

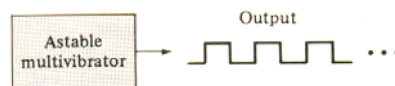


Ψηφιακά Ηλεκτρονικά Πολυδονητές

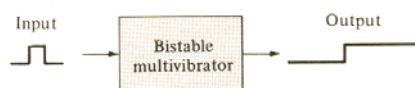
Επιμέλεια Διαφανειών: Δ. Μπακάλης

Πάτρα, Φεβρουάριος 2009

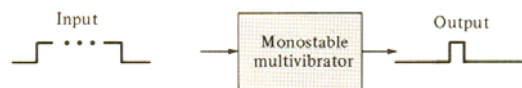
Πολυδονητές



(a) Astable MV output

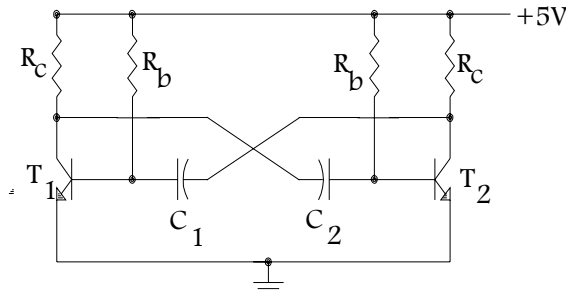


(b) Bistable MV output



(c) Monostable MV output

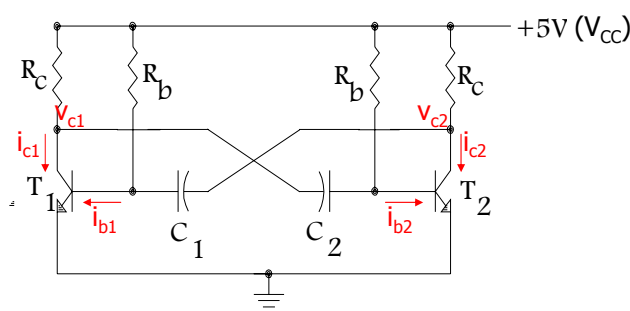
Ασταθής Πολυδονητής



ΑΣΤΑΘΗΣ ΠΟΛΥΔΟΝΗΤΗΣ

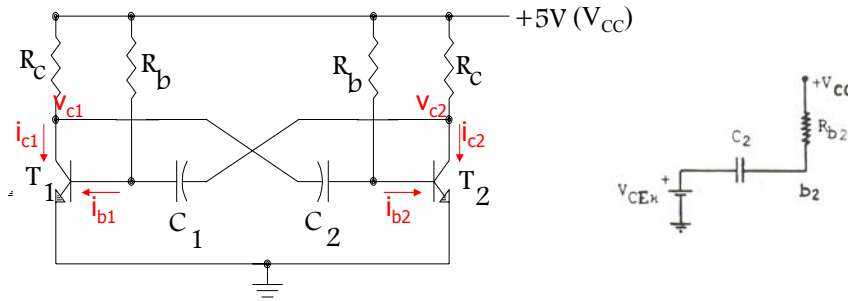
- Ο ασταθής πολυδονητής χρησιμοποιείται για την παραγωγή τετραγωνικών παλμών σταθερής διάρκειας και συχνότητας (ωρολογιακοί παλμοί).
- Ο ασταθής πολυδονητής αποτελείται από 2 αντιστροφείς διασταυρωμένους, δηλαδή η έξοδος του καθενός συνδέεται στην είσοδο του άλλου μέσω πυκνωτή.

