

Εισαγωγικό Εργαστήριο Ηλεκτρονικής και Τηλεπικοινωνιών

Εργαστηριακό τμήμα: Τρίτη 11:00-13:00, B4

Ομάδα: Ομάδα 5

Μέλη: Αλεξοπούλου Γεωργία (el20164), Μπαλτά Αντωνία (el20873)

Πείραμα 4: Βασικά χαρακτηριστικά τελεστικών ενισχυτών και συγκριτών.

Ο τελεστικός ενισχυτής ως συγκριτής.

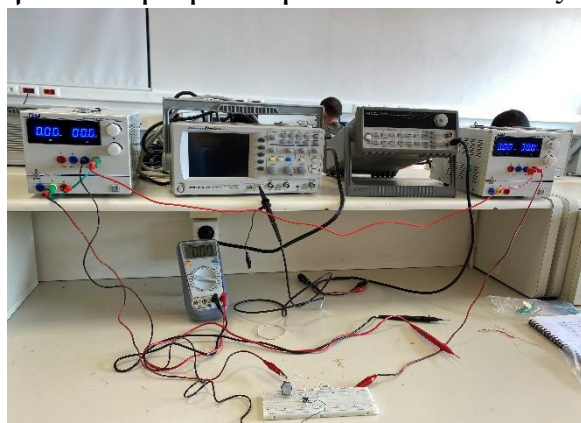
7. Όταν η διαφορά μεταξύ των V_{REF} και V_{IN} δεν ξεπερνάει τα mV, το V_{OUT} ισούται με τη διαφορά των 2 προαναφερθεισών τάσεων. Για μεγάλη διαφορά των τιμών V_{REF} και V_{IN} , το V_{OUT} φτάνει σε κορεσμό. Ειδικότερα, για:

(α) $V_{OUT} = V_{IN} - V_{REF} > 0$ με $V_{OUT} = +V_{CC}$ σε περίπτωση κορεσμού, ενώ

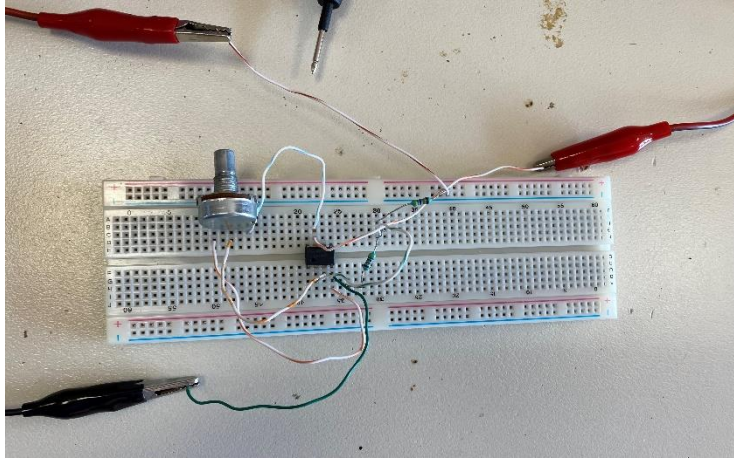
(β) $V_{OUT} = V_{IN} - V_{REF} < 0$ με $V_{OUT} = -V_{CC}$ σε περίπτωση κορεσμού.

8. Περιγραφή κυκλώματος:

