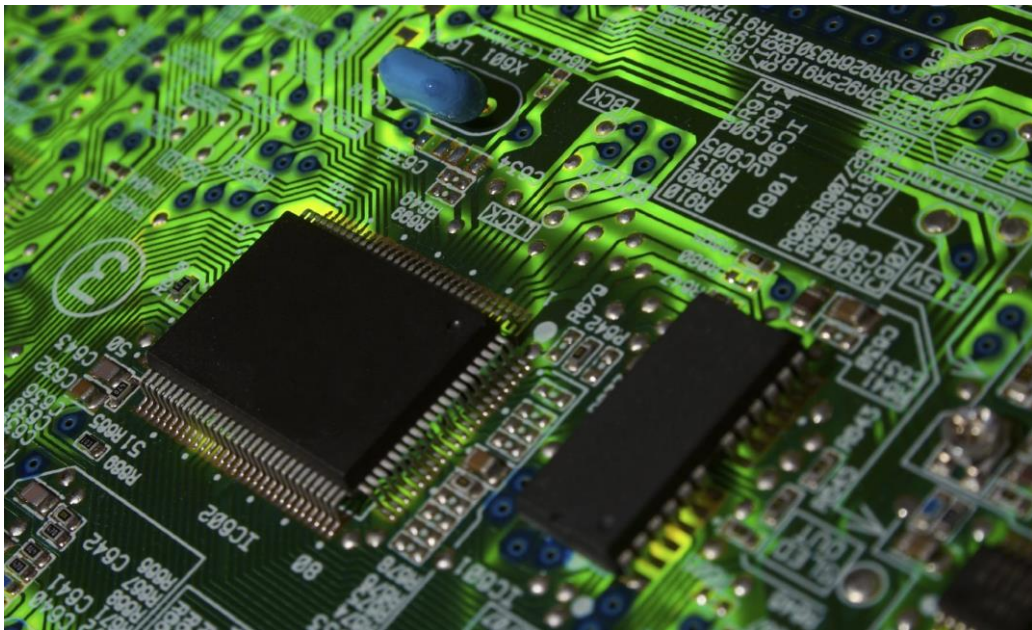


ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Συγκριτική Μελέτη Μεθόδων Εξέτασης Βλαβών
Ηλεκτρονικών Κυκλωμάτων με χρήση του Ρεύματος
Τροφοδοσίας»



Των φοιτητών
Αϊβαζίδη Ευάγγελου &
Κανάρη Κωνσταντίνου
Αρ. Μητρώου: 517002 & 517045

Επιβλέπων
Παπακόστας Δημήτριος
Καθηγητής

Ημερομηνία ανάληψης: 27/03/2022

Συγκριτική Μελέτη Μεθόδων Εξέτασης Βλαβών Ηλεκτρονικών Κυκλωμάτων με χρήση του Ρεύματος
Τροφοδοσίας
Αϊβαζίδης Ευάγγελος και Κωνσταντίνος Κανάρης
Παπακώστας Δημήτριος
Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. ...
Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 19/01/2023

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία των φοιτητών Αϊβαζίδη Ευάγγελου και Κανάρη Κωνσταντίνου που την εκπόνησαν. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα την ικανότητα ανίχνευσης των πιθανών βλαβών και πώς αυτές μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργία ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος με χρήση συγκεκριμένων μεθόδων. Ποιο συγκεκριμένα επιλέχθηκε το κύκλωμα του ανορθωτή ακριβείας μισού κύματος, μελετήθηκε η εσωτερική του δομή και η λειτουργία του και προσομοιώθηκε στον υπολογιστή. Στην συνέχεια προστέθηκαν σφάλματα στα στοιχεία του κυκλώματος, όπως αυτό του βραχυκυκλώματος και ανοιχτού κυκλώματος, ενώ επίσης δοκιμάστηκε η λειτουργία του κυκλώματος κάτω από συνθήκες αλλαγής της συχνότητας στην είσοδό του. Τέλος έγινε σύγκριση των βλαβών σε σχέση με την ανοχή (για τιμές 1%, 2%, 5%, 10%) και την συμπεριφορά του κυκλώματος σε μικρότερες αλλά και μεγαλύτερες συχνότητες.

Περίληψη

Στην πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε Συγκριτική μελέτη για εξέταση Βλαβών στο ηλεκτρονικό κύκλωμα του Ανορθωτή ακρίβειας μισού κύματος με χρήση του Ρεύματος Τροφοδοσίας και στην συνέχεια, μέσω προσομοίωσης, εντοπίστηκαν και μελετήθηκαν όλες τις πιθανές βλάβες. Μετά από έρευνα σχετικής βιβλιογραφίας, έγινε η επιλογή του τελεστικού ενισχυτή 741, καθώς είναι πιο διαδεδομένος. Η εργασία ξεκίνησε κατασκευάζοντας το κύκλωμα μέσω προσομοίωσης ώστε να εξεταστεί αν λειτουργεί ορθά σύμφωνα με τα φύλλα αναφοράς (datasheet). Αφού επιβεβαιώθηκε ότι λειτουργεί καθώς πρέπει, ξεκίνησε η εισαγωγή πιθανών βλαβών στα στοιχεία του κυκλώματος και εκτός αυτών αλλάχτηκε και η είσοδός του, συναρτήσει της συχνότητας. Αυτά πέτυχαν δημιουργώντας βραχυκυκλώματα ή ανοίγοντας το κύκλωμα με την χρήση αντιστάσεων ή αλλάζοντας την τιμή της συχνότητας της πηγής, αντίστοιχα. Τέλος, έγινε καταγραφή τω αποτελεσμάτων των μετρήσεων και πραγματοποιήθηκε σύγκριση για διάφορες τιμές ανοχής των υλικών άλλα και για ένα εύρος τιμών συχνότητας.

« Comparative Study of Electronic Circuit Fault Test Methods using Power Supply Current »

«Konstantinos Kanaris & Aivazidis Evangelos»

Abstract

In this project we had to deal with the detection of potential faults and examine how they affect the operation of an electronic circuit by using specific methods. To be more specific, we chose the half-wave precision rectifier circuit, studied its internal structure and operation, and simulated it on the computer. After that we simulated errors in the circuit elements, errors like short circuit and open circuit. Also we tested the operation of the circuit under different frequencies at its input. Finally, we compared the damage in relation to the tolerance (for values of 1%, 2%, 5%, 10%) and its performance under lower and higher frequencies.

Ευχαριστίες.

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της.

Ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μας, κύριο Δημήτριο Παπακώστας, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξ' αρχής, αναθέτοντάς μας το συγκεκριμένο θέμα, την επιστημονική του καθοδήγηση, τις υποδείξεις του, την επιμονή του, το αμείωτο ενδιαφέρον του, τη συμπαράστασή του, τη συνεχή του υποστήριξη και το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος.

Τέλος, θα θέλαμε να εκφράσουμε την ευγνωμοσύνη μας στις οικογένειές μας για όλη τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	viii
Περίληψη	ivv
Abstract	ivv
Ευχαριστίες	v
Περιεχόμενα	vi
Συνομογραφίες.....	vvi
Κεφάλαιο 1ο: Γενικές Πληροφορίες	1
1.1 Ιστορική Αναδρομή	1
1.2 Τελεστικός ενισχυτής 741.....	2
1.3 Εσωτερικό του LM741	3
Κεφάλαιο 2ο: Ανορθωτής Ακρίβειας μισού κύματος	4
2.1 Υλοποίηση του Κυκλώματος	4
2.2 Σχεδιασμός και Προσωμοίωση του κυκλώματος στον υπολογιστή χωρίς βλάβες.....	5
2.3 Μετρήσεις και κυματομορφές χωρίς βλάβες	6
Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή βλαβών στο κύκλωμα	7
3.1 Επιλογή βλαβών	7
3.2 Ανίχνευση βλαβών	7
3.2.1 Πίνακας με βλάβες αναλυτικά (ανοχή 5%).....	12
Κεφάλαιο 4ο: Συγκρίσεις - Συμπεράσματα	24
4.1 Διαφορές ανάμεσα στις ανοχές.....	24
4.2 Σύγκριση βλαβών μέσω κυματομορφών	27
4.3 Επίδραση Συχνότητας Στην Έξοδο.....	35
Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα - Επίλογος	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	48

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 3.1: Activitylifecycle.....9

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1: Αριθμητικά δεδομένα.....8

Συντομογραφίες

Δ.Ε.	Διπλωματική Εργασία
ΔΙΠΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία

Κεφάλαιο 1ο: Γενικές Πληροφορίες

1.1 Ιστορική Αναδρομή

Το 1928 ο H. S. Blackεπιχείρησε να εξασφαλίσει «έναν ενισχυτή με αρνητική ανατροφοδότηση» και παρόλο που η ιδέα του χαρακτηρίστηκε ως ανέφικτη, έθεσε τα θεμέλια για τη δημιουργία του τελεστικού ενισχυτή. Το 1947 ο J. R. Ragazzini και οι συνεργάτες του απέδωσαν τον όρο τελεστικός ενισχυτής (operational amplifier) σε μια κατηγορία ενισχυτών. Η εργασία τους η οποία είχε βασιστεί σε μελέτες, οι οποίες έλαβαν χώρα το 1943 και το 1944 για τον Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας και Άμυνας (NDRC), περιέγραφε τη λειτουργία ενισχυτών που χρησιμοποιούσαν διαφόρων τύπων ανατροφοδότηση.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1950 η G. A. Philbrick Researches Inc συνθέτει τον πρώτο ολοκληρωμένο και εμπορικά διαθέσιμο τελεστικό ενισχυτή με τριόδους λυχνίες, κάνοντας έτσι τα πρώτα βήματα προς την υλοποίηση των τελεστικών ενισχυτών. Λίγα χρόνια αργότερα, το 1962, η Burr – Brown Research Corporation και η G. A. Philbrick Researches Inc. κατασκευάζουν τον πρώτο τελεστικό ενισχυτή με διακριτά ημιαγωγικά στοιχεία, με την πρώτη αξιόλογη εφαρμογή του να καθιστά ως το βασικό στοιχείο στον σχεδιασμό αναλογικών υπολογιστών. Στο γεγονός αυτό βασίζεται και η ονομασία του, καθώς η βασική του λειτουργία ήταν να εκτελεί μαθηματικές πράξεις (operations) όπως διαίρεση, άθροισμα, ολοκλήρωση κλπ. Αν και έκτοτε έχει διευρυνθεί το εύρος των περιοχών εφαρμογής του τελεστικού ενισχυτή σε μορφή ολοκληρωμένου κυκλώματος, η ονομασία του παρέμεινε η ίδια.



Εικόνα 1 Ολοκληρωμένο Τσιπ

Ο τελεστικός ενισχυτής είναι ένας ενισχυτής συνεχούς (dc) σύζευξης. Στα κύρια πλεονεκτήματα του περιλαμβάνονται η πολύ μεγάλη σταθεροποίηση που παρουσιάζει και η υψηλή αξιοπιστία, ενώ το μικρό του μέγεθος και το χαμηλό του κόστος τον έχουν καταστήσει ιδιαίτερα δημοφιλή για χρήση σε ένα μεγάλο αριθμό γραμμικών αλλά και μη γραμμικών εφαρμογών. Έχει κυριαρχήσει στον σχεδιασμό αναλογικών συστημάτων, ενώ θεωρείται το βασικότερο γραμμικό ολοκληρωμένο κύκλωμα

1.2 Τελεστικός Ενισχυτής 741

Το 1965 η Fairchild Semiconductor κατασκεύασε τον πρώτο μονολιθικό τελεστικό ενισχυτή με ονομασία $\mu A709$, ο οποίος είναι ευρέως χρησιμοποιούμενος.

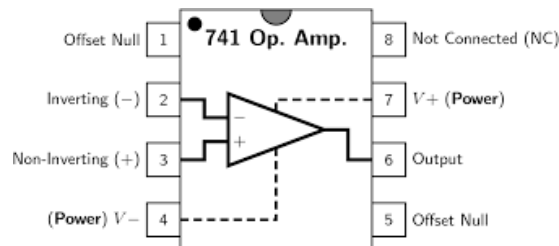
Παρόλη τη μεγάλη επιτυχία που σημειώθηκε από τον τελεστικό ενισχυτή, η πρώτη γενιά είχε πολλά μειονεκτήματα. Γεγονός το οποίο οδήγησε στη κατασκευή ενός βελτιωμένου τελεστικού ενισχυτή γνωστό ως $\mu A741$. Η μεγάλη επιτυχία του αποδόθηκε στην ευχρηστιά του και στο γεγονός ότι ήταν οικονομικός. Ακολούθησαν και άλλοι σχεδιασμοί του 741 από διαφορετικούς κατασκευαστές. Για παράδειγμα, η Texas Instruments τον SN72741, η National Semiconductor τον LM741 και η Motorola δημιούργησε τον MC1741. Οι παραπάνω τελεστικοί μονολιθικοί ενισχυτές είναι ισοδύναμοι σε προδιαγραφές και λειτουργίες με τον $\mu A741$.

Για ευκολία, οι περισσότεροι δεν χρησιμοποιούν τα προθέματα και αποκαλούν αυτόν τον εύχρηστο τελεστικό ενισχυτή απλώς 741.

Ο 741 αποτελεί ένα βιομηχανικό πρότυπο καθώς χρησιμοποιείται και κατασκευάζεται από διάφορες εταιρείες. Υπήρξαν διαφορετικές εκδόσεις του 741 με αρίθμηση 741, 741A, 741C, 741E και 741N.

Αυτοί διαφέρουν ως προς το κέρδος τάσης, την θερμοκρασία, το επίπεδο θορύβου και άλλα χαρακτηριστικά. Οικονομικότερος και πιο εύχρηστος αποδείχτηκε ότι είναι ο 741C, όπου C σημαίνει εμπορική τάξη.

Έχει κέρδος τάσης ανοιχτού-βρόχου 200000, σύνθετη αντίσταση εισόδου $2M\Omega$ και σύνθετη αντίσταση εξόδου 75Ω .



Εικόνα 2 Εσωτερικό LM741

Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε την εξωτερική μορφή ενός ολοκληρωμένου 741 με 8 ακροδέκτες, καθώς και την ονομασία που χρησιμοποιείται για τους ακροδέκτες αυτούς. Οι πιο σημαντικοί ακροδέκτες είναι:

- 2: η αναστρέφουσα είσοδος (inverting input)
- 3: η μη αναστρέφουσα είσοδος (non inverting input)
- 4: η αρνητική dc τροφοδοσία(V-)
- 6: η έξοδος (output)
- 7: η θετική dc τροφοδοσία(V+)

Ενώ οι ακροδέκτες 1 και 5 χρησιμοποιούνται για την καλύτερη ρύθμιση του κυκλώματος και είναι δευτερεύουσας σημασίας, ενώ ο ακροδέκτης 8 (No connection) δεν συνδέεται στο κύκλωμα.

1.3 Εσωτερικό του LM741

Ήρθε η ώρα να αναλύσουμε το εσωτερικό κύκλωμα του τελεστικού ενισχυτή lm741 με το οποίο θα ασχοληθούμε και στην πτυχιακή μας εργασία. Αρχικά τα Τρανζίστορ, τα οποία βρίσκονται στην είσοδο, Q1 και Q2 αποτελούν ακόλουθους εκπομπού που διατηρούν σημαντικά υψηλή αντίσταση εισόδου και αρκετά χαμηλό ρεύμα εισόδου. Επίσης οδηγούν τους εκπομπούς, των pnp τρανζίστορ Q3 και Q4, τα οποία είναι κοινής βάσης διαφορικού ζεύγους. Τα τρανζίστορ Q5-Q7 παίζουν σημαντικό ρόλο στην δημιουργία ενεργού φορτίου για τα Q3 και Q4. Το Q7 τρανζίστορ αυξάνει την ακρίβεια του καθρέπτη ρεύματος, καθώς μειώνει τον όγκο του σήματος που αξιοποιείται από το Q3, ώστε να οδηγήσει τις βάσεις των Q5 και Q6. Τα συγκεκριμένα εφτά τρανζίστορ μαζί, παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκτέλεση τριών διαφορετικών λειτουργιών όπου πρέπει να πραγματοποιηθούν στους μονολιθικούς Τελεστικούς Ενισχυτές (op-amp). Ακόμα, Παρέχουν στο κύκλωμα διαφορική είσοδο που είναι αρκετά ανεπηρέαστη από κοινού σήματος τάσεις (common-mode voltages), έχει μεγάλη αντίσταση στην είσοδο του και δημιουργεί αρκετά μεγάλο κέρδος τάσης. Η δημιουργία κέρδους τάσης στην είσοδο είναι επιθυμητό από την στιγμή που ο θόρυβος και η τάση αντιστάθμισης, σχετίζονται με το δεύτερο κομμάτι του κυκλώματος, τα οποία διαιρούνται από το κέρδος.

Τώρα ας συζητήσουμε για την Μετατόπιση επιπέδου. Τα τρανζίστορ τύπου pnp δημιουργούνται από μία συγκεκριμένη IC τεχνολογία ώστε να έχουν χαμηλή ανταπόκριση της συχνότητας. Όμως για την δημιουργία ενός επιθυμητού τελεστικού ενισχυτή θα ήταν η χρησιμοποίηση μόνο τρανζίστορ τύπου npn. Για να επιτύχουμε μεγιστοποίηση του εύρους τάσης εξόδου του τελεστικού ενισχυτή θα πρέπει το dc σήμα μας να μετασχηματιστεί, ώστε να έχει αρνητική κατεύθυνση. Στην περίπτωση την δικιά μας όπως θα χρησιμοποιήσουμε το μοντέλο του τελεστικού ενισχυτή Lm741, την μετατροπή αυτή για να την πετύχουμε, πρέπει να κάνουμε χρήση των lateral pnp transistors σε όλη την διαδρομή που ακολουθεί το σήμα μας. Ακόμα, στο εσωτερικό του Lm741, οι εκπομποί των τρανζίστορ npn και συγκεκριμένα των Q3 και Q4 λειτουργούν πολύ κοντά στις τάσεις της εισόδου του, ενώ οι συλλέκτες τους σταματούν σχετικά κοντά στην αρνητική τροφοδοσία τους.

Όπως γνωρίζουμε οι τελεστικοί ενισχυτές διαθέτουν διαφορικές εισόδους και μοναδιαίες εξόδους ενός άκρου, όμως να για επιτύχουμε αυτήν την λειτουργία θα πρέπει να γίνει κάποια μετατροπή στο κύκλωμα. Η πιο απλή και εύκολη λύση για να το καταφέρουμε αυτό, είναι η χρήση μία από τις εξόδους του ζεύγους εκπομπού με στόχο να τροφοδοτήσουμε ένα κύκλωμα που διαθέτει μία μόνο έξοδο. Παρ' όλ' αυτά, η συγκεκριμένη προσπάθεια έχει ως αποτέλεσμα μεγάλη ευαισθησία σε τάσεις εισόδου κοινού σήματος (common – mode voltages). Για να καταφέρουμε να περιορίσουμε την ευαισθησία αυτή, χρησιμοποιούμε ένα κύκλωμα ενεργού φορτίου, όπου πραγματοποιείται από τα τρανζίστορ Q5 και Q7.

Η έξοδος του καθρέπτη ρεύματος, που δημιουργείται από τα Q5, Q6 και Q7, με λίγα λόγια ο συλλέκτης του Q6 συνδέεται με τον ενισχυτή τάξης CC-CE, ο οποίος αποτελείται από τα τρανζίστορ Q16 και Q17 σε συνδεσμολογία Darlington. Ακόμα, το τρανζίστορ Q16 αποτελεί έναν ακόλουθο εκπομπού, όπου έχει ως στόχο την μείωση της επιπρόσθετης επιρροής που έχει η έξοδος από το Q17 τρανζίστορ.

Το Q17 είναι ένας ενισχυτής κοινού-εκπομπού που έχει ένα ενεργό φορτίο που πραγματοποιείται από το Q13. Αυτός ο ενισχυτής έχει ως αποτέλεσμα να παρέχει μεγάλο κέρδος τάσης. Το Q23 είναι ένας ακόμα ακόλουθος εκπομπού που αποτρέπει την έξοδο να φορτωθεί από το κέρδος εξόδου. Τέλος, τα τρανζίστορ Q14 και Q20 λειτουργούν ως συμπληρωματικός ακόλουθος εκπομπού.

Κεφάλαιο 2ο: Ανορθωτής Ακρίβειας Μισού Κύματος

2.1 Υλοποίηση του κυκλώματος

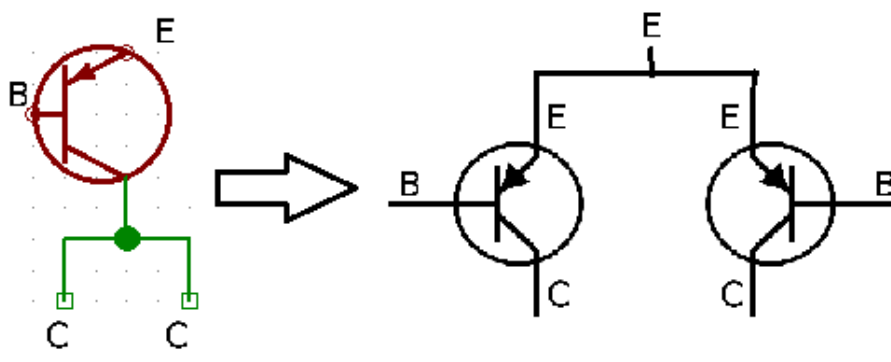
Η υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε στα εξής στάδια:

- Ερευνά και μελέτη για την υλοποίηση του εσωτερικού του κυκλώματος
- Σχεδίαση και προσομοίωση του κυκλώματος χωρίς βλάβες στο Pspice
- Καταγραφή όλων των χρήσιμων μετρήσεων σε κανονική λειτουργία
- Καταγραφή μετρήσεων μετά την δημιουργία βλαβών
- Σύνοψη αποτελεσμάτων και συμπέρασμα για τις βλάβες

Όλα τα παραπάνω στάδια πραγματοποιήθηκαν για να υπάρχει η σιγουριά πως είναι εφικτή η υλοποίηση του κυκλώματος του τελεστικού ενισχυτή στο περιβάλλον προσομοίωσης του Pspice, εφόσον τα δεδομένα που συλλέχτηκαν ταιριάζουν με αυτά από τα datasheet, ώστε να προχωρήσει η επιλογή των βλαβών που θα προσομοιωθούν.

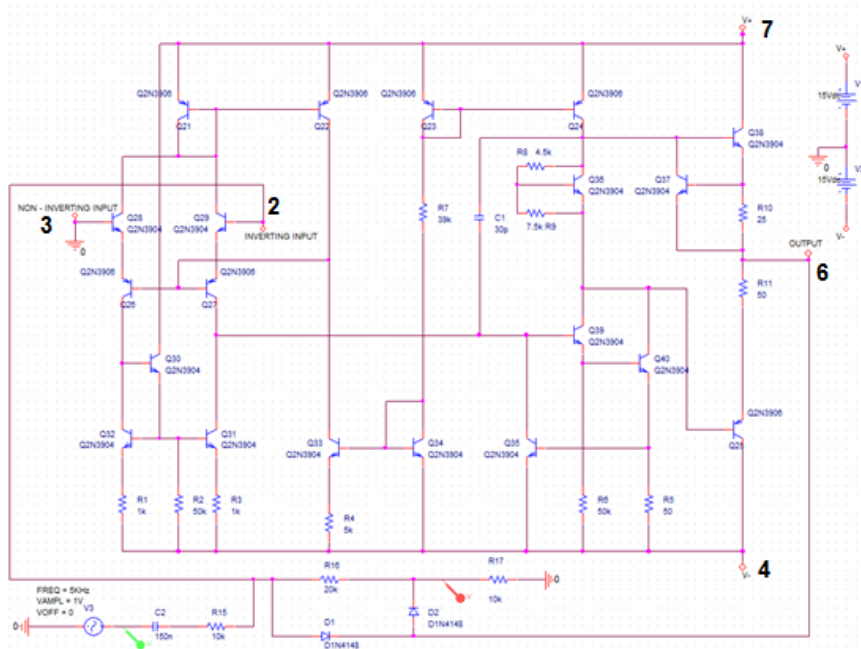
2.2 Σχεδιασμός και προσομοίωση στον υπολογιστή του κυκλώματος χωρίς βλάβες

Για την δημιουργία του σχηματικού του κυκλώματος, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα προσομοίωσης Pspice και το σχηματικό του εσωτερικού ενός τελεστικού ενισχυτή lm741 από τα datasheet της Intersil. Το κυριότερο πρόβλημα που εντοπίστηκε είναι στη υλοποίηση του multicollector lateral pnp τρανζίστορ, το οποίο επιλύθηκε με την χρήση δύο pnp τρανζίστορ τα οποία έχουν δύο ανεξάρτητους συλλέκτες σε σχέση με το προηγούμενο.



Εικόνα 3 PNP Τρανζίστορ

Για την υλοποίηση του κυκλώματος στο πρόγραμμα προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο αναστρέφουσας συνδεσμολογίας με κέρδος 2 (καθώς $R_f/R_{IN} = 20k\Omega/10k\Omega = 2$) με συμμετρική τροφοδοσία τάσης ± 15 v και ημιτονοειδές σήμα εισόδου πλάτους 1Vp καθώς και συχνότητα των 5KHz.

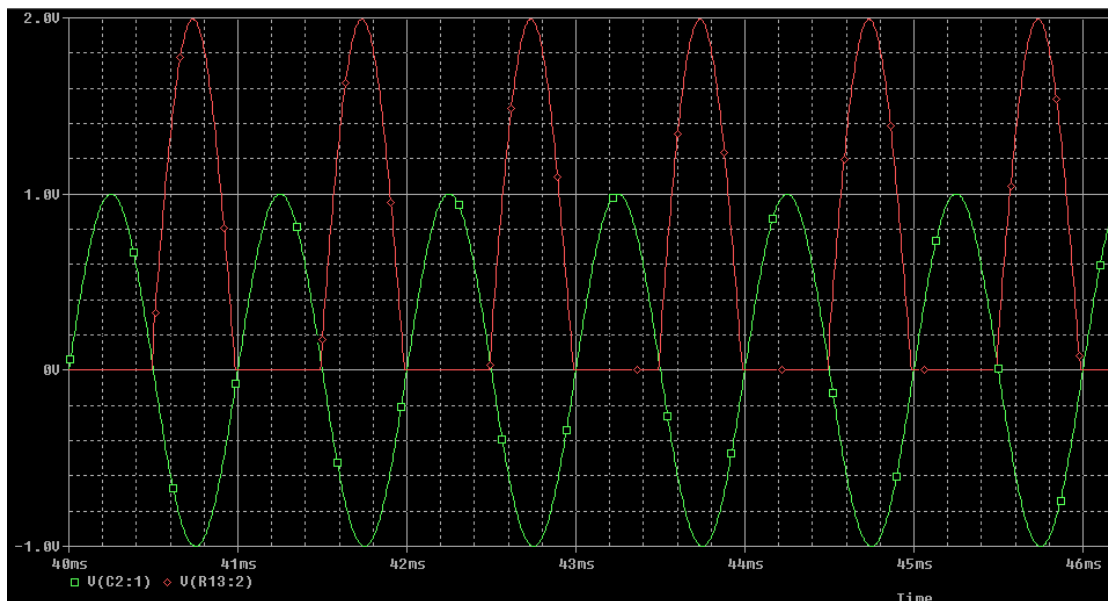


Εικόνα 4 Σχεδιασμένο κύκλωμα στο PSpice

Όσον αφορά το θεωρητικό κομμάτι του κυκλώματος στην έξοδο θα πρέπει να περιμένει κανείς, ημιτονικό σήμα πλάτους $2V_{pp}$ και όσον αφορά την κυματομορφή, προκύπτει ημιανόρθωση ανεστραμμένη. Στο κομμάτι της προσομοίωσης παρατηρήθηκε ότι οι θεωρητικές μετρήσεις είναι πολύ κοντά με αυτές του Pspice. Αυτό μπορεί κάποιος να διαπιστώσει στην παρακάτω εικόνα της κυματομορφής.

2.3 Μετρήσεις και Κυματομορφές χωρίς βλάβες

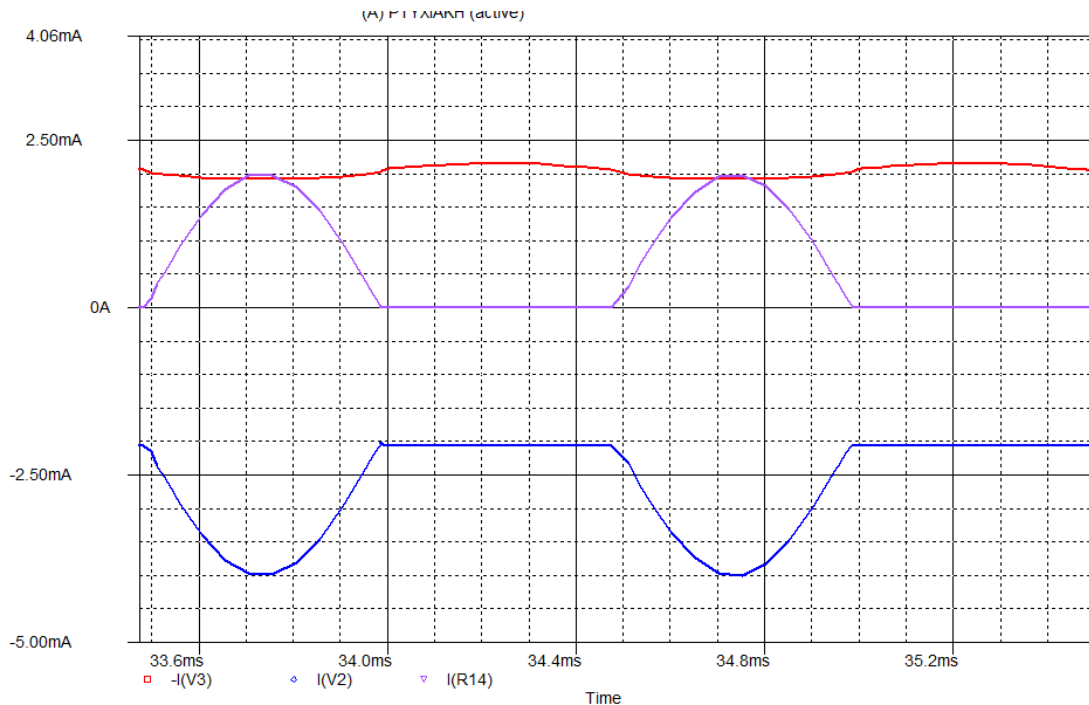
ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ



Εικόνα 5 Κυματομορφές τάσης εισόδου – εξόδου

Κεφάλαιο 2

Στην εικόνα 5 με κόκκινο χρώμα αναπαριστάτε η κυματομορφή της τάσης εξόδου ενώ με πράσινο χρώμα η κυματομορφή της τάσης εισόδου.