Ασταθής Πολυδονητής – Αναδημιουργική δράση



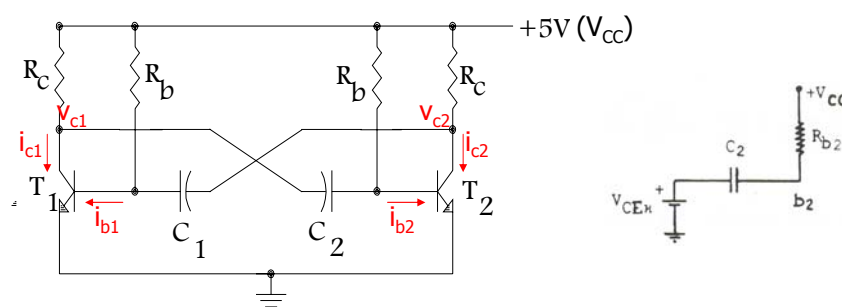
- Με την εφαρμογή της τάσης τροφοδοσίας τα T_1 και T_2 αρχίζουν να άγουν.
- Έστω ότι, λόγω της μη τέλειας συμμετρίας του κυκλώματος, σε κάποια στιγμή ισχύει $i_{c1} > i_{c2}$. Τότε: $i_{c1} > i_{c2} \rightarrow v_{c1} < v_{c2} \rightarrow i_{b1} > i_{b2} \rightarrow i_{b1} \uparrow \rightarrow i_{c1} \uparrow \rightarrow v_{c1} \downarrow \rightarrow i_{b2} \downarrow \rightarrow i_{c2} \downarrow \rightarrow v_{c2} \uparrow \rightarrow i_{b1} \uparrow \dots$
- Αποτέλεσμα: $T_1 =$ κόρο, $T_2 =$ αποκοπή

Ασταθής Πολυδονητής – Αναδημιουργική δράση



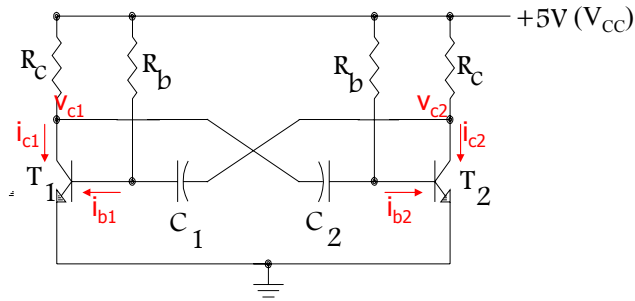
- Έστω $T_1 = \text{κόρο}$, $T_2 = \text{αποκοπή}$.
- Ο πυκνωτής C_2 αρχίζει να φορτίζεται προς την τάση $V_{CC} - V_{CEK}$ μέσω της αντίστασης R_b . Όταν η τάση v_{b2} γίνει θετική τότε το T_2 αρχίζει να άγει.
- $i_{c2} \uparrow \rightarrow v_{c2} \downarrow \rightarrow i_{b1} \downarrow \rightarrow i_{c1} \downarrow \rightarrow v_{c1} \uparrow \rightarrow i_{b2} \uparrow \rightarrow i_{c2} \uparrow \dots$
- Αποτέλεσμα: $T_1 = \text{αποκοπή}$, $T_2 = \text{κόρο}$

Ασταθής Πολυδονητής – Περίοδος παλμών



- Έστω αρχικά $T_1 = \text{αποκοπή}$, $T_2 = \text{κόρο}$. Τότε $v_{c2} = (V_{CC}) - (V_{BEK})$
- Τη στιγμή της αλλαγής κατάστασης ($T_1 = \text{κόρο}$, $T_2 = \text{αποκοπή}$), έχουμε $v_{c2} = (V_{CEK}) - (-(V_{CC} - V_{BEK}) + V_{CEK})$ και ο πυκνωτής αρχίζει να φορτίζεται μέσω της R_b προς τάση $V_{CC} - V_{CEK}$. Η σταθερά χρόνου φόρτισης είναι: $\tau = R_b C_2$ και ο χρόνος T_b που το T_2 είναι σε αποκοπή είναι: $T_b = R_b C_2 \ln((2V_{CC} - V_{BEK} - V_{CEK}) / (V_{CC} - V_{BEK}))$