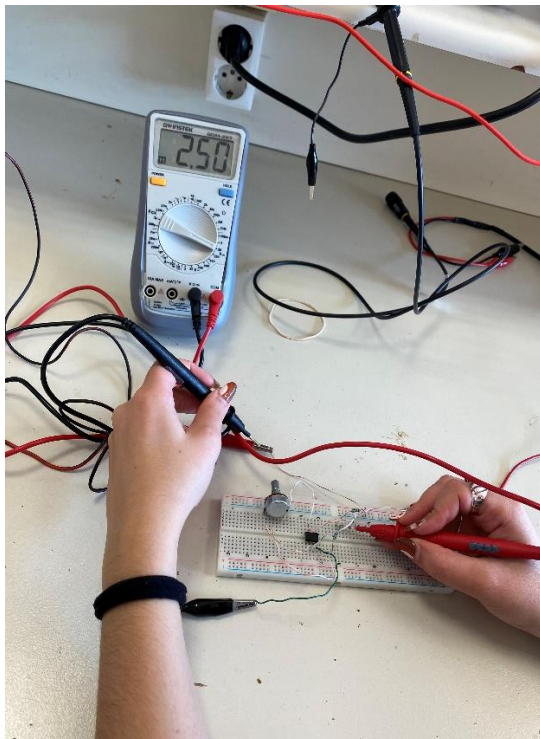
- Αρχικά διαθέτουμε δύο τροφοδοτικά. Θα χρησιμοποιήσουμε τη σταθερή τάση των 5Volt και από τα δύο τροφοδοτικά. Σε ένα από αυτά γειώνουμε την αρνητική έξοδο (από αυτό το τροφοδοτικό λαμβάνουμε τα +5Volt), ενώ στο άλλο τη θετική (από αυτό λαμβάνουμε τα -5Volt). Στην πράξη, αρκεί να γειώσουμε μόνο μία εκ των δύο εξόδων των τροφοδοτικών.

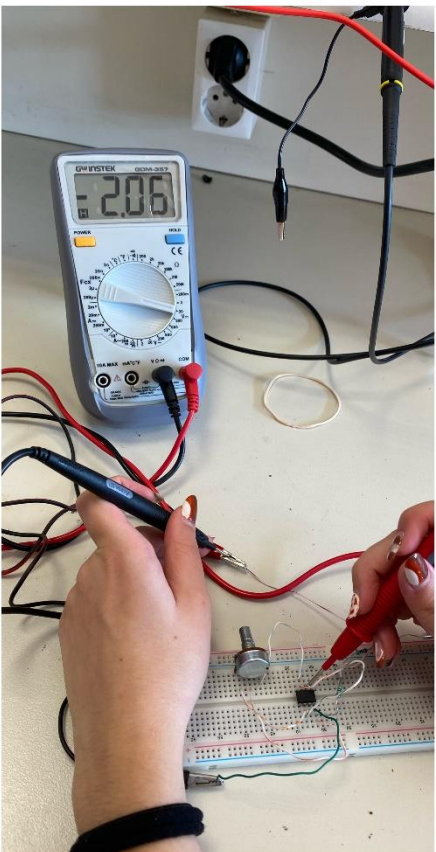
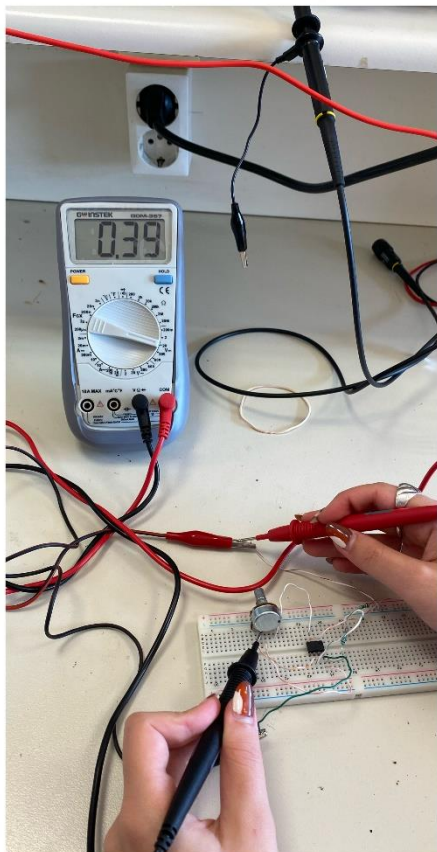
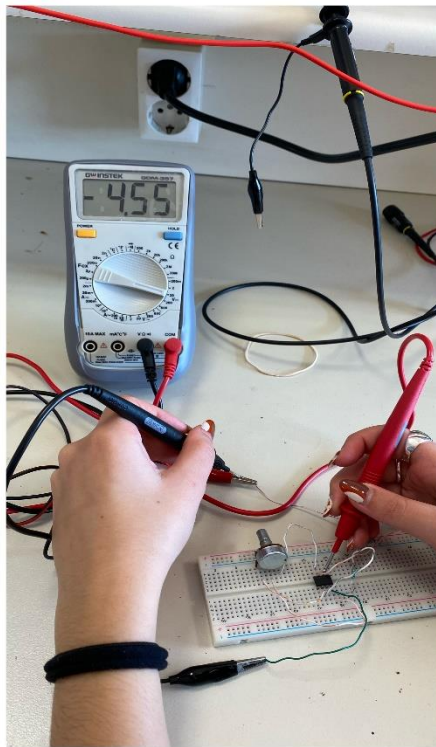
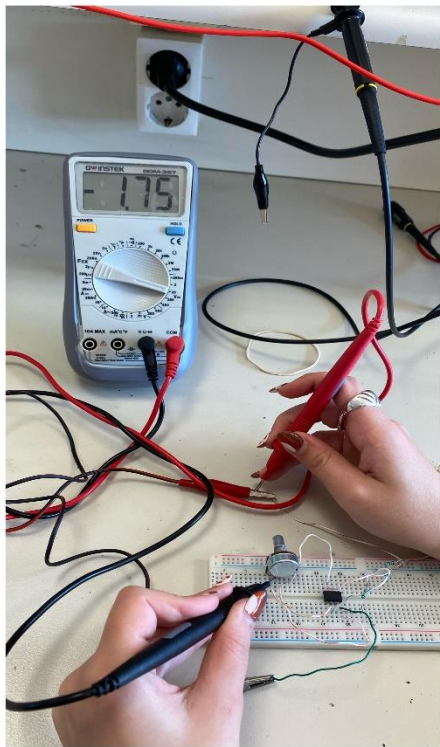


