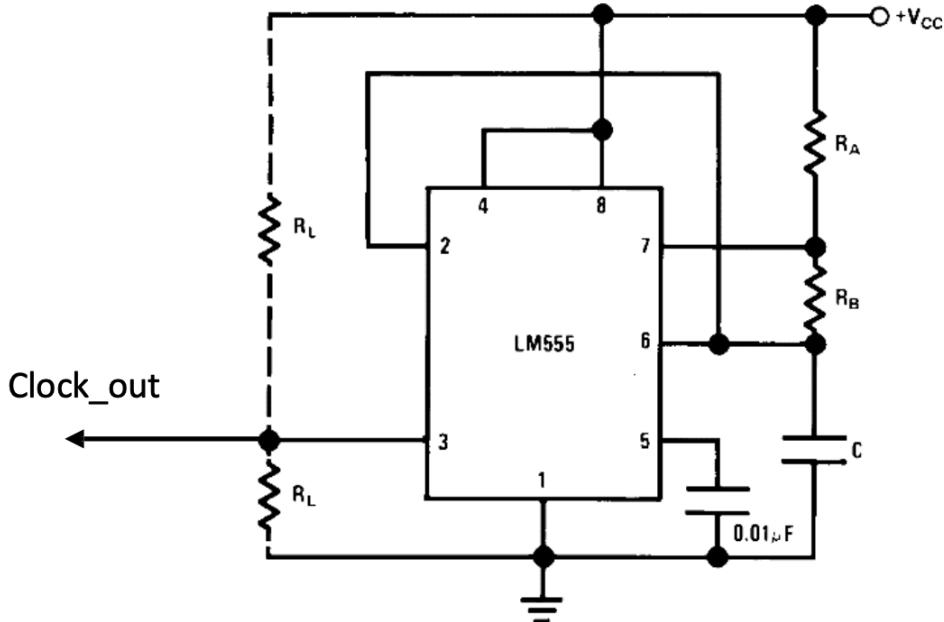




## Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων

### Εργαστηριακή Αναφορά #1 - Υλοποίηση Αναλογικού Ρολογιού σε Πλακέτα

Για να υλοποιήσουμε ένα **αναλογικό ρολόι** χρησιμοποιούμε το ολοκληρωμένο **LM555** σε ασταθή λειτουργία, ώστε να παράγουμε συνεχώς τετραγωνικούς παλμούς χωρίς εξωτερικό trigger, με ελεγχόμενη συχνότητα και duty cycle.



#### Περιγραφή του κυκλώματος

##### Επαφές:

- **GND (pin 1):** Γείωση.
- **Trigger (pin 2):** Είναι active low καθώς όταν η τάση του είναι μικρότερη από 1/3VCC (λογικό 0) κάνει το output high. Ελέγχει την εκφόρτιση του πυκνωτή.
- **Output (pin 3):** Έξοδος σήματος ρολογιού. Εμφανίζει κυματομορφή τύπου "Ψηφιακό παλμό" που εναλλάσσεται μεταξύ λογικού 0 και 1.
- **Reset (pin 4):** Είναι active low, καθώς όταν η τάση του είναι κάτω από 0.7V κάνει την έξοδο 0. Βραχυκυκλώνεται με VCC καθώς δεν χρησιμοποιούμε την λειτουργία reset σε astable mode.
- **Control (pin 5):** Συνδέεται μέσω πυκνωτή 0.01 μF (για σταθεροποίηση και μείωση θορύβου) στην γείωση.
- **Threshold (pin 6):** Είναι active high, καθώς όταν η τάση του είναι μεγαλύτερη από 2/3VCC (λογικό 1) κάνει το output 0V. Ελέγχει την φόρτιση του πυκνωτή.
- **Discharge (pin 7):** Χρησιμοποιείται για την εκφόρτιση του πυκνωτή μέσω της R<sub>B</sub> αντίστασης.
- **VCC (pin 8):** Τάση τροφοδοσίας (εμείς βάλαμε 5V).