Εικόνα 6 Κυματομορφές ρευμάτων $I(+)$, $I(-)$ & I_{out}

Στην εικόνα 6 με κόκκινο χρώμα μπορεί κάποιος να παρατηρήσει την κυματομορφή ρεύματος εξόδου, ενώ με μπλε χρώμα την κυματομορφή αρνητικής εισόδου και αντίστοιχα με μοβ αυτή της θετικής εισόδου.

	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
$I(+)$	2,034mA
$I(-)$	2,031mA
I_{out}	3,09μA

Στο παραπάνω πίνακάκι αναγράφονται οι τιμές οι τιμές των ρευμάτων εισόδου και εξόδου για την κανονική λειτουργία του κυκλώματος.

Κεφάλαιο 3ο: Εισαγωγή Βλαβών στο Κύκλωμα

- Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλύσουμε τον τρόπο με τον οποίο επιλέχθηκαν οι βλάβες, το πώς υλοποιήθηκαν αλλά και τον τρόπο ανίχνευσης τους.

3.1 Επιλογή βλαβών

Για να μπορέσει να γίνει επιλογή όλων των πιθανών Βλαβών χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνικές ανοιχτού κυκλώματος και βραχυκυκλώματος με την σύνδεση μίας αντίστασης εξωτερικά του κυκλώματος. Στα κυκλώματα τελεστικών ενισχυτών, όπως και σε αυτό, οι πιθανότερες βλάβες που μπορεί να συναντήσει κάποιος είναι στις αντιστάσεις και στα τρανζίστορ του. Όσον αφορά τις βλάβες των τρανζίστορ, αυτές έχουν να κάνουν είτε με την απουσία ρεύματος σε κάποιο άκρο του, με αποτέλεσμα να έχουμε ανοιχτό κύκλωμα. Είτε με την κατάρρευση κάποιας εσωτερικής του ένωσης με αποτέλεσμα να υπάρχει βραχυκύκλωμα σε δύο από τις εισόδους του. Στις αντιστάσεις τα πράγματα είναι λίγο πιο εύκολα, καθώς οι περιπτώσεις βλάβης είναι δύο, είτε ως ανοιχτό κύκλωμα ή ως βραχυκύκλωμα. Για να προκληθεί βραχυκύκλωμα σε κάθε περίπτωση ξεχωριστά χρησιμοποιήθηκε μία αντίσταση των 10Ω για να γίνει βραχυκύκλωμα, ενώ για την περίπτωση του ανοιχτού κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε μία αντίσταση των 10ΜΩ. Για την επιλογή της τιμής της εκάστοτε αντίστασης έγινε έπειτα από μελέτη σχετικής βιβλιογραφίας επί του θέματος και σε συζήτηση με τον επιβλέποντα καθηγητή.

3.2 Ανίχνευση βλαβών

Εφόσον έχει τελειώσει η μελέτη και η επιλογή βλαβών πρέπει να προχωρήσει η ανίχνευση τους. Η διαδικασία ανίχνευσης των βλαβών πραγματοποιείτε παίρνοντας δείγματα μετρήσεων από τα ρεύματα τροφοδοσίας, (θετικής και αρνητικής), και του ρεύματος εξόδου. Για να διαπιστώσει κάποιος αν κάποια βλάβη είναι ανιχνεύσιμη, πρέπει να συγκριθούν οι τιμές από τις μετρήσεις που καταγράφηκαν σε σχέση με τις μετρήσει κανονικής λειτουργίας και με βάση το ποσοστό απόκλισης των τιμών αυτών.

Κατά την διάρκεια όλης της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο αναστρέφουσας συνδεσμολογίας με κέρδος 2 (καθώς $Rf/RIN= 20k\Omega/10k\Omega=2$) με συμμετρική τροφοδοσία τάσης ± 15 v και ημιτονοειδές σήμα εισόδου πλάτους 1Vp καθώς και συχνότητα των 5KHz.

Για την ευκολότερη επεξεργασία των μετρήσεων και των δεδομένων, έγινε καταγραφή τους σε πίνακα Excel. Η σύγκριση των τιμών των ρευμάτων κανονικής λειτουργίας πραγματοποιείται αυτόματα, αφού θέσει κάποιος το ποσοστό ανοχής που θέλουμε. Στην συνέχεια δίπλα από κάθε μέτρηση αναγράφεται η λέξη ‘Ναι’ ή ‘Όχι’, για το αν η βλάβη είναι ανιχνεύσιμη ή όχι. Αυτό γίνεται για κάθε τιμή ρεύματος ξεχωριστά αλλά και συγκριτικά στο τέλος. Συγκεκριμένα μία βλάβη θεωρείτε ανιχνεύσιμη όταν τουλάχιστον μία από τις τρεις μετρήσεις ρεύματος έχει απόκλιση από αυτή της κανονικής λειτουργίας. Στο τέλος υπάρχει ο υπολογισμός των ποσοστών ανίχνευσης (%), με ανοχή 1%, 2%, 5% και 10% καθώς και τα αντίστοιχα γραφήματα τους.

Πίνακες Ανίχνευσης Βλαβών

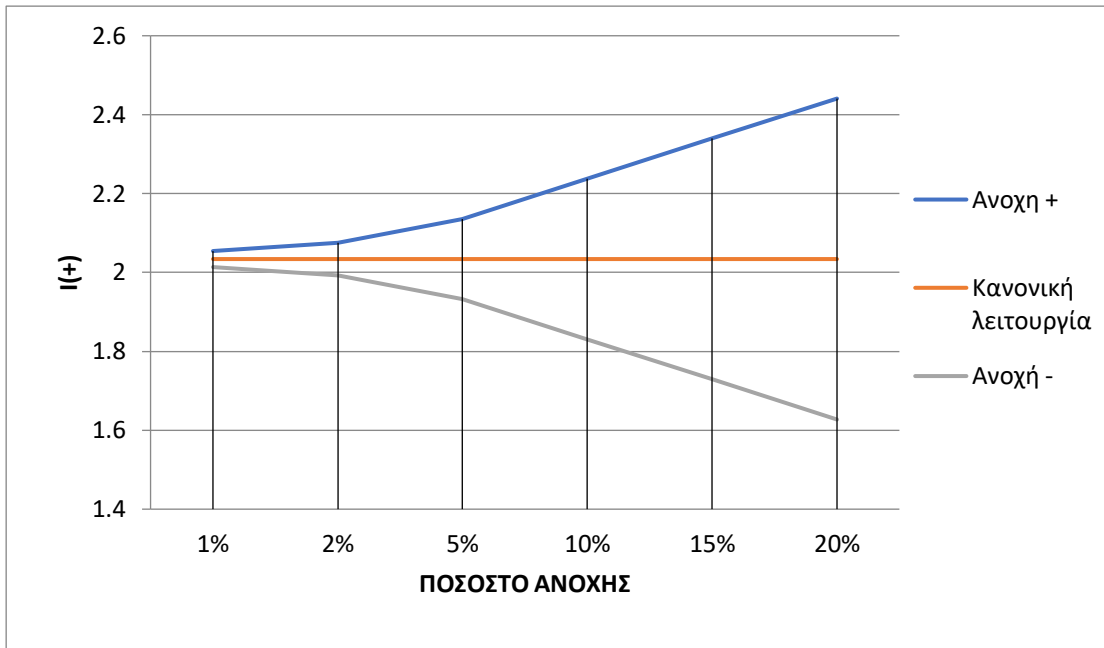
Έπειτα από την εφαρμογή 150 Monte Carlo αναλύσεων , έγιναν συνολικά για όλες τις βλάβες 3600 αναλύσεις στο κύκλωμα και εντοπίστηκαν για ανοχή 1%, 2%, 5%, 10%, 15% και 20% τα σφάλματα του κυκλώματος τα οποία τοποθετήθηκαν στους παρακάτω πίνακες. Στην περιγραφή βλάβης όπου S είναι το βραχυκύκλωμα (Short circuit) και O ανοιχτό κύκλωμα (Open circuit). Ενώ με E ονομάστηκε ο εκπομπός, με C ο συλλέκτης και αντίστοιχα με B η βάση των τρανζίστορ.

Στον παρακάτω πίνακα έχουμε τα όρια των τιμών ρεύματος για τα διάφορα ποσοστά ανοχής σε σχέση με αυτά της κανονικής λειτουργίας, καθώς και διαγράμματα που δείχνουν τις αυξομειώσεις για το κάθε ρεύμα αναλυτικά.

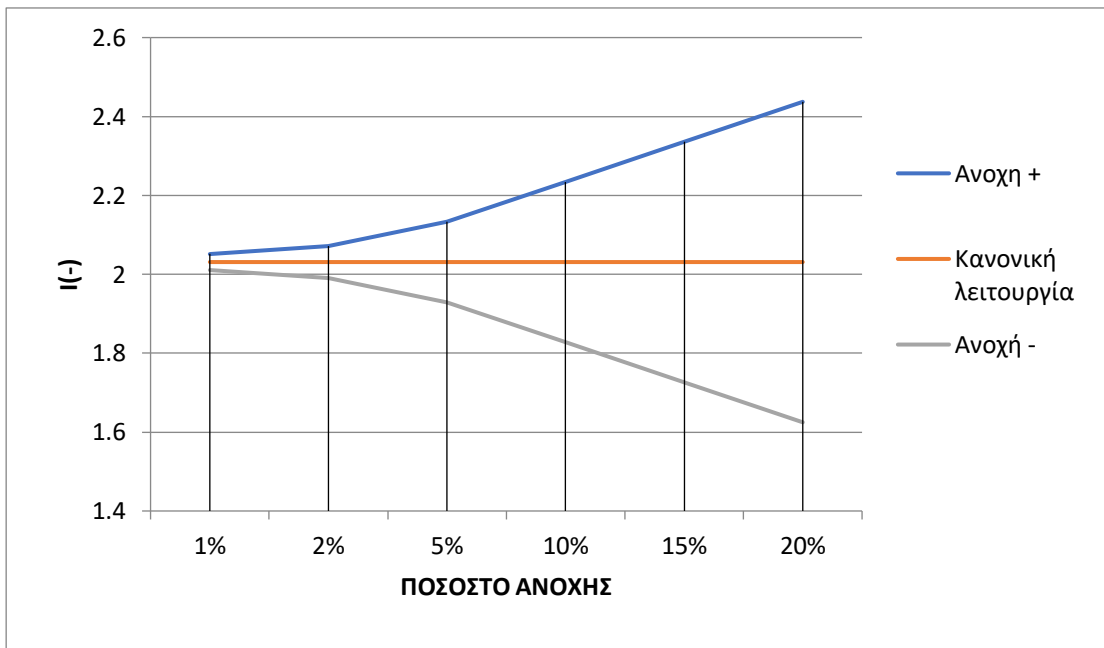
ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	
I(+)	2,034mA
I(-)	2,031mA
Iout	3,09μA

	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΟΧΗΣ						
	1%	2%	5%	10%	15%	20%	
I(+)							
I(+)	max	2,0543mA	2,0746mA	2,1357mA	2,2374mA	2,3391mA	2,4408mA
I(+)	min	2,0136mA	1,9933mA	1,9323mA	1,8306mA	1,7289mA	1,6272mA
I(-)							
I(-)	max	2,0513mA	2,0716mA	2,1325mA	2,2341mA	2,3357mA	2,4372mA
I(-)	min	2,0107mA	1,9904mA	1,9294mA	1,8279mA	1,7264mA	1,6248mA
Iout							
Iout	max	3,1209μA	3,1518μA	3,2445μA	3,399μA	3,5535μA	3,708μA
Iout	min	3,0591μA	3,0282μA	2,9355μA	2,781μA	2,6265μA	2,472μA

Πίνακας 1 Όρια ρευμάτων για διαφορα ποσοστά ανοχής

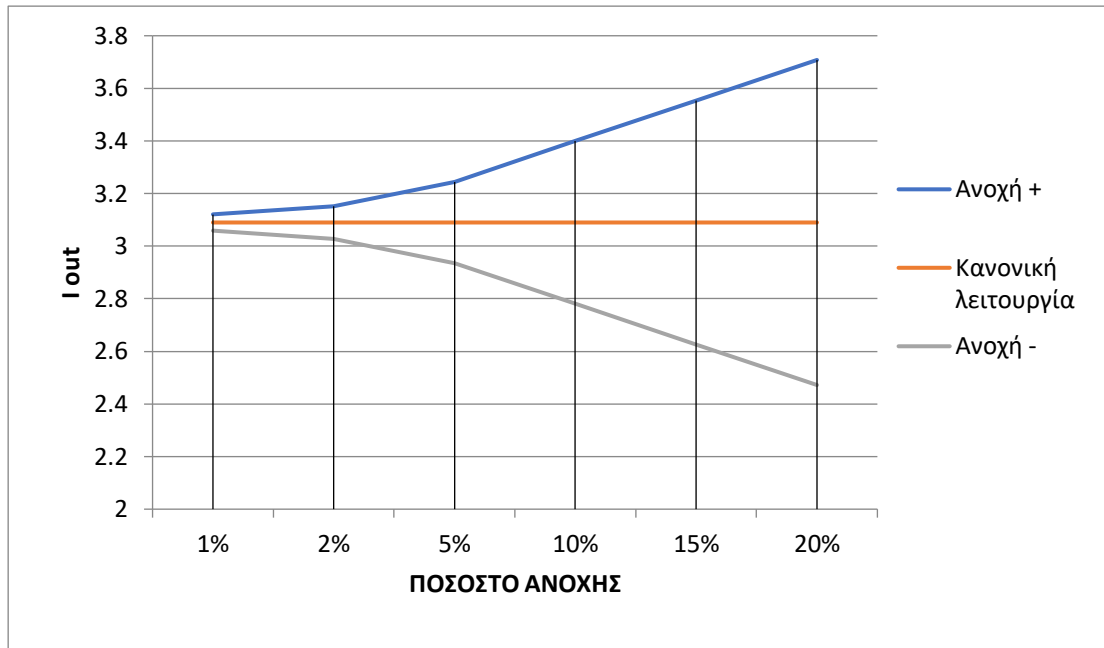


Διάγραμμα 1 Θετικό ρεύμα τροφοδοσίας



Διάγραμμα 2 Αρνητικό ρεύμα τροφοδοσίας

Κεφάλαιο 3



Διάγραμμα 3 Ρεύμα Εξόδου

3.2.1 Πίνακας με βλάβες αναλυτικά (Ανοχή 5%)

Στον παρακάτω πίνακα έχουμε αναλυτικά τις βλάβες και όταν αυτές εντοπίζονται, καθώς έχουν ξεπεράσει τα όρια ανοχής, υπάρχει η λέξη 'ΝΑΙ' ενώ στις περιπτώσεις που δεν εντοπίζονται υπάρχει αντίστοιχα η λέξη 'ΟΧΙ'. Στον συγκεκριμένο πίνακα δείχνουμε αναλυτικά τις βλάβες για ανοχή υλικών 5%, ενώ στο παράρτημα έχουν τοποθετηθεί αναλυτικοί πίνακες και για τις υπόλοιπες τιμές ανοχής

ΒΛΑΒΕΣ							ΒΛΑΒΕΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΗΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΗΣ	I(+)	I(-)	Iout	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
#1	Q28_	BC_S	1,268A	754,7μΑ	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#2	Q28_	BE_S	133,3mA	138,8mA	578,5μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#3	Q28_	CE_S	13,99mA	797,9μΑ	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#4	Q28_	B_O	100,2mA	104,8mA	759,4μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#5	Q28_	C_O	2,087mA	2,122mA	36,341μΑ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#6	Q28_	E_O	2,559mA	3,178mA	612,8μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#7	Q29_	BC_S	13,94mA	754,7μΑ	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#8	Q29_	BE_S	2,079mA	2,097mA	25,65μΑ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#9	Q29_	CE_S	2,564mA	3,178mA	614,1μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#10	Q29_	C_O	2,191mA	2,013mA	177,5μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#11	Q29_	B_O	2,777mA	1,971mA	805,9μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#12	Q29_	E_O	13,97mA	781,1μΑ	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#13	Q21_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090μΑ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#14	Q21_	BE_S	131,1mA	133,6mA	578,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#15	Q21_	CE_S	133,1mA	133,6mA	578,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#16	Q21_	C_O	2,025mA	2,017mA	8,317μΑ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#17	Q21_	B_O	2,027mA	2,013mA	13,84μΑ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#18	Q21_	E_O	13,90mA	770,8μΑ	13,18mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#19	Q22_	BC_S	13,94mA	754,7μΑ	13,67mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#20	Q22_	BE_S	131,1mA	133,4mA	578,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#21	Q22_	CE_S	13,94mA	754,7μΑ	13,672mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#22	Q22_	C_O	116,8mA	117,2mA	579μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#23	Q22_	B_O	67,88mA	68,31mA	580,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#24	Q22_	E_O	132,8mA	133,2mA	578,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#25	Q27_	BC_S	1,398A	1,401A	539,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#26	Q27_	BE_S	13,97mA	754,6μΑ	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#27	Q27_	CE_S	3,165mA	3,779mA	613,7μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#28	Q27_	C_O	2,024mA	2,009mA	146,1μΑ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#29	Q27_	B_O	2,188mA	2,016mA	183,5μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ

Κεφάλαιο 3

#30	Q27_	E_O	13,97mA	781,1μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
-----	------	-----	---------	---------	---------	-----	-----	-----	-----

#31	Q30_	BC_S	2,052mA	2,052mA	6,156μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#32	Q30_	BE_S	2,051mA	2,056mA	4,309μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#33	Q30_	CE_S	1,851A	1,851A	519μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#34	Q30_	C_O	2,052mA	2,055mA	3,708μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#35	Q30_	B_O	2,038mA	2,034mA	1,355μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#36	Q30_	E_O	2,046mA	2,054mA	7,583μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#37	Q32_	BC_S	2,051mA	2,058mA	6,156μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#38	Q32_	BE_S	2,597mA	2,553mA	43,56μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#39	Q32_	CE_S	2,054mA	2,06mA	6,349μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#40	Q32_	C_O	2,200mA	2,012mA	189,9μA	NAI	NAI	ΌXI	NAI
#41	Q32_	B_O	2,169mA	2,007mA	162,9μA	NAI	NAI	ΌXI	NAI
#42	Q32_	E_O	4,582mA	5,196mA	613,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#43	Q31_	BC_S	13,96mA	773,8μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#44	Q31_	BE_S	2,601mA	2,610mA	9,114μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#45	Q31_	CE_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#46	Q31_	C_O	2,071mA	2,079mA	8,113μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#47	Q31_	B_O	2,063mA	2,071mA	6,956μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#48	Q31_	E_O	2,065mA	2,017mA	8,954μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#49	Q33_	BC_S	1,711A	1,716A	561,5μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#50	Q33_	BE_S	13,92mA	734,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#51	Q33_	CE_S	7,328mA	7,341mA	4,532μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#52	Q33_	C_O	2,004mA	2,002mA	20,76μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#53	Q33_	B_O	2,001mA	1,998mA	36,36μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#54	Q33_	E_O	13,92mA	736,2μA	13,67μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#55	Q26_	BC_S	764,9mA	764,7mA	563,3μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#56	Q26_	BE_S	2,363mA	1,971mA	392,4μA	NAI	NAI	ΌXI	NAI
#57	Q26_	CE_S	810,2mA	810,7mA	561,7μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#58	Q26_	C_O	2,559mA	3,172mA	612,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#59	Q26_	B_O	2,064mA	2,072mA	8,23μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#60	Q26_	E_O	2,053mA	2,06mA	6,199μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#61	Q23_	BC_S	794,9mA	793,7mA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#62	Q23_	BE_S	793,2μA	193,4μA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#63	Q23_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,166μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#64	Q23_	C_O	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#65	Q23_	B_O	25,12mA	12mA	13,12μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#66	Q23_	E_O	25,59mA	12mA	13,12μA	NAI	NAI	NAI	NAI

Εισαγωγή Βλαβών Στο Κύκλωμα

#67	Q34_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#68	Q34_	BE_S	13,94mA	751,2μA	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#69	Q34_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#70	Q34_	C_O	2,053mA	2,060mA	3,105μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#71	Q34_	B_O	7,447mA	6,821mA	617,3μA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#72	Q34_	E_O	6,237mA	6,861mA	616,1μA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#73	Q24_	BC_S	24,39mA	11,98mA	12,41mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#74	Q24_	BE_S	793,2μA	793,4μA	105nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#75	Q24_	CE_S	25,09mA	12mA	13,09mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#76	Q24_	C_O	778,2μA	778,2μA	90,27nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#77	Q24_	B_O	780,5μA	780,1μA	516,6nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#78	Q24_	E_O	775,4μA	775,6μA	103,4nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#79	Q36_	BC_S	785,3μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#80	Q36_	BE_S	785,3μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#81	Q36_	CE_S	785,3μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#82	Q36_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#83	Q36_	B_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#84	Q36_	E_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#85	Q38_	BC_S	785,4μA	785,4μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#86	Q38_	BE_S	786,4μA	786,3μA	178,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#87	Q38_	CE_S	786,3μA	786,1μA	182,1nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#88	Q38_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#89	Q38_	B_O	785,3μA	785,3μA	149,5nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#90	Q38_	E_O	782,7μA	782,7μA	131,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#91	Q37_	BC_S	786,4μA	786,4μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#92	Q37_	BE_S	785,4μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#93	Q37_	CE_S	786,3μA	786,1μA	178,1nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#94	Q37_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#95	Q37_	B_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#96	Q37_	E_O	785,7μA	785,7μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#97	Q39_	BC_S	2,543mA	2,543mA	55,97nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#98	Q39_	BE_S	786,4μA	786,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#99	Q39_	CE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#100	Q39_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#101	Q39_	B_O	785,3μA	785,3μA	149,5nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#102	Q39_	E_O	785,3μA	785,7μA	150,2nA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ

Κεφάλαιο 3

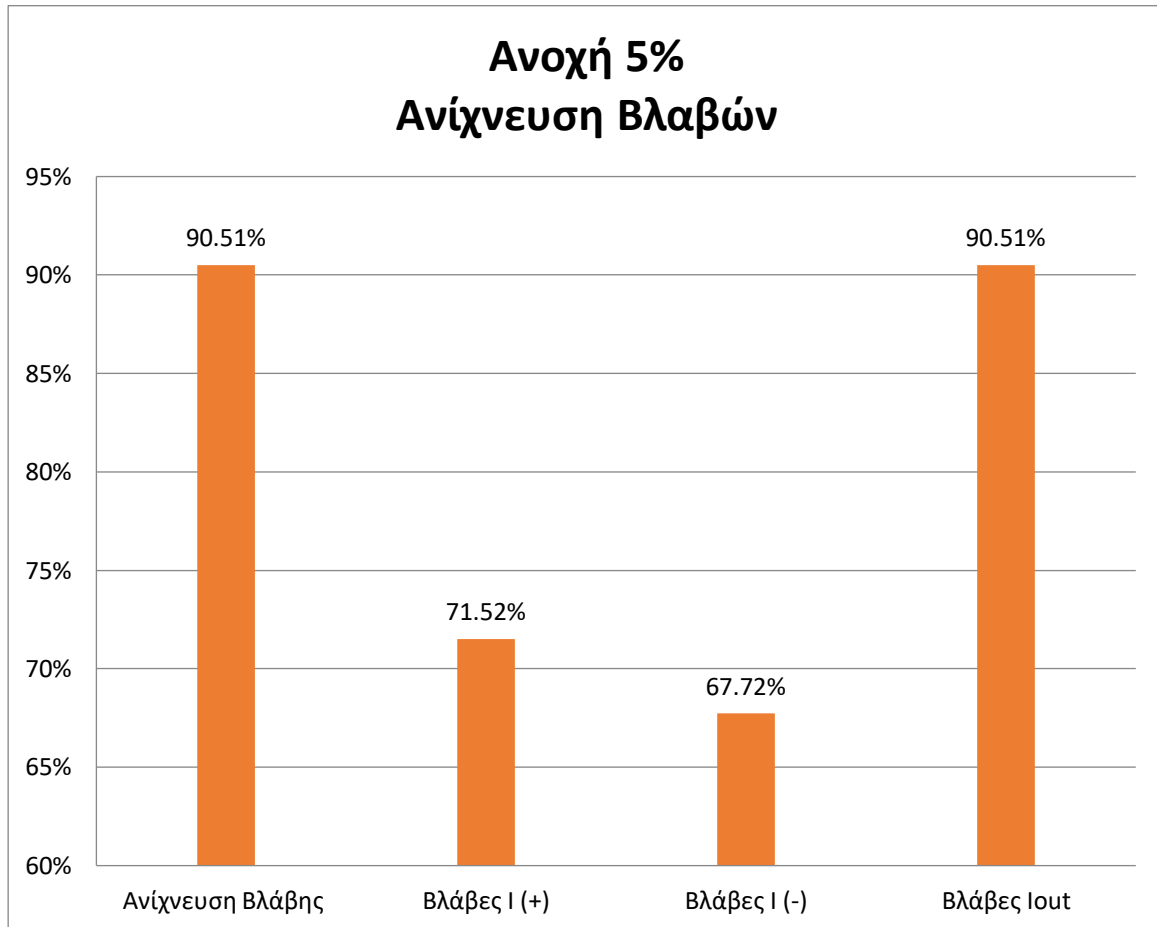
#103	Q40_	BC_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#104	Q40_	BE_S	786,4μA	786,3μA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#105	Q40_	CE_S	2,564mA	2,564mA	10,40pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#106	Q40_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#107	Q40_	B_O	785,3μA	785,3μA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#108	Q40_	E_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#109	Q25_	BC_S	2,568mA	2,568mA	31,61pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#110	Q25_	BE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#111	Q25_	CE_S	29,51mA	29,51mA	47,69nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#112	Q25_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#113	Q25_	B_O	785,3μA	785,3μA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#114	Q25_	E_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#115	Q35_	BC_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#116	Q35_	BE_S	2,034mA	2,031mA	2,92μA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#117	Q35_	CE_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#118	Q35_	C_O	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ
#119	Q35_	B_O	13,96mA	772,7μA	13,19mA	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ
#120	Q35_	E_O	2,037mA	2,037mA	298,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#121	R5	BPAXYKYKΛΩMA	2,037mA	2,037mA	298,8nA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#122		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,160mA	793,5μA	1,367mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#123	R1	BPAXYKYKΛΩMA	2,053mA	2,054mA	365,4nA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#124		ANOIXTO KYKΛΩMA	4,582mA	5,196mA	613,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#125	R2	BPAXYKYKΛΩMA	4,106mA	4,115mA	9,095μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#126		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,026mA	2,025mA	4,379μA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#127	R3	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,033mA	1,247μA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#128		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,037mA	2,025mA	12,46μA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#129	R4	BPAXYKYKΛΩMA	3,035mA	3,034mA	29,83μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#130		ANOIXTO KYKΛΩMA	13,92mA	736,2μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#131	R7	BPAXYKYKΛΩMA	2,314mA	2,301mA	13,14mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#132		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#133	R8	BPAXYKYKΛΩMA	2,028mA	2,025mA	3,078μA	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ
#134		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,82mA	20,55mA	2,023μA	NAI	NAI	NAI	NAI

#135	R9	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	27,25mA	27,25mA	2,832μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#136		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,082mA	2,025mA	3,079μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#137	R6	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,128mA	2,011mA	92,43μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#138		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,035mA	2,033mA	1,615μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#139	R5	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,034mA	2,031mA	2,920μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#140		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	3,98mA	793,1μA	13,18mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#141	R11	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#142		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,028mA	2,025mA	3,092μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#143	R10	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#144		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,008mA	2,005mA	3,064μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#145	R15	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#146		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#147	R16	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	910,2μA	910,3μA	147,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#148		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	797,8μA	797,9μA	252,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#149	R17	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	785,4μA	785,4μA	1,489nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#150		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,543mA	2,543mA	14,11nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#151	D1	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,057mA	2,057mA	77,69nA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#152		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	785,3μA	785,2μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#153	D2	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	785,6μA	785,5μA	152,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#154		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	785,3μA	785,5μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#155	C1	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,533mA	3,199mA	615,6μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#156		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#157	C2	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,035mA	2,028mA	6,226μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#158		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ

Πίνακας 2 Αναλυτικός Πίνακας Σφαλμάτων

Ανοχή 5%	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
Αριθμός βλαβών που ενοπίστηκαν	143	113	107	143
Σύνολο βλαβών	158	158	158	158
Ποσοστό ανίχνευσης (%)	90,51%	71,52%	67,72%	90,51%

Πίνακας 3 Βλάβες για Ανοχή 5%

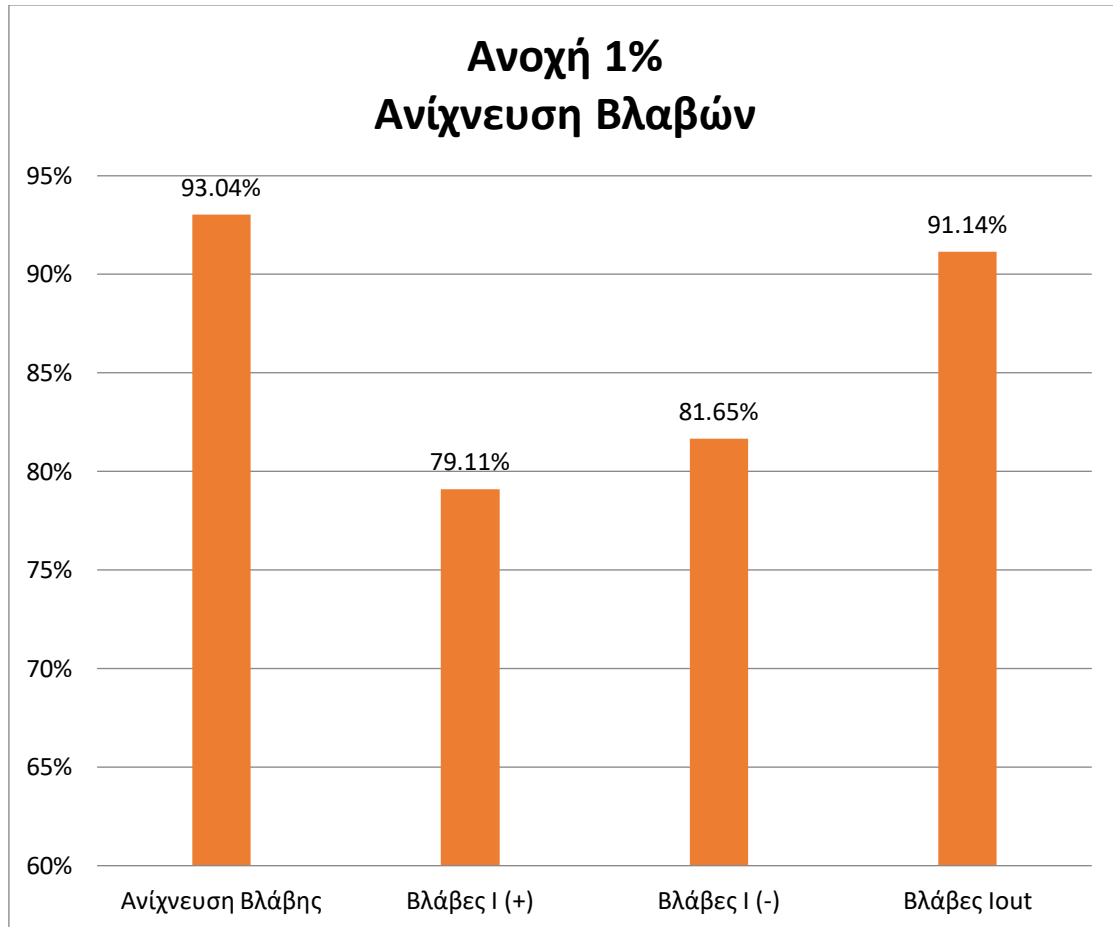


Διάγραμμα 4 Διάγραμμα για ανοχή 5%

Ο παραπάνω πίνακα (Πίνακας 3) δείχνει περιληπτικά τα αποτελέσματα που καταγράψαμε από τον αναλυτικό πίνακα (Πίνακας 2). Συγκεκριμένα εμφανίζονται οι πιο χρήσιμες πληροφορίες για την σύγκριση που πραγματοποιήθηκε. Δηλαδή, τα ποσοστά ανίχνευσης για κάθε μέτρηση αλλά και με τον συνδυασμό και των τριών ρευμάτων ξεχωριστά (Ανίχνευση Βλάβης). Με μία πρώτη ματιά μπορεί κάποιος εύκολα να παρατηρήσει ότι αν προσπαθήσει να γίνει ανίχνευση μόνο με ένα ρεύμα τα ποσοστά ανίχνευσης είναι μικρότερα σε σχέση με τον συνδυασμό και των τριών ρευμάτων μαζί (Ανίχνευση Βλάβης). Για να το εμφανιστεί αυτό και να γίνει πιο έντονα αρκεί να παρατηρήσει κάποιος τα διαγράμματα μετά από κάθε πινακάκι ώστε να δει τις διαφορές στην ανίχνευση σφαλμάτων μεταξύ ρευμάτων ξεχωριστά αλλά και συνδυαστικά. Παρακάτω υπάρχουν για το κάθε ποσοστό ανοχής ξεχωριστά.