- Τοποθετούμε τον τελεστικό ενισχυτή στο κέντρο της πλακέτας, με κάθε τετράδα των ακροδεκτών του να βρίσκεται εκατέρωθεν του αυλακιού.
- Θεωρώντας το V_{CC} ως σταθερή τάση των $+5/-5$ Volt, συνδέουμε τη σταθερή τάση του τροφοδοτικού στην πλακέτα. Σύμφωνα με το Σχήμα 3(α) του παρεχόμενου αρχείου, τα $+5$ Volt συνδέονται στον ακροδέκτη #7, ενώ τα -5 Volt στον ακροδέκτη #4. Τη γείωση τη συνδέουμε στη μπλε λωρίδα (-) της πλακέτας.
- Στη συνέχεια, για την “παραγωγή” της τάσης V_{IN} θα χρησιμοποιήσουμε το ποτενσιόμετρο. Στον έναν ακριανό ακροδέκτη συνδέουμε τα $+5$ Volt, ενώ στον άλλον ακριανό ακροδέκτη συνδέουμε τα -5 Volt. Ο μεσαίος ακροδέκτης, τώρα, δίνει την τιμή της V_{IN} , η οποία, χάρη στις ιδιότητες του ποτενσιόμετρου, μπορεί να μεταβάλλεται χειροκίνητα. Παράλληλα με τον μεσαίο ακροδέκτη του ποτενσιόμετρου, τοποθετούμε ένα καλώδιο, το οποίο συνδέει τη V_{IN} με τον ακροδέκτη #3 του τελεστικού ενισχυτή.
- Για την “παραγωγή” της τάσης V_{REF} , συνδέουμε δύο αντιστάσεις, με ίδια τιμή αντίστασης, εν σειρά. Ο ένας ακροδέκτης της πρώτης αντίστασης συνδέεται με τα -5 Volt, ενώ ο άλλος με τον έναν ακροδέκτη της δεύτερης αντίστασης. Ο εναπομένον ακροδέκτης της δεύτερης αντίστασης συνδέεται με τη γείωση. Από το κοινό σημείο των δύο αντιστάσεων, με τη χρήση ενός καλωδίου, γίνεται η σύνδεση του V_{REF} , το οποίο με απλές πράξεις ισούται με $2,5V$, με τον ακροδέκτη #2 του τελεστικού ενισχυτή.
- Σε αυτό το σημείο, η κατασκευή του κυκλώματος έχει ολοκληρωθεί. Για τη μέτρηση της V_{OUT} , συνδέουμε τον έναν ακροδέκτη του πολυμέτρου στον ακροδέκτη #6 του ενισχυτή και τον άλλον ακροδέκτη στη γείωση.



