

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

---

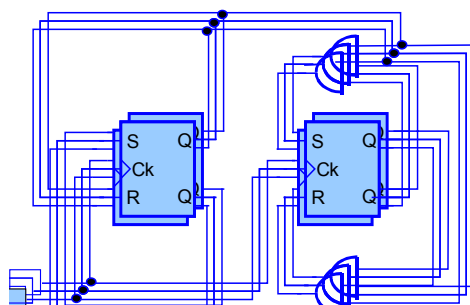
---

# ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Ι

---

---

*I.M. ΚΟΝΤΟΛΕΩΝ*



## ΑΣΚΗΣΗ 1

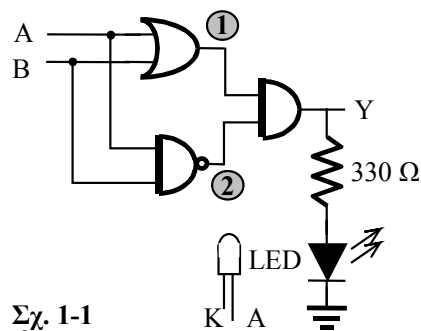
## ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕ ΛΟΓΙΚΕΣ ΠΥΛΕΣ

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

Ψηφιακά Κυκλώματα, κεφ. 2, Παρ.2-5, κεφ. 4, Παρ. 4-7, κεφ. 3, Παρ. 3-1 ως 3-10.

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΚΤΕΛΕΣΗ

1. Να **συνδεσμολογηθεί** το κύκλωμα του Σχ.1-1 και να ληφθεί πειραματικά ο πίνακας αλήθειας.



Σχ. 1-1

2. Με τη χρησιμοποίηση πυλών NAND να υλοποιηθεί πειραματικά διάταξη τριών εισόδων A,B, και C που, ανάλογα με τις τιμές της εισόδου C, η έξοδος της, Y, να παρέχει τις συναρτήσεις EXNOR και NOR, ως προς τις εισόδους A και B, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:



Στη σχεδίαση να χρησιμοποιηθεί ο μικρότερος αριθμός ολοκληρωμένων κυκλωμάτων με πύλες NAND 2-εισόδων.

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

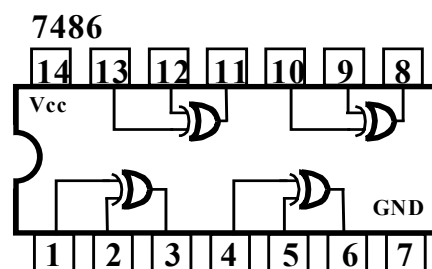
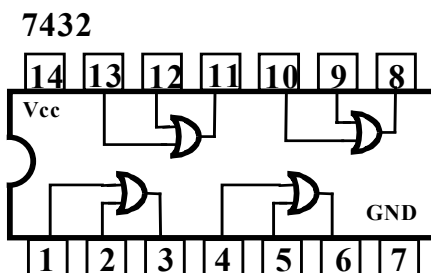
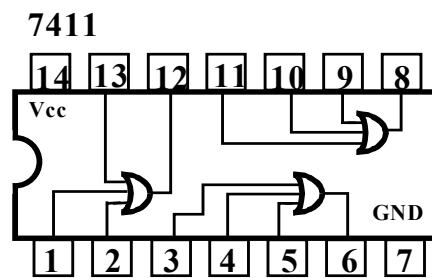
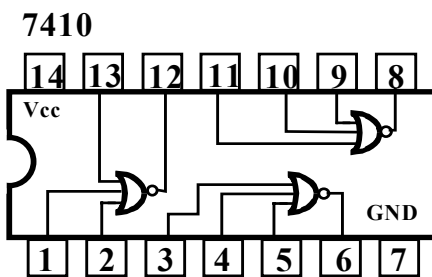
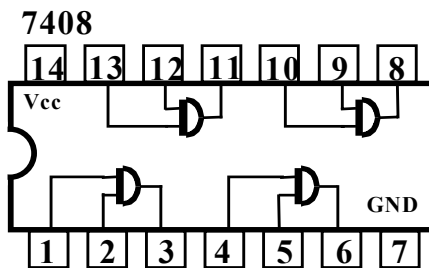
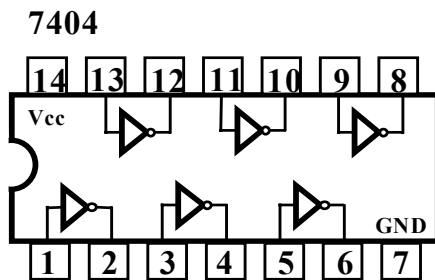
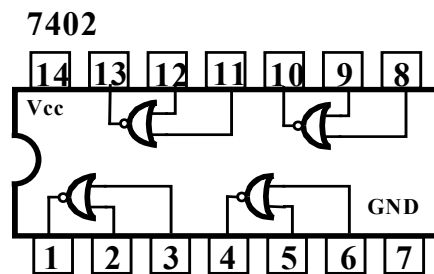
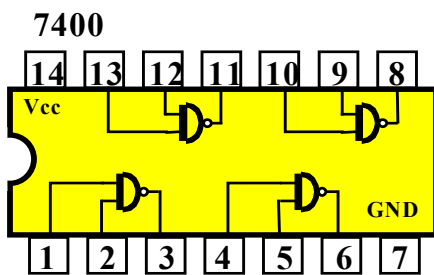
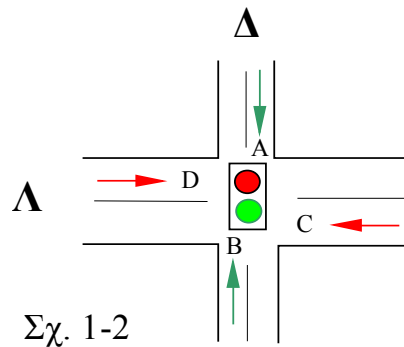
3. Το Σχ.1-2 δείχνει τη διασταύρωση μιας λεωφόρου Λ με ένα δευτερεύοντα δρόμο Δ. Στις γραμμές A,B, C, D έχουν τοποθετηθεί ανιχνευτές οχημάτων που δίνουν έξοδο 0, όταν δεν είναι κατειλημμένες για μήκος 50 μ (πριν τη διασταύρωση) και 1, όταν συμβαίνει το αντίθετο. Το σύστημα ελέγχου της κυκλοφορίας λειτουργεί με τον ακόλουθο τρόπο: Το φανάρι που επιτρέπει την κυκλοφορία στη λεωφόρο Λ γίνεται πράσινο και το φανάρι στο δρόμο Δ γίνεται κόκκινο, όταν:

- α) Και οι δύο γραμμές C και D είναι κατειλημμένες.
- β) Δεν υπάρχουν οχήματα στις γραμμές A, B, C και D ή
- γ). Μία τουλάχιστον από τις γραμμές C, D είναι κατειλημμένη, αλλά οι γραμμές A, B δεν είναι και οι δύο κατειλημμένες.

Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση το φανάρι που επιτρέπει την κυκλοφορία στη λεωφόρο Λ είναι κόκκινο και το φανάρι που επιτρέπει την κυκλοφορία στο δρόμο Δ είναι πράσινο.

A) Με βάση τη λογική του προβλήματος να καταστρωθεί ο πίνακας αλήθειας και ο πίνακας Karnaugh. Να σχεδιαστεί η **ελάχιστη υλοποίηση** του προβλήματος.

B). Να επαληθευτεί η σωστή λειτουργία της ελάχιστης υλοποίησης με προσομοίωση στο πρόγραμμα SPICE.