Ανοχή 1%	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
Αριθμός βλαβών που ενοπίστηκαν	147	125	129	144
Σύνολο βλαβών	158	158	158	158
Ποσοστό ανίχνευσης (%)	93,04%	79,11%	81,65%	91,14%

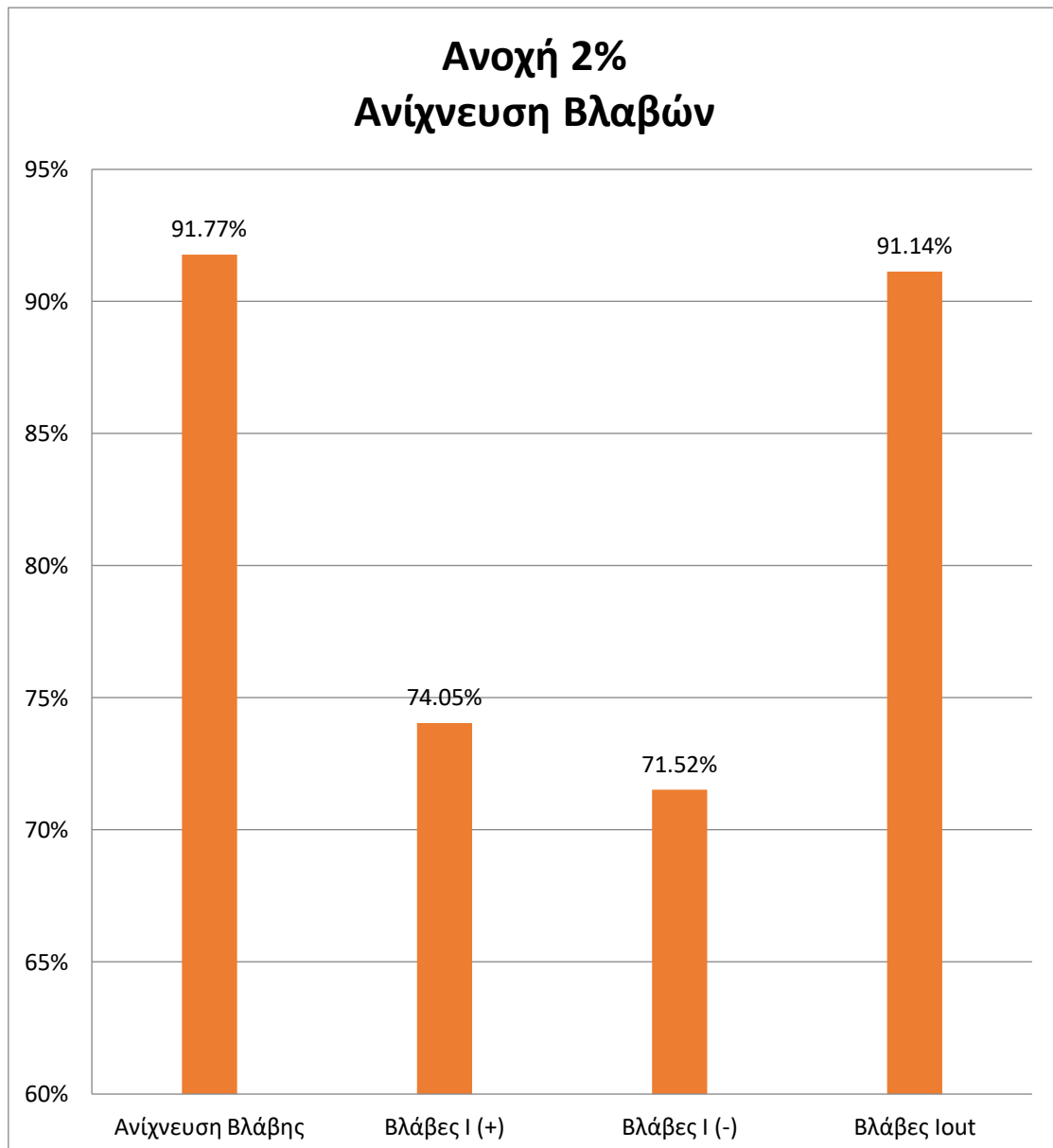
Πίνακας 4 Βλάβες για Ανοχή 1%



Διάγραμμα 5 Διάγραμμα για ανοχή 1%

Ανοχή 2%	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
Αριθμός βλαβών που ενοπίστηκαν	145	117	113	144
Σύνολο βλαβών	158	158	158	158
Ποσοστό ανίχνευσης (%)	91,77%	74,05%	71,52%	91,14%

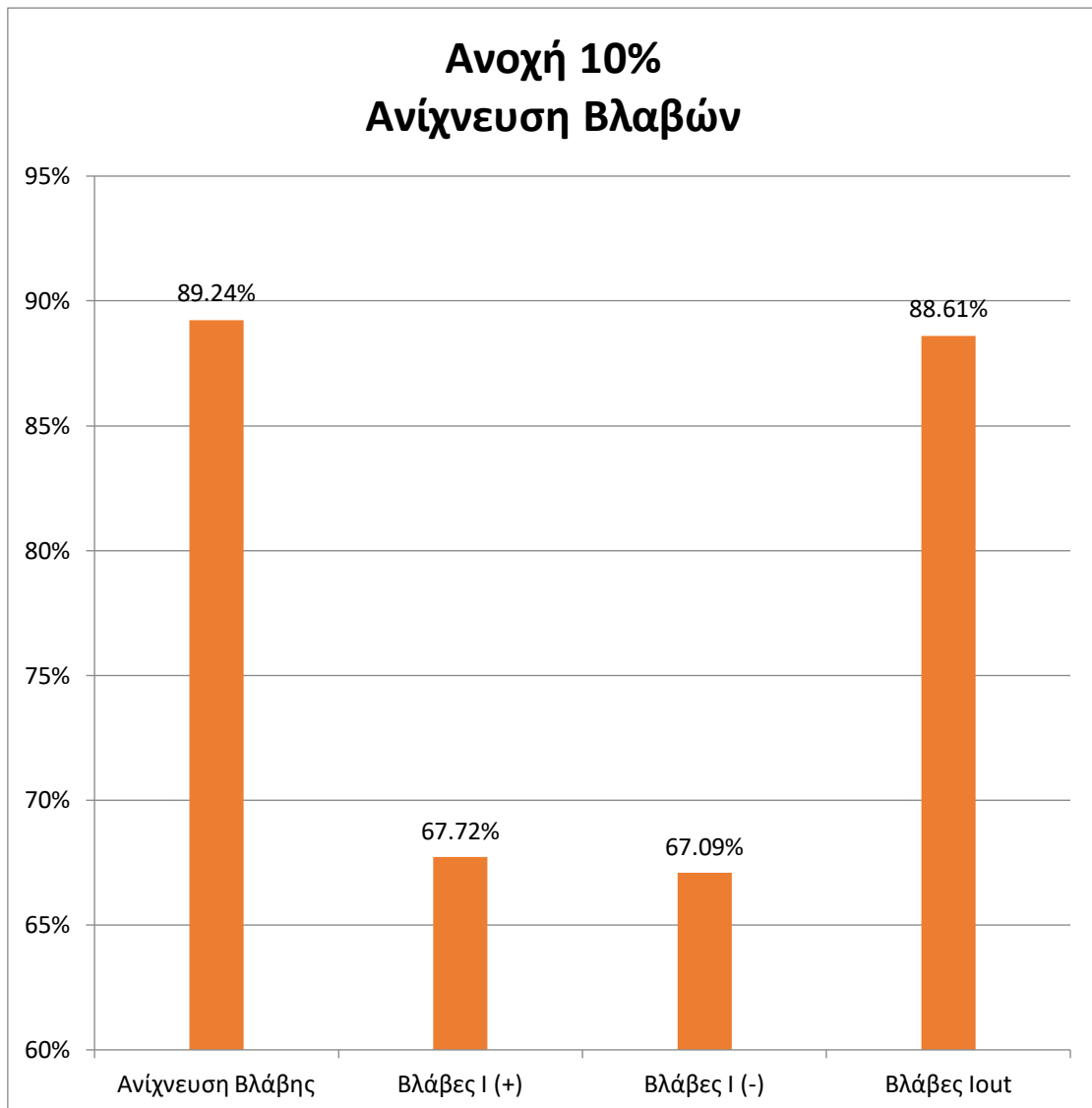
Πίνακας 5 Βλάβες για Ανοχή 2%



Διάγραμμα 6 Διάγραμμα για ανοχή 2%

Ανοχή 10%	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
Αριθμός βλαβών που ενοπίστηκαν	141	107	106	140
Σύνολο βλαβών	158	158	158	158
Ποσοστό ανίχνευσης (%)	89,24%	67,72%	67,09%	88,61%

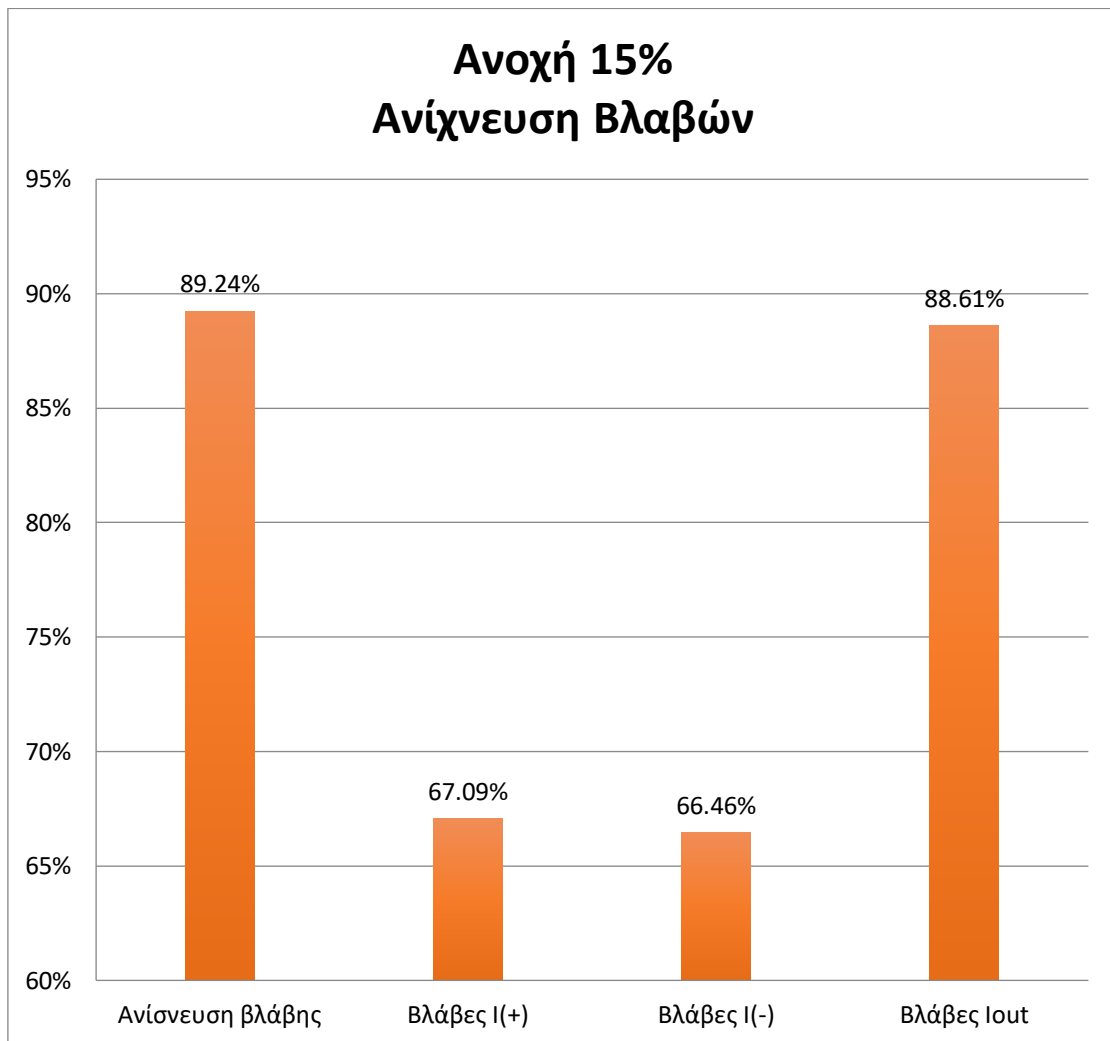
Πίνακας 6 Βλάβες για Ανοχή 10%



Διάγραμμα 7 Διάγραμμα αγια ανοχή 10%

Ανοχή 15%	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
Αριθμός βλαβών που ενοπίστηκαν	141	106	105	140
Σύνολο βλαβών	158	158	158	158
Ποσοστό ανίχνευσης (%)	89,24%	67,09%	66,46%	88,61%

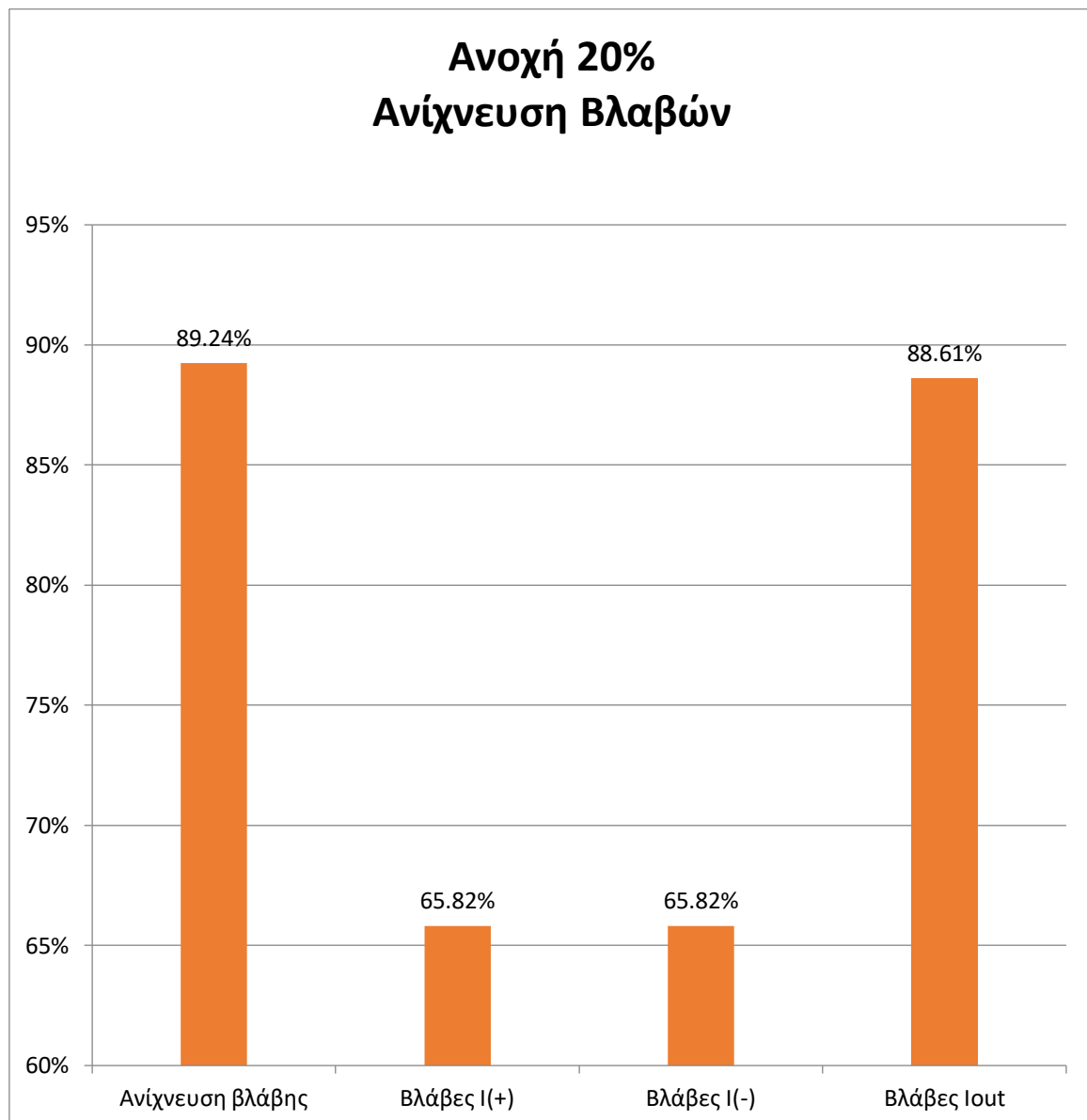
Πίνακας 7 Βλάβες για Ανοχή 15%



Διάγραμμα 8 Διάγραμμα για ανοχή 15%

Ανοχή 20%	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
Αριθμός βλαβών που ενοπίστηκαν	141	104	104	140
Σύνολο βλαβών	158	158	158	158
Ποσοστό ανίχνευσης (%)	89,24%	65,82%	65,82%	88,61%

Πίνακας 8 Βλάβες για Ανοχή 20%



Διάγραμμα 9 Διάγραμμα για ανοχή 20%

Στους παραπάνω πίνακες παρουσιάζονται οι μετρήσεις στα ρεύματα μετά την εφαρμογή βλαβών στα στοιχεία του κυκλώματος, μέσω προσομοίωσης. Στον πίνακα 1 αναγράφονται αναλυτικά οι βλάβες και οι μετρήσεις των ρευμάτων για ανοχή 5%. Όπου υπάρχει μεγαλύτερη απόκλιση των ρευμάτων από το ποσοστό ανοχής σημαίνει ότι εντοπίζεται η βλάβη και έχει τοποθετηθεί στον πίνακα η λέξη ΝΑΙ. Στην συνέχεια υπάρχει περιληπτικός πίνακας των βλαβών αλλά και Διάγραμμα για την κάθε μέτρηση ξεχωριστά.

Στους επόμενους πίνακες (πίνακας 2-7), υπάρχει περιληπτικά ο αριθμός των βλαβών που εντοπίστηκαν για τις διάφορες ανοχές έπειτα από την ανάλυσή των βλαβών στους πίνακες των παρατηρημάτων. Τέλος παρατηρήθηκε ότι αν προσπαθήσει κάποιος να κάνει ανίχνευση μέσω ενός ρεύματος μόνο θα υπάρξουν πολύ χαμηλότερα ποσοστά ανιχνευσιμότητας από ότι συνδυαστικά.

Κεφάλαιο 4ο: Συγκρίσεις – Συμπεράσματα

4.1 Διαφορές Ανάμεσα στις Ανοχές

	Ανίχνευση Βλάβης	Βλάβες I(+)	Βλάβες I(-)	Βλάβες Iout
Βλάβες που εντοπίστηκαν	147	125	129	144
Ποσοστό ανίχνευσης για ανοχή 1%	93,04%	79,11%	81,65%	91,14%
Βλάβες που εντοπίστηκαν	145	117	113	144
Ποσοστό ανίχνευσης για ανοχή 2%	91,77%	74,05%	71,52%	91,14%
Βλάβες που εντοπίστηκαν	143	113	107	143
Ποσοστό ανίχνευσης για ανοχή 5%	90,51%	71,52%	67,72%	90,51%
Βλάβες που εντοπίστηκαν	141	107	106	140
Ποσοστό ανίχνευσης για ανοχή 10%	89,24%	67,72%	67,09%	88,61%
Βλάβες που εντοπίστηκαν	141	106	105	140
Ποσοστό ανίχνευσης για ανοχή 15%	89,24%	67,09%	66,46%	88,61%
Βλάβες που εντοπίστηκαν	141	104	104	140
Ποσοστό ανίχνευσης για ανοχή 20%	89,24%	65,82%	65,82%	88,61%
Σύνολο βλαβών	158	158	158	158

Πίνακας 9 Συγκεντρωτικός Πίνακας σφαλμάτων

Στον παραπάνω πίνακα μπορεί να διακρίνει κάποιος ότι για τον συνδυασμό και των τριών ρευμάτων για την ανίχνευση βλάβης υπάρχει ποσοστό 93,04% για ποσοστό ανίχνευσης 1% 91,77% για ποσοστό ανίχνευσης 2%, 90,51% για ποσοστό ανίχνευσης 5% ενώ για ποσοστό ανίχνευσης 10%, 15 και 20% έχουμε σταθερά 89,24%.

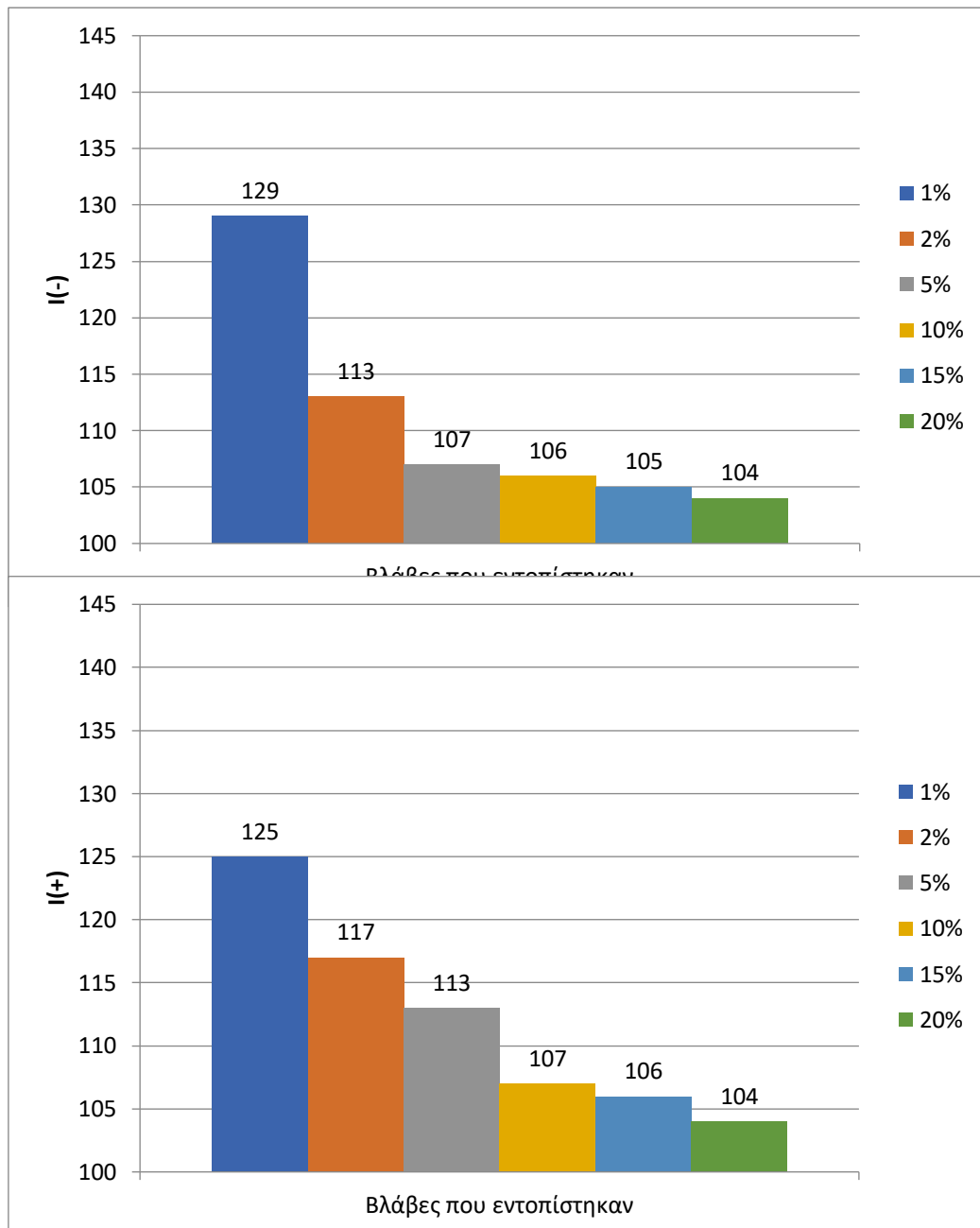
Στο ρεύμα ανίχνευσης της εξόδου παρατηρήθηκε το μεγαλύτερο ποσοστό για ανοχή 1% και 2% καθώς εκεί φτάνει τα 91,14 % σε σχέση με τα άλλα ποσοστά ανοχής τα οποία κυμαίνονται από 88 μέχρι 90%.

Μεγάλες διαφορές στο ποσοστό ανίχνευσης παρατηρήθηκε στο ρεύμα αρνητικής τροφοδοσίας όπου εκεί τα ποσοστά ανίχνευσης έχουν απότομες αλλαγές για ανοχή 1% και 2% καθώς πέφτει η ανιχνευσιμότητα από το 81,65% στο 71,52%. Για τις υπόλοιπες ανοχές το ποσοστό αυτό μειώνεται πιο ομαλά.

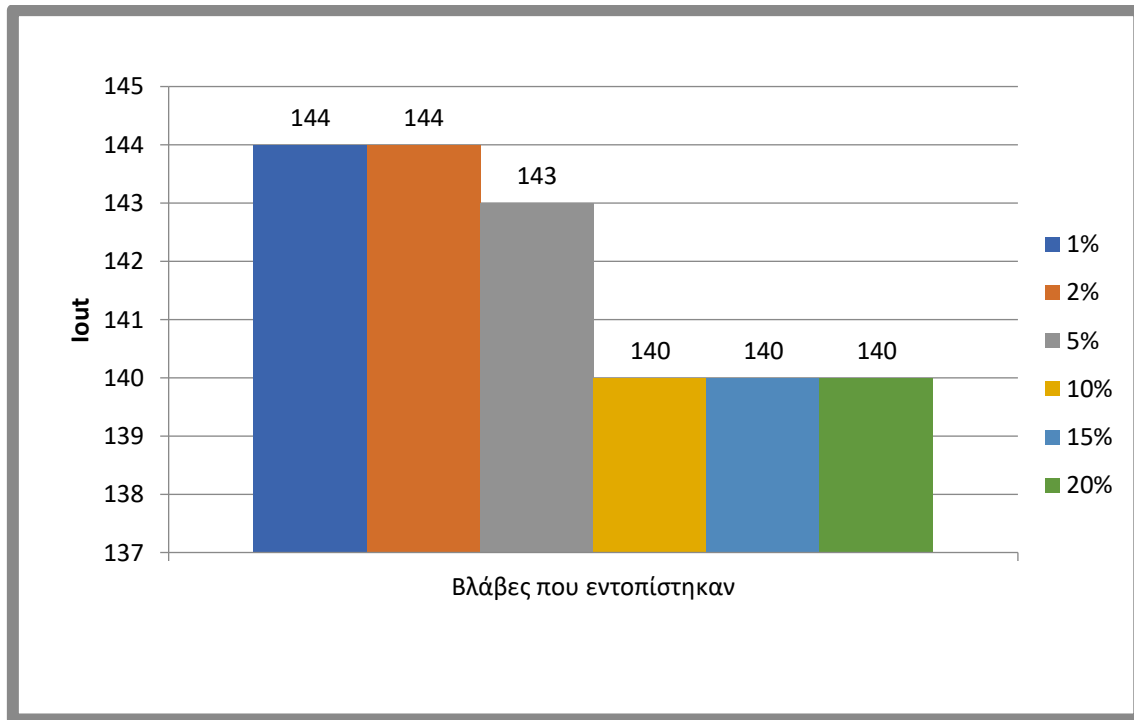
Το ποσοστό ανίχνευσης στο ρεύμα θετικής τροφοδοσίας είναι σε όλες τις ενοχές δεν υπάρχουν ακραίες αλλαγές στα ποσοστά ανίχνευσης καθώς παρατηρείτε ότι για ανοχή 1% βρέθηκε στο 79,11% και πέφτει μέχρι το 65,82% με γραμμικό τρόπο.

Ως αποτέλεσμα μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι για ανοχή από 1% μέχρι 5% τα ποσοστά ανίχνευσης είναι πολύ κοντά ενώ για 10% έως 20% παραμένουν σταθερά πράγμα το οποίο σημαίνει ότι δεν μπορούν να εντοπιστούν μικρές αλλαγές στις βλάβες.

Επίσης παρατηρήθηκε ότι αν γίνει ανίχνευση μετρώντας με μόνο ένα από τα ρεύματα θα υπήρχαν πολύ μικρότερα ποσοστά ανίχνευσης άρα δεν θα υπήρχαν και σωστά αποτελέσματα.