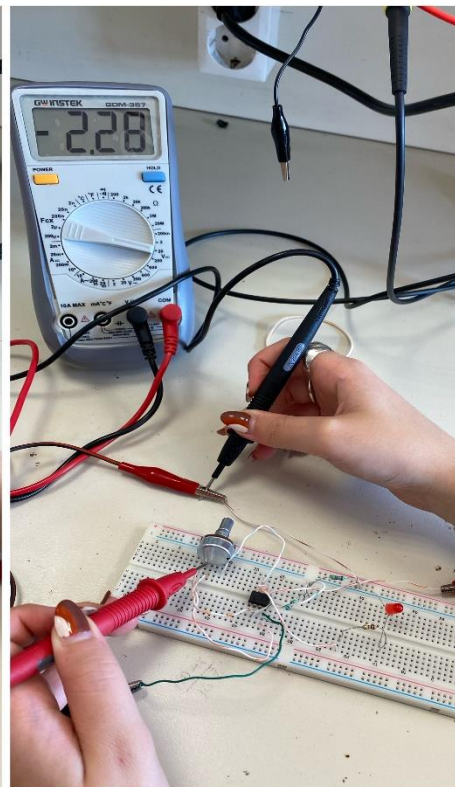
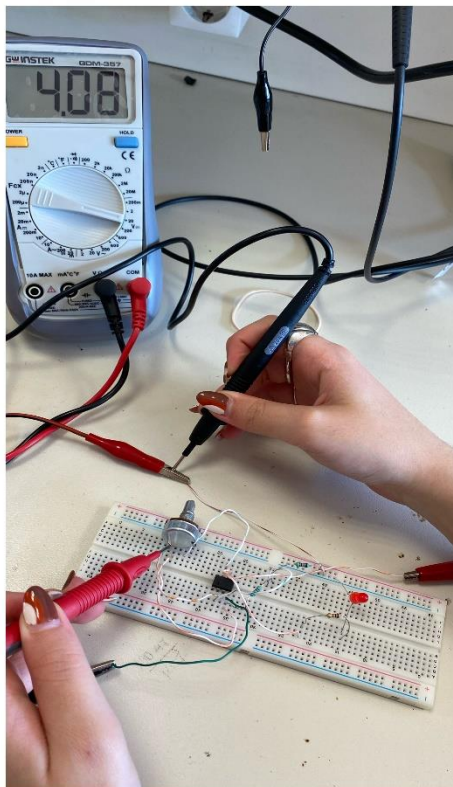
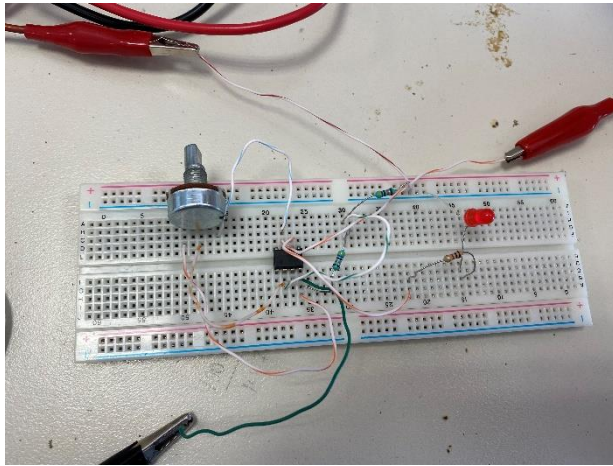
Ας θυμηθούμε ότι η V_{REF} είναι σταθερή στα 2,5V. Όταν η V_{IN} κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 2-3, επειδή η διαφορά των δύο τάσεων δεν είναι μεγάλη, πράγματι το V_{OUT} ισούται με τη διαφορά τους. Σημειώνεται, προφανώς, ότι όταν $V_{REF}=V_{IN}$, το V_{OUT} ισούται με 0 (μετατοπισμένο λίγα mV + ή -). Όταν, ωστόσο, η V_{IN} αποκλίνει κατά πολύ από τη V_{REF} , τότε το V_{OUT} οδηγείται σε κορεσμό και παίρνει τιμές που προσεγγίζουν τα +/-5Volt.