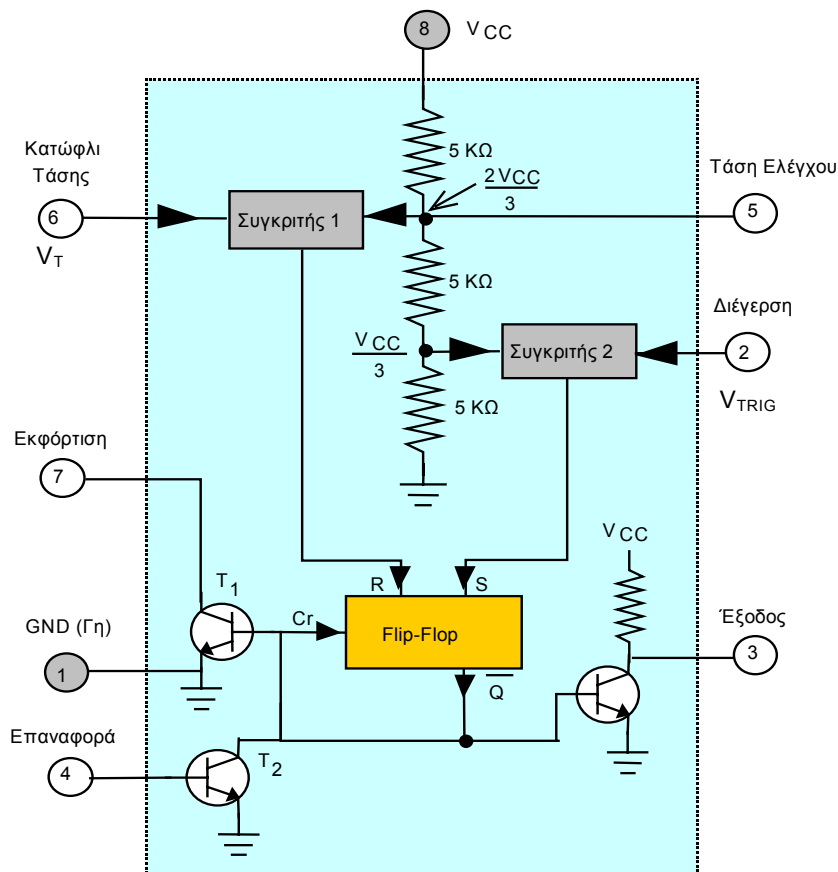


## ΑΣΚΗΣΗ 2

ΜΟΝΟΣΤΑΘΗΣ ΚΑΙ ΑΣΤΑΘΗΣ ΠΟΛΥΔΟΝΗΤΗΣ  
ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟΚΥΚΛΩΜΑ 555

## 2.1 ΜΟΝΟΣΤΑΘΗΣ ΠΟΛΥΔΟΝΗΤΗΣ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟΚΥΚΛΩΜΑ 555

Η γενική δομή του χρονοκυκλώματος 555 φαίνεται στο Σχ. 2-1. Το δυναμικό στον ακροδέκτη διέγερσης (2),  $V_{TRIG}$ , συγκρίνεται (με το συγκριτή 2) με ένα κατώτερο κατώφλι τάσης που είναι ίσο με  $V_{CC}/3$ . Ομοίως, η είσοδος κατωφλίου τάσης (6),  $V_T$ , συγκρίνεται (με το συγκριτή 1) με ένα ανώτερο κατώφλι τάσης που είναι ίσο με  $2V_{CC}/3$ . Οι έξοδοι των συγκριτών είναι LOW ή HIGH και οδηγούνται στις εισόδους S, R ενός δισταθί πολυδονητή (φλίπ-φλόπ, FF) που δίνει έξοδο,  $\bar{Q}$ , η οποία εξαρτάται από την κατάσταση (0 ή 1) των εισόδων (S, R) του και την προηγούμενη κατάσταση της εξόδου ( $\bar{Q}$ ) του, δηλαδή πριν να εφαρμοστούν οι νέες εισοδοί στους ακροδέκτες S, R (με  $S=R=0$  η έξοδος του FF δε μεταβάλλεται, με  $S=1, R=0$  είναι  $\bar{Q}=0$  και με  $S=0, R=1$  είναι  $\bar{Q}=1$ ).



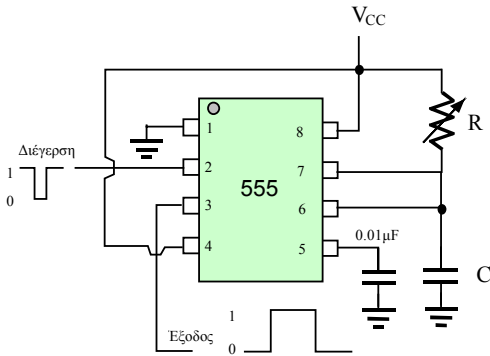
Σχ. 2-1

Όταν  $V_{TRIG} < V_{CC}/3$ , τότε  $S=1, \bar{Q}=0$  και έτσι, η έξοδος του χρονοκυκλώματος γίνεται HIGH. Όταν η τάση κατωφλίου,  $V_T$ , γίνει μεγαλύτερη από  $2V_{CC}/3$  τότε  $R=0, \bar{Q}=1$  και η έξοδος του χρονοκυκλώματος γίνεται LOW. Η αντίσταση στον ακροδέκτη εξόδου είναι περίπου  $10 \Omega$  και το μέγιστο ρεύμα εξόδου είναι περίπου  $200mA$ .

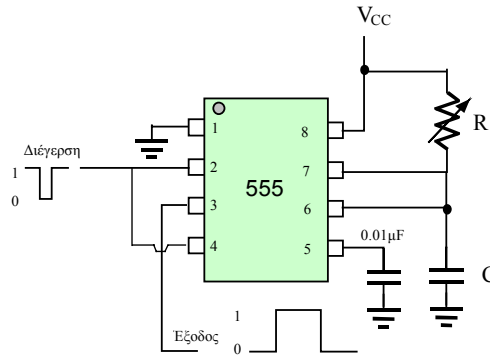
Ο ακροδέκτης της τάσης ελέγχου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μεταβάλλει την τάση διέγερσης και το κατώφλι τάσης. Συνήθως, μεταξύ του ακροδέκτη 5 και της γης συνδέεται ένας πυκνωτής  $0.01\mu F$ , για να μειώνεται η επίδραση του θορύβου και της κυμάτωσης της τάσης τροφοδοσίας στο

κατώφλι τάσης. Στον ακροδέκτη εκφόρτισης συνδέεται εξωτερικά ένας πυκνωτής που χρησιμεύει στον καθορισμό της σταθεράς χρόνου του κυκλώματος. Όταν η έξοδος του FF είναι LOW (η έξοδος του 555 είναι HIGH), ο ακροδέκτης εκφόρτισης δεν επηρεάζει το φορτίο του πυκνωτή, ενώ όταν η έξοδος του FF είναι HIGH (η έξοδος του 555 είναι LOW) ο πυκνωτής εκφορτίζεται. Εξάλλου, αν ο ακροδέκτης επαναφοράς (4) γειωθεί, τότε οι ακροδέκτες της εξόδου (3) και της εκφόρτισης (7) οδηγούνται σε LOW.

Το ολοκληρωμένο 555 μπορεί να λειτουργήσει με τάσεις τροφοδοσίας από +4V ως +18 V, σαν *μη-επαναδιεγερόμενος (non-retriggerable)* ή *επαναδιεγερόμενος (retriggerable)* πολυδονητής. Στην πρώτη περίπτωση, όταν το κύκλωμα διεγερθεί δεν επαναδιεγείρεται στο διάστημα που είναι διεγερμένο, ώστε να παρατείνει το χρονικό διάστημα της διέγερσής του. Στον επαναδιεγερόμενο πολυδονητή, μία διέγερση που προκαλείται στο διάστημα που είναι διεγερμένος, ανανεώνει το χρόνο διέγερσης του. Η συνδεσμολογία του ολοκληρωμένου χρονοκυκλώματος 555, σε διάταξη μη επαναδιεγερόμενου και επαναδιεγερόμενου μονοσταθιού πολυδονητή, σχεδιάζεται στα Σχ.2-2 και 2-3. Όταν στον ακροδέκτη διέγερσης εφαρμοστεί ένας αρνητικός παλμός, τότε η έξοδος γίνεται υψηλή και ο ακροδέκτης εκφόρτισης (7) παύει να βραχυκυκλώνει τον πυκνωτή, C. Τότε, ο πυκνωτής αρχίζει και φορτίζεται μέσω της αντίστασης R. Όταν η τάση στα άκρα του πυκνωτή γίνει ίση με  $2V_{CC}/3$ , η έξοδος γίνεται χαμηλή, ενώ ταυτόχρονα εκφορτίζεται ο πυκνωτής. Η χρονική διάρκεια του παλμού εξόδου είναι  $T = \ln 3RC \approx 1.1 \times RC$  και δεν μπορεί να υπερβεί τα 15 min.