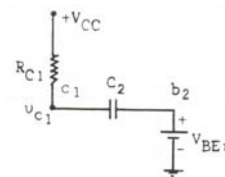
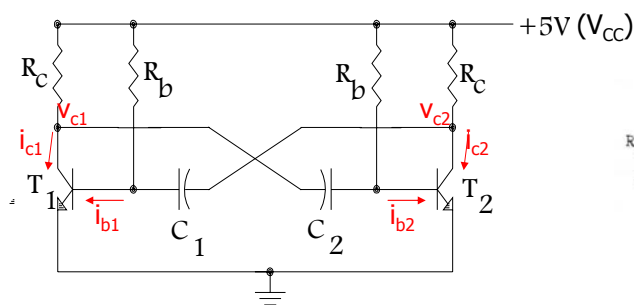
Ασταθής Πολυδονητής – Περίοδος παλμών



- Αντίστοιχα, ο χρόνος T_a που το T_1 είναι σε αποκοπή είναι:

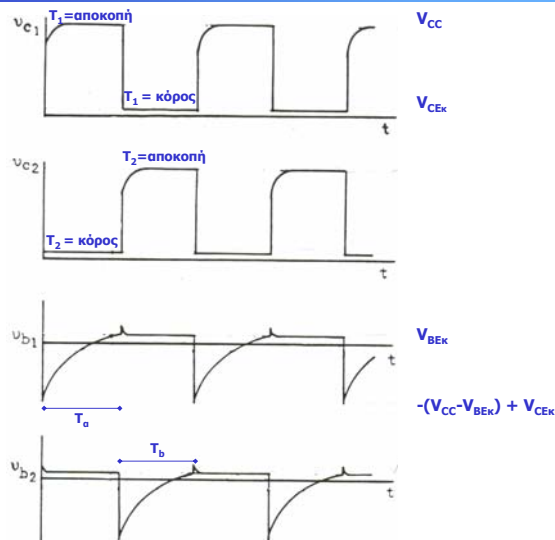
$$T_a = R_b C_1 \ln((2V_{CC} - V_{BEK} - V_{CEK}) / (V_{CC} - V_{BEK}))$$
- Η περίοδος των παλμών που παράγονται είναι: $T = T_a + T_b = (R_b C_1 + R_b C_2) \ln((2V_{CC} - V_{BEK} - V_{CEK}) / (V_{CC} - V_{BEK}))$
- Όταν $\tau = R_b C_1 = R_b C_2$ και $V_{CC} \gg V_{BEK}, V_{CEK} \rightarrow T_a = T_b$ και $T = 1,38\tau$

Ασταθής Πολυδονητής

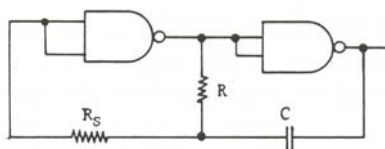


- Η τάση στο συλλέκτη κάθε τρανζίστορ είναι V_{CEK} (κόρο) και V_{CC} (αποκοπή).
- Η μετάβαση από V_{CEK} σε V_{CC} ακολουθεί φόρτιση πυκνωτή μέσω του αντιστάτη R_c και είναι: $v_{c1}(t) = (V_{CC} - V_{CEK})(1 - e^{-t/\tau_1}) + V_{CEK}$, όπου $\tau_1 = R_c C_2$
- Εάν επιλέξουμε $\tau_1 = R_c C_1 = R_c C_2 \ll \tau_2 = R_b C_1 = R_b C_2$, τότε οι συλλέκτες λαμβάνουν τις τελικές τους τάσεις πολύ πιο γρήγορα σε σχέση με τη διάρκεια που το αντίστοιχο τρανζίστορ είναι σε αποκοπή.