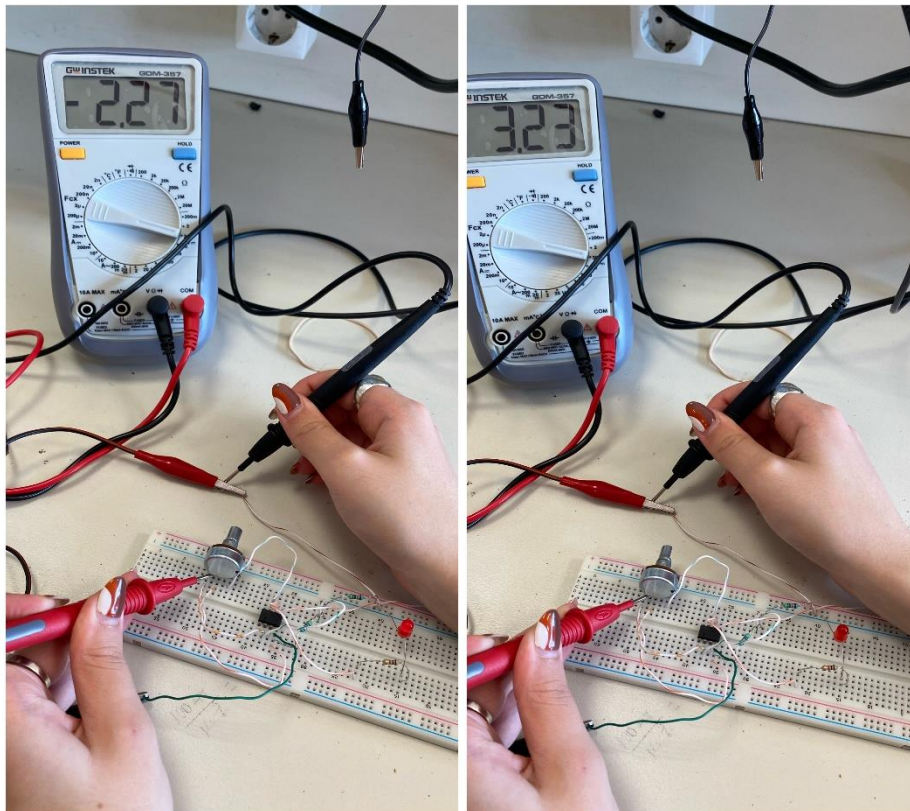


Λήψη οπτικής ένδειξης.