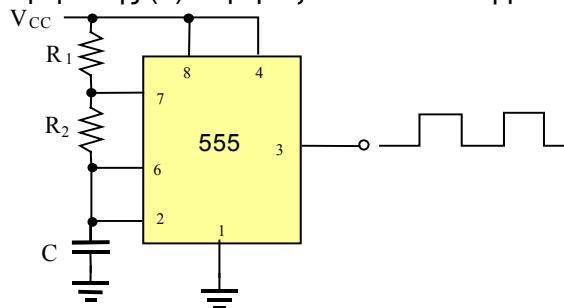
Σχ. 2-2



Σχ. 2-3

## 2.2 ΑΣΤΑΘΗΣ ΠΟΛΥΔΟΝΗΤΗΣ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟΚΥΚΛΩΜΑ 555

Το κύκλωμα του Σχ. 2-4 δείχνει έναν ασταθή πολυδονητή με το χρονοκύκλωμα 555. Ο πυκνωτής C φορτίζεται μέσω των αντιστάσεων  $R_1$  και  $R_2$  από την τάση τροφοδοσίας  $V_{CC}$ . Καθώς ο πυκνωτής φορτίζεται, η έξοδος του 555 είναι υψηλή ( $\approx 4.5V$ ), μέχρι τη χρονική στιγμή που η τάση στα άκρα του πυκνωτή γίνει περίπου ίση με  $2V_{CC}/3 \approx 3.3V$ . Τότε, η έξοδος γίνεται περίπου μηδενική, ενώ ταυτόχρονα ο ακροδέκτης εκφόρτισης (7) εκφορτίζει τον πυκνωτή μέσω της αντίστασης  $R_2$ .



Σχ. 2-4

Όταν, κατά την εκφόρτιση, η τάση του πυκνωτή γίνει ίση με  $V_{CC}/3$ , η έξοδος του 555 εξαναγκάζεται (από το άκρο της διέγερσης) να γίνει υψηλή. Στη συνέχεια, ο παραπάνω κύκλος επαναλαμβάνεται. Έτσι, η έξοδος του 555 είναι υψηλή κατά τη διάρκεια της φόρτισης του πυκνωτή

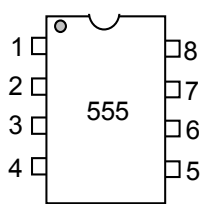
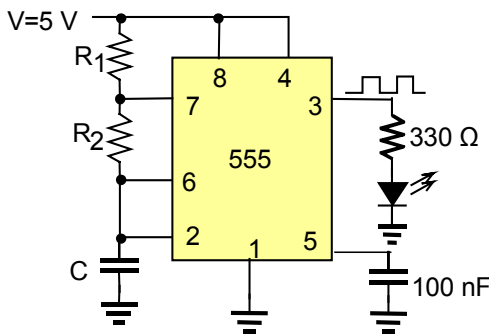
από τάση  $V_{CC}/3$  σε τάση  $2V_{CC}/3$ . Ο χρόνος που η έξοδος είναι υψηλή, υπολογίζεται εύκολα από την εξίσωση φόρτισης του πυκνωτή και είναι  $t_{ON} = 0.693(R_1 + R_2)C$ . Εξάλλου, ο χρόνος εκφόρτισης του πυκνωτή, από το δυναμικό  $2V_{CC}/3$  σε  $V_{CC}/3$ , που αντιστοιχεί στο διάστημα που η έξοδος του 555 είναι χαμηλή είναι  $t_{OFF} = 0.693R_2C$ .

**2.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

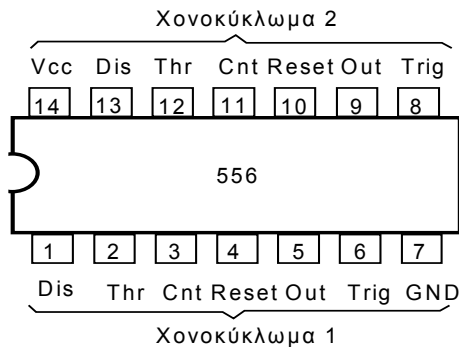
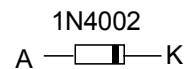
1. Να συνδεσμοποιηθεί ο ασταθής πολυδονητής του Σχ. 2-5 με  $R_1 = R_2 = 220\text{ k}\Omega$  και  $C = 100\text{ nF}$ . Να τροφοδοτηθεί με συνεχή τάση 5 V. Να χρησιμοποιηθεί το χρονοκύκλωμα 555 ή το διπλό χρονοκύκλωμα 556.

2. Με τη βοήθεια του παλμογράφου να παρατηρηθεί και να σχεδιαστεί η κυματομορφή στην έξοδο (3). Να μετρηθούν οι χρόνοι  $t_{ON}$  και  $t_{OFF}$  και να υπολογιστεί η συχνότητα της κυματομορφής εξόδου. Να συμπληρωθεί ο σχετικός πίνακας μετρήσεων.

3. Να διακοπεί η τροφοδοσία και να προστεθεί δίοδος σε παράλληλη σύνδεση με την αντίσταση  $R_2$ . Η άνοδος της δίοδου να είναι στον ακροδέκτη 7 του χρονοκυκλώματος 555. Να επαναληφθεί το προηγούμενο βήμα.



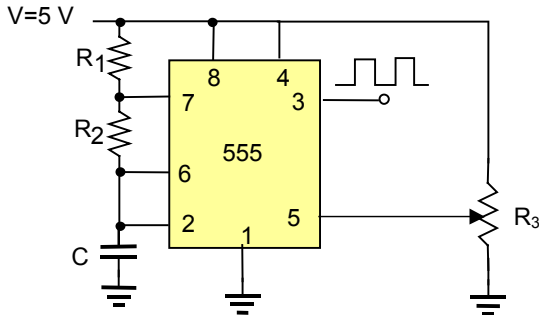
- 1: Γή (GND)
- 2: Διέγερση (Trigger)
- 3: Έξοδος
- 4: Επαναφορά (Reset)
- 5: Τάση Ελέγχου (Control Voltage)
- 6: Κατώφλι (Threshold)
- 7: Εκφόρτιση (Discharge)
- 8: Τροφοδοσία



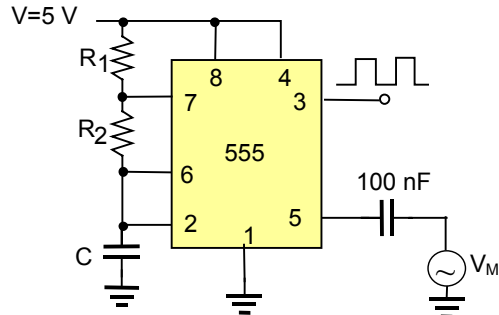
Σχ. 2-5

4. Να διακοπεί η τροφοδοσία και να αφαιρεθεί η δίοδος. Να συνδεθεί ποτενσιόμετρο των 10 kΩ στον ακροδέκτη της τάσης ελέγχου (5) του χρονοκυκλώματος 555, σύμφωνα με το Σχ. 2-6. Να τροφοδοτηθεί εκ νέου το κύκλωμα. Να μεταβληθεί η συνεχής τάση ελέγχου από 0 ως 4V, σε

βήματα του ενός βόλτ, και να σχεδιαστούν οι κυματομορφές στην έξοδο (3). (η ρύθμιση της τάσης να γίνεται με τη βοήθεια του ψηφιακού πολύμετρου). Η έξοδος εμφανίζει διαμορφωμένη παλμοτάση με τη θέση των παλμών να εξαρτάται από την τιμή της τάσης ελέγχου (Pulse Position Modulation, PPM). Σε κάθε περίπτωση να μετρούνται οι χρόνοι  $t_{ON}$  και  $t_{OFF}$  των παραγόμενων παλμών και να υπολογίζεται η συχνότητά τους. Να συμπληρωθούν οι σχετικές μετρήσεις.