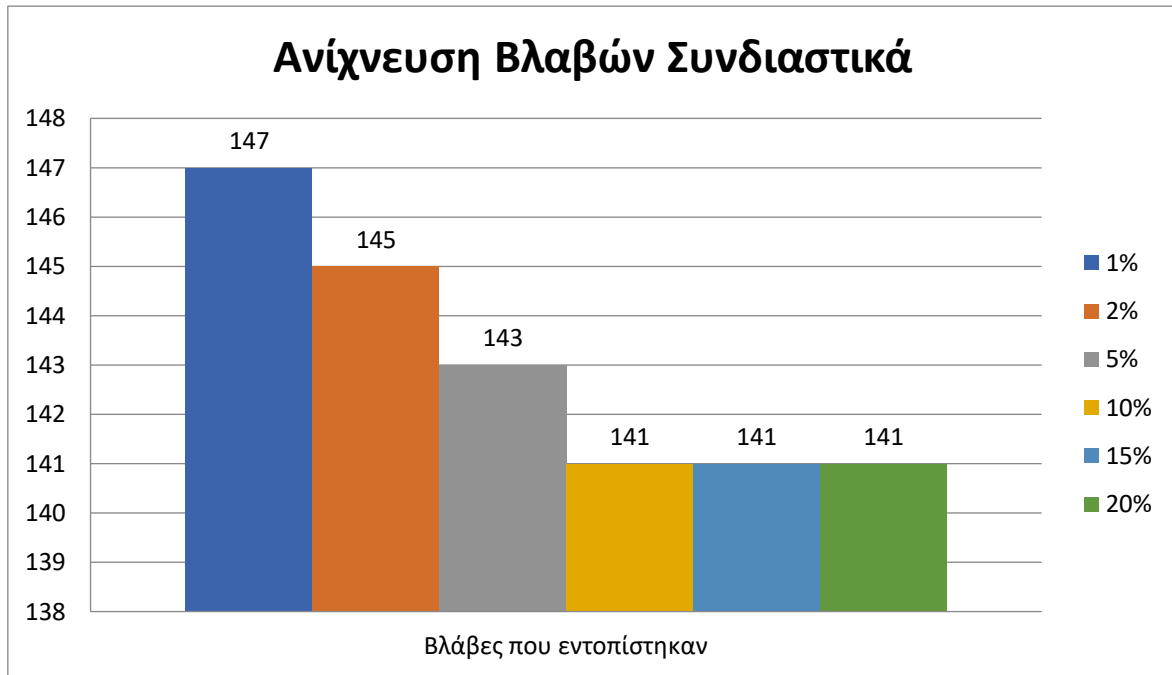
Διάγραμμα 12 Βλάβες που εντοπίστηκαν με τα ρεύματα τροφοδοσίας



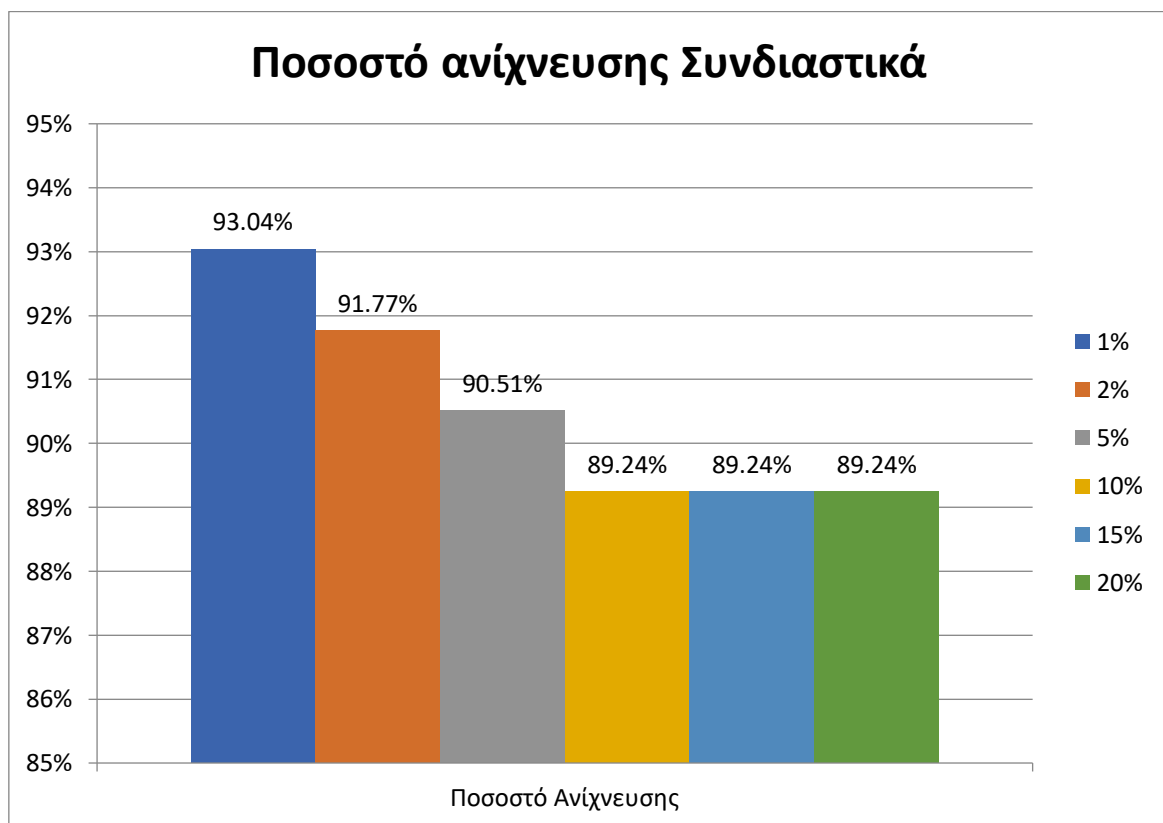
Διάγραμμα 13 Βλάβες που εντοπίστηκαν με το ρεύμα εξόδου

Αν παρόλα αυτά έπρεπε κάποιος να διαλέξει μόνο ένα ρεύμα από τα τρία θα έπρεπε, παρατηρώντας και τα παραπάνω διαγράμματα, να διαλέξει αυτό που εξυπηρετεί καλύτερα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση τα περισσότερα σφάλματα, για τις διάφορες τιμές ανοχής των εξαρτημάτων μας, εντοπίζονται με το ρεύμα εξόδου Iout. Επιλέγεται λοιπόν αυτό καθώς με τον εντοπισμό περισσότερων σφαλμάτων υπάρχουν πιο ακριβή αποτελέσματα για την πτυχιακή εργασία.

Στην συνέχεια υπάρχουν δύο διαγράμματα τα οποία εμφανίζουν τις βλάβες με τον συνδυασμό και των τριών ρευμάτων. Από εκεί παρατηρείται ότι ενώ επιλέχθηκε παραπάνω το Iout, ως καλύτερο ρεύμα για την ανάδειξη περισσότερων βλαβών, στις περισσότερες περιπτώσεις παρουσιάζονται ελλιπή στοιχεία σχετικά με τον εντοπισμό βλαβών. Έτσι καταλήγει κάποιος στο συμπέρασμα ότι για την εργασία και την καλύτερη μελέτη του κυκλώματος χρειάζονται και τα τρία ρεύματα σε συνδυασμό για εντοπισμό βλαβών.



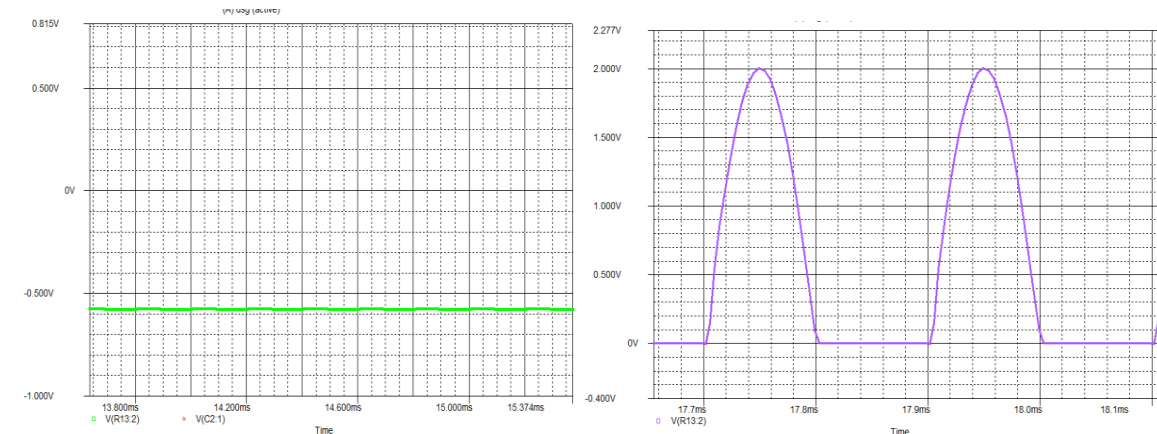
Διάγραμμα 10 Ανίχνευση Βλαβών συνδιαστικά



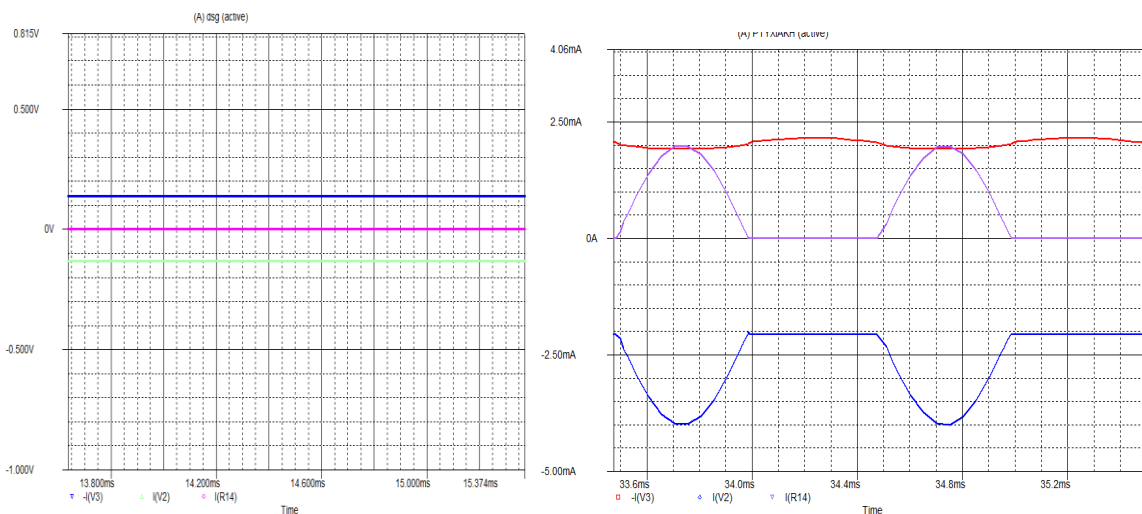
Διάγραμμα 11 Ποσοστό Ανίχνευσης Συνδιαστικά

4.2 Σύγκριση Βλαβών Μέσω Κυματομορφών

Κατά την μελέτη του κυκλώματος για την εύρεση των πιθανών Βλαβών, υπάρχουν οι εξής βλάβες, τις οποίες και αναλύθηκαν – συγκρίθηκαν και είτε τις εντοπίστηκαν μέσω των ρευμάτων, είτε μέσω της τάσης, είτε δεν εντοπίζονται με κάποιο τρόπο. Στην συνέχεια υπάρχουν στιγμιότυπα από τις κυματομορφές τάσης αλλά και από τις κυματομορφές των ρευμάτων εισόδου και εξόδου, ώστε να υπάρχει μία πλήρη εικόνα για το τι συμβαίνει στο κύκλωμα. Στις δεξιά εικόνες εμφανίζεται η κυματομορφή, τάσης και ρεύματος ανάλογα, από την κανονική λειτουργία του κυκλώματος ενώ αριστερά είναι με την βλάβη.



Εικόνα 7 Κυματομορφή τάσης εξόδου με Βραχυκύκλωμα στο Q28 στο BE με R=10Ω



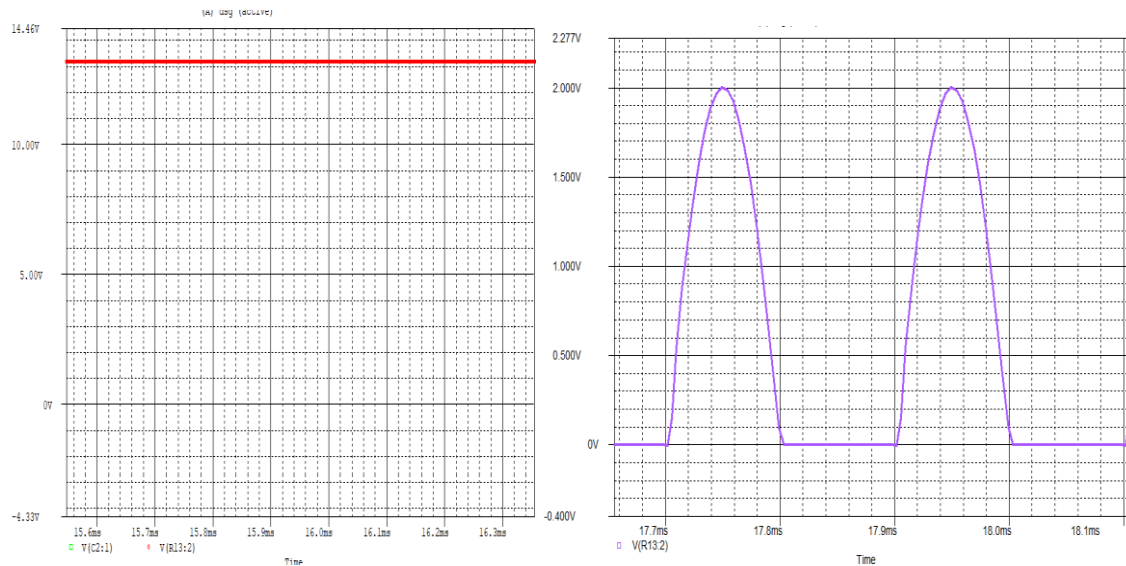
Εικόνα 8 Κυματομορφή ρεύματος εισόδου – εξόδου με Βραχυκύκλωμα στο Q28 στο BE με R=10Ω

Στην εικόνα 7 παρατηρείται η κυματομορφή τάσης εξόδου μετά και πριν την εισαγωγή βλάβης στο κύκλωμα (αριστερά και δεξιά ανάλογα). Μπορεί να Παρατηρηθεί ότι με ένα βραχυκύκλωμα στο BE του Q28 το σήμα εξόδου από μισό ημίτονο μετατρέπεται σε μία ευθεία γραμμή στα -0,55V.

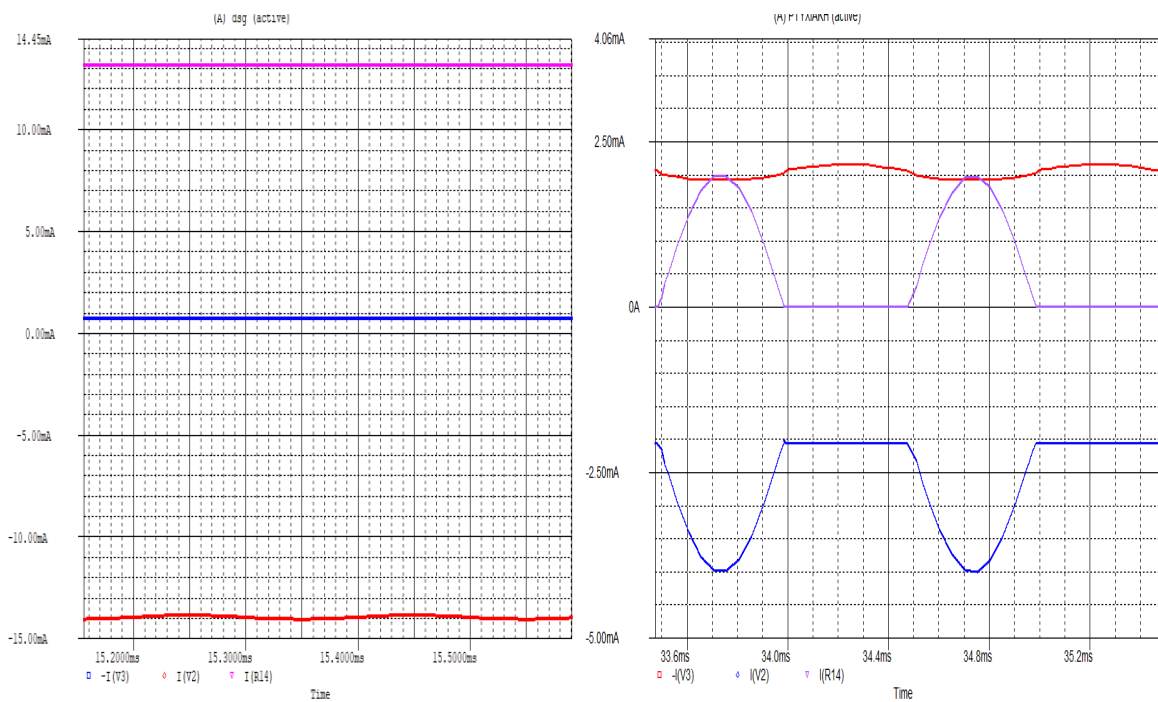
Στην εικόνα 8 απεικονίζονται τα ρεύματα εισόδου και εξόδου και όπως μπορεί κάποιος να παρατηρήσει, αποτελούν ευθείες γραμμές, σε σχέση με αυτά της κανονικής λειτουργίας.

Σύμφωνα με τον πίνακα 2 αυτή η βλάβη εντοπιζόταν και με τα τρία ρεύματα, όπως δηλαδή γίνεται και με τις κυματομορφές.

Κεφάλαιο 4



Εικόνα 9 Κυματομορφή τάσης εξόδου με Βραχυκύκλωμα στο Q29 στο BC με $R=10\Omega$

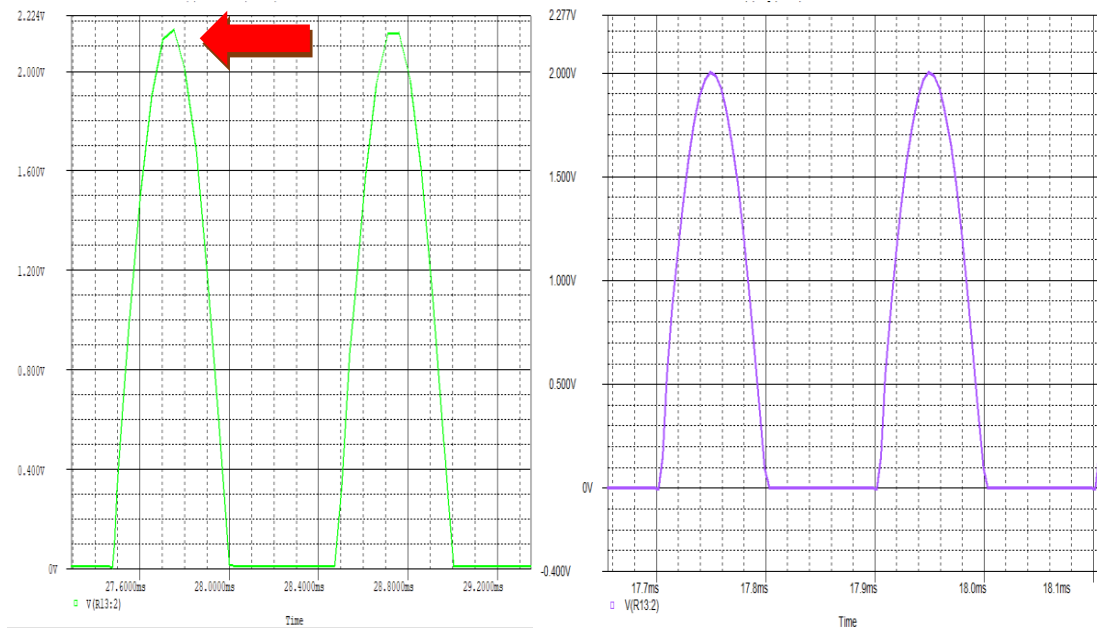


Εικόνα 10 Κυματομορφή εισόδου – εξόδου με Βραχυκύκλωμα στο Q29 στο BC με $R=10\Omega$

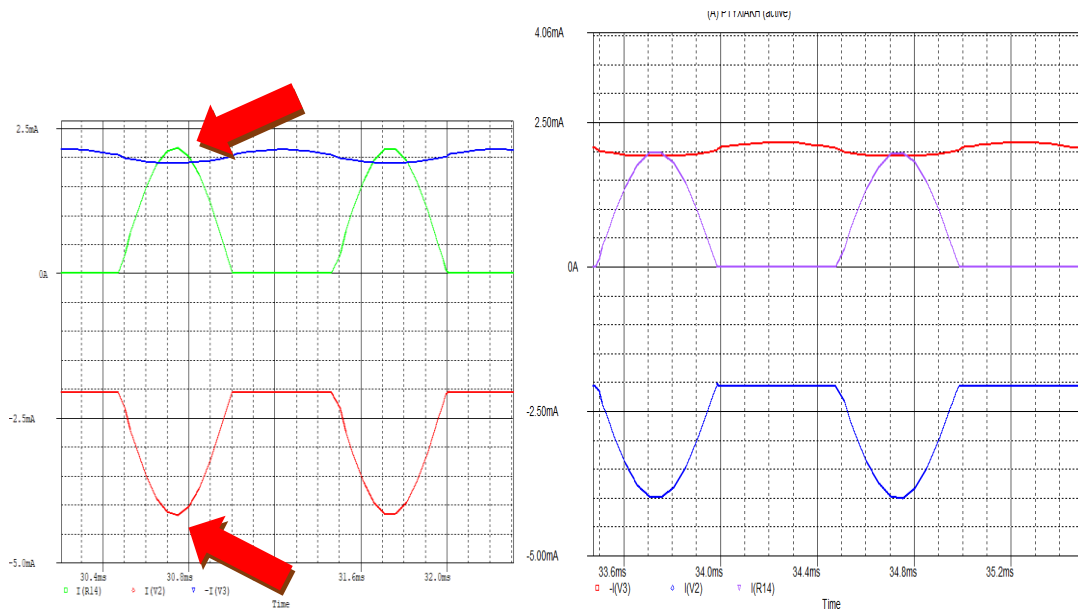
Στην εικόνα 9 παρατηρείται η κυματομορφή τάσης εξόδου πριν και μετά την εισαγωγή βραχυκυκλώματος στο BE στο κύκλωμα. Παρατηρείται ότι το σήμα εξόδου από μισό ημίτονο μετατρέπεται σε μία ευθεία γραμμή περίπου στα 14V.

Στην εικόνα 10 απεικονίζονται τα ρεύματα εισόδου και εξόδου και όπως μπορεί κάποιος να παρατηρήσει, αποτελούν ευθείες γραμμές και δεν έχουν καμία σχέση με αυτά της κανονικής λειτουργίας.

Σύμφωνα με τον πίνακα 2 αυτή η βλάβη εντοπιζόταν και με τα τρία ρεύματα, όπως δηλαδή γίνεται και με τις κυματομορφές.



Εικόνα 11 Κυματομορφή τάσης εξόδου με ανοιχτό κύκλωμα στο B του Q27 με $R=10M\Omega$



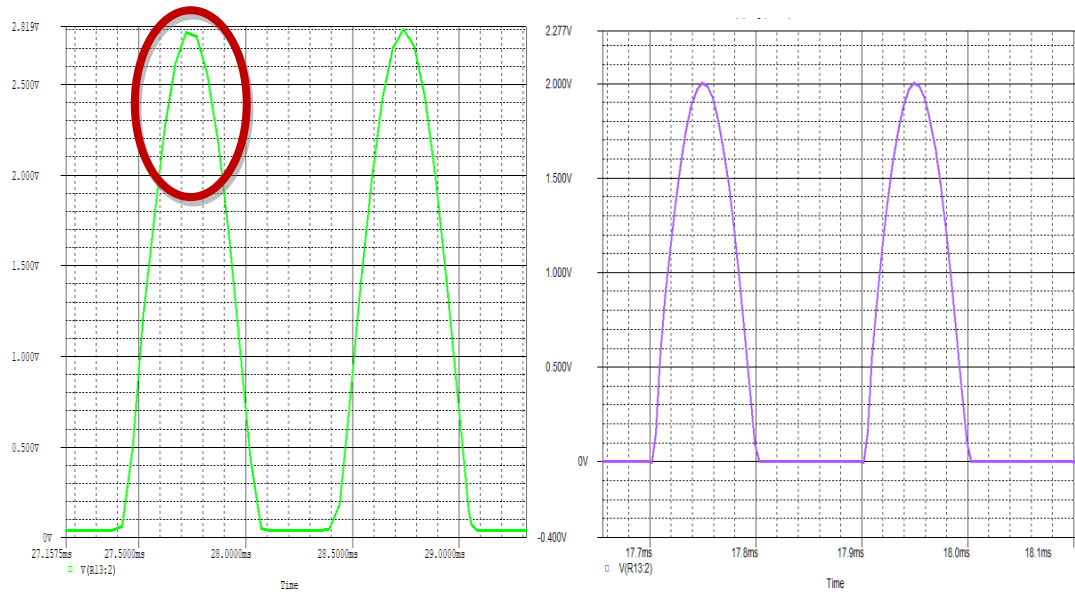
Εικόνα 12 Κυματομορφή Ρεύματος εισόδου – εξόδου με ανοιχτό κύκλωμα στο B του Q27 με $R=10M\Omega$

Στην εικόνα 11 βλέπουμε την κυματομορφή τάσης εξόδου μετά και πριν την εισαγωγή βλάβης στο B του κυκλώματος. Παρατηρούμε ότι το σήμα εξόδου από μισό ημίτονο με κορυφή στα 2V ανεβαίνει στα 2.117V

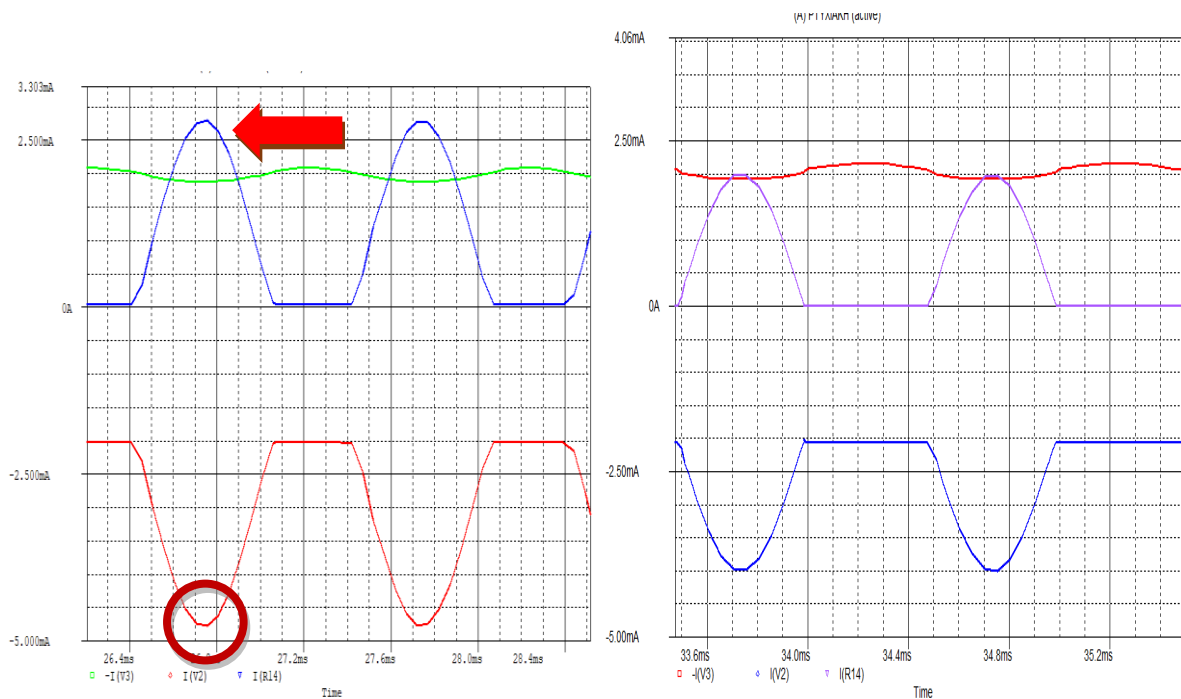
Στην εικόνα 12 απεικονίζονται τα ρεύματα εισόδου και εξόδου και όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε τα ρεύματα $I(+)$ & I_{out} είναι αυτά τα οποία εμφανίζουν διαφορά σε σχέση με της κανονικής λειτουργίας, καθώς η τιμή κορυφής τους είναι μεγαλύτερη από την κανονική.

Σύμφωνα με τον πίνακα 2 αυτή η βλάβη εντοπιζόταν με τα δυο ρεύματα ($I+$ & I_{out}), όπως δηλαδή γίνεται και με τις κυματομορφές.