9. Αρχικά, κατασκευάζουμε το κύκλωμα αντίσταση-LED σε σειρά. Εφόσον θέλουμε το LED να φωτίζει όταν $V_{IN} > V_{REF}$, δηλαδή όταν $V_{OUT} > 0$, θέλουμε η κάθοδος να συνδέεται με την αντίσταση (η οποία με τη σειρά της συνδέεται με το V_{OUT} , με τη χρήση ενός καλωδίου), ενώ η άνοδος πρέπει να συνδέεται με τη γείωση. Εκτελώντας αυτά τα βήματα, βλέπουμε και πειραματικά ότι τηρούνται οι προϋποθέσεις του ζητουμένου.



10. Το βήμα αυτό αποτελεί, ουσιαστικά, το αντίστροφο του προηγούμενου. Για να φωτίζει το LED όταν $V_{IN} < V_{REF}$, δηλαδή όταν $V_{OUT} < 0$, το μόνο που πρέπει να αλλάξουμε στο παραπάνω κύκλωμα είναι η φορά με την οποία διαρρέεται από ρεύμα το LED. Αυτό επιτυγχάνεται πολύ εύκολα, αντιστρέφοντας τη συνδεσμολογία του LED: η άνοδος, δηλαδή, συνδέεται με την αντίσταση (η οποία με τη σειρά της συνδέεται με το V_{OUT} , με τη χρήση ενός καλωδίου), ενώ η κάθοδος με τη γείωση. Εκτελούμε εκ νέου το πείραμα και παρατηρούμε ότι το ζητούμενο ικανοποιείται.

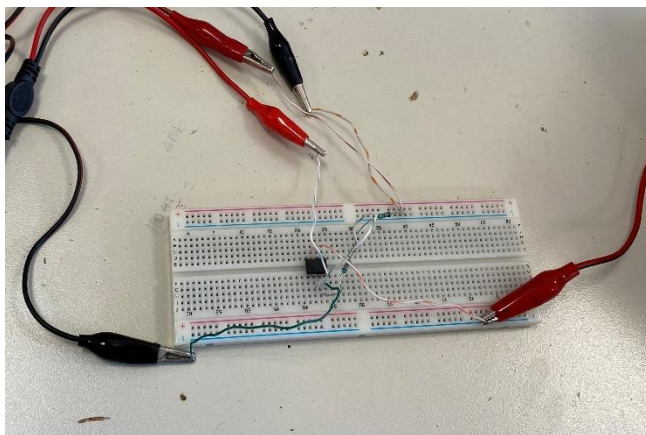


Ο συγκριτής με AC είσοδο.

11. Ρυθμίζουμε τη γεννήτρια μας έτσι ώστε να παράγει ημιτονικό σήμα πλάτους 2V και συχνότητας 1Hz. Επίσης, με ένα ποτενσιόμετρο θέτουμε την V_{REF} ίση με 1V. Αφού ο ενισχυτής μας συμπεριφέρεται σαν συγκριτής, αναμένουμε ότι τις χρονικές στιγμές που η τιμή του ημιτονικού σήματος είναι μεγαλύτερη από 0.5V η έξοδος του συστήματος θα είναι 11.76V, ενώ τις χρονικές στιγμές που η τιμή του σήματος είναι μικρότερη από 0.5V η έξοδος

θα είναι 1.95V. Παρατηρούμε, όμως, ότι η έξοδος είναι σταθερά 11.76V, οπότε αυξάνουμε σιγά σιγά, με τη βοήθεια του ποτενσιόμετρου, την V_{REF} και βλέπουμε ότι το κύκλωμα έχει την επιθυμητή συμπεριφορά όταν $V_{REF} > 1.95V$, επειδή τα 1.95V είναι το κάτω φράγμα του ενισχυτή μας. Άρα για $V_{REF} = 1.96V$ προκύπτει κυματομορφή που προσεγγίζει τον τετραγωνικό παλμό. Πιο συγκεκριμένα, για τιμές του ημιτονικού σήματος k , με $1.96V \leq k \leq 2V$, η έξοδος είναι 11.76V, ενώ για $k < 1.96V$, η έξοδος είναι 1.95V.