Σχ. 2-6

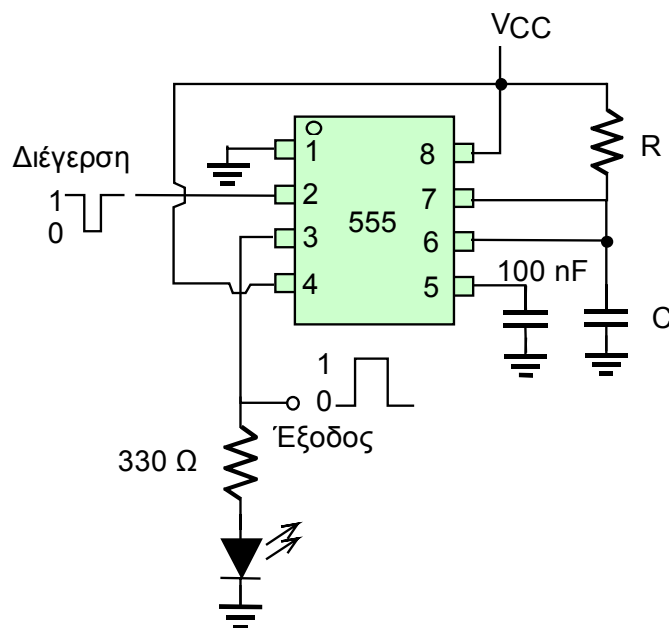


Σχ. 2-7

5. Να αποσυνδεθεί η συνεχής τάση ελέγχου και σαν τάση ελέγχου να συνδεθεί η γεννήτρια σημάτων, σύμφωνα με το Σχ. 2-7. Με ημιτονοειδές σήμα πλάτους 5 V pp και συχνότητας 500 Hz να παρατηρηθούν οι κυματομορφές εισόδου (ακροδέκτης 5) και εξόδου (ακροδέκτης 3). Να μετρηθούν οι χρόνοι  $t_{ON}$  και  $t_{OFF}$  των παραγόμενων παλμών στην έξοδο (ακροδέκτης 3) και να υπολογιστεί η συχνότητά τους. Να επαναληφθεί η παραπάνω διαδικασία με σήμα πλάτους 10 V pp και να συμπληρωθούν οι σχετικές μετρήσεις.

6. Να αποσυνδεθεί η γεννήτρια σημάτων και να επαναφερθεί το κύκλωμα του ασταθή πολυδονητή στην αρχική του μορφή (Σχ. 2-5) με  $C = 10 \text{ nF}$ .

7. Διατηρώντας τον ασταθή πολυδονητή, να συνδεσμοποιηθεί ο μονοσταθής μη-επαναδιεγερόμενος πολυδονητής του Σχ. 2-8, με  $R=100 \text{ k}\Omega$ ,  $C= 100 \text{ nF}$ . Να τροφοδοτηθεί και η νέα διάταξη με συνεχή τάση 5 V.

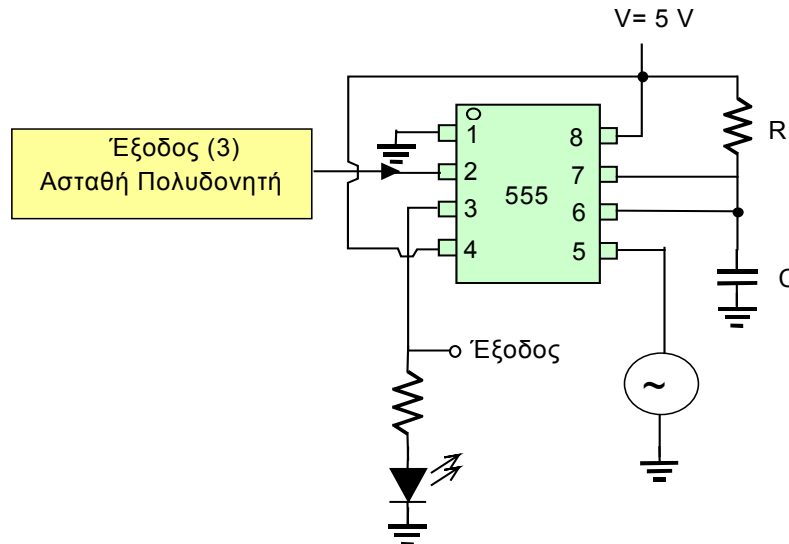


Σχ. 2-8

8. Να συνδεθεί η έξοδος του ασταθή πολυδονητή (ακροδέκτης 3) με τη διέγερση (ακροδέκτης 2) του μονοσταθής πολυδονητή.

9. Με τη βοήθεια του παλμογράφου να παρατηρηθούν οι κυματομορφές στις εξόδους (ακροδέκτες 3) του ασταθή και μονοσταθή πολυδονητή. Να σχεδιαστούν οι παραπάνω κυματομορφές και να μετρηθεί ο χρόνος διέγερσης του μονοσταθή πολυδονητή.

10. Να συνδεθεί η γεννήτρια σημάτων στην τάση ελέγχου (ακροδέκτης 5) του μονοσταθή πολυδονητή, σύμφωνα με το Σχ. 2-9. Με ημιτονοειδές σήμα πλάτους 5 V pp και συχνότητας 1 kHz, να παρατηρηθούν και να σχεδιαστούν οι κυματομορφές στην διέγερση (ακροδέκτης 2), στην τάση ελέγχου (ακροδέκτης 5) και στην έξοδο (ακροδέκτης 3) του μονοσταθή πολυδονητή. Να μετρηθεί η περίοδος των παραπάνω κυματομορφών και να συμπληρωθούν οι σχετικές μετρήσεις (διαμόρφωση εύρους παλμού, Pulse Width Modulation, PWM).



Σχ. 2-9

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

11. Να σχολιαστούν τα πειραματικά αποτελέσματα δίνοντας σε συντομία τις αναγκαίες εξηγήσεις.
12. Να προσομοιωθεί με το πρόγραμμα SPICE η λειτουργία του ασταθή πολυδονητή του Σχ.2-5, με  $R_1=R_2=220\text{ k}\Omega$  και  $C=100\text{ nF}$ , δίνοντας τα αναγκαία αποτελέσματα και γραφικές παραστάσεις.
13. Να προσομοιωθεί με το πρόγραμμα SPICE η λειτουργία του μονοσταθή πολυδονητή του Σχ.2-8, με  $C=1\text{ }\mu\text{F}$  και  $R=100\text{ k}\Omega$ , δίνοντας τα αναγκαία αποτελέσματα και γραφικές παραστάσεις.



## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΕΠΩΝΥΜΟ :

ΟΝΟΜΑ :

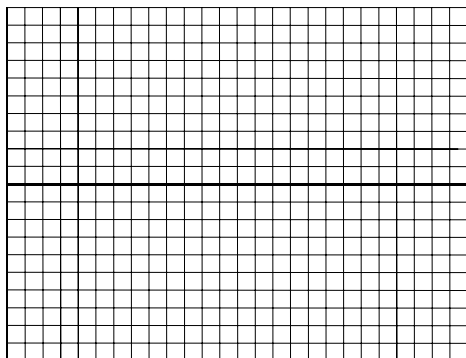
ΑΕΜ :

Ημερ/νία :

Ομάδα :