### Εξωτερικά Στοιχεία:

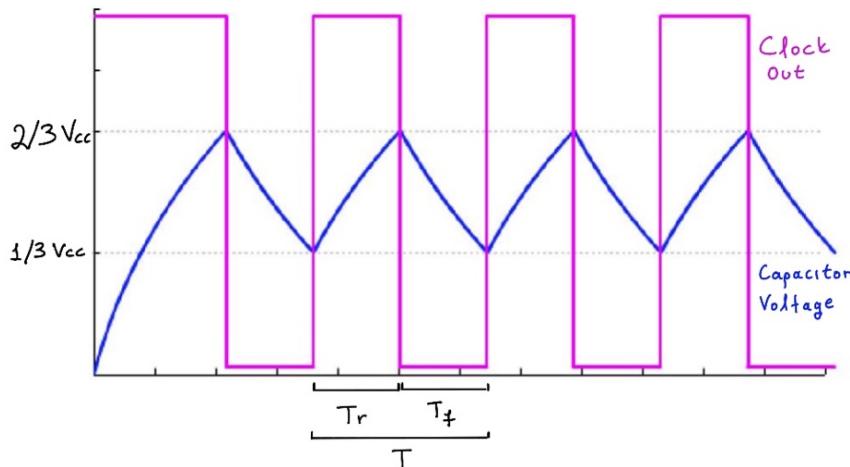
- $R_A = 1\text{k}\Omega$
- $R_B = 0-235\text{k}\Omega$  (variable)
- $C = 10\text{uF}$
- Σταθεροποιητικός πυκνωτής  $c = 0.01\text{uF}$

### Μελέτη εξόδου του κυκλώματος

#### Έλεγχος εξόδου:

Ο πυκνωτής C φορτίζει μέσω των  $R_A$  και  $R_B$  μέχρι το threshold voltage ( $2/3 V_{CC}$ ) και μετά αποφορτίζει μέσω της  $R_B$  μέχρι το trigger voltage ( $1/3 V_{CC}$ ). Η έξοδος είναι high κατά την διάρκεια της φόρτισης και low κατά την διάρκεια εκφόρτισης. Το duty cycle και η συχνότητα της εξόδου ελέγχεται από τις τιμές των  $R_A$ ,  $R_B$  και C όπως φαίνεται παρακάτω:

- Χρόνος φόρτισης:  $Tr = 0.693 * (RA + RB) * C$
- Χρόνος εκφόρτισης:  $Tf = 0.693 * RB * C$
- Περίοδος:  $T = Tr + Tf = 0.693 * (RA + 2RB) * C$
- Συχνότητα:  $f = 1/T = 1.44/[(RA + 2RB) * C]$
- Duty Cycle:  $D = 1 - RB/(RA + 2RB)$



**Σχόλιο:** Παρατηρούμε ότι το duty cycle, όσο αυξάνουμε την αντίσταση  $R_B$  του ποτενσιόμετρου, μικραίνει και συγκλίνει στο 50%, χωρίς ποτέ να πάει κάτω από αυτό. Πρακτικά βλέπουμε ότι για το μεγαλύτερο εύρος των τιμών της  $R_B$  το duty cycle μένει αρκετά κοντά στο 50%.