Κεφάλαιο 4



Εικόνα 13 Κυματομορφή τάσης εξόδου με ανοιχτό κύκλωμα στο B του Q29 με $R=10M\Omega$

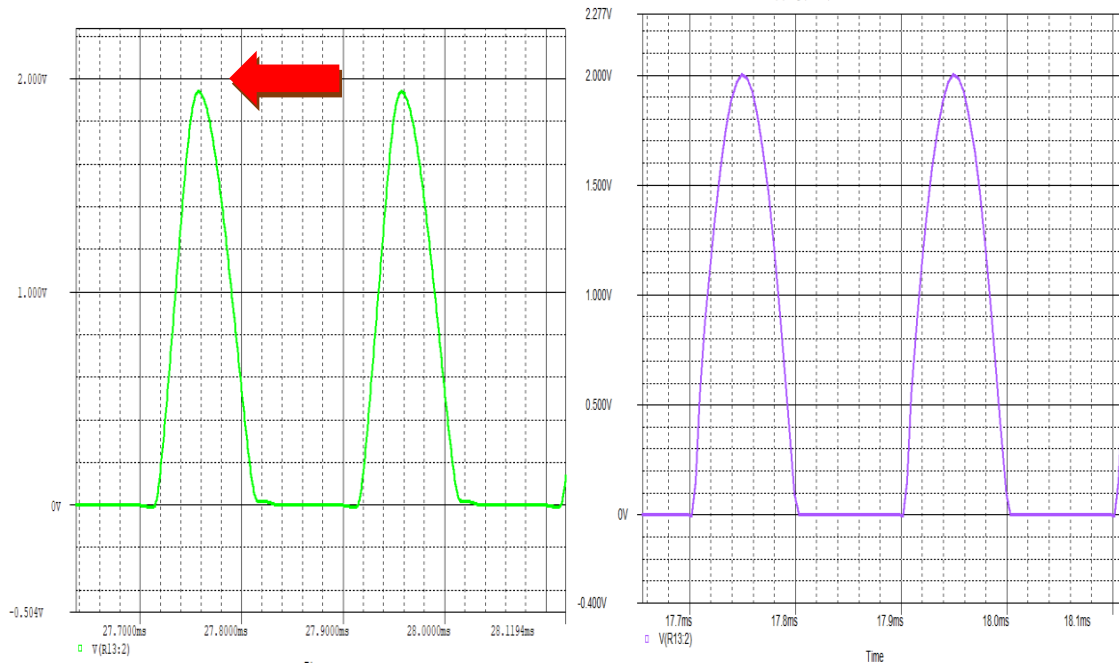


Εικόνα 14 Κυματομορφή Ρεύματος εισόδου – εξόδου με ανοιχτό κύκλωμα στο B του Q29 με $R=10M\Omega$

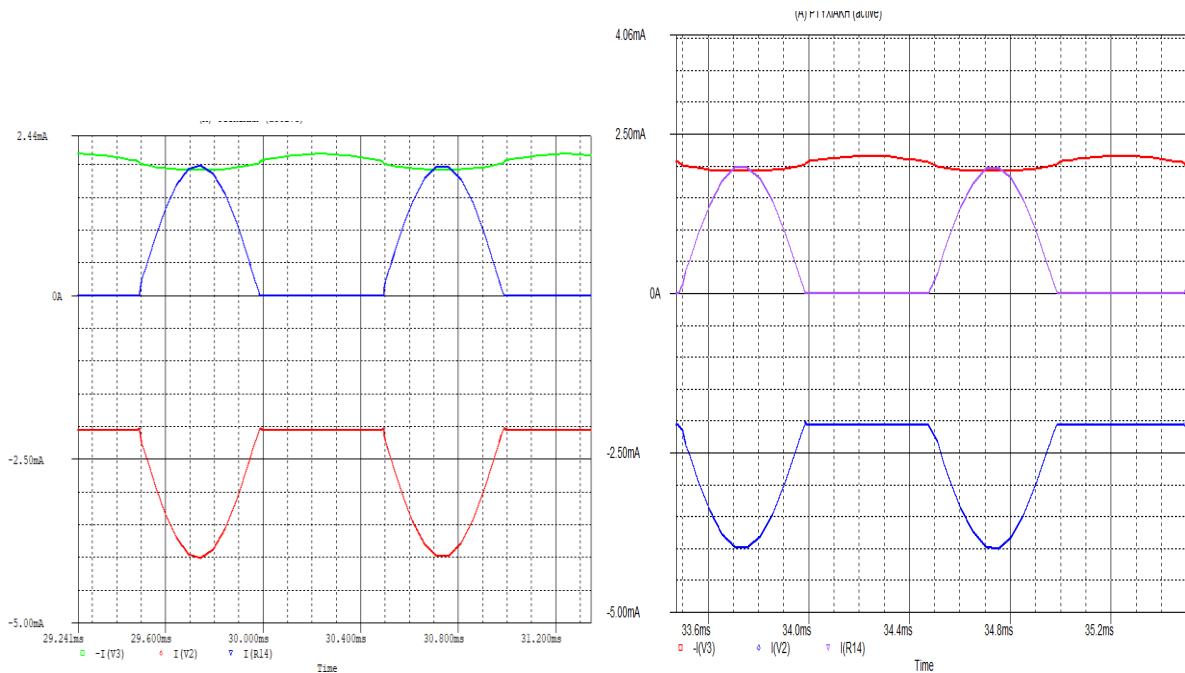
Στην εικόνα 13 βλέπουμε την κυματομορφή τάσης εξόδου μετά και πριν την εισαγωγή βλάβης στο B του κυκλώματος. Παρατηρούμε ότι το σήμα εξόδου από μισό ημίτονο με κορυφή στα 2V ανεβαίνει στα 2.79V

Στην εικόνα 14 απεικονίζονται τα ρεύματα εισόδου και εξόδου και όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε τα ρεύματα $I(+)$ & I_{out} είναι αυτά τα οποία εμφανίζουν διαφορά σε σχέση με της κανονικής λειτουργίας, καθώς η τιμή κορυφής τους είναι μεγαλύτερη από την κανονική.

Σύμφωνα με τον πίνακα 2 αυτή η βλάβη εντοπιζόταν με τα δυο ρεύματα ($I+$ & I_{out}), όπως δηλαδή γίνεται και με τις κυματομορφές.



Εικόνα 15 Κυματομορφή τάσης εξόδου με ανοιχτό κύκλωμα στο C του Q21 με $R=10M\Omega$



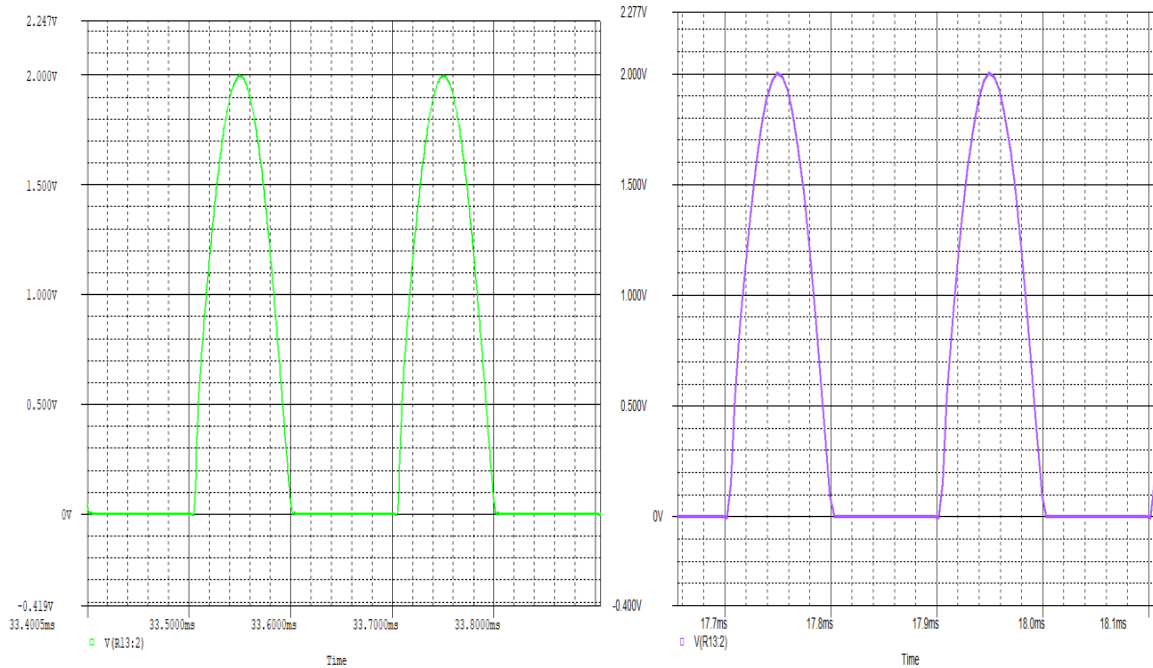
Εικόνα 16 Κυματομορφή Ρεύματος εισόδου – εξόδου με ανοιχτό κύκλωμα στο C του Q21 με $R=10M\Omega$

Στην εικόνα 15 απεικονίζεται η κυματομορφή τάσης εξόδου μετά και πριν την εισαγωγή βλάβης στο C του κυκλώματος. Παρατηρείται ότι το σήμα εξόδου από μισό ημίτονο με κορυφή στα 2V πέφτει στα 1,9V

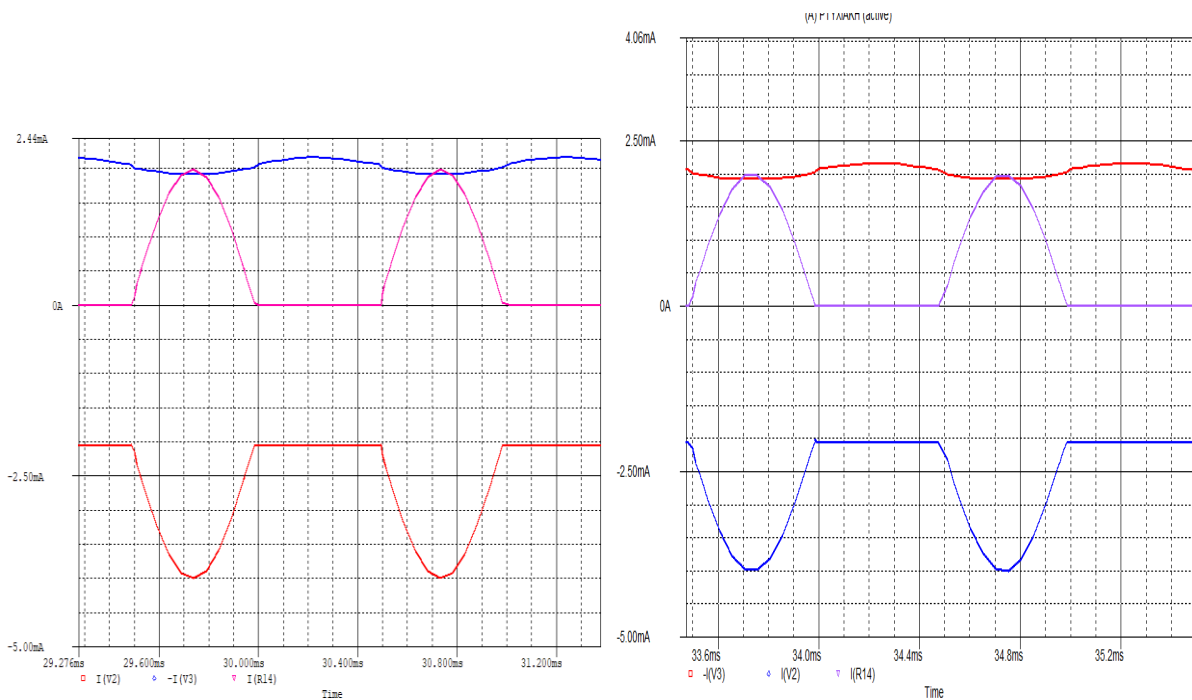
Στην εικόνα 16 απεικονίζονται τα ρεύματα εισόδου και εξόδου και όπως μπορεί να παρατηρηθεί, τα ρεύματα είναι ακριβώς ίδια με αυτά της κανονικής λειτουργίας.

Σύμφωνα με τον πίνακα 2 αυτή η βλάβη εντοπιζόταν με το I_{out} , στην συγκεκριμένη ανάλυση όμως με τις κυματομορφές παρατηρείται ότι δεν εντοπίζεται η βλάβη, με άλλον τρόπο, παρα μόνο με την κυματομορφή της τάσης.

Κεφάλαιο 4



Εικόνα 17 Κυματομορφή τάσης εξόδου με βραχυκύκλωμα στην R1 με $R=10M\Omega$

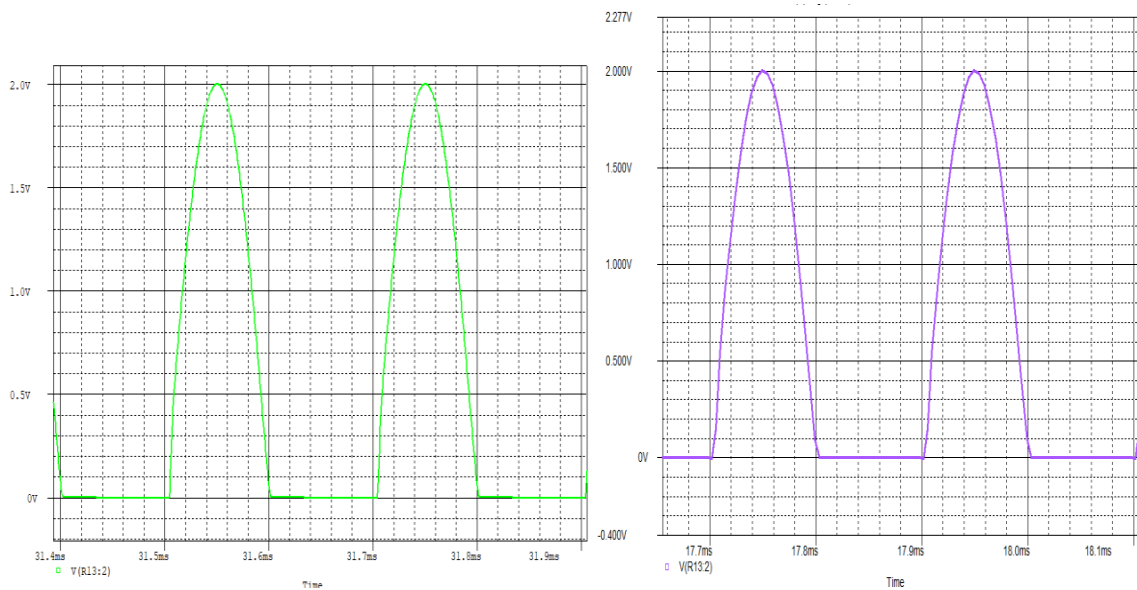


Εικόνα 18 Κυματομορφή Ρεύματος εισόδου – εξόδου με βραχυκύκλωμα στην R1 με $R=10M\Omega$

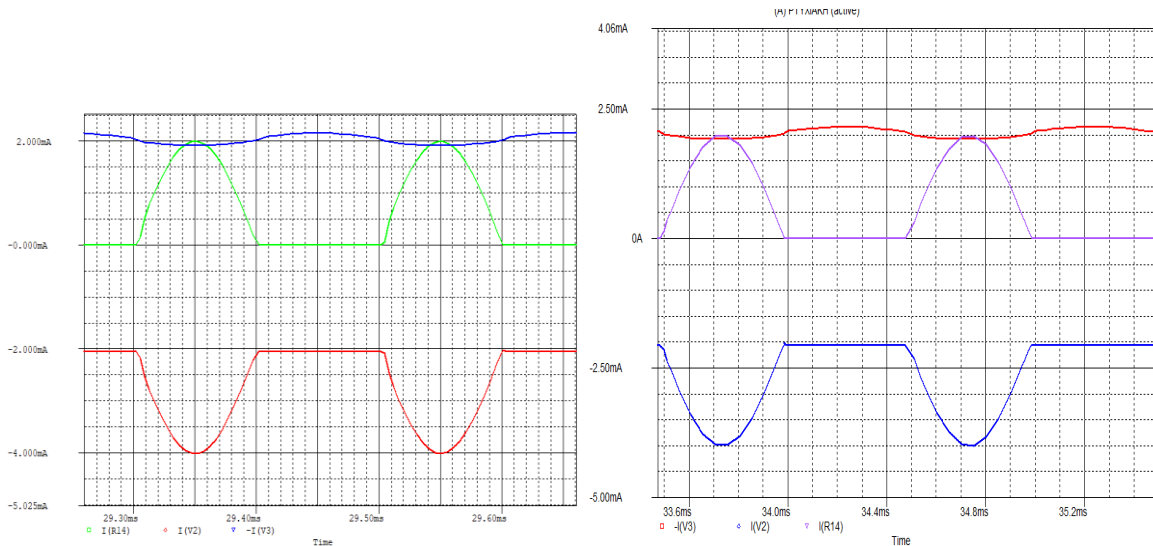
Στην εικόνα 17 παρατηρείται η κυματομορφή τάσης εξόδου πριν και μετά την εισαγωγή βραχυκυκλώματος στην R1 του κυκλώματος. Παρατηρείται επίσης, ότι το σήμα εξόδου παραμένει μισό ημίτονο με κορυφή στα 2V.

Στην εικόνα 18 απεικονίζονται τα ρεύματα εισόδου και εξόδου και όπως μπορεί να παρατηρηθεί, τα ρεύματα είναι ακριβώς ίδια με αυτά της κανονικής λειτουργίας.

Σύμφωνα με τον πίνακα 2 αυτή η βλάβη εντοπιζόταν με το I_{out} , στην συγκεκριμένη ανάλυση όμως με τις κυματομορφές παρατηρείται ότι δεν εντοπίζεται η βλάβη.



Εικόνα 19 Κυματομορφή τάσης εξόδου με βραχυκύκλωμα στο BC του Q34 με $R=10\Omega$

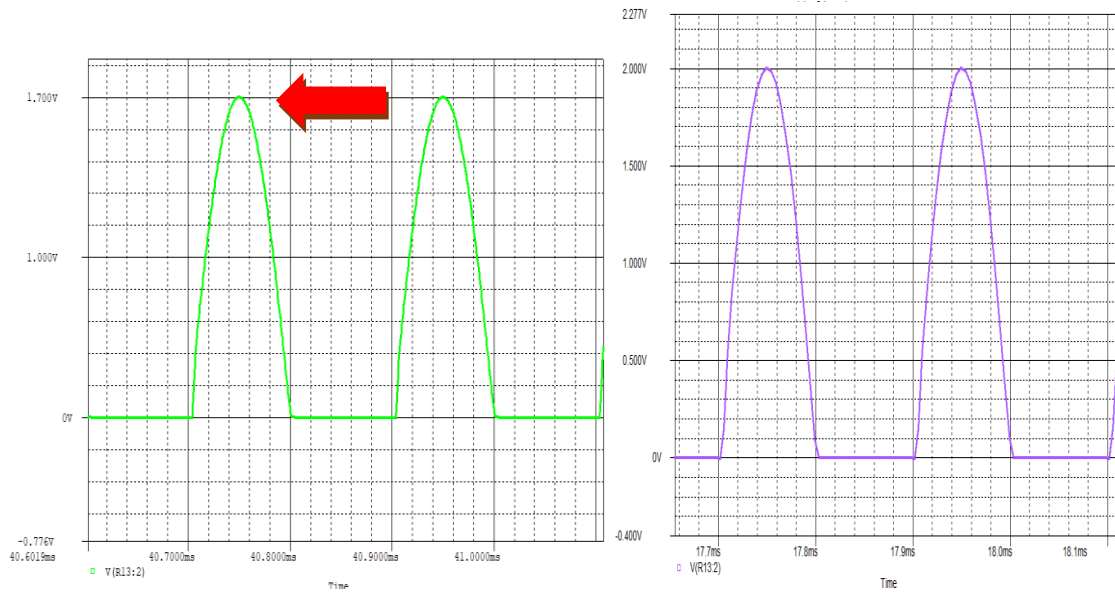


Εικόνα 20 Κυματομορφή Ρεύματος εισόδου – εξόδου με βραχυκύκλωμα στο BC του Q34 με $R=10\Omega$

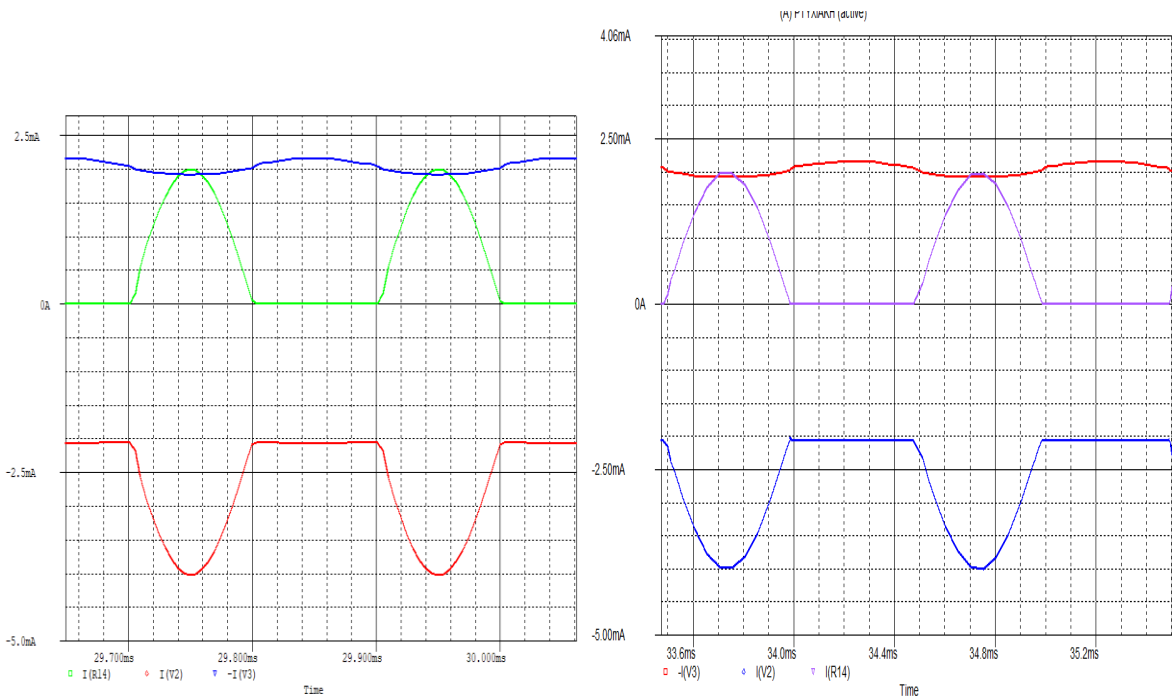
Στην εικόνα 19 υπάρχει η κυματομορφή τάσης εξόδου μετά και πριν την εισαγωγή βλάβης στο κύκλωμα (αριστερά και δεξιά ανάλογα). Παρατηρείται ότι με ένα βραχυκύκλωμα στο BC του Q34 το σήμα εξόδου από μισό ημίτονο παραμένει το ίδιο.

Στην εικόνα 8 απεικονίζονται τα ρεύματα εισόδου και εξόδου και όπως μπορεί κάποιος να παρατηρήσει, είναι τα ίδια με αυτά της κανονικής λειτουργίας.

Σύμφωνα με τον πίνακα 2 αυτή η βλάβη δεν εντοπιζόταν και μετα την ανάλυση με τις κυματομορφές ο οποιοσδήποτε καταλήγει στο ίδιο συμπέρασμα, ότι δεν εντοπίζεται αυτή η βλάβη.



Εικόνα 21 Κυματομορφή τάσης εξόδου με ανοιχτό κύκλωμα στο C του Q34 με R=10MΩ



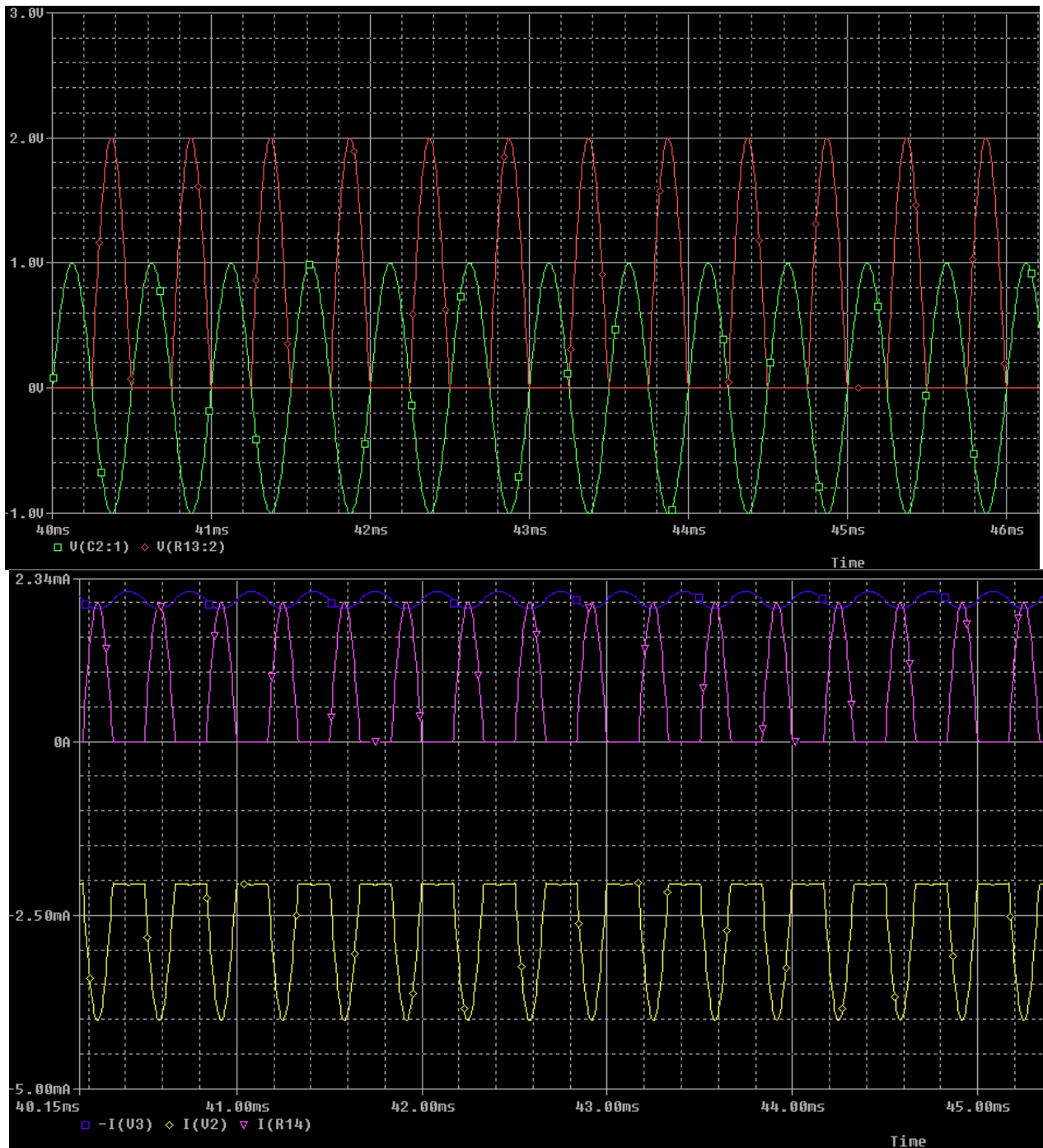
Εικόνα 22 Κυματομορφή Ρεύματος εισόδου – εξόδου με ανοιχτό κύκλωμα στο C του Q34 με R=10MΩ

Στην εικόνα 21 υπάρχει η κυματομορφή τάσης εξόδου μετά και πριν την εισαγωγή βλάβης στο Q34 του κυκλώματος. Παρατηρείται ότι το σήμα εξόδου από μισό ημίτονο με κορυφή στα 2V πέφτει στα 1,7V

Στην εικόνα 22 απεικονίζονται τα ρεύματα εισόδου και εξόδου και όπως μπορεί κάποιος να παρατηρήσει τα ρεύματα είναι ακριβώς ίδια με αυτά της κανονικής λειτουργίας.

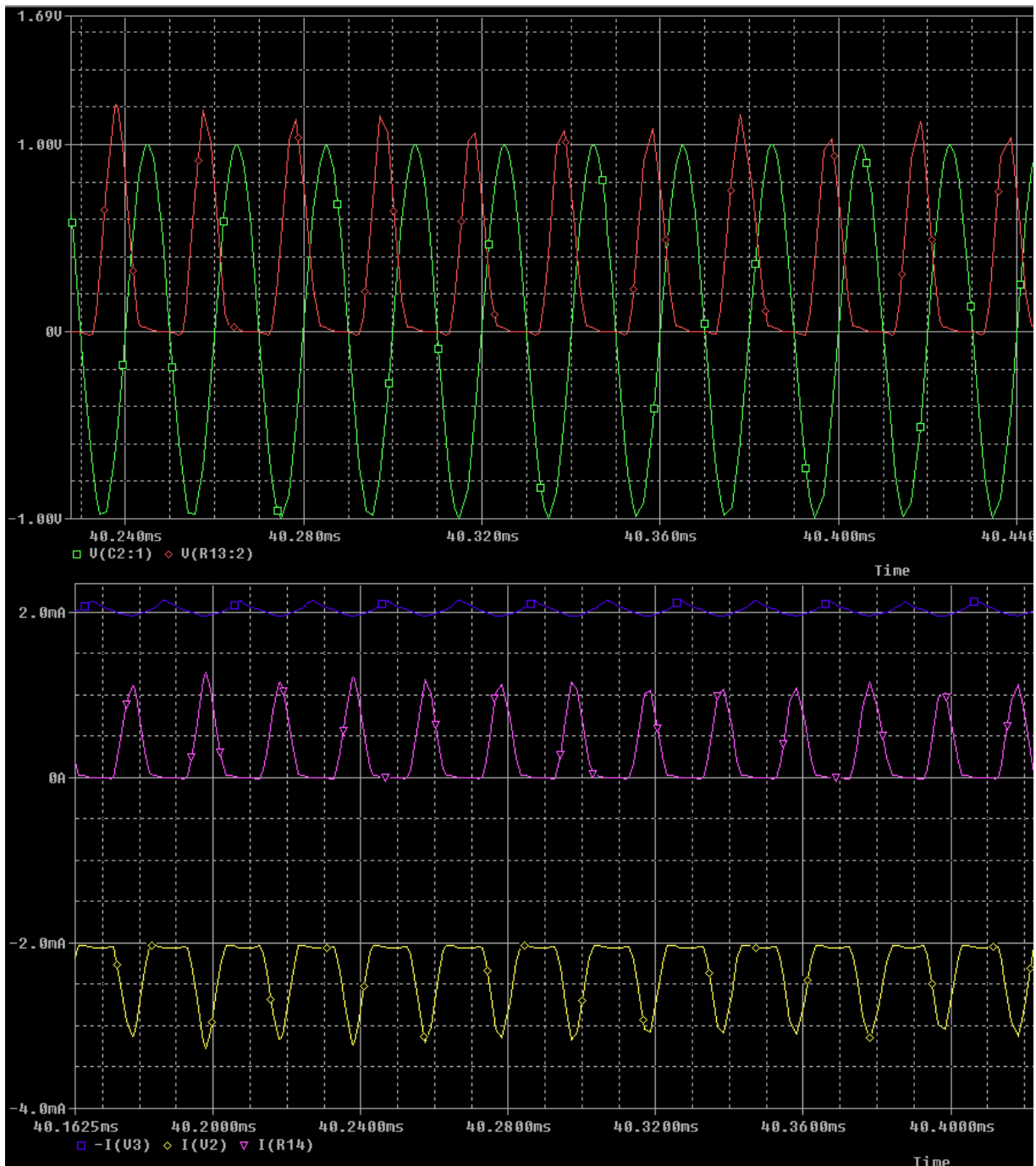
Σύμφωνα με τον πίνακα 2 αυτή η βλάβη δεν εντοπιζόταν με τα ρεύματα, στην συγκεκριμένη ανάλυση όμως με τις κυματομορφές καταλήγει κανείς στο ότι εντοπίζεται η βλάβη μέσω της κυματομορφής εξόδου της τάσης.