### Βήματα 2 & 3:

Βήμα 2



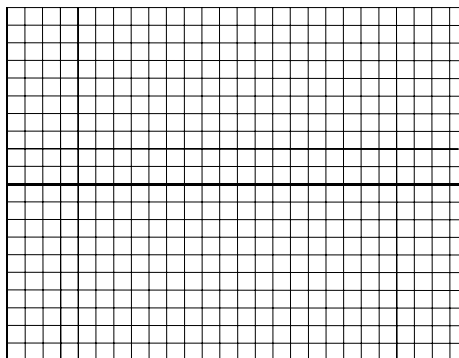
$t_{ON} =$

$f_{OFF} =$

$T =$

$f =$

Βήμα 3



$t_{ON} =$

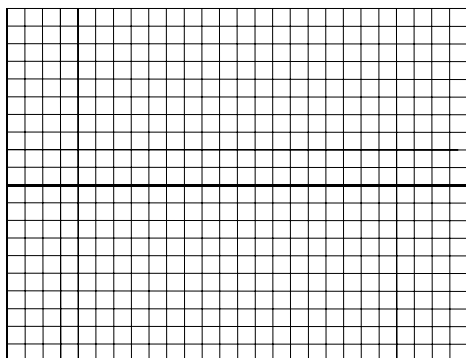
$f_{OFF} =$

$T =$

$f =$

### Βήμα 4:

Τάση Ελέγχου: 1 V



$t_{ON} =$

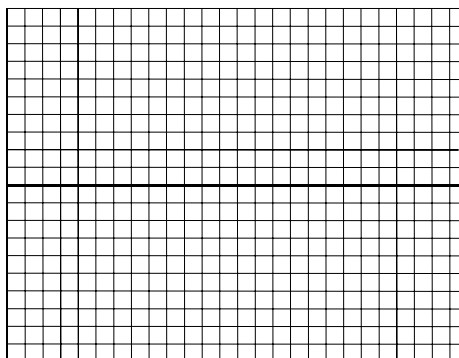
$f_{OFF} =$

$T =$

$f =$

Τάση Ελέγχου: 3 V

Τάση Ελέγχου: 2 V



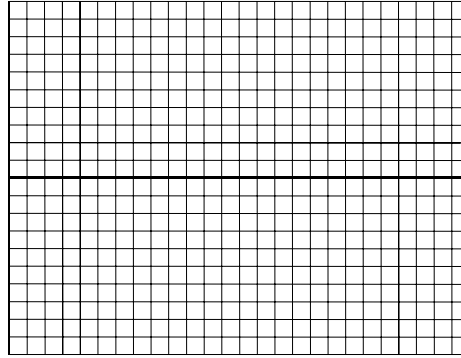
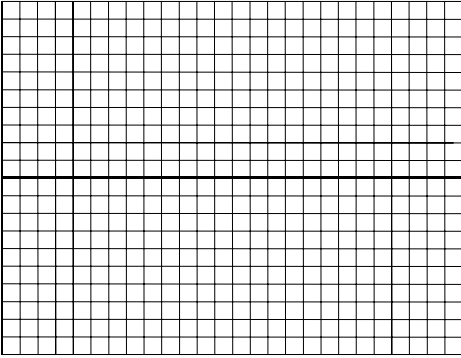
$t_{ON} =$

$f_{OFF} =$

$T =$

$f =$

Τάση Ελέγχου: 4 V



$t_{ON} =$

$f_{OFF} =$

$T =$

$f =$

$t_{ON} =$

$f_{OFF} =$

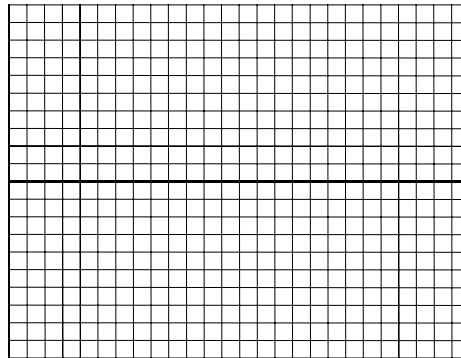
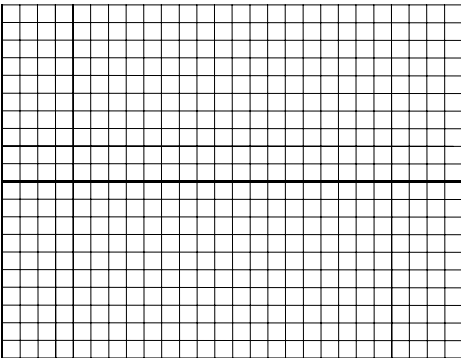
$T =$

$f =$

**Βήμα 5:**

$V_M = 5 \text{ V pp}, f=500 \text{ Hz}$

$V_M = 10 \text{ V pp}, f=500 \text{ Hz}$



$t_{ON} =$

$f_{OFF} =$

$T =$

$f =$

$t_{ON} =$

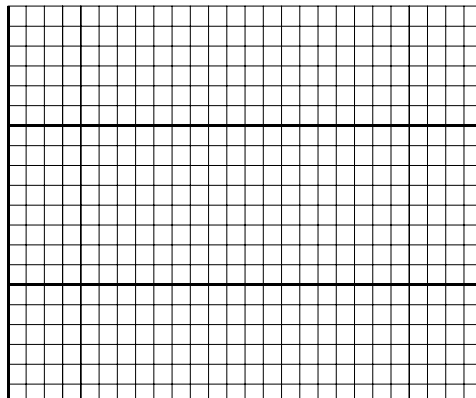
$f_{OFF} =$

$T =$

$f =$

**Βήμα 9:**

Έξοδος Ασταθή  
Πολυδονητή



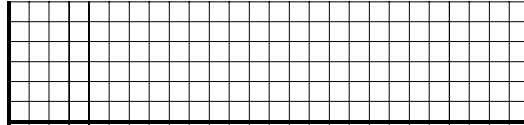
Έξοδος Μονοσταθή  
Πολυδονητή

Διάρκεια παλμού μονοσταθή πολυδονητή:

$T =$

## Βήμα 10

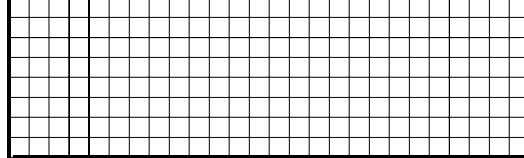
Κυματομορφή διέγερσης



Περίοδος =

Συχνότητα =

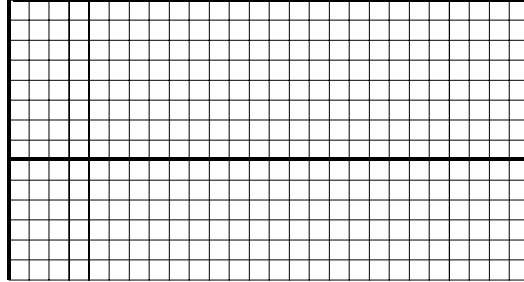
Κυματομορφή τάσης ελέγχου



Περίοδος =

Συχνότητα =

Κυματομορφή εξόδου



Περίοδος =

Συχνότητα =

### ΑΣΚΗΣΗ 3

## FLIP-FLOPS ΚΑΙ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΕΣ

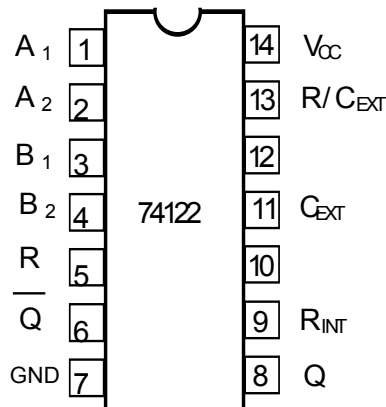
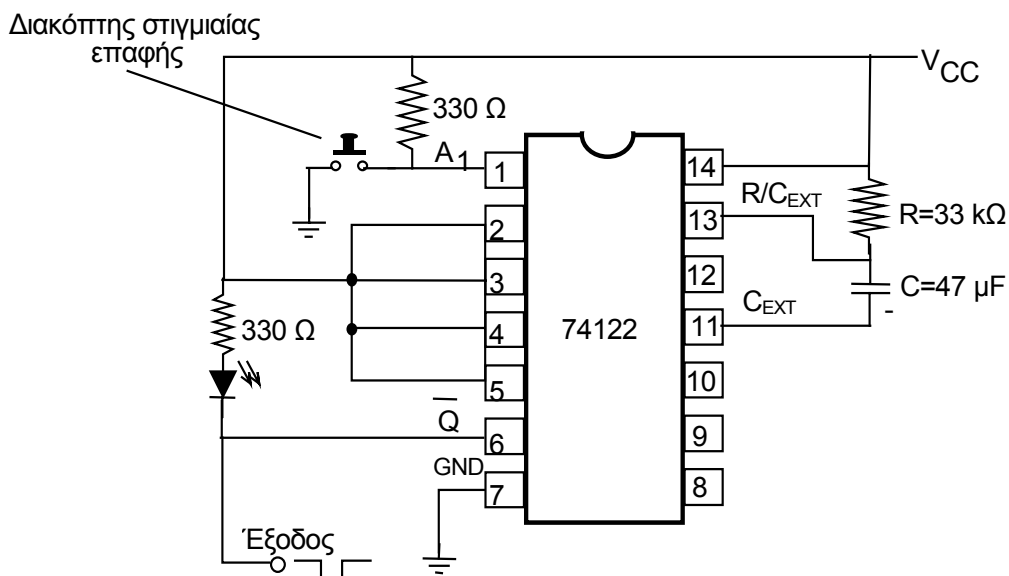
### 3.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑ

Λειτουργία Flip-Flop JK και Master-Slave, πίνακας αλήθειας, πίνακας διέγερσης, λειτουργία preset και clear, ασύγχρονοι απαριθμητές.

Ψηφιακά Κυκλώματα, κεφάλαιο 5 (σελ. 178), κεφάλαιο 6 (σελ. 201), κεφάλαιο 8 (σελ. 230).

### 3.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

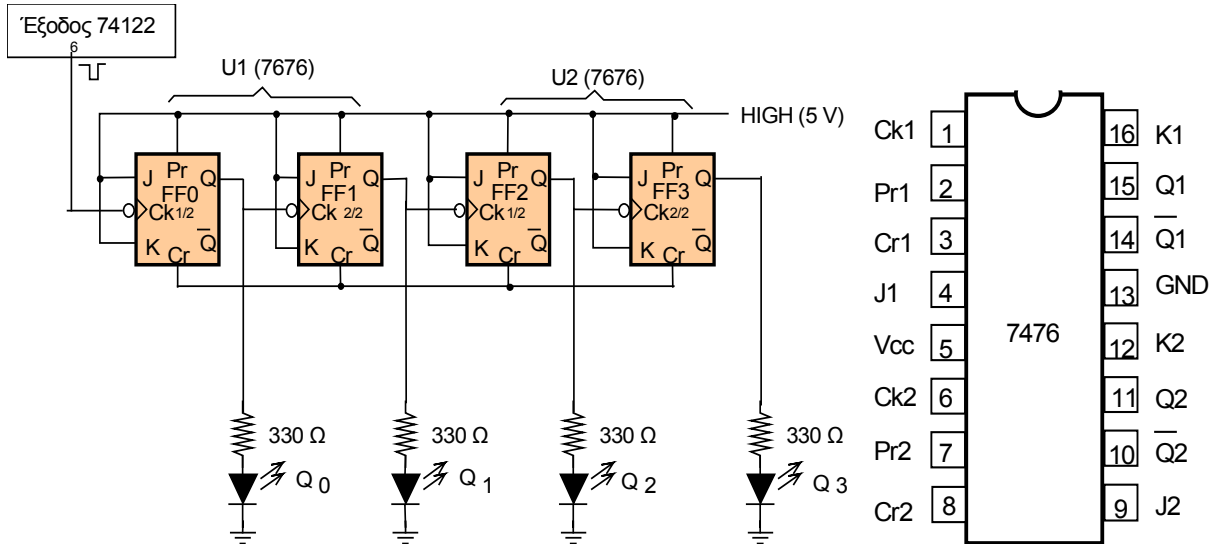
1. Να συναρμολογηθεί το κύκλωμα του μονοσταθή επαναδιεγερόμενου πολυδονητή του Σχ.3-1 συνδέοντας στην είσοδό του  $A_1$  το διακόπτη στιγμιαίας επαφής (τύπου OFF-ON). Να τροφοδοτηθεί η διάταξη με συνεχή τάση 5 V. Πιέζοντας το διακόπτη, με τη βοήθεια του LED να παρατηρηθεί ο παλμός εξόδου με  $C=47\ \mu\text{F}$  και  $R=33\ \text{k}\Omega$  (η διάρκεια του παλμού είναι  $\approx 0.7RC$ ). Να σχολιαστούν α) η χρησιμότητα της διάταξης και β) οι σχετικές δυνατότητες των ολοκληρωμένων 555 και 74122.



Σχ. 3-1

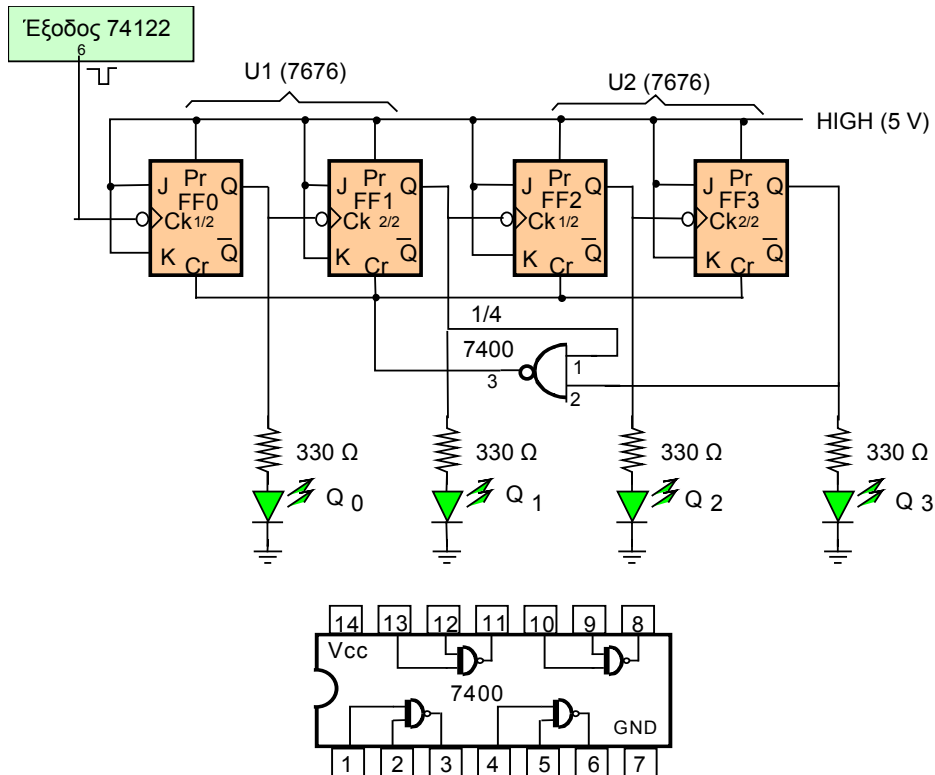
2. Να αναγνωριστούν οι ακροδέκτες του Flip-Flop 7476 (διπλό Master-Slave JK FF, αρνητικής διέγερσης, με Preset και Clear). Γειτονικά προς την ήδη υπάρχουσα διάταξη, να συνδεσμοποιηθεί

ο απαριθμητής κυμάτωσης των 4-bits του Σχ. 3-2. Να συνδεθεί η έξοδος του μονοσταθί πολυδονητή (ακροδέκτης 6 του 74122) με το ρολοί (clock) του FF0 (ακροδέκτης 1 του 7476). Η χωρητικότητα του πυκνωτή του μονοσταθί πολυδονητή επαναφέρεται στην τιμή των 47 μF. Πιέζοντας το διακόπτη στιγμιαίας επαφής, με τη βοήθεια των LEDs (στις εξόδους των FF) να διαπιστωθεί η λειτουργία του απαριθμητή σαν διαδικού απαριθμητή (binary up-count counter).