Ασταθής Πολυδονητής

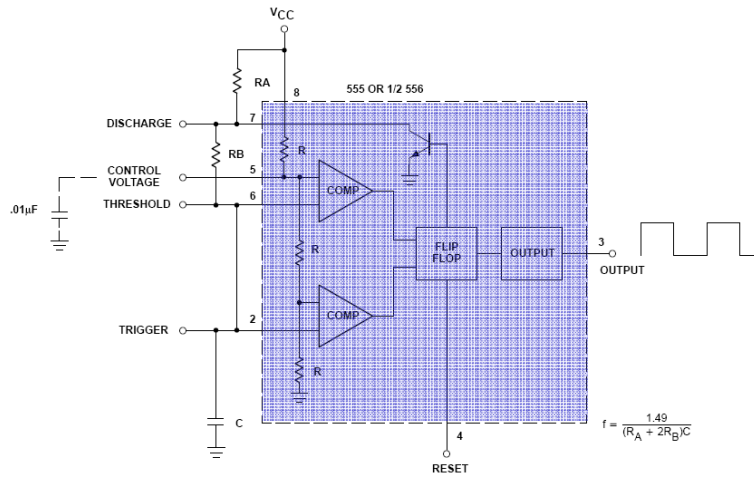


Ασταθής Πολυδονητής

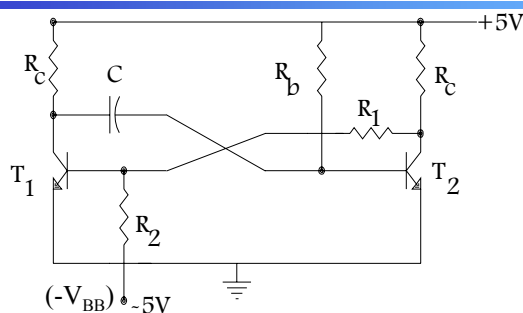


- Ο ασταθής πολυδονητής είναι διαθέσιμος και ως ολοκληρωμένο κύκλωμα με εξωτερική σύνδεση πυκνωτών και αντιστατών για τη ρύθμιση της συχνότητας.
- Ο ασταθής πολυδονητής χρησιμεύει για την παραγωγή τετραγωνικών παλμών (ωρολογιακών παλμών) στα ψηφιακά κυκλώματα.
- Τα χαρακτηριστικά του πολυδονητή (εύρος συχνοτήτων, duty cycle, τάσεις, ρεύματα) καθορίζονται από το ολοκληρωμένο κύκλωμα.

Το IC 555 ως Ασταθής Πολυδονητής



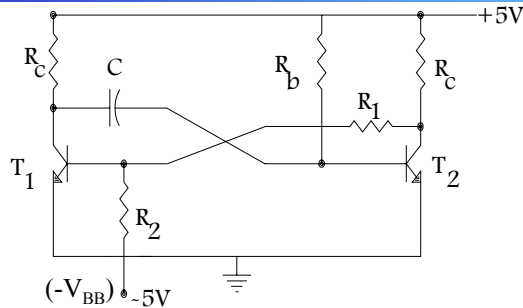
Μονοσταθής Πολυδονητής



ΜΟΝΟΣΤΑΘΗΣ ΠΟΛΥΔΟΝΗΤΗΣ

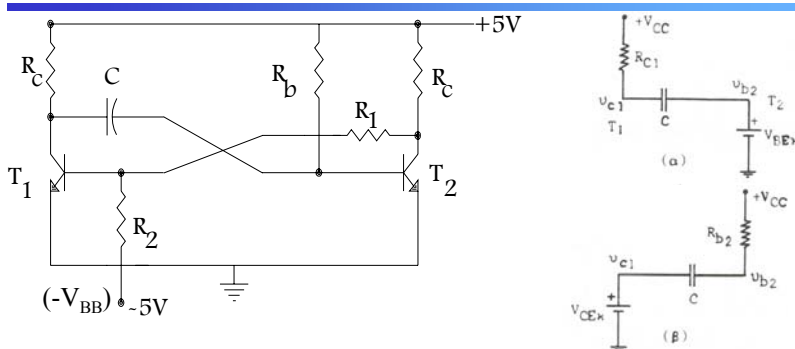
- Ο μονοσταθής πολυδονητής παράγεται από το κύκλωμα του ασταθής εάν πολώσουμε το ένα τρανζίστορ ώστε χωρίς εξωτερικό παλμό να βρίσκεται μόνιμα σε αποκοπή και το άλλο τρανζίστορ να βρίσκεται στον κόρο.
- Συνδέοντας τη βάση του T_1 μέσω της αντίστασης R_2 με πηγή τάσεως $-V_{BB}$, οδηγούμε το T_1 σε αποκοπή και επομένως το T_2 στον κόρο (μόνιμη κατάσταση).