4.3 Επίδραση Συχνότητας στην Έξοδο



Εικόνα 15

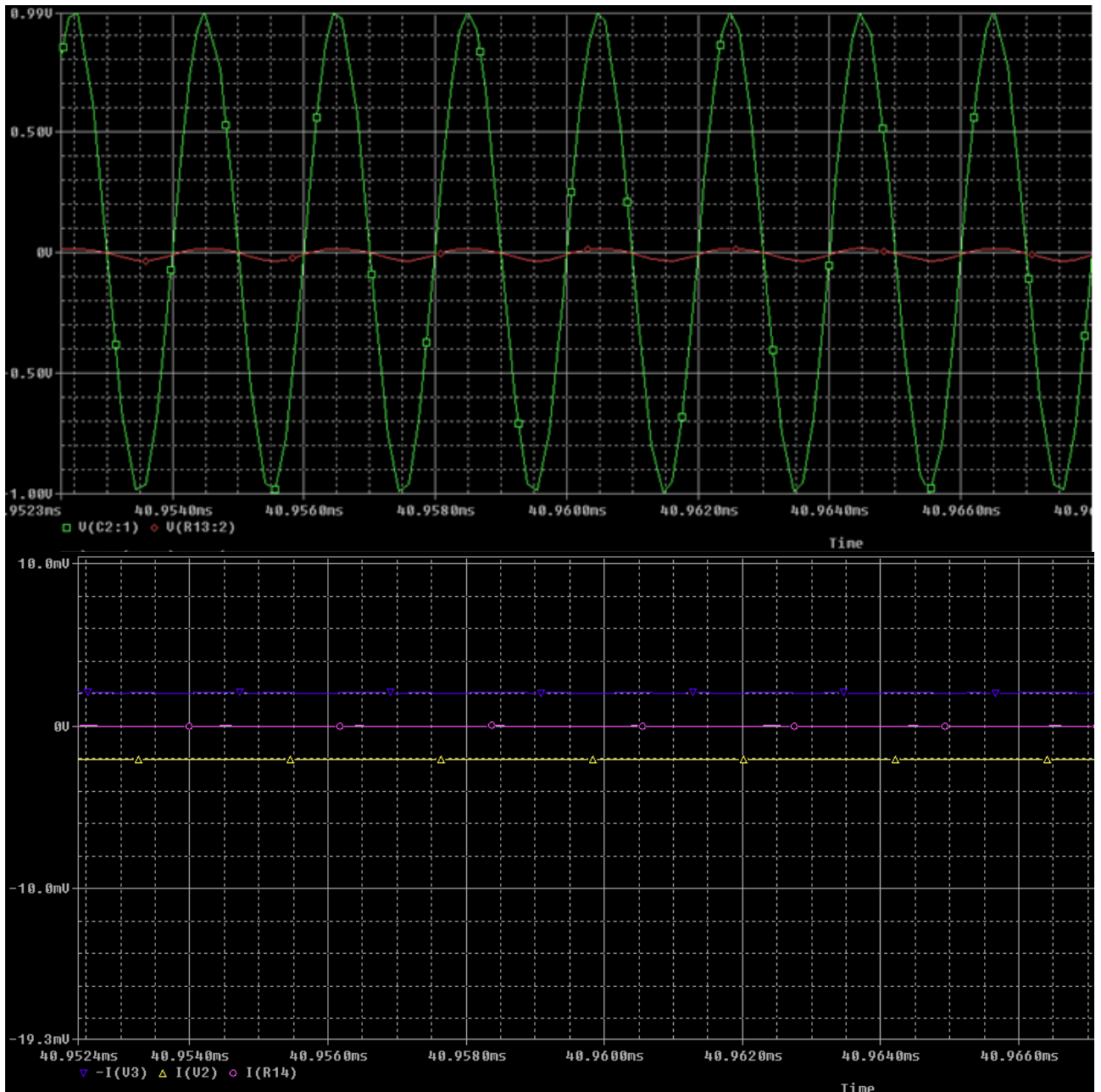
Μπορεί κάποιος να παρατηρήσει εύκολα από τις κυματομορφές πως το κύκλωμα μας λειτουργεί άψογα για συχνότητα 300Hz έως 300KHz, καθώς οι κυματομορφές αυτές είναι ίδιες με τις κυματομορφές της κανονικής λειτουργίας.



Εικόνα 16

Για συχνότητα 300kHz πλέον μπορεί να παρατηρηθεί πως το κύκλωμα αρχίζει να μην λειτουργεί σωστά καθώς όπως μπορεί κάποιος να δει, στην πρώτη εικόνα η τάση εξόδου (κόκκινο χρώμα) δεν είναι αποτελεί καθαρό ημίτονο καθώς σχηματίζει απότομες κορυφές και το πλάτος της έχει μειωθεί κατά 0,8 περίπου Volt σε σχέση με την κυματομορφή κανονικής λειτουργίας που υπήρχε στην αρχή.

Όσον αφορά την δεύτερη εικόνα, διαπιστώνει κανείς πως συμβαίνει το ίδιο ακριβώς. Δηλαδή με λίγα λόγια οι κυματομορφές ρεύματος εισόδου (Ροζ και κίτρινο χρώμα) δεν αποτελούν καθαρό ημίτονο καθώς σχηματίζουν απότομες κορυφές, καθώς το ίδιο μπορεί να πει κάποιος ότι ισχύει και για το ρεύμα εξόδου (μοβ χρώμα).



Εικόνα 17

Στα 1MHz μπορεί κανείς πλέον να πει πως το κύκλωμα παύει να λειτουργεί ορθά καθώς όλες οι κυματομορφές, όπως μπορεί να δει και στις δύο εικόνες σε σχέση με αυτές τις κανονικής λειτουργίας, καθώς δεν έχουν καμία σχέση ομοιότητας μεταξύ τους πλέον.

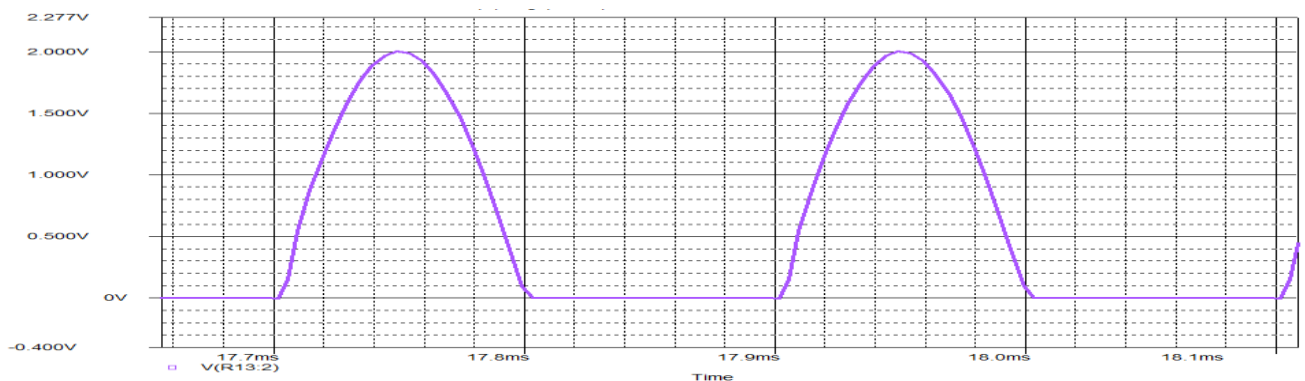
Επίσης αν παρατηρηθούν οι κυματομορφές ρεύματος, στην δεύτερη εικόνα τείνουν στο μηδέν με αποτέλεσμα να μην λειτουργεί καθόλου το κύκλωμα.

Ως συμπέρασμα καταλήγει κάποιος στο ότι όλες οι μετρήσεις κανονικής λειτουργίας του κυκλώματος που μελετήθηκε έγιναν για συχνότητα λειτουργίας στο 1kHz, για αυτό το λόγο αποφασίστηκε να παρατηρηθεί τι συμβαίνει σε χαμηλότερες αλλά και σε υψηλότερες συχνότητες λειτουργίας του κυκλώματος και να γίνουν αντιληπτά στα όρια λειτουργίας του. Έπειτα από μετρήσεις και συγκρίσεις που έγιναν, διαπιστώθηκε πως το κύκλωμα αυτό, λειτουργεί σωστά για συχνότητες από 300Hz έως και τα 300kHz. Στις υψηλότερες συχνότητες η τάση εξόδου στις κυματομορφές που επιλέχθηκαν δεν αποτελούσε πλέον ημίτονο καθώς υπήρχαν απότομες κορυφές. Ακόμα, πρέπει να αναφερθεί πως για κάθε συχνότητα λειτουργίας σωστής λειτουργίας του κυκλώματος, πραγματοποιήθηκε έλεγχος στα ρεύματα εισόδου και εξόδου για να υπάρχει 100% σιγουριά ότι το κύκλωμα λειτουργεί σωστά και σε μεγαλύτερες συχνότητες .

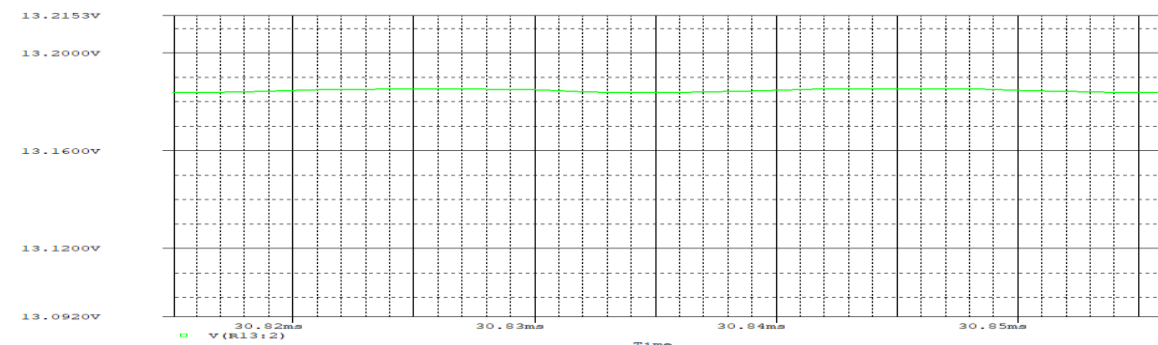
Με βάση μίας έρευνας που πραγματοποιήθηκε για τον τελεστικό ενισχυτή Lm741 διαπιστώθηκε ότι μπορεί να λειτουργεί σωστά από 1kHz έως και τα 300kHz,όπως και επιτεύχθηκε να υπολοποιηθεί. Το όριο αυτό ρυθμίζεται από έναν πυκνωτή αντιστάθμισης συχνότητας που υπάρχει μέσα στον τελεστικό ενισχυτή. Αυτός ο πυκνωτής λειτουργεί ως ένα χαμηλό περατό φίλτρο κόβοντας τις υψηλές συχνότητες για καλύτερη λειτουργία του κυκλώματος και για προστασία του τελεστικού.

Επίδραση συχνότητας για την βλάβη #2

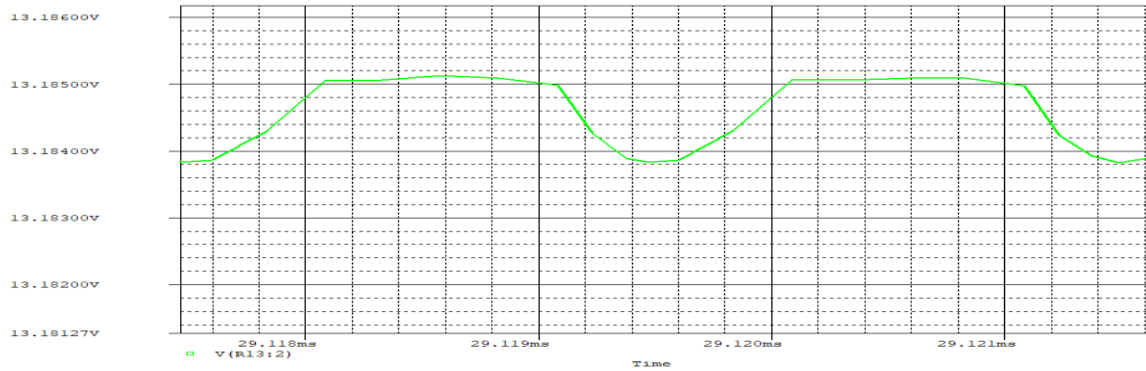
Οι παρακάτω κυματομορφές έχουν να κάνουν με την λειτουργία του τρανζίστορ Q28 σε κατάσταση βραχυκυκλώματος μεταξύ βάσης και εκπομπού με αντίσταση 10 ohm.



Εικόνα 18



Εικόνα 19



Εικόνα 20

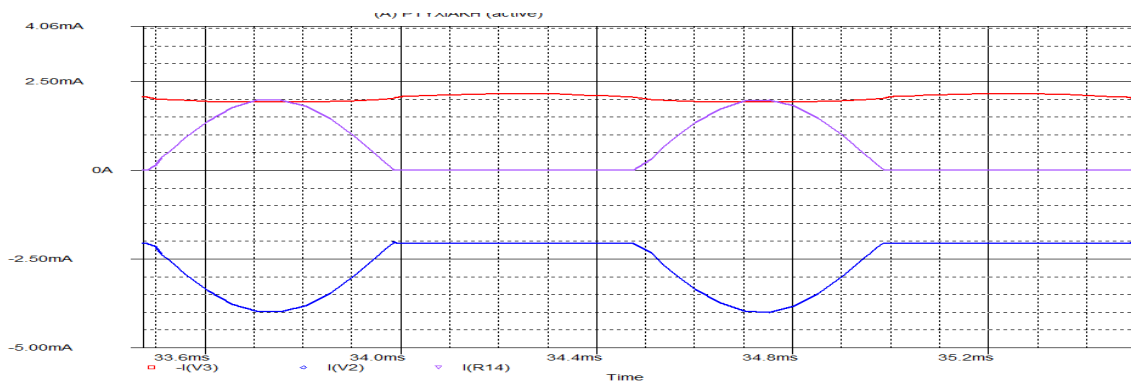
Οι παραπάνω κυματομορφές έχουν να κάνουν με την ανίχνευση βλάβης στο τρανζίστορ Q28 όπως και έχουν καταγραφεί στον πίνακα του κεφαλαίου 3.3.1, η οποία βλάβη ονομάζεται #2.

Στη πρώτη κυματομορφή παρατηρείται η τάση εξόδου του κυκλώματος κατά την ύπαρξη της βλάβης που αναφέρθηκε παραπάνω με συχνότητα 5kHz.

Στην δεύτερη εικόνα παρουσιάζεται η ίδια έξοδος αλλά με συχνότητα 50kHz αυτή την φορά. Εύκολα μπορεί κάποιος να παρατηρήσει πως υπάρχει μεγάλη αλλαγή στην λειτουργία του κυκλώματος καθώς από ημίτονο μετατρέπεται η έξοδος σε ευθεία γραμμή.

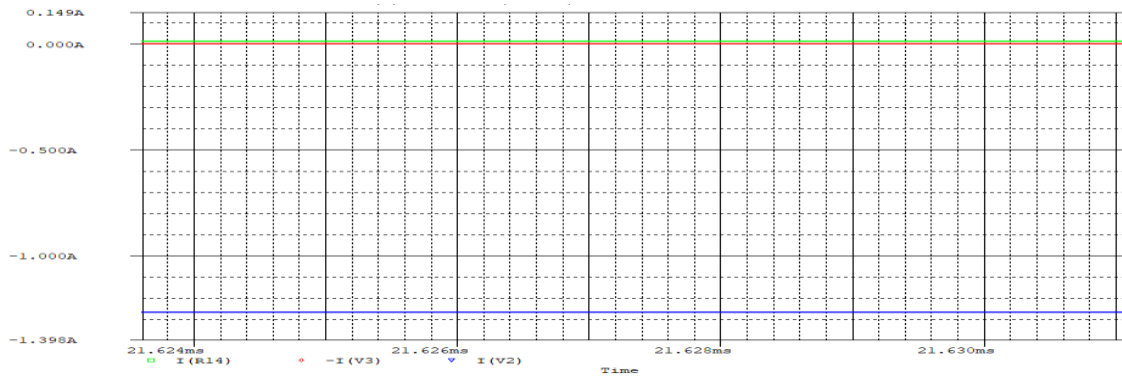
Στην Τρίτη εικόνα, πλέον το κύκλωμα λειτουργεί σε συχνότητα 500kHz και μπορεί να παρατηρηθεί πως το ημίτονο είναι ανεστραμμένο σε σχέση με αυτό την ‘‘εικόνας 18’’ και με διαφορά ως προς την καμπύλη που σχηματίζει.

Από εδώ και κάτω θα αναλυθούν οι κυματομορφές ρεύματος για την βλάβη #2 για τις ίδιες συχνότητες.

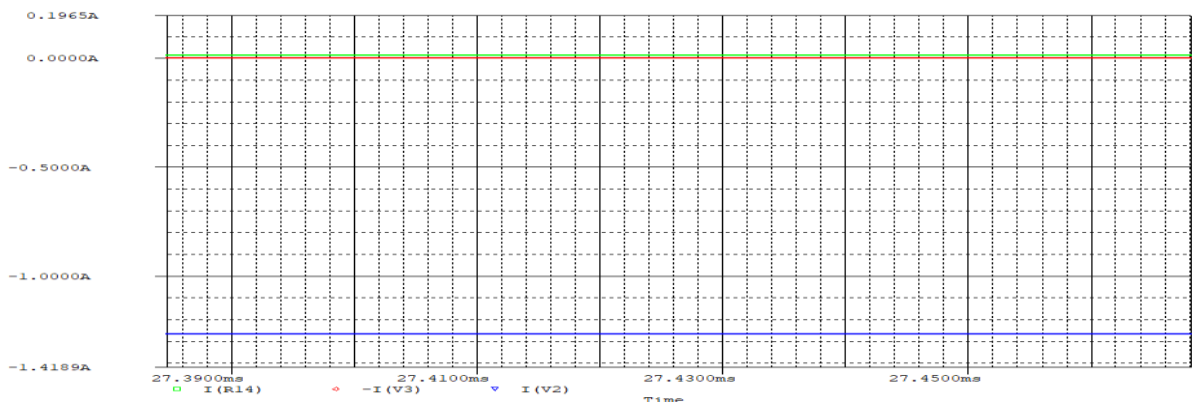


Εικόνα 21

Κεφάλαιο 4



Εικόνα 22



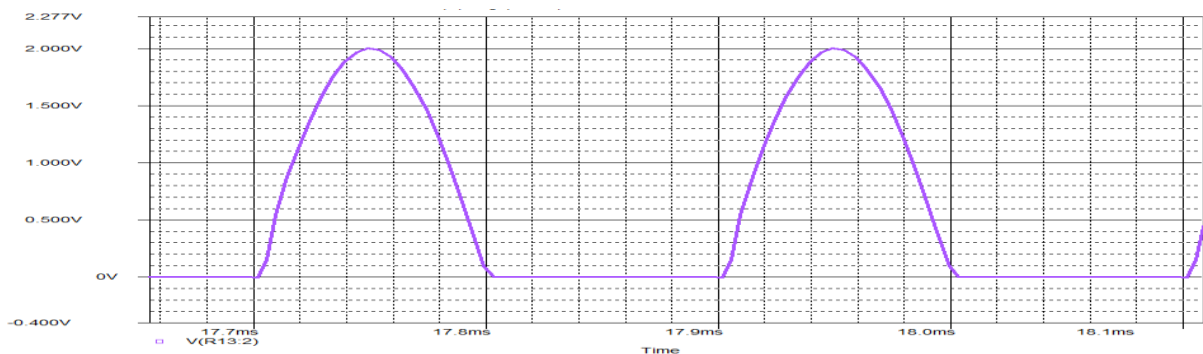
Εικόνα 23

Στην "εικόνα 21" παρατηρείται η αναπαράσταση των ρευμάτων εισόδου και εξόδου του κυκλώματος όταν είναι ενεργή βλάβη #2 με βάση το πινακάκι του κεφαλαίου 3.3.1.

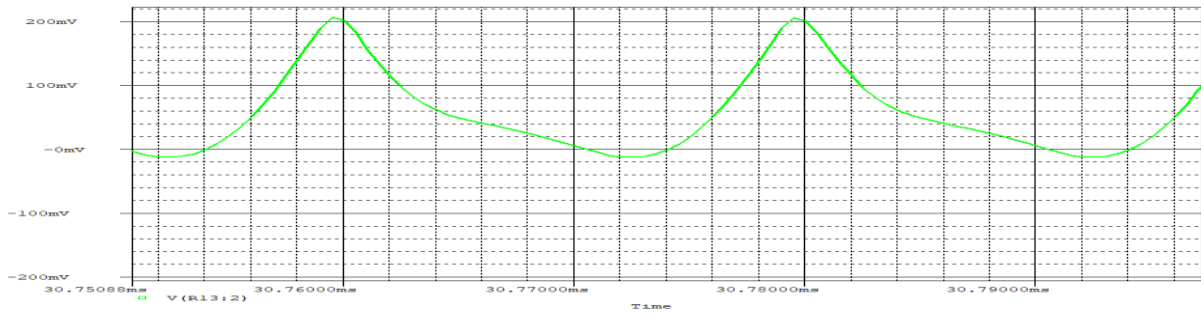
Στην δεύτερη κυματομορφή και πιο συγκεκριμένα στην "εικόνα 22" μπορεί κάποιος να πει πως το κύκλωμα δεν λειτουργεί καθώς οι κυματομορφές από ημίτονα μετατρέπονται σε ευθείες γραμμές, για αυτό ευθύνεται η αλλαγή συχνότητας από τα 5kHz αυξημένη στα 500kHz.

Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και για την περίπτωση με συχνότητα εισόδου 500kHz όπως μπορεί να παρατηρηθεί στην "εικόνα 23".

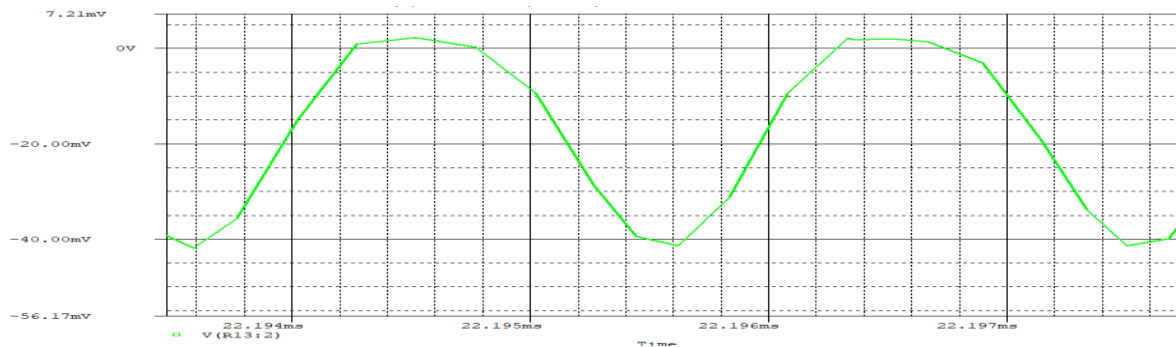
Οι παρακάτω κυματομορφές έχουν να κάνουν με την λειτουργία του τρανζίστορ Q21 σε κατάσταση ανοιχτού κυκλώματος στο συλλέκτη του τρανζίστορ με αντίσταση 10 Meg ohm.



Εικόνα 24



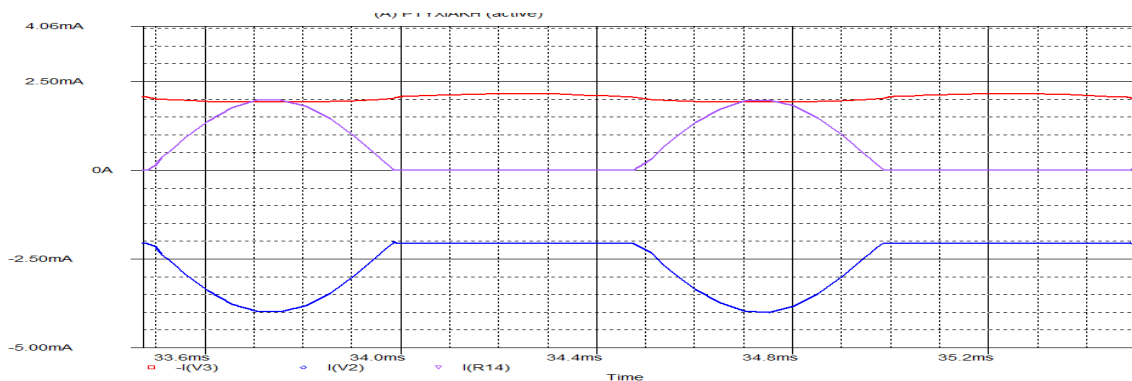
Εικόνα 25



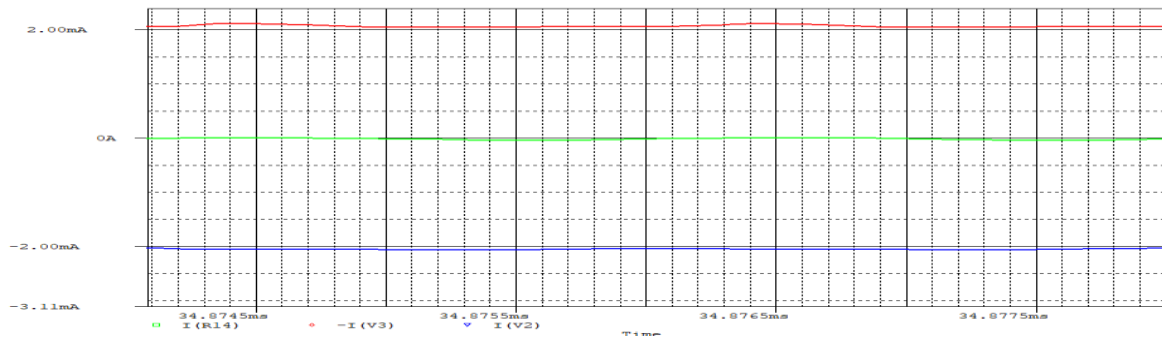
Εικόνα 26

Στην πρώτη κυματομορφή και συγκεκριμένα στην "εικόνα 24" παρατηρείται η τάση εξόδου του κυκλώματος όταν υπάρχει η βλάβη #2 για συχνότητα 5kHz όπως έχει καταγράψει στο πίνακα του κεφαλαίου 3.3.1. Στην δεύτερη κυματομορφή της "εικόνας 25" παρατηρούμε την έξοδο του κυκλώματος, για συχνότητα 50 kHz, η οποία έχει παραμορφωθεί και έχει πλάτος 0-200mV σε σχέση με την πρώτη περίπτωση στα 5kHz όπου το αρχικό πλάτος του ημιτόνου ήταν 0-2V. Στην εικόνα 26 μπορεί κάποιος να δει την τάση εξόδου στα 500kHz και εύκολα παρατηρεί πως το ημίτονο της εξόδου από τα θετικά έχει μετακινηθεί στα αρνητικά με πλάτος 0-(-40mV).

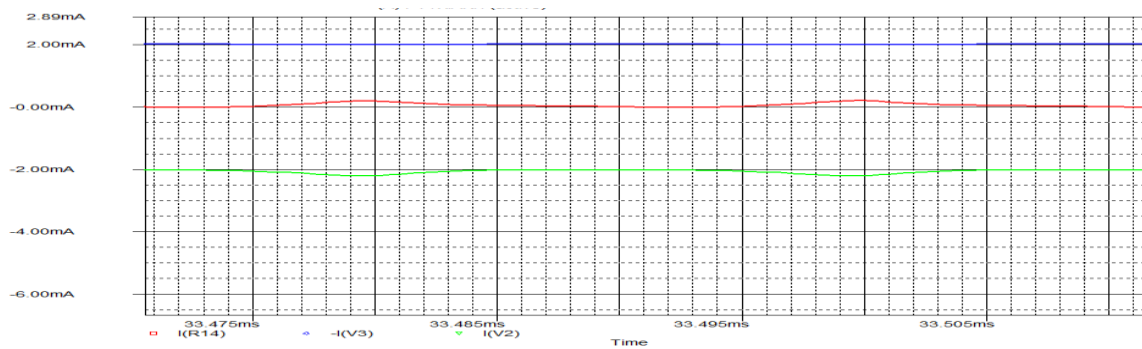
Από εδώ και κάτω θα αναλύσουμε τις κυματομορφές ρεύματος για την βλάβη #16 για τις ίδιες συχνότητες.



Εικόνα 27



Εικόνα 28



Εικόνα 29

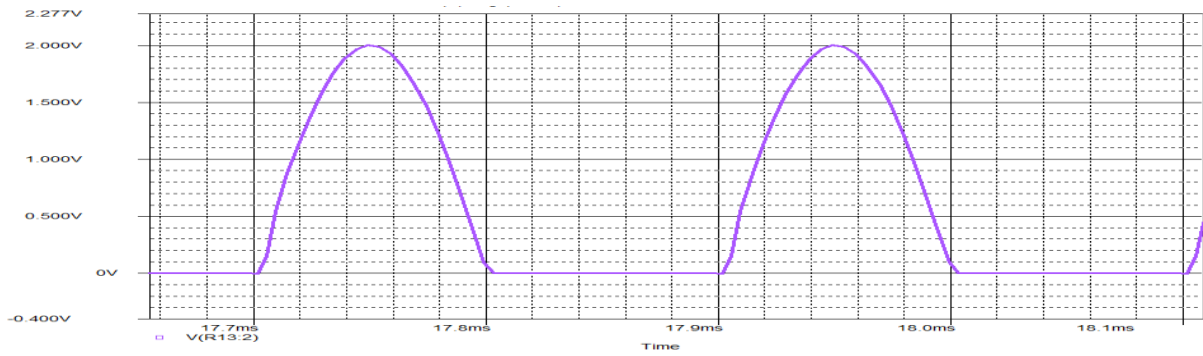
Στην "εικόνα 27" παρατηρείται η αναπαράσταση των ρευμάτων εισόδου και εξόδου του κυκλώματος όταν είναι ενεργή βλάβη #16 με βάση το πινακάκι του κεφαλαίου 3.3.1.

Στην δεύτερη κυματομορφή και πιο συγκεκριμένα στην "εικόνα 28" μπορεί κάποιος να πει, πως το κύκλωμα δεν λειτουργεί, καθώς οι κυματομορφές από ημίτονα μετατρέπονται σε ευθείες γραμμές, για αυτό ευθύνεται η αλλαγή συχνότητας από τα 5kHz αυξημένη στα 50kHz.