Σχ. 3-2

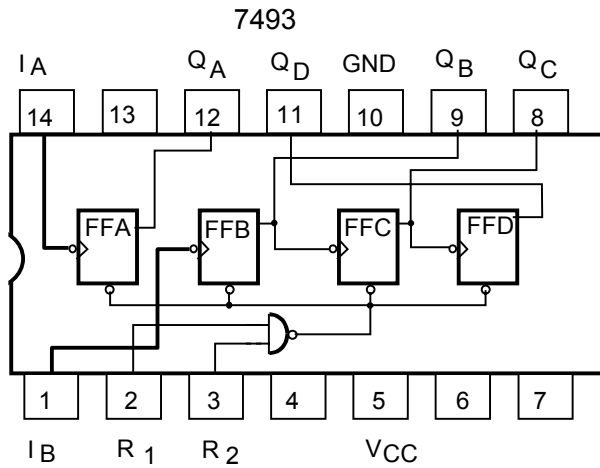
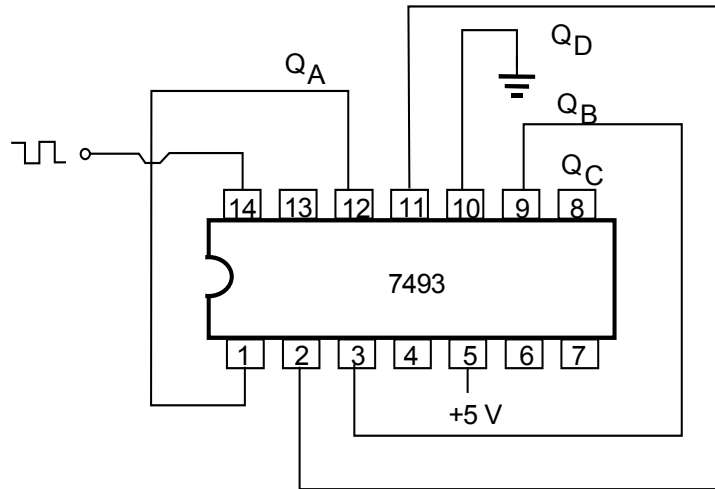
3. Σύνδοντας μία πύλη NAND (από το ολοκληρωμένο 7400), να τροποποιηθεί ο δυαδικός απαριθμητής σύμφωνα με το Σχ. 3-3. Πιέζοντας το διακόπτη στιγμιαίας επαφής να διαπιστωθεί η λειτουργία του απαριθμητή σαν δεκαδικού απαριθμητή (decade up-count counter).



Σχ. 3-3

4. Να συνδεσμοποιηθεί ο ολοκληρωμένος ασύγχρονος δυαδικός απαριθμητής (4-bits) 7493 ώστε να λειτουργεί σαν δεκαδικός απαριθμητής, σύμφωνα με το Σχ. 3-4. Να συνδεθεί η έξοδος του μονοσταθί (74122) με το ρολοί του FFA (ακροδέκτης 14). Πιέζοντας το διακόπτη στιγμιαίας

επαφής να διαπιστωθεί η λειτουργία του ολοκληρωμένου απαριθμητή σαν δεκαδικού απαριθμητή (decade up-count counter).



Σχ. 3-4

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

5. Να προσομοιωθεί με το πρόγραμμα SPICE η λειτουργία του δεκαδικού απαριθμητή του βήματος 3 και να δοθούν τα σχετικά αποτελέσματα. Να επαναληφθεί η προσομοίωση για απαριθμητή Mod-14 με μέτρηση προς τα κάτω (down counter)

6. Να συνδεσμολογηθεί ο απαριθμητής 7493 σαν απαριθμητής Mod-14 (up counter).

7. Με τη χρησιμοποίηση δύο απαριθμητών 7493 να σχεδιαστεί απαριθμητής Mod-60 (up-counter).

## ΑΣΚΗΣΗ 4

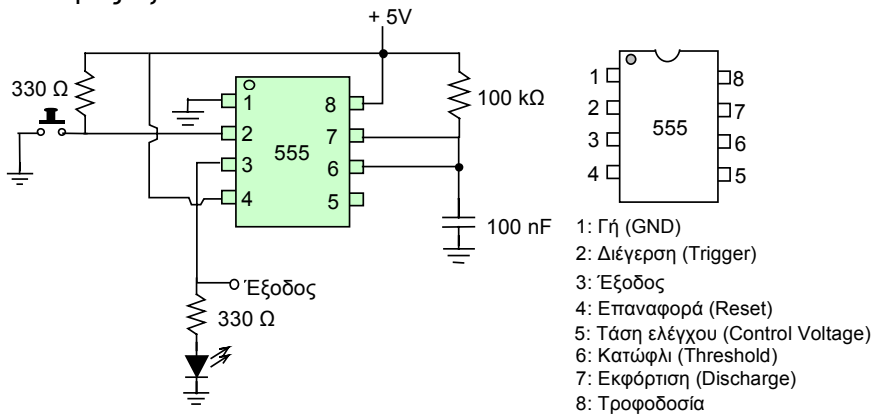
### ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΕΣ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΗΣ BCD ΣΕ LED 7-ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΠΟΛΥΠΛΕΚΤΕΣ

#### 4.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑ

Σύγχρονοι απαριθμητές, κωδικοποιητές, πολυπλέκτες  
Ψηφιακά Κυκλώματα, κεφάλαιο 8 (σελ. 242), κεφάλαιο 9 (σελ. 270), κεφάλαιο 10 (σελ. 286).

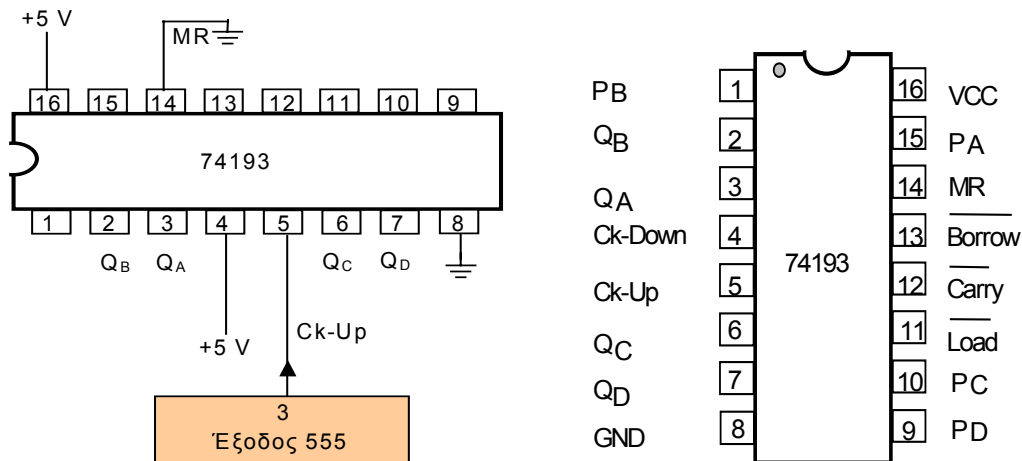
#### 4.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Να συναρμολογηθεί το κύκλωμα του μονοσταθή μη επαναδιεγειρόμενου πολυδονητή του Σχ.4-1 συνδέοντας στη διέγερσή (ακροδέκτης 2) το διακόπτη στιγμιαίας επαφής (τύπου OFF-ON). Να τροφοδοτηθεί η διάταξη με συνεχή τάση 5 V. Πιέζοντας το διακόπτη, με τη βοήθεια του LED να παρατηρηθεί ο παλμός εξόδου.