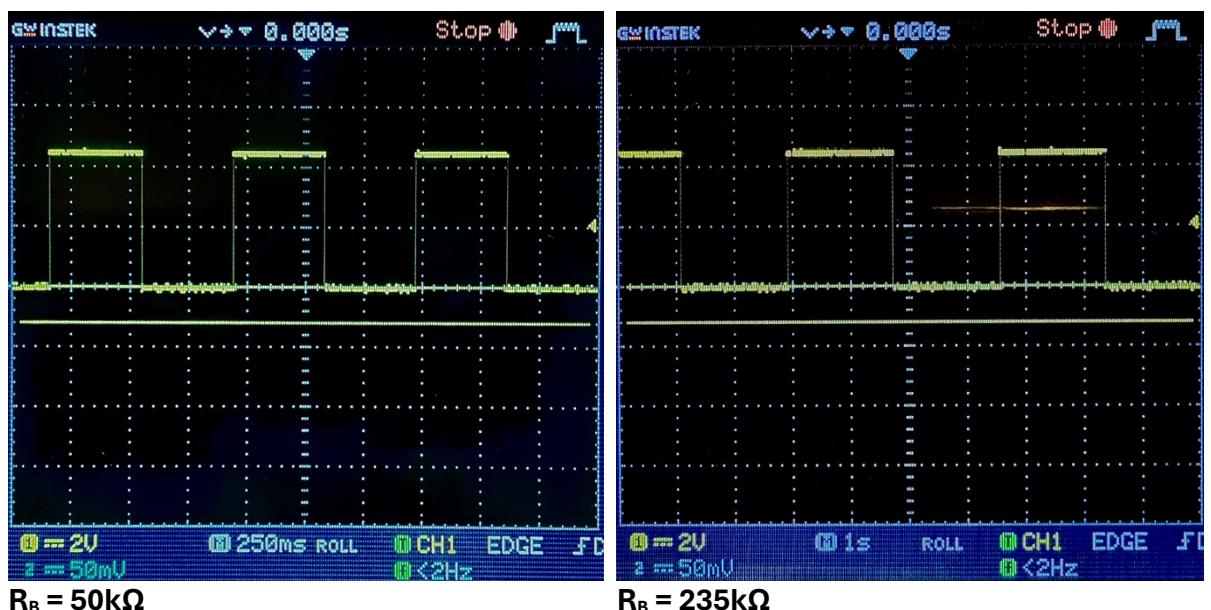
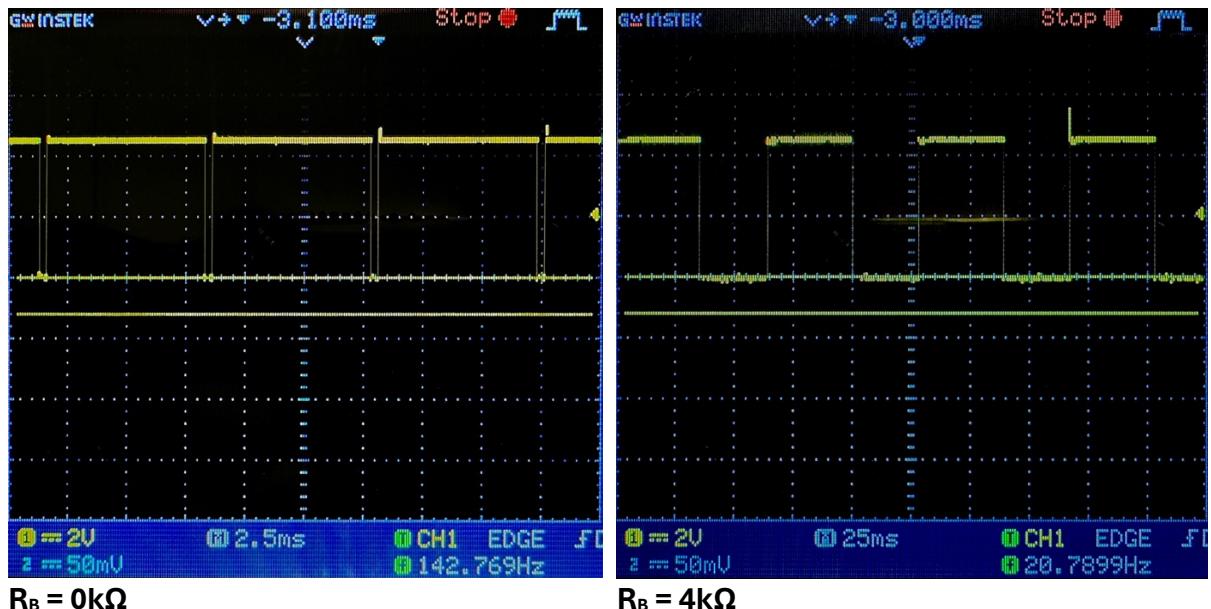
#### Θεωρητικές τιμές εξόδου για διάφορες τιμές $R_B$ :

	$R_B = 0\Omega$	$R_B = 4\text{k}\Omega$	$R_B = 50\text{k}\Omega$	$R_B = 235\text{k}\Omega$
$Tr (\text{s})$	0.0069	0.0346	0.353	1.635
$Tf (\text{s})$	~0	0.0277	0.347	1.629
$T (\text{s})$	0.0069	0.0623	0.699	3.264
$F (\text{Hz})$	144.3	16.033	1.429	0.306
$D (%)$	~100.00	55.56	50.50	50.11

Πρακτικές τιμές εξόδου διάφορες τιμές  $R_B$ :

	$R_B = 0\Omega$	$R_B = 4k\Omega$	$R_B = 50k\Omega$	$R_B = 235k\Omega$
$T_r$ (s)	0.0065	0.037	0.385	1.81
$T_f$ (s)	0.0005	0.028	0.381	1.80
$T$ (s)	0.007	0.065	0.766	3.61
$F$ (Hz)	142.7	15.384	1.305	0.277
$D$ (%)	92.86	56.92	50.26	50.13

Κυματομορφές εξόδου στον παλμογράφο για διάφορες τιμές  $R_B$ :