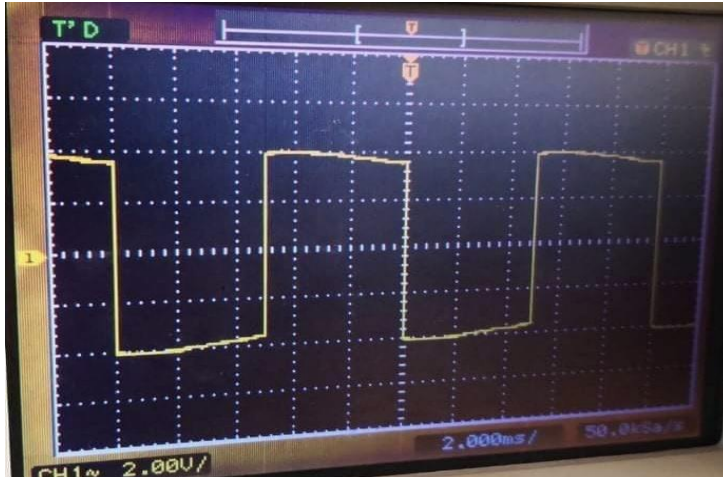
12. Όταν αλλάζουμε τη συχνότητα σε 1k Hz, βλέπουμε ότι η έξοδος του συστήματος είναι κυρίως 1.95V, επειδή οι χρονικές στιγμές που ισχύει $k > 1.96V$ είναι ελάχιστες, οπότε η έξοδος του συστήματος είναι κυρίως η προαναφερθείσα.



13. Παρατηρούμε ότι, μεταβάλλοντας τις τιμές των V_{SIG} και V_{REF} , διατηρείται η μορφή του σήματος (αφού δεν αλλάζει η τιμή κορεσμού V_{CC}), όμως διαφοροποιείται το πλάτος της. Πιο συγκεκριμένα, το πλάτος του τετραγωνικού παλμού αυξομειώνεται, ανάλογα με τη διαφορά της V_{REF} και το πλάτος της V_{SIG} :

- Όταν η διαφορά αυτή δεν ξεπερνάει τα λίγα mV, τότε το πλάτος του τετραγωνικού παλμού ισούται με τη διαφορά V_{SIG} και V_{REF} , ενώ
- Όταν η διαφορά αυτή είναι μεγαλύτερη, το πλάτος του τετραγωνικού παλμού οδηγείται σε κορεσμό και ισούται με 5

Volt (κατά απόλυτη τιμή). Όταν $V_{OUT} = V_{SIG} - V_{REF} > 0$ με $V_{OUT} = +5\text{Volt}$ ο τετραγωνικός παλμός έχει θετικό πλάτος, ενώ στην περίπτωση που $V_{OUT} = V_{IN} - V_{REF} < 0$ με $V_{OUT} = -5\text{Volt}$ το σήμα αντιστρέφεται.



Περιορισμοί ταχύτητας του τελεστικού ενισχυτή.

14. Αποσυνδέουμε από το κύκλωμα το σύστημα αντιστάσεων, που εξυπηρετούσαν ως τώρα ως διαιρέτης τάσης, θέτοντας έτσι τη $V_{REF} = 0$. Θέτοντας τη συχνότητα της V_{SIG} ίση με 100Hz, ο παλμός οδηγείται σε κορεσμό και λειτουργεί όπως και πριν. Ωστόσο, θέτοντας τη συχνότητα της V_{SIG} στα 20kHz, ο παλμός διαφοροποιείται και γίνεται τριγωνικός. Αυτό συμβαίνει γιατί σε πολύ υψηλές συχνότητες της μεταβαλλόμενης τάσης, το V_{OUT} δεν “προλαβαίνει” να κορεστεί, λόγω της ταχύτατης μεταβολής της τιμής του σήματος εισόδου.