Σχ. 4-1

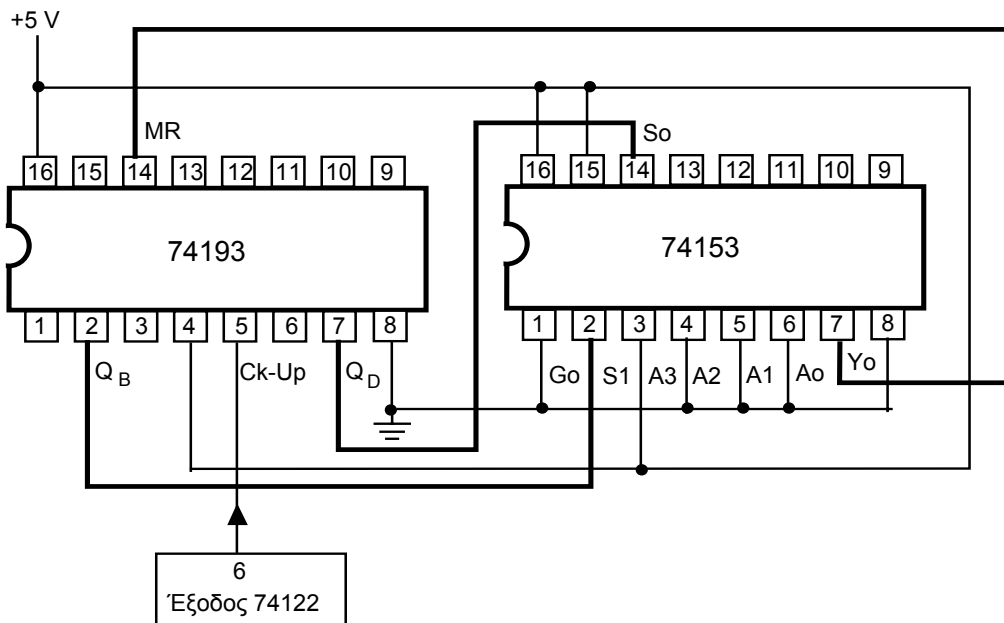
2. Να συνδεσμολογηθεί ο ολοκληρωμένος σύγχρονος δυαδικός απαριθμητής (4-bits) 74193 σύμφωνα με το Σχ.4-2. Να συνδεθεί η έξοδος του μονοσταθή πολυδονητή (ακροδέκτης 3 του 555) με το ρολοί Ck-up (ακροδέκτης 5) του απαριθμητή. Να συνδεθούν LEDs στις εξόδους  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$ , και  $Q_D$  (με εν σειρά αντιστάσεις των 330 Ω). Πιέζοντας το διακόπτη στιγμιαίας επαφής να διαπιστωθεί η λειτουργία του ολοκληρωμένου απαριθμητή σαν δυαδικού απαριθμητή με μέτρηση προς τα άνω.



Σχ. 4-2

3. Να συνδεθεί η έξοδος του μονοσταθής πολυδονητή (ακροδέκτης 3 του 555) με το ρολοί Ck-down (ακροδέκτης 4) του απαριθμητή και ο ακροδέκτης Ck-up με το δυναμικό V<sub>CC</sub> (HIGH). Πιέζοντας το διακόπτη στιγμιαίας επαφής να διαπιστωθεί η λειτουργία του ολοκληρωμένου απαριθμητή σαν δυαδικού απαριθμητή με μέτρηση προς τα κάτω.

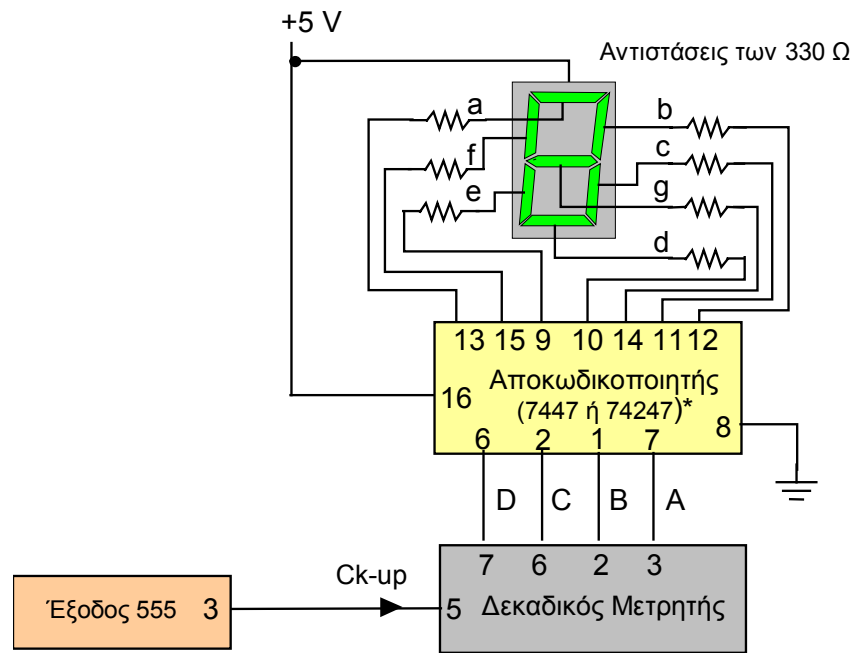
4. Να επαναφερθεί ο απαριθμητής στη λειτουργία μέτρησης προς τα άνω. Πλησίον του, να συνδεσμοποιηθεί ο ολοκληρωμένος διπλός πολυπλέκτης (4:1) 74153, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για τη μετατροπή του δυαδικού απαριθμητή σε δεκαδικό, σύμφωνα με το Σχ. 4-3 (η μετατροπή αυτή μπορεί να γίνει απλούστερα, αλλά για το σκοπό της άσκησης χρησιμοποιείται ο πολυπλέκτης 74153). Πιέζοντας το διακόπτη στιγμιαίας επαφής να διαπιστωθεί η λειτουργία του απαριθμητή σαν δεκαδικού απαριθμητή.



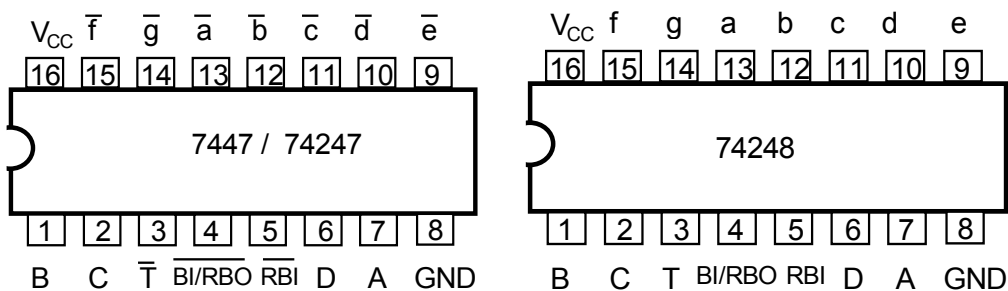
Σχ. 4-3

5. Στην ήδη υπάρχουσα διάταξη (μονοσταθής πολυδονητής που διεγείρει το ρολοί του δεκαδικού απαριθμητή) να προστεθεί ο ολοκληρωμένος αποκωδικοποιητής 7447 (ή 74247) προκειμένου οι έξοδοι του απαριθμητή (Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub>, Q<sub>C</sub>, Q<sub>D</sub>) να οδηγηθούν σε επταψήφιο Led (κοινής ανόδου), σύμφωνα με το Σχ. 4-4 (με εν σειρά αντιστάσεις των 330 Ω). Σε περίπτωση που το Led είναι κοινής καθόδου, να χρησιμοποιηθεί ο κωδικοποιητής 74248. Πιέζοντας το διακόπτη στιγμιαίας επαφής να επιβεβαιωθεί η ορθή λειτουργία της διάταξης.





\* Για LED κοινής καθόδου να χρησιμοποιηθεί ο αποκωδικοποιητής 742478



Σχ. 4-4

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

6. Να εξηγηθεί ο τρόπος μετατροπής του δυαδικού απαριθμητή 74193 σε δεκαδικό με τον πολυπλέκτη 74153. Να εξηγηθεί πώς θα μπορούσε να γίνει αυτή η μετατροπή χωρίς τη χρησιμοποίηση πολυπλέκτη.
7. Με τη χρησιμοποίηση του ολοκληρωμένου 74193 να σχεδιαστεί απαριθμητής Mod-5 με απαρίθμηση προς τα κάτω (down counter), χωρίς να χρησιμοποιηθούν επιπλέον πύλες.
8. Να σχεδιαστεί σύγχρονος απαριθμητής Mod-8 με Flip-Flop JK, αρνητικής διέγερσης και να προσομοιωθεί η λειτουργία του με το πρόγραμμα SPICE. Να δοθούν τα σχετικά αποτελέσματα για την επιβεβαίωση της ορθής του λειτουργίας.