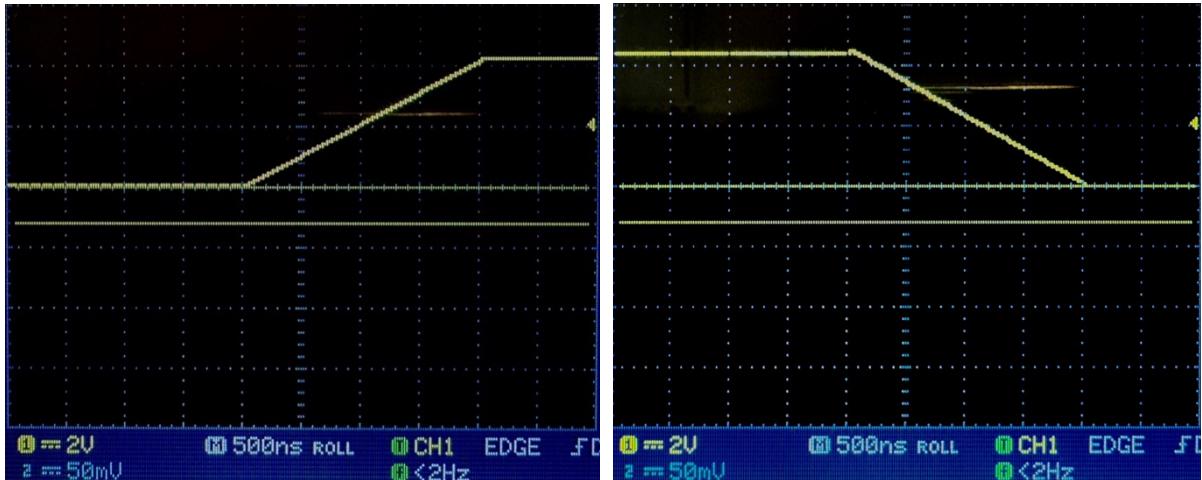


### Rise Time και Fall Time του παλμού εξόδου:

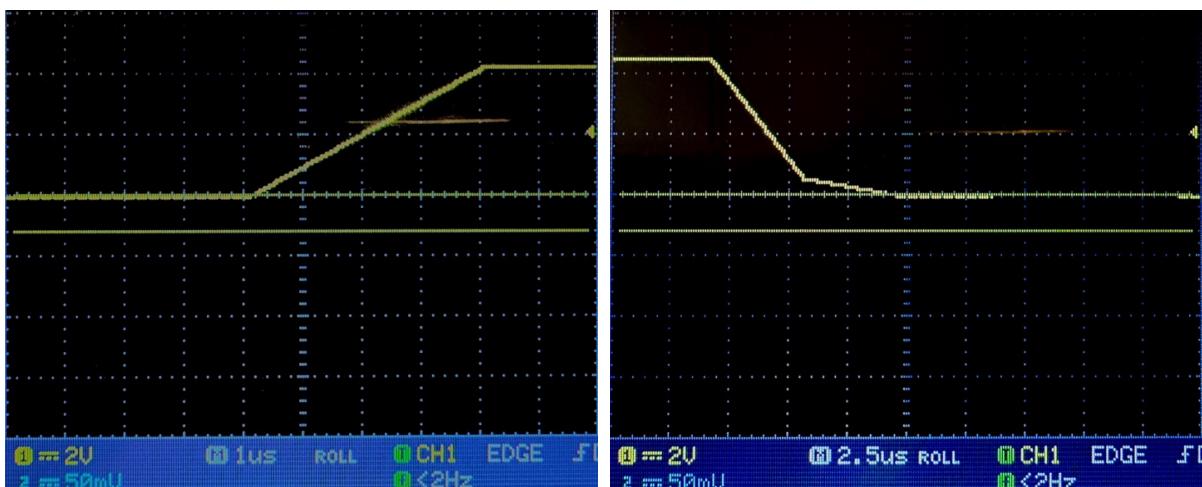
Rise Time: Χρόνος μετάβασης της εξόδου από λογικό 0 σε 1

Fall Time: Χρόνος μετάβασης της εξόδου από λογικό 1 σε 0

Για  $R_B=50\text{k}\Omega$ , το Rise Time και το Fall Time είναι περίπου 2us:



Για  $R_B=235\text{k}\Omega$ , το Rise Time είναι περίπου 4us και το Fall Time είναι περίπου 8us:



**Παρατήρηση:** Όσο αυξάνουμε την αντίσταση  $R_B$  του ποτενσιόμετρου, αυξάνονται και οι χρόνοι Rise Time και Fall Time. Σε κάθε περίπτωση όμως αυτοί οι χρόνοι είναι σημαντικά μικρότεροι από τους χρόνους που η έξοδος είναι high ή low, οπότε δεν θα μας επηρεάσουν (μπορούμε να θεωρήσουμε τις εναλλαγές ακαριαίες).

## **Κατασκευή πλακέτας**

Αρχικά κατασκευάσαμε το κύκλωμα σε breadboard όπου δοκιμάσαμε την λειτουργία του. Ύστερα κολλήσαμε τα components σε διάτρητη πλακέτα, με έμφαση στην τοποθεσία των καλωδίων και των components για οπτικά καθαρή και οργανωμένη πλακέτα.

