία και διάταξη καλωδίων (από το <https://www.digikey.gr/en/maker/blogs/2022/start-building-cleaner-perfboard-projects-using-these-simple-tips>)

Χώρος για επεκτάσεις:

Αν μπορείτε, αφήστε χώρο για πιθανές επεκτάσεις μέσω 1-2 επιπλέον απλών ολοκληρωμένων TTL

#### 4 Προεργασία/Διεξαγωγή

Πριν την είσοδό σας στο εργαστήριο, βεβαιωθείτε ότι είστε εξοικειωμένοι με τα πειράματα που θα εκτελέσετε στον πάγκο του εργαστηρίου. Για το λόγο αυτό, διαβάστε προσεκτικά τις περιγραφές των ολοκληρωμένων που θα χρησιμοποιήσετε. Σχεδιάστε το κύκλωμα σε λογικό επίπεδο. Σημαντικό είναι να έχετε μελετήσει και να ξέρετε τί περιμένετε να παρατηρήσετε/μετρήσετε στο εργαστήριο. Πειραματιστείτε με εναλλακτικές διατάξεις χωρίς να κολλήσετε τα εξαρτήματα. Ένας χρήσιμος γενικός κανόνας είναι να ελέγχουμε πολλές φορές πριν κάνουμε αυτό που σχεδιάζουμε. Για οποιαδήποτε απορία έχετε για τα όργανα ή τις κολλήσεις ρωτήστε το προσωπικό του εργαστηρίου.

##### Παρατηρήσεις:

- Ελέγξτε το κύκλωμα παραγωγής ρολογιού με χρήση παλμογράφου. Βρείτε τα όρια συχνότητας/duty cycle που μπορείτε να πετύχετε. Πόσο γρήγορη είναι η μετάβαση από λογικό μηδέν σε ένα και το αντίθετο;

#### 5 Παραδοτέα

Αναφορά σχεδίασης που θα περιλαμβάνει:

- A] Περιγραφή διεπαφών όπως υλοποιήθηκαν. Συμπληρώστε τον κατάλογο σημάτων και επιπλέον σήματα (αν χρειαστούν, μάλλον όχι), και την πολικότητα των σημάτων (active high/low).
- B] Αναφορά με τον ορισμό των διεπαφών, την καταγραφή της στρατηγικής ελέγχου και των κυματομορφών του πρωτότυπου.
- Γ] Καταγραφή συμπεριφοράς του κυκλώματος
- Δ] Καταγραφή εμπειριών διεξαγωγής/υλοποίησης.

##### Παρατηρήσεις

- Βαθμολογικό βάρος: 30%
- Κριτήρια βαθμολόγησης: ορθότητα, καθαρότητα/ποιότητα υλοποίησης, πληρότητα και αναγνωσιμότητα αναφοράς.
- Η παράδοση είναι υποχρεωτική