Μονοσταθής Πολυδονητής



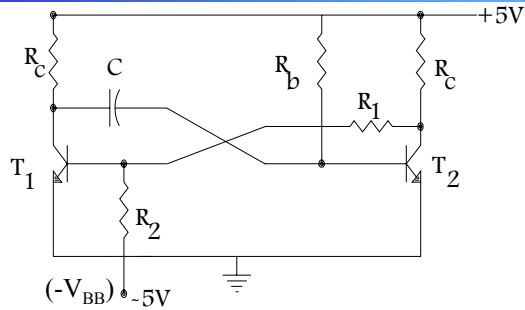
- Εάν εφαρμόσουμε θετικό παλμό στη βάση του T_1 (σκανδαλισμός) τότε αυτό θα αρχίσει να άγει και θα φέρει το T_2 σε αποκοπή (ημιμόνιμη κατάσταση).

Μονοσταθής Πολυδονητής



- Πριν το σκανδαλισμό (T_1 =αποκοπή, T_2 =κόρο) ο πυκνωτής C έχει φορτιστεί σε τάση $V_{CC}-V_{BEK}$ μέσω της R_C .
- Στο σκανδαλισμό (T_1 =κόρο, T_2 =αποκοπή), ο πυκνωτής C έχει τάση $V_{CEK} - (V_{CC}-V_{BEK})+V_{CEK}$ και τείνει να φορτιστεί προς τάση $V_{CC}-V_{CEK}$. Μόλις όμως η τάση v_{b2} γίνει θετική τότε το T_2 επανέρχεται στον κόρο και το T_1 στην αποκοπή.

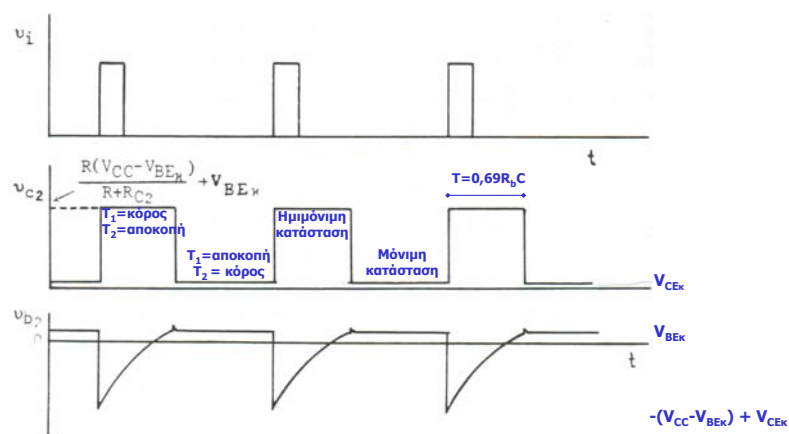
Μονοσταθής Πολυδονητής



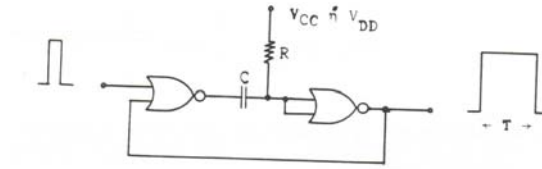
- Ο χρόνος παραμονής στην ημιμόνιμη κατάσταση είναι ίσος με:

$$T = \tau \ln 2 = 0,69R_b C$$

Μονοσταθής Πολυδονητής

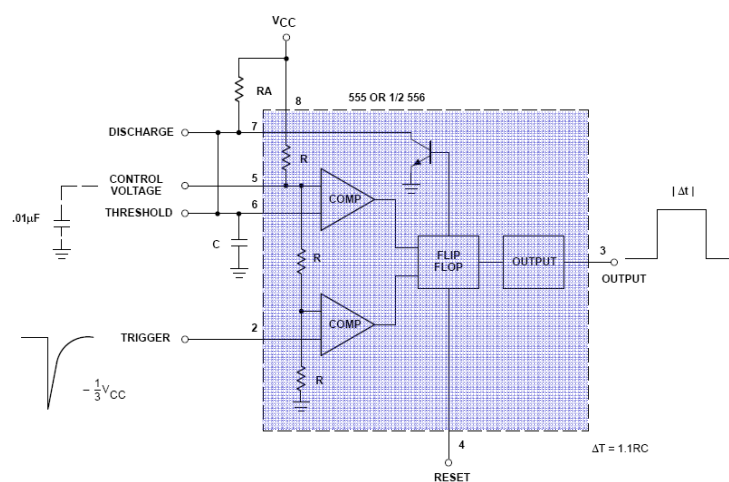


Μονοσταθής Πολυδονητής

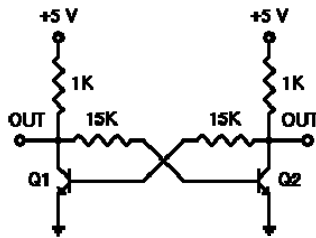


- Ο μονοσταθής πολυδονητής είναι διαθέσιμος και ως ολοκληρωμένο κύκλωμα με εξωτερική σύνδεση πυκνωτών και αντιστατών για τη ρύθμιση του εύρους του παλμού της εξόδου.
- Μπορεί να λειτουργεί είτε με την άνοδο του παλμού σκανδαλισμού είτε με την πτώση του παλμού σκανδαλισμού.
- Διακρίνονται σε μη επανασκανδαλιζόμενους και σε επανασκανδαλιζόμενους.

Το IC 555 ως Μονοσταθής Πολυδονητής



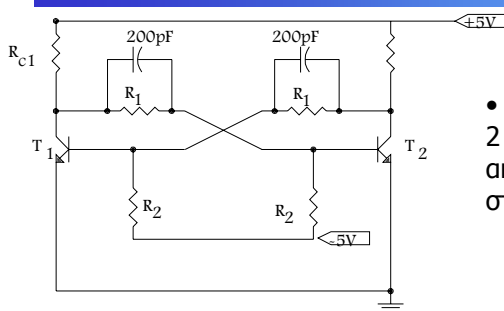
Δισταθής Πολυδονητής



ΔΙΣΤΑΘΗΣ ΠΟΛΥΔΟΝΗΤΗΣ

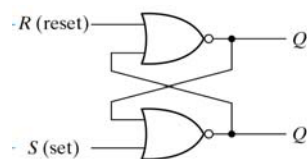
- Έστω ότι κατά την εκκίνηση Q_1 =αποκοπή \rightarrow Q_2 =κόρο
($Q_{1OUT}=V_{CC}$, $Q_{2OUT}=V_{CE}$).
- Εάν βάλω θετικό παλμό στη βάση του Q_1 τότε Q_1 =κόρο \rightarrow Q_2 =αποκοπή
($Q_{1OUT}=V_{CE}$, $Q_{2OUT}=V_{CC}$)
- Εάν βάλω θετικό παλμό στη βάση του Q_2 τότε Q_2 =κόρο \rightarrow Q_1 =αποκοπή
($Q_{1OUT}=V_{CC}$, $Q_{2OUT}=V_{CE}$)

Δισταθής Πολυδονητής



ΔΙΣΤΑΘΗΣ ΠΟΛΥΔΟΝΗΤΗΣ

- Ο δισταθής πολυδονητής έχει 2 μόνιμες καταστάσεις και αποτελεί στοιχείο αποθήκευσης στα ψηφιακά κυκλώματα.



S	R	Q	Q'	
1	0	1	0	
0	0	1	0	(after S = 1, R = 0)
0	1	0	1	
0	0	0	1	(after S = 0, R = 1)
1	1	0	0	

Βιβλιογραφία

1. Ηλεκτρονικά Ψηφιακά Κυκλώματα, Θ. Δεληγιάννης, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, 2005
2. Digital Principles, 3rd edition, R. Tokheim, Schaum's Outlines, McGraw-Hill, 1994
3. Εφαρμογές Ψηφιακής Ακολουθιακής Λογικής, 2^η έκδοση, Ν. Καλοκάσης, 2003