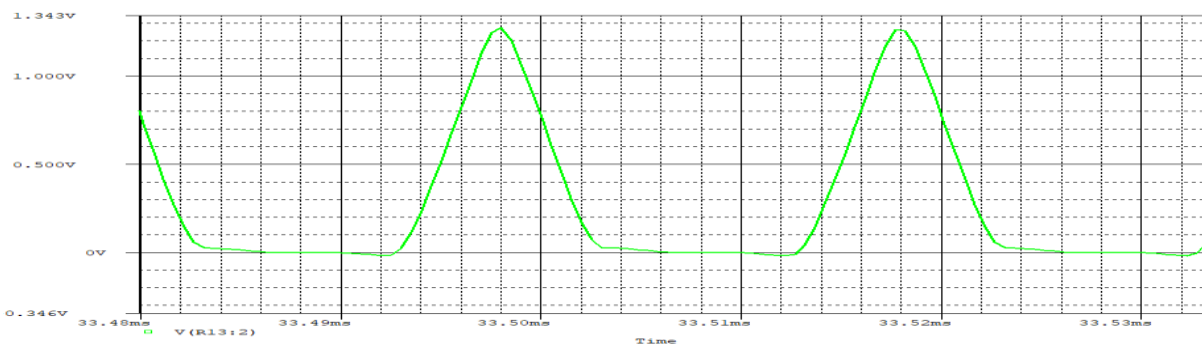
Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και για την περίπτωση με συχνότητα εισόδου 500kHz όπως βλέπει κάποιος στην "εικόνα 29".

Επίδραση συχνότητας για την βλάβη #67

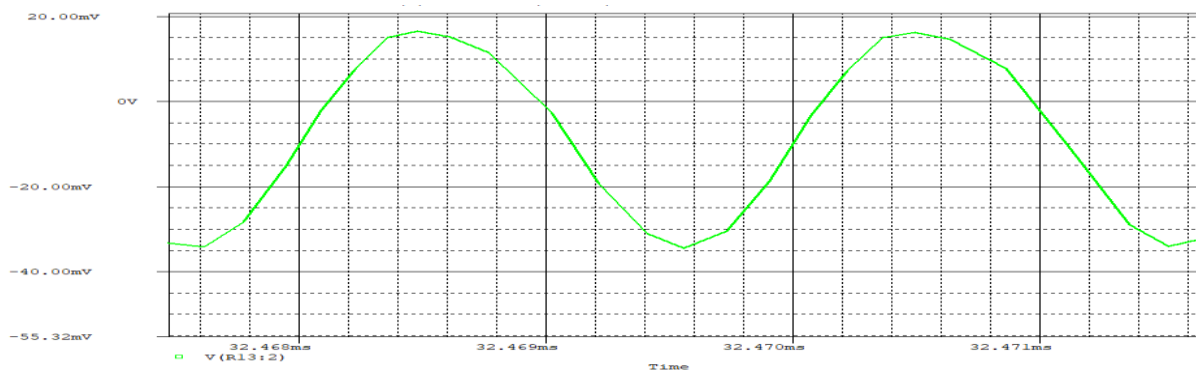
Οι παρακάτω κυματομορφές έχουν να κάνουν με την λειτουργία του τρανζίστορ Q34 σε κατάσταση βραχυκυκλώματος μεταξύ βάσης και συλλέκτη με αντίσταση 10 ohm.



Εικόνα 30



Εικόνα 31

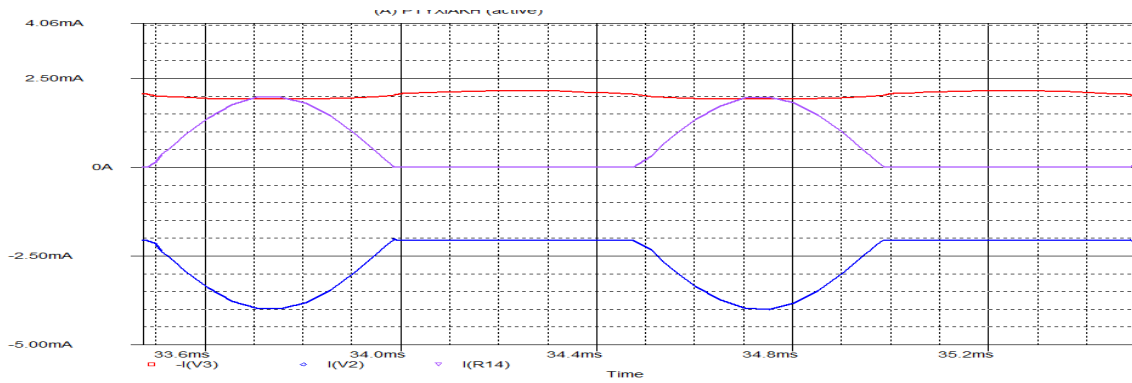


Εικόνα 32

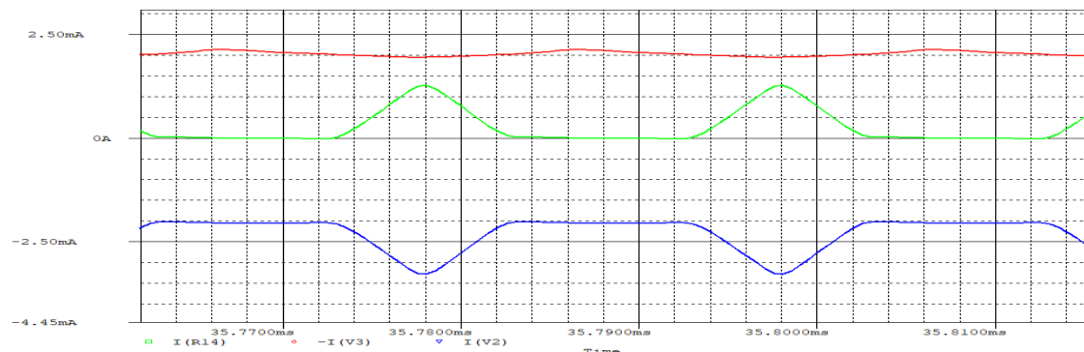
Στην πρώτη εικόνα μπορεί να παρατηρήσει κάποιος την κυματομορφή τάσης εξόδου για την βλάβη #67, με βάση τον πίνακα που έχουμε αναλύσει στο κεφάλαιο 3.3.1, για συχνότητα λειτουργίας 5kHz. Έπειτα υπήρξε έλεγχος της λειτουργίας του κυκλώματος με την βλάβη αυτή και σε διαφορετικές συχνότητες. Η δεύτερη κυματομορφή αποτελεί την τάση εξόδου του κυκλώματος για συχνότητα λειτουργίας στα 50kHz και μπορεί κάποιος να παρατηρήσει πως το ημίτονο γίνεται πιο απότομο και με έντονη κορυφή σε σχέση με αυτό στην πρώτη κυματομορφή. Η Τρίτη κυματομορφή είναι για συχνότητα 500kHz και εύκολα μπορεί να ειπωθεί πως πλέον δεν έχει καμία σχέση με το αρχικό σχήμα, καθώς το ημίτονο κινείται μεταξύ -35mV έως 17mV.

Από εδώ και κάτω υπάρχει ανάλυση των κυματομορφών ρευματος για την βλάβη #67 για τις ίδιες συχνότητες.

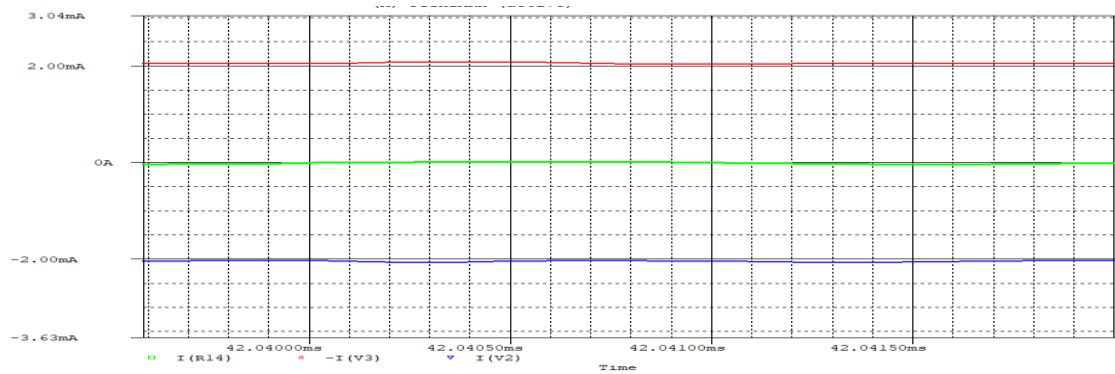
Κεφάλαιο 4



Εικόνα 33



Εικόνα 34



Εικόνα 35

Στην Πρώτη κυματομορφή απεικονίζονται τα ρεύματα εισόδου και εξόδου όταν υπάρχει βλάβη στο Q34 και συγκεκριμένα για την βλάβη #67 από το κεφάλαιο 3.3.1 όπως προαναφέρθηκε. Στην δεύτερη κυματομορφή το στιγμιότυπο που υπάρχει είναι στα 50kHz και μπορεί κάποιος να πει πως το ημίτονο έχει αρχίσει να γίνεται απότομο και με πιο έντονες κορυφές. Στην Τρίτη και τελευταία κυματομορφή η οποία είναι σε συχνότητα 500kHz, παρατηρείται πώς πλέον δεν υπάρχουν ημίτονα αλλά ευθείες γραμμές.

Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα – Επίλογος – Μελλοντικές Εργασίες

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε συγκριτική μελέτη για εξέταση Βλαβών στο ηλεκτρονικό κύκλωμα του ανορθωτή ακρίβειας μισού κύματος με χρήση του Ρεύματος Τροφοδοσίας. Αφού υλοποιήθηκε το κύκλωμα στο PSprice επιλέχθηκαν και καταγράφηκαν ποιες βλάβες ήταν ενδιαφέρουσες για μελέτη. Αρχικά εντάχθηκε στο κύκλωμα η βλάβη του ανοιχτού κυκλώματος και του βραχυκυκλώματος, ενώ στην συνέχεια καταγράφηκε η συμπεριφορά του κυκλώματος και των βλαβών σε διαφορετικές τιμές συχνότητας.

Στην συνέχεια δημιουργήθηκαν πίνακες και διαγράμματα στα οποία τοποθετήθηκαν τα αποτελέσματα των μετρήσεων των ρευμάτων από τις βλάβες. Έπειτα Καταχωρήθηκαν όλα τα αποτελέσματα από τις βλάβες στο excel ξεχωριστά για I(+), I(-) και Iout και δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα. Όλα τα παραπάνω έγιναν για διάφορες τιμές ανοχής, στην συγκεκριμένη περίπτωση για 1%, 2%, 5%, 10%, 15% και 20%.

Και καταγράφηκαν τα εξής συμπεράσματα:

- Στον πίνακα δίπλα από κάθε βλάβη εμφανιζόταν η λέξη ‘ΝΑΙ’ και ‘ΟΧΙ’ αντίστοιχα αν η βλάβη ήταν ή δεν ήταν ανιχνεύσιμη.
- Παρατηρήθηκε ότι όσο μικρότερο ποσοστό ανοχής έχουμε τόσο μεγαλύτερο ποσοστό ανίχνευσης θα υπάρχει.

Στο επόμενο κεφάλαιο έγινε σύγκριση μεταξύ των τιμών ανοχής για τις βλάβες που εντοπίστηκαν. Δημιουργήθηκε ένας συγκεντρωτικός πίνακας για να μπορεί κάποιος να κάνει πιο εύκολα συγκρίσεις.

Οι βλάβες που εντοπίστηκαν συνολικά ήταν 158 στο σύνολο για κάθε ποσοστό ανοχής που έγινε μελέτη.

- Εντοπίστηκε πως όταν έχουμε μεγάλες αποκλείσεις αν επιλέγαμε να εντοπίσουμε βλάβες με ένα μόνο ρεύμα ή με όλα τα ρεύματα συνδυαστικά.
- Ως συμπέρασμα τα ποσοστά ανίχνευσης θα ήταν πολύ μικρότερα αν επιχειρούσε κάποιος να βρει τις βλάβες με ένα μόνο ρεύμα, σε σχέση με τον συνδυασμό και των τριών ρευμάτων μαζί.
- Ωστόσο αν έπρεπε κάποιος να διαλέξει μόνο ένα ρεύμα από τα τρία θα έπρεπε να διαλέξει αυτό που εξυπηρετεί καλύτερα, να εντοπίζει δηλαδή το μεγαλύτερο ποσοστό σφαλμάτων.
- Στην συγκεκριμένη εργασία αυτό είναι το Iout.

Έπειτα συλλέχθηκαν οι κυματομορφές από κάθε βλάβη ξεχωριστά και συγκρίθηκαν με αυτές της κανονικής λειτουργίας του κυκλώματος. Με αυτή τη σύγκριση βγήκαν τα παρακάτω συμπεράσματα.

- Αρχικά υπάρχουν βλάβες οι οποίες δεν μπορούσαν να εντοπιστούν μέσω της μέτρησης του ρεύματος, παρόλα αυτά εντοπίστηκαν με την κυματομορφή εξόδου.
- Επίσης υπάρχουν βλάβες που εντοπίζονται και με τις κυματομορφές της τάσης αλλά και του ρεύματος.
- Ενώ υπάρχουν και αυτές που δεν εντοπίζονται καθόλου.
- Τέλος βρέθηκαν τα όρια της ορθής λειτουργίας του κυκλώματος για διαφορετικές τιμές συχνότητας.

Κεφάλαιο 5

Στην συνέχεια εξετάστηκε η συμπεριφορά των βλαβών εντός και εκτός αυτού του εύρους συχνότητας και παρατηρήσαμε ότι:

- ακόμη και οι βλάβες που δεν εντοπιζόντουσαν στην κανονική λειτουργία, όταν άλλαξε η συχνότητα είχανε παραμόρφωση στις κυματομορφές τους.
- Επίσης πρέπει να τονιστεί πως καθώς μεγαλώνει το ποσοστό απόκλισης, το ποσοστό ανίχνευσης των βλαβών μειώνεται. Δηλαδή είναι αντιστρόφως ανάλογα.

Ως μελλοντική εργασία θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η ίδια διαδικασία και έρευνα και σε άλλα κυκλώματα, αλλά και να πραγματοποιηθεί και ανίχνευση βλαβών με βάση την τάση εισόδου και εξόδου την επόμενη φορά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adel S. Sendra, Kenneth C. Smith (2010). Μικροηλεκτρονικά Κυκλώματα.

Analysis and Design of Analog Integrated Circuits Fourth Edition (Gray, Hurst, Lewis, Meyer)

Μελέτη βλαβών σε κύκλωμα τελεστικού ενισχυτή με διακριτά εξαρτήματα Κεράνης Α. και Πρίτσας Α. 2009

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ & ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ (Μιχάλη Σπάσου)

A.K.B. Aain, A.H. Bratt and A.P. Dorey, “Testing analog circuits by AC power supply voltage”

Πακτίτης Σ., Τελεστικοί ενισχυτές και γραμμικά ολοκληρωμένα κυκλώματα, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα, 2005

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Αναλυτικές βλάβες για τις υπόλοιπες ανοχές

ΒΛΑΒΕΣ							ΒΛΑΒΕΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΗΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΗΣ	I(+)	I(-)	Iout	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
#1	Q28_	BC_S	1,268A	754,7μΑ	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#2	Q28_	BE_S	133,3mA	138,8mA	578,5μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#3	Q28_	CE_S	13,99mA	797,9μΑ	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#4	Q28_	B_O	100,2mA	104,8mA	759,4μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#5	Q28_	C_O	2,087mA	2,122mA	36,341μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#6	Q28_	E_O	2,559mA	3,178mA	612,8μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#7	Q29_	BC_S	13,94mA	754,7μΑ	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#8	Q29_	BE_S	2,079mA	2,097mA	25,65μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#9	Q29_	CE_S	2,564mA	3,178mA	614,1μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#10	Q29_	C_O	2,191mA	2,013mA	177,5μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#11	Q29_	B_O	2,777mA	1,971mA	805,9μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#12	Q29_	E_O	13,97mA	781,1μΑ	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#13	Q21_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090μΑ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#14	Q21_	BE_S	131,1mA	133,6mA	578,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#15	Q21_	CE_S	133,1mA	133,6mA	578,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#16	Q21_	C_O	2,025mA	2,017mA	8,317μΑ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#17	Q21_	B_O	2,027mA	2,013mA	13,84μΑ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#18	Q21_	E_O	13,90mA	770,8μΑ	13,18mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#19	Q22_	BC_S	13,94mA	754,7μΑ	13,67mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#20	Q22_	BE_S	131,1mA	133,4mA	578,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#21	Q22_	CE_S	13,94mA	754,7μΑ	13,672mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#22	Q22_	C_O	116,8mA	117,2mA	579μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#23	Q22_	B_O	67,88mA	68,31mA	580,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#24	Q22_	E_O	132,8mA	133,2mA	578,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#25	Q27_	BC_S	1,398A	1,401A	539,6μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#26	Q27_	BE_S	13,97mA	754,6μΑ	13,19mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#27	Q27_	CE_S	3,165mA	3,779mA	613,7μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#28	Q27_	C_O	2,024mA	2,009mA	146,1μΑ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#29	Q27_	B_O	2,188mA	2,016mA	183,5μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ
#30	Q27_	E_O	13,97mA	781,1μΑ	13,67mA	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#31	Q30_	BC_S	2,052mA	2,052mA	6,156μΑ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#32	Q30_	BE_S	2,051mA	2,056mA	4,309μΑ	ΝΑΙ	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
#33	Q30_	CE_S	1,851A	1,851A	519μΑ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ

#34	Q30_	C_O	2,052mA	2,055mA	3,708µA	NAI	'OXI	NAI	NAI
#35	Q30_	B_O	2,038mA	2,034mA	1,355µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#36	Q30_	E_O	2,046mA	2,054mA	7,583µA	NAI	'OXI	NAI	NAI
#37	Q32_	BC_S	2,051mA	2,058mA	6,156µA	NAI	'OXI	NAI	NAI
#38	Q32_	BE_S	2,597mA	2,553mA	43,56µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#39	Q32_	CE_S	2,054mA	2,06mA	6,349µA	NAI	'OXI	NAI	NAI
#40	Q32_	C_O	2,200mA	2,012mA	189,9µA	NAI	NAI	'OXI	NAI
#41	Q32_	B_O	2,169mA	2,007mA	162,9µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#42	Q32_	E_O	4,582mA	5,196mA	613,8µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#43	Q31_	BC_S	13,96mA	773,8µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#44	Q31_	BE_S	2,601mA	2,610mA	9,114µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#45	Q31_	CE_S	13,96mA	772,7µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#46	Q31_	C_O	2,071mA	2,079mA	8,113µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#47	Q31_	B_O	2,063mA	2,071mA	6,956µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#48	Q31_	E_O	2,065mA	2,017mA	8,954µA	NAI	NAI	'OXI	NAI
#49	Q33_	BC_S	1,711A	1,716A	561,5µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#50	Q33_	BE_S	13,92mA	734,7µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#51	Q33_	CE_S	7,328mA	7,341mA	4,532µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#52	Q33_	C_O	2,004mA	2,002mA	20,76µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#53	Q33_	B_O	2,001mA	1,998mA	36,36µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#54	Q33_	E_O	13,92mA	736,2µA	13,67µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#55	Q26_	BC_S	764,9mA	764,7mA	563,3µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#56	Q26_	BE_S	2,363mA	1,971mA	392,4µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#57	Q26_	CE_S	810,2mA	810,7mA	561,7µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#58	Q26_	C_O	2,559mA	3,172mA	612,8µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#59	Q26_	B_O	2,064mA	2,072mA	8,23µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#60	Q26_	E_O	2,053mA	2,06mA	6,199µA	NAI	'OXI	NAI	NAI
#61	Q23_	BC_S	794,9mA	793,7mA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#62	Q23_	BE_S	793,2µA	193,4µA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#63	Q23_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,166µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#64	Q23_	C_O	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#65	Q23_	B_O	25,12mA	12mA	13,12µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#66	Q23_	E_O	25,59mA	12mA	13,12µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#67	Q34_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#68	Q34_	BE_S	13,94mA	751,2µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#69	Q34_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,09µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#70	Q34_	C_O	2,053mA	2,060mA	3,105µA	NAI	'OXI	NAI	'OXI

#71	Q34_	B_O	7,447mA	6,821mA	617,3µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#72	Q34_	E_O	6,237mA	6,861mA	616,1µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#73	Q24_	BC_S	24,39mA	11,98mA	12,41mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#74	Q24_	BE_S	793,2µA	793,4µA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#75	Q24_	CE_S	25,09mA	12mA	13,09mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#76	Q24_	C_O	778,2µA	778,2µA	90,27nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#77	Q24_	B_O	780,5µA	780,1µA	516,6nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#78	Q24_	E_O	775,4µA	775,6µA	103,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#79	Q36_	BC_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#80	Q36_	BE_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#81	Q36_	CE_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#82	Q36_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#83	Q36_	B_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#84	Q36_	E_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#85	Q38_	BC_S	785,4µA	785,4µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#86	Q38_	BE_S	786,4µA	786,3µA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#87	Q38_	CE_S	786,3µA	786,1µA	182,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#88	Q38_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#89	Q38_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#90	Q38_	E_O	782,7µA	782,7µA	131,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#91	Q37_	BC_S	786,4µA	786,4µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#92	Q37_	BE_S	785,4µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#93	Q37_	CE_S	786,3µA	786,1µA	178,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#94	Q37_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#95	Q37_	B_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#96	Q37_	E_O	785,7µA	785,7µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#97	Q39_	BC_S	2,543mA	2,543mA	55,97nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#98	Q39_	BE_S	786,4µA	786,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#99	Q39_	CE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#100	Q39_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#101	Q39_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#102	Q39_	E_O	785,3µA	785,7µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#103	Q40_	BC_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#104	Q40_	BE_S	786,4µA	786,3µA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#105	Q40_	CE_S	2,564mA	2,564mA	10,40pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#106	Q40_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#107	Q40_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#108	Q40_	E_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#109	Q25_	BC_S	2,568mA	2,568mA	31,61pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#110	Q25_	BE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI

#111	Q25_	CE_S	29,51mA	29,51mA	47,69nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#112	Q25_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#113	Q25_	B_O	785,3μA	785,3μA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#114	Q25_	E_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#115	Q35_	BC_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#116	Q35_	BE_S	2,034mA	2,031mA	2,92μA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#117	Q35_	CE_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#118	Q35_	C_O	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΉXI	ΉXI	ΉXI	ΉXI
#119	Q35_	B_O	13,96mA	772,7μA	13,19mA	ΉXI	ΉXI	ΉXI	ΉXI
#120	Q35_	E_O	2,037mA	2,037mA	298,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#121	R5	BPAXYKYKΛΩMA	2,037mA	2,037mA	298,8nA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#122		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,160mA	793,5μA	1,367mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#123	R1	BPAXYKYKΛΩMA	2,053mA	2,054mA	365,4nA	NAI	ΉXI	NAI	NAI
#124		ANOIXTO KYKΛΩMA	4,582mA	5,196mA	613,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#125	R2	BPAXYKYKΛΩMA	4,106mA	4,115mA	9,095μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#126		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,026mA	2,025mA	4,379μA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#127	R3	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,033mA	1,247μA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#128		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,037mA	2,025mA	12,46μA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#129	R4	BPAXYKYKΛΩMA	3,035mA	3,034mA	29,83μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#130		ANOIXTO KYKΛΩMA	13,92mA	736,2μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#131	R7	BPAXYKYKΛΩMA	2,314mA	2,301mA	13,14mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#132		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#133	R8	BPAXYKYKΛΩMA	2,028mA	2,025mA	3,078μA	ΉXI	ΉXI	ΉXI	ΉXI
#134		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,82mA	20,55mA	2,023μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#135	R9	BPAXYKYKΛΩMA	27,25mA	27,25mA	2,832μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#136		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,082mA	2,025mA	3,079μA	NAI	NAI	ΉXI	ΉXI

#137	R6	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,128mA	2,011mA	92,43μA	NAI	NAI	ΌΧΙ	NAI
#138		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,035mA	2,033mA	1,615μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#139	R5	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,034mA	2,031mA	2,920μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#140		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	3,98mA	793,1μA	13,18mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#141	R11	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#142		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,028mA	2,025mA	3,092μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#143	R10	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#144		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,008mA	2,005mA	3,064μA	NAI	NAI	NAI	ΌΧΙ
#145	R15	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#146		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#147	R16	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	910,2μA	910,3μA	147,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#148		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	797,8μA	797,9μA	252,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#149	R17	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	785,4μA	785,4μA	1,489nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#150		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,543mA	2,543mA	14,11nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#151	D1	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,057mA	2,057mA	77,69nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#152		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	785,3μA	785,2μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#153	D2	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	785,6μA	785,5μA	152,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#154		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	785,3μA	785,5μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#155	C1	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,533mA	3,199mA	615,6μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#156		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#157	C2	ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ	2,035mA	2,028mA	6,226μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#158		ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ

Πίνακας Παραρτήματος 1 : Αναλυτικός Πίνακας Σφαλμάτων για 1% ανοχή

ΒΛΑΒΕΣ							ΒΛΑΒΕΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΗΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΗΣ	I(+)	I(-)	Iout	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
#1	Q28_	BC_S	1,268A	754,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#2	Q28_	BE_S	133,3mA	138,8mA	578,5μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#3	Q28_	CE_S	13,99mA	797,9μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#4	Q28_	B_O	100,2mA	104,8mA	759,4μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#5	Q28_	C_O	2,087mA	2,122mA	36,341μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#6	Q28_	E_O	2,559mA	3,178mA	612,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#7	Q29_	BC_S	13,94mA	754,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#8	Q29_	BE_S	2,079mA	2,097mA	25,65μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#9	Q29_	CE_S	2,564mA	3,178mA	614,1μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#10	Q29_	C_O	2,191mA	2,013mA	177,5μA	NAI	NAI	ΌΧΙ	NAI
#11	Q29_	B_O	2,777mA	1,971mA	805,9μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#12	Q29_	E_O	13,97mA	781,1μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#13	Q21_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#14	Q21_	BE_S	131,1mA	133,6mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#15	Q21_	CE_S	133,1mA	133,6mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#16	Q21_	C_O	2,025mA	2,017mA	8,317μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#17	Q21_	B_O	2,027mA	2,013mA	13,84μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#18	Q21_	E_O	13,90mA	770,8μA	13,18mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#19	Q22_	BC_S	13,94mA	754,7μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#20	Q22_	BE_S	131,1mA	133,4mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#21	Q22_	CE_S	13,94mA	754,7μA	13,672mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#22	Q22_	C_O	116,8mA	117,2mA	579μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#23	Q22_	B_O	67,88mA	68,31mA	580,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#24	Q22_	E_O	132,8mA	133,2mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#25	Q27_	BC_S	1,398A	1,401A	539,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#26	Q27_	BE_S	13,97mA	754,6μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#27	Q27_	CE_S	3,165mA	3,779mA	613,7μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#28	Q27_	C_O	2,024mA	2,009mA	146,1μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#29	Q27_	B_O	2,188mA	2,016mA	183,5μA	NAI	NAI	ΌΧΙ	NAI
#30	Q27_	E_O	13,97mA	781,1μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#31	Q30_	BC_S	2,052mA	2,052mA	6,156μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#32	Q30_	BE_S	2,051mA	2,056mA	4,309μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#33	Q30_	CE_S	1,851A	1,851A	519μA	NAI	NAI	NAI	NAI

#34	Q30_	C_O	2,052mA	2,055mA	3,708µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#35	Q30_	B_O	2,038mA	2,034mA	1,355µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#36	Q30_	E_O	2,046mA	2,054mA	7,583µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#37	Q32_	BC_S	2,051mA	2,058mA	6,156µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#38	Q32_	BE_S	2,597mA	2,553mA	43,56µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#39	Q32_	CE_S	2,054mA	2,06mA	6,349µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#40	Q32_	C_O	2,200mA	2,012mA	189,9µA	NAI	NAI	'OXI	NAI
#41	Q32_	B_O	2,169mA	2,007mA	162,9µA	NAI	NAI	'OXI	NAI
#42	Q32_	E_O	4,582mA	5,196mA	613,8µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#43	Q31_	BC_S	13,96mA	773,8µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#44	Q31_	BE_S	2,601mA	2,610mA	9,114µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#45	Q31_	CE_S	13,96mA	772,7µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#46	Q31_	C_O	2,071mA	2,079mA	8,113µA	NAI	'OXI	NAI	NAI
#47	Q31_	B_O	2,063mA	2,071mA	6,956µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#48	Q31_	E_O	2,065mA	2,017mA	8,954µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#49	Q33_	BC_S	1,711A	1,716A	561,5µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#50	Q33_	BE_S	13,92mA	734,7µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#51	Q33_	CE_S	7,328mA	7,341mA	4,532µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#52	Q33_	C_O	2,004mA	2,002mA	20,76µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#53	Q33_	B_O	2,001mA	1,998mA	36,36µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#54	Q33_	E_O	13,92mA	736,2µA	13,67µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#55	Q26_	BC_S	764,9mA	764,7mA	563,3µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#56	Q26_	BE_S	2,363mA	1,971mA	392,4µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#57	Q26_	CE_S	810,2mA	810,7mA	561,7µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#58	Q26_	C_O	2,559mA	3,172mA	612,8µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#59	Q26_	B_O	2,064mA	2,072mA	8,23µA	NAI	'OXI	NAI	NAI
#60	Q26_	E_O	2,053mA	2,06mA	6,199µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#61	Q23_	BC_S	794,9mA	793,7mA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#62	Q23_	BE_S	793,2µA	193,4µA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#63	Q23_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,166µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#64	Q23_	C_O	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#65	Q23_	B_O	25,12mA	12mA	13,12µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#66	Q23_	E_O	25,59mA	12mA	13,12µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#67	Q34_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#68	Q34_	BE_S	13,94mA	751,2µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#69	Q34_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,09µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#70	Q34_	C_O	2,053mA	2,060mA	3,105µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI

#71	Q34_	B_O	7,447mA	6,821mA	617,3µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#72	Q34_	E_O	6,237mA	6,861mA	616,1µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#73	Q24_	BC_S	24,39mA	11,98mA	12,41mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#74	Q24_	BE_S	793,2µA	793,4µA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#75	Q24_	CE_S	25,09mA	12mA	13,09mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#76	Q24_	C_O	778,2µA	778,2µA	90,27nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#77	Q24_	B_O	780,5µA	780,1µA	516,6nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#78	Q24_	E_O	775,4µA	775,6µA	103,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#79	Q36_	BC_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#80	Q36_	BE_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#81	Q36_	CE_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#82	Q36_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#83	Q36_	B_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#84	Q36_	E_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#85	Q38_	BC_S	785,4µA	785,4µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#86	Q38_	BE_S	786,4µA	786,3µA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#87	Q38_	CE_S	786,3µA	786,1µA	182,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#88	Q38_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#89	Q38_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#90	Q38_	E_O	782,7µA	782,7µA	131,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#91	Q37_	BC_S	786,4µA	786,4µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#92	Q37_	BE_S	785,4µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#93	Q37_	CE_S	786,3µA	786,1µA	178,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#94	Q37_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#95	Q37_	B_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#96	Q37_	E_O	785,7µA	785,7µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#97	Q39_	BC_S	2,543mA	2,543mA	55,97nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#98	Q39_	BE_S	786,4µA	786,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#99	Q39_	CE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#100	Q39_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#101	Q39_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#102	Q39_	E_O	785,3µA	785,7µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#103	Q40_	BC_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#104	Q40_	BE_S	786,4µA	786,3µA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#105	Q40_	CE_S	2,564mA	2,564mA	10,40pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#106	Q40_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#107	Q40_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#108	Q40_	E_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#109	Q25_	BC_S	2,568mA	2,568mA	31,61pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#110	Q25_	BE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI

#111	Q25_	CE_S	29,51mA	29,51mA	47,69nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#112	Q25_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#113	Q25_	B_O	785,3μA	785,3μA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#114	Q25_	E_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#115	Q35_	BC_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#116	Q35_	BE_S	2,034mA	2,031mA	2,92μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#117	Q35_	CE_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#118	Q35_	C_O	2,034mA	2,031mA	3,09μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#119	Q35_	B_O	13,96mA	772,7μA	13,19mA	OXI	OXI	OXI	OXI
#120	Q35_	E_O	2,037mA	2,037mA	298,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#121	R5	BPAXYKYKΛΩMA	2,037mA	2,037mA	298,8nA	NAI	OXI	OXI	NAI
#122		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,160mA	793,5μA	1,367mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#123	R1	BPAXYKYKΛΩMA	2,053mA	2,054mA	365,4nA	NAI	OXI	OXI	NAI
#124		ANOIXTO KYKΛΩMA	4,582mA	5,196mA	613,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#125	R2	BPAXYKYKΛΩMA	4,106mA	4,115mA	9,095μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#126		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,026mA	2,025mA	4,379μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#127	R3	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,033mA	1,247μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#128		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,037mA	2,025mA	12,46μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#129	R4	BPAXYKYKΛΩMA	3,035mA	3,034mA	29,83μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#130		ANOIXTO KYKΛΩMA	13,92mA	736,2μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#131	R7	BPAXYKYKΛΩMA	2,314mA	2,301mA	13,14mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#132		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#133	R8	BPAXYKYKΛΩMA	2,028mA	2,025mA	3,078μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#134		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,82mA	20,55mA	2,023μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#135	R9	BPAXYKYKΛΩMA	27,25mA	27,25mA	2,832μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#136		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,082mA	2,025mA	3,079μA	NAI	NAI	OXI	OXI

#137	R6	BPAXYKYKΛΩMA	2,128mA	2,011mA	92,43μA	NAI	NAI	OXI	NAI
#138		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,035mA	2,033mA	1,615μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#139	R5	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	2,920μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#140		ANOIXTO KYKΛΩMA	3,98mA	793,1μA	13,18mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#141	R11	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,090μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#142		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,028mA	2,025mA	3,092μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#143	R10	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,090μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#144		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,008mA	2,005mA	3,064μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#145	R15	BPAXYKYKΛΩMA	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#146		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#147	R16	BPAXYKYKΛΩMA	910,2μA	910,3μA	147,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#148		ANOIXTO KYKΛΩMA	797,8μA	797,9μA	252,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#149	R17	BPAXYKYKΛΩMA	785,4μA	785,4μA	1,489nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#150		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,543mA	2,543mA	14,11nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#151	D1	BPAXYKYKΛΩMA	2,057mA	2,057mA	77,69nA	NAI	OXI	OXI	NAI
#152		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,2μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#153	D2	BPAXYKYKΛΩMA	785,6μA	785,5μA	152,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#154		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,5μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#155	C1	BPAXYKYKΛΩMA	2,533mA	3,199mA	615,6μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#156		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,09μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#157	C2	BPAXYKYKΛΩMA	2,035mA	2,028mA	6,226μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#158		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,09μA	OXI	OXI	OXI	OXI

Πίνακας Παραρτήματος 2 : Αναλυτικός Πίνακας Σφαλμάτων για 2% ανοχή

ΒΛΑΒΕΣ							ΒΛΑΒΕΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΗΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΗΣ	I(+)	I(-)	Iout	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
#1	Q28_	BC_S	1,268A	754,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#2	Q28_	BE_S	133,3mA	138,8mA	578,5μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#3	Q28_	CE_S	13,99mA	797,9μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#4	Q28_	B_O	100,2mA	104,8mA	759,4μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#5	Q28_	C_O	2,087mA	2,122mA	36,341μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#6	Q28_	E_O	2,559mA	3,178mA	612,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#7	Q29_	BC_S	13,94mA	754,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#8	Q29_	BE_S	2,079mA	2,097mA	25,65μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#9	Q29_	CE_S	2,564mA	3,178mA	614,1μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#10	Q29_	C_O	2,191mA	2,013mA	177,5μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#11	Q29_	B_O	2,777mA	1,971mA	805,9μA	NAI	NAI	ΌΧΙ	NAI
#12	Q29_	E_O	13,97mA	781,1μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#13	Q21_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#14	Q21_	BE_S	131,1mA	133,6mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#15	Q21_	CE_S	133,1mA	133,6mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#16	Q21_	C_O	2,025mA	2,017mA	8,317μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#17	Q21_	B_O	2,027mA	2,013mA	13,84μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#18	Q21_	E_O	13,90mA	770,8μA	13,18mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#19	Q22_	BC_S	13,94mA	754,7μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#20	Q22_	BE_S	131,1mA	133,4mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#21	Q22_	CE_S	13,94mA	754,7μA	13,672mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#22	Q22_	C_O	116,8mA	117,2mA	579μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#23	Q22_	B_O	67,88mA	68,31mA	580,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#24	Q22_	E_O	132,8mA	133,2mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#25	Q27_	BC_S	1,398A	1,401A	539,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#26	Q27_	BE_S	13,97mA	754,6μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#27	Q27_	CE_S	3,165mA	3,779mA	613,7μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#28	Q27_	C_O	2,024mA	2,009mA	146,1μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#29	Q27_	B_O	2,188mA	2,016mA	183,5μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#30	Q27_	E_O	13,97mA	781,1μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#31	Q30_	BC_S	2,052mA	2,052mA	6,156μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#32	Q30_	BE_S	2,051mA	2,056mA	4,309μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#33	Q30_	CE_S	1,851A	1,851A	519μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI

#34	Q30_	C_O	2,052mA	2,055mA	3,708µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#35	Q30_	B_O	2,038mA	2,034mA	1,355µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#36	Q30_	E_O	2,046mA	2,054mA	7,583µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#37	Q32_	BC_S	2,051mA	2,058mA	6,156µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#38	Q32_	BE_S	2,597mA	2,553mA	43,56µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#39	Q32_	CE_S	2,054mA	2,06mA	6,349µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#40	Q32_	C_O	2,200mA	2,012mA	189,9µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#41	Q32_	B_O	2,169mA	2,007mA	162,9µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#42	Q32_	E_O	4,582mA	5,196mA	613,8µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#43	Q31_	BC_S	13,96mA	773,8µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#44	Q31_	BE_S	2,601mA	2,610mA	9,114µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#45	Q31_	CE_S	13,96mA	772,7µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#46	Q31_	C_O	2,071mA	2,079mA	8,113µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#47	Q31_	B_O	2,063mA	2,071mA	6,956µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#48	Q31_	E_O	2,065mA	2,017mA	8,954µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#49	Q33_	BC_S	1,711A	1,716A	561,5µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#50	Q33_	BE_S	13,92mA	734,7µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#51	Q33_	CE_S	7,328mA	7,341mA	4,532µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#52	Q33_	C_O	2,004mA	2,002mA	20,76µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#53	Q33_	B_O	2,001mA	1,998mA	36,36µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#54	Q33_	E_O	13,92mA	736,2µA	13,67µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#55	Q26_	BC_S	764,9mA	764,7mA	563,3µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#56	Q26_	BE_S	2,363mA	1,971mA	392,4µA	NAI	NAI	'OXI	NAI
#57	Q26_	CE_S	810,2mA	810,7mA	561,7µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#58	Q26_	C_O	2,559mA	3,172mA	612,8µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#59	Q26_	B_O	2,064mA	2,072mA	8,23µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#60	Q26_	E_O	2,053mA	2,06mA	6,199µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#61	Q23_	BC_S	794,9mA	793,7mA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#62	Q23_	BE_S	793,2µA	193,4µA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#63	Q23_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,166µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#64	Q23_	C_O	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#65	Q23_	B_O	25,12mA	12mA	13,12µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#66	Q23_	E_O	25,59mA	12mA	13,12µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#67	Q34_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#68	Q34_	BE_S	13,94mA	751,2µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#69	Q34_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,09µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#70	Q34_	C_O	2,053mA	2,060mA	3,105µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI

#71	Q34_	B_O	7,447mA	6,821mA	617,3µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#72	Q34_	E_O	6,237mA	6,861mA	616,1µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#73	Q24_	BC_S	24,39mA	11,98mA	12,41mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#74	Q24_	BE_S	793,2µA	793,4µA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#75	Q24_	CE_S	25,09mA	12mA	13,09mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#76	Q24_	C_O	778,2µA	778,2µA	90,27nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#77	Q24_	B_O	780,5µA	780,1µA	516,6nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#78	Q24_	E_O	775,4µA	775,6µA	103,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#79	Q36_	BC_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#80	Q36_	BE_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#81	Q36_	CE_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#82	Q36_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#83	Q36_	B_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#84	Q36_	E_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#85	Q38_	BC_S	785,4µA	785,4µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#86	Q38_	BE_S	786,4µA	786,3µA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#87	Q38_	CE_S	786,3µA	786,1µA	182,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#88	Q38_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#89	Q38_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#90	Q38_	E_O	782,7µA	782,7µA	131,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#91	Q37_	BC_S	786,4µA	786,4µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#92	Q37_	BE_S	785,4µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#93	Q37_	CE_S	786,3µA	786,1µA	178,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#94	Q37_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#95	Q37_	B_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#96	Q37_	E_O	785,7µA	785,7µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#97	Q39_	BC_S	2,543mA	2,543mA	55,97nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#98	Q39_	BE_S	786,4µA	786,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#99	Q39_	CE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#100	Q39_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#101	Q39_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#102	Q39_	E_O	785,3µA	785,7µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#103	Q40_	BC_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#104	Q40_	BE_S	786,4µA	786,3µA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#105	Q40_	CE_S	2,564mA	2,564mA	10,40pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#106	Q40_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#107	Q40_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#108	Q40_	E_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#109	Q25_	BC_S	2,568mA	2,568mA	31,61pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#110	Q25_	BE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI

#111	Q25_	CE_S	29,51mA	29,51mA	47,69nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#112	Q25_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#113	Q25_	B_O	785,3μA	785,3μA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#114	Q25_	E_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#115	Q35_	BC_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#116	Q35_	BE_S	2,034mA	2,031mA	2,92μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#117	Q35_	CE_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#118	Q35_	C_O	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#119	Q35_	B_O	13,96mA	772,7μA	13,19mA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#120	Q35_	E_O	2,037mA	2,037mA	298,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#121	R5	BPAXYKYKΛΩMA	2,037mA	2,037mA	298,8nA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#122		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,160mA	793,5μA	1,367mA	NAI	ΌΧΙ	NAI	NAI
#123	R1	BPAXYKYKΛΩMA	2,053mA	2,054mA	365,4nA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#124		ANOIXTO KYKΛΩMA	4,582mA	5,196mA	613,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#125	R2	BPAXYKYKΛΩMA	4,106mA	4,115mA	9,095μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#126		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,026mA	2,025mA	4,379μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#127	R3	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,033mA	1,247μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#128		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,037mA	2,025mA	12,46μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#129	R4	BPAXYKYKΛΩMA	3,035mA	3,034mA	29,83μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#130		ANOIXTO KYKΛΩMA	13,92mA	736,2μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#131	R7	BPAXYKYKΛΩMA	2,314mA	2,301mA	13,14mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#132		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#133	R8	BPAXYKYKΛΩMA	2,028mA	2,025mA	3,078μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#134		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,82mA	20,55mA	2,023μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#135	R9	BPAXYKYKΛΩMA	27,25mA	27,25mA	2,832μA	NAI	NAI	NAI	ΌΧΙ
#136		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,082mA	2,025mA	3,079μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ

#137	R6	BPAXYKYKΛΩMA	2,128mA	2,011mA	92,43μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#138		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,035mA	2,033mA	1,615μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#139	R5	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	2,920μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#140		ANOIXTO KYKΛΩMA	3,98mA	793,1μA	13,18mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#141	R11	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,090μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#142		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,028mA	2,025mA	3,092μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#143	R10	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,090μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#144		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,008mA	2,005mA	3,064μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#145	R15	BPAXYKYKΛΩMA	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#146		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#147	R16	BPAXYKYKΛΩMA	910,2μA	910,3μA	147,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#148		ANOIXTO KYKΛΩMA	797,8μA	797,9μA	252,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#149	R17	BPAXYKYKΛΩMA	785,4μA	785,4μA	1,489nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#150		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,543mA	2,543mA	14,11nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#151	D1	BPAXYKYKΛΩMA	2,057mA	2,057mA	77,69nA	NAI	OXI	OXI	NAI
#152		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,2μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#153	D2	BPAXYKYKΛΩMA	785,6μA	785,5μA	152,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#154		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,5μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#155	C1	BPAXYKYKΛΩMA	2,533mA	3,199mA	615,6μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#156		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,09μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#157	C2	BPAXYKYKΛΩMA	2,035mA	2,028mA	6,226μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#158		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,09μA	OXI	OXI	OXI	OXI

Πίνακας Παραρτήματος 3 : Αναλυτικός Πίνακας Σφαλμάτων για 10% ανοχή

ΒΛΑΒΕΣ							ΒΛΑΒΕΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΗΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΗΣ	I(+)	I(-)	Iout	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
#1	Q28_	BC_S	1,268A	754,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#2	Q28_	BE_S	133,3mA	138,8mA	578,5μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#3	Q28_	CE_S	13,99mA	797,9μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#4	Q28_	B_O	100,2mA	104,8mA	759,4μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#5	Q28_	C_O	2,087mA	2,122mA	36,341μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#6	Q28_	E_O	2,559mA	3,178mA	612,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#7	Q29_	BC_S	13,94mA	754,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#8	Q29_	BE_S	2,079mA	2,097mA	25,65μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#9	Q29_	CE_S	2,564mA	3,178mA	614,1μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#10	Q29_	C_O	2,191mA	2,013mA	177,5μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#11	Q29_	B_O	2,777mA	1,971mA	805,9μA	NAI	NAI	OXI	NAI
#12	Q29_	E_O	13,97mA	781,1μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#13	Q21_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090μA	OXI	OXI	OXI	OXI
#14	Q21_	BE_S	131,1mA	133,6mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#15	Q21_	CE_S	133,1mA	133,6mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#16	Q21_	C_O	2,025mA	2,017mA	8,317μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#17	Q21_	B_O	2,027mA	2,013mA	13,84μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#18	Q21_	E_O	13,90mA	770,8μA	13,18mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#19	Q22_	BC_S	13,94mA	754,7μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#20	Q22_	BE_S	131,1mA	133,4mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#21	Q22_	CE_S	13,94mA	754,7μA	13,672mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#22	Q22_	C_O	116,8mA	117,2mA	579μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#23	Q22_	B_O	67,88mA	68,31mA	580,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#24	Q22_	E_O	132,8mA	133,2mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#25	Q27_	BC_S	1,398A	1,401A	539,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#26	Q27_	BE_S	13,97mA	754,6μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#27	Q27_	CE_S	3,165mA	3,779mA	613,7μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#28	Q27_	C_O	2,024mA	2,009mA	146,1μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#29	Q27_	B_O	2,188mA	2,016mA	183,5μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#30	Q27_	E_O	13,97mA	781,1μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#31	Q30_	BC_S	2,052mA	2,052mA	6,156μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#32	Q30_	BE_S	2,051mA	2,056mA	4,309μA	NAI	OXI	OXI	NAI
#33	Q30_	CE_S	1,851A	1,851A	519μA	NAI	OXI	OXI	NAI

#34	Q30_	C_O	2,052mA	2,055mA	3,708µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#35	Q30_	B_O	2,038mA	2,034mA	1,355µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#36	Q30_	E_O	2,046mA	2,054mA	7,583µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#37	Q32_	BC_S	2,051mA	2,058mA	6,156µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#38	Q32_	BE_S	2,597mA	2,553mA	43,56µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#39	Q32_	CE_S	2,054mA	2,06mA	6,349µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#40	Q32_	C_O	2,200mA	2,012mA	189,9µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#41	Q32_	B_O	2,169mA	2,007mA	162,9µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#42	Q32_	E_O	4,582mA	5,196mA	613,8µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#43	Q31_	BC_S	13,96mA	773,8µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#44	Q31_	BE_S	2,601mA	2,610mA	9,114µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#45	Q31_	CE_S	13,96mA	772,7µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#46	Q31_	C_O	2,071mA	2,079mA	8,113µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#47	Q31_	B_O	2,063mA	2,071mA	6,956µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#48	Q31_	E_O	2,065mA	2,017mA	8,954µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#49	Q33_	BC_S	1,711A	1,716A	561,5µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#50	Q33_	BE_S	13,92mA	734,7µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#51	Q33_	CE_S	7,328mA	7,341mA	4,532µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#52	Q33_	C_O	2,004mA	2,002mA	20,76µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#53	Q33_	B_O	2,001mA	1,998mA	36,36µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#54	Q33_	E_O	13,92mA	736,2µA	13,67µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#55	Q26_	BC_S	764,9mA	764,7mA	563,3µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#56	Q26_	BE_S	2,363mA	1,971mA	392,4µA	NAI	NAI	'OXI	NAI
#57	Q26_	CE_S	810,2mA	810,7mA	561,7µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#58	Q26_	C_O	2,559mA	3,172mA	612,8µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#59	Q26_	B_O	2,064mA	2,072mA	8,23µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#60	Q26_	E_O	2,053mA	2,06mA	6,199µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#61	Q23_	BC_S	794,9mA	793,7mA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#62	Q23_	BE_S	793,2µA	193,4µA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#63	Q23_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,166µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#64	Q23_	C_O	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#65	Q23_	B_O	25,12mA	12mA	13,12µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#66	Q23_	E_O	25,59mA	12mA	13,12µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#67	Q34_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#68	Q34_	BE_S	13,94mA	751,2µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#69	Q34_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,09µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#70	Q34_	C_O	2,053mA	2,060mA	3,105µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI

#71	Q34_	B_O	7,447mA	6,821mA	617,3µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#72	Q34_	E_O	6,237mA	6,861mA	616,1µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#73	Q24_	BC_S	24,39mA	11,98mA	12,41mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#74	Q24_	BE_S	793,2µA	793,4µA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#75	Q24_	CE_S	25,09mA	12mA	13,09mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#76	Q24_	C_O	778,2µA	778,2µA	90,27nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#77	Q24_	B_O	780,5µA	780,1µA	516,6nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#78	Q24_	E_O	775,4µA	775,6µA	103,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#79	Q36_	BC_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#80	Q36_	BE_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#81	Q36_	CE_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#82	Q36_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#83	Q36_	B_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#84	Q36_	E_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#85	Q38_	BC_S	785,4µA	785,4µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#86	Q38_	BE_S	786,4µA	786,3µA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#87	Q38_	CE_S	786,3µA	786,1µA	182,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#88	Q38_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#89	Q38_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#90	Q38_	E_O	782,7µA	782,7µA	131,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#91	Q37_	BC_S	786,4µA	786,4µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#92	Q37_	BE_S	785,4µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#93	Q37_	CE_S	786,3µA	786,1µA	178,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#94	Q37_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#95	Q37_	B_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#96	Q37_	E_O	785,7µA	785,7µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#97	Q39_	BC_S	2,543mA	2,543mA	55,97nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#98	Q39_	BE_S	786,4µA	786,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#99	Q39_	CE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#100	Q39_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#101	Q39_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#102	Q39_	E_O	785,3µA	785,7µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#103	Q40_	BC_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#104	Q40_	BE_S	786,4µA	786,3µA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#105	Q40_	CE_S	2,564mA	2,564mA	10,40pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#106	Q40_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#107	Q40_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#108	Q40_	E_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#109	Q25_	BC_S	2,568mA	2,568mA	31,61pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#110	Q25_	BE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI

#111	Q25_	CE_S	29,51mA	29,51mA	47,69nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#112	Q25_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#113	Q25_	B_O	785,3μA	785,3μA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#114	Q25_	E_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#115	Q35_	BC_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#116	Q35_	BE_S	2,034mA	2,031mA	2,92μA	ΉXI	ΉXI	ΉXI	ΉXI
#117	Q35_	CE_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#118	Q35_	C_O	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΉXI	ΉXI	ΉXI	ΉXI
#119	Q35_	B_O	13,96mA	772,7μA	13,19mA	ΉXI	ΉXI	ΉXI	ΉXI
#120	Q35_	E_O	2,037mA	2,037mA	298,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#121	R5	BPAXYKYKΛΩMA	2,037mA	2,037mA	298,8nA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#122		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,160mA	793,5μA	1,367mA	NAI	ΉXI	NAI	NAI
#123	R1	BPAXYKYKΛΩMA	2,053mA	2,054mA	365,4nA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#124		ANOIXTO KYKΛΩMA	4,582mA	5,196mA	613,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#125	R2	BPAXYKYKΛΩMA	4,106mA	4,115mA	9,095μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#126		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,026mA	2,025mA	4,379μA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#127	R3	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,033mA	1,247μA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#128		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,037mA	2,025mA	12,46μA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#129	R4	BPAXYKYKΛΩMA	3,035mA	3,034mA	29,83μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#130		ANOIXTO KYKΛΩMA	13,92mA	736,2μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#131	R7	BPAXYKYKΛΩMA	2,314mA	2,301mA	13,14mA	NAI	ΉXI	ΉXI	NAI
#132		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#133	R8	BPAXYKYKΛΩMA	2,028mA	2,025mA	3,078μA	ΉXI	ΉXI	ΉXI	ΉXI
#134		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,82mA	20,55mA	2,023μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#135	R9	BPAXYKYKΛΩMA	27,25mA	27,25mA	2,832μA	NAI	NAI	NAI	ΉXI
#136		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,082mA	2,025mA	3,079μA	ΉXI	ΉXI	ΉXI	ΉXI

#137	R6	BPAXYKYKΛΩMA	2,128mA	2,011mA	92,43μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#138		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,035mA	2,033mA	1,615μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#139	R5	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	2,920μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#140		ANOIXTO KYKΛΩMA	3,98mA	793,1μA	13,18mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#141	R11	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#142		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,028mA	2,025mA	3,092μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#143	R10	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#144		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,008mA	2,005mA	3,064μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#145	R15	BPAXYKYKΛΩMA	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#146		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#147	R16	BPAXYKYKΛΩMA	910,2μA	910,3μA	147,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#148		ANOIXTO KYKΛΩMA	797,8μA	797,9μA	252,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#149	R17	BPAXYKYKΛΩMA	785,4μA	785,4μA	1,489nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#150		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,543mA	2,543mA	14,11nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#151	D1	BPAXYKYKΛΩMA	2,057mA	2,057mA	77,69nA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#152		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,2μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#153	D2	BPAXYKYKΛΩMA	785,6μA	785,5μA	152,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#154		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,5μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#155	C1	BPAXYKYKΛΩMA	2,533mA	3,199mA	615,6μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#156		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#157	C2	BPAXYKYKΛΩMA	2,035mA	2,028mA	6,226μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#158		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI

Πίνακας Παραρτήματος 4 : Αναλυτικός Πίνακας Σφαλμάτων για 15% ανοχή

ΒΛΑΒΕΣ							ΒΛΑΒΕΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΒΗΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΗΣ	I(+)	I(-)	Iout	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΒΛΑΒΕΣ I(+)	ΒΛΑΒΕΣ I(-)	ΒΛΑΒΕΣ Iout
#1	Q28_	BC_S	1,268A	754,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#2	Q28_	BE_S	133,3mA	138,8mA	578,5μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#3	Q28_	CE_S	13,99mA	797,9μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#4	Q28_	B_O	100,2mA	104,8mA	759,4μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#5	Q28_	C_O	2,087mA	2,122mA	36,341μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#6	Q28_	E_O	2,559mA	3,178mA	612,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#7	Q29_	BC_S	13,94mA	754,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#8	Q29_	BE_S	2,079mA	2,097mA	25,65μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#9	Q29_	CE_S	2,564mA	3,178mA	614,1μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#10	Q29_	C_O	2,191mA	2,013mA	177,5μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#11	Q29_	B_O	2,777mA	1,971mA	805,9μA	NAI	NAI	ΌΧΙ	NAI
#12	Q29_	E_O	13,97mA	781,1μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#13	Q21_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ	ΌΧΙ
#14	Q21_	BE_S	131,1mA	133,6mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#15	Q21_	CE_S	133,1mA	133,6mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#16	Q21_	C_O	2,025mA	2,017mA	8,317μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#17	Q21_	B_O	2,027mA	2,013mA	13,84μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#18	Q21_	E_O	13,90mA	770,8μA	13,18mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#19	Q22_	BC_S	13,94mA	754,7μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#20	Q22_	BE_S	131,1mA	133,4mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#21	Q22_	CE_S	13,94mA	754,7μA	13,672mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#22	Q22_	C_O	116,8mA	117,2mA	579μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#23	Q22_	B_O	67,88mA	68,31mA	580,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#24	Q22_	E_O	132,8mA	133,2mA	578,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#25	Q27_	BC_S	1,398A	1,401A	539,6μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#26	Q27_	BE_S	13,97mA	754,6μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#27	Q27_	CE_S	3,165mA	3,779mA	613,7μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#28	Q27_	C_O	2,024mA	2,009mA	146,1μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#29	Q27_	B_O	2,188mA	2,016mA	183,5μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#30	Q27_	E_O	13,97mA	781,1μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#31	Q30_	BC_S	2,052mA	2,052mA	6,156μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#32	Q30_	BE_S	2,051mA	2,056mA	4,309μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI
#33	Q30_	CE_S	1,851A	1,851A	519μA	NAI	ΌΧΙ	ΌΧΙ	NAI

#34	Q30_	C_O	2,052mA	2,055mA	3,708µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#35	Q30_	B_O	2,038mA	2,034mA	1,355µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#36	Q30_	E_O	2,046mA	2,054mA	7,583µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#37	Q32_	BC_S	2,051mA	2,058mA	6,156µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#38	Q32_	BE_S	2,597mA	2,553mA	43,56µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#39	Q32_	CE_S	2,054mA	2,06mA	6,349µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#40	Q32_	C_O	2,200mA	2,012mA	189,9µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#41	Q32_	B_O	2,169mA	2,007mA	162,9µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#42	Q32_	E_O	4,582mA	5,196mA	613,8µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#43	Q31_	BC_S	13,96mA	773,8µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#44	Q31_	BE_S	2,601mA	2,610mA	9,114µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#45	Q31_	CE_S	13,96mA	772,7µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#46	Q31_	C_O	2,071mA	2,079mA	8,113µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#47	Q31_	B_O	2,063mA	2,071mA	6,956µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#48	Q31_	E_O	2,065mA	2,017mA	8,954µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#49	Q33_	BC_S	1,711A	1,716A	561,5µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#50	Q33_	BE_S	13,92mA	734,7µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#51	Q33_	CE_S	7,328mA	7,341mA	4,532µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#52	Q33_	C_O	2,004mA	2,002mA	20,76µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#53	Q33_	B_O	2,001mA	1,998mA	36,36µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#54	Q33_	E_O	13,92mA	736,2µA	13,67µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#55	Q26_	BC_S	764,9mA	764,7mA	563,3µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#56	Q26_	BE_S	2,363mA	1,971mA	392,4µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#57	Q26_	CE_S	810,2mA	810,7mA	561,7µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#58	Q26_	C_O	2,559mA	3,172mA	612,8µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#59	Q26_	B_O	2,064mA	2,072mA	8,23µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#60	Q26_	E_O	2,053mA	2,06mA	6,199µA	NAI	'OXI	'OXI	NAI
#61	Q23_	BC_S	794,9mA	793,7mA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#62	Q23_	BE_S	793,2µA	193,4µA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#63	Q23_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,166µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#64	Q23_	C_O	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#65	Q23_	B_O	25,12mA	12mA	13,12µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#66	Q23_	E_O	25,59mA	12mA	13,12µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#67	Q34_	BC_S	2,034mA	2,031mA	3,090µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#68	Q34_	BE_S	13,94mA	751,2µA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#69	Q34_	CE_S	2,034mA	2,031mA	3,09µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI
#70	Q34_	C_O	2,053mA	2,060mA	3,105µA	'OXI	'OXI	'OXI	'OXI

#71	Q34_	B_O	7,447mA	6,821mA	617,3µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#72	Q34_	E_O	6,237mA	6,861mA	616,1µA	NAI	NAI	NAI	NAI
#73	Q24_	BC_S	24,39mA	11,98mA	12,41mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#74	Q24_	BE_S	793,2µA	793,4µA	105nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#75	Q24_	CE_S	25,09mA	12mA	13,09mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#76	Q24_	C_O	778,2µA	778,2µA	90,27nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#77	Q24_	B_O	780,5µA	780,1µA	516,6nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#78	Q24_	E_O	775,4µA	775,6µA	103,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#79	Q36_	BC_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#80	Q36_	BE_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#81	Q36_	CE_S	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#82	Q36_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#83	Q36_	B_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#84	Q36_	E_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#85	Q38_	BC_S	785,4µA	785,4µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#86	Q38_	BE_S	786,4µA	786,3µA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#87	Q38_	CE_S	786,3µA	786,1µA	182,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#88	Q38_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#89	Q38_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#90	Q38_	E_O	782,7µA	782,7µA	131,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#91	Q37_	BC_S	786,4µA	786,4µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#92	Q37_	BE_S	785,4µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#93	Q37_	CE_S	786,3µA	786,1µA	178,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#94	Q37_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#95	Q37_	B_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#96	Q37_	E_O	785,7µA	785,7µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#97	Q39_	BC_S	2,543mA	2,543mA	55,97nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#98	Q39_	BE_S	786,4µA	786,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#99	Q39_	CE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#100	Q39_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#101	Q39_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#102	Q39_	E_O	785,3µA	785,7µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#103	Q40_	BC_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#104	Q40_	BE_S	786,4µA	786,3µA	178,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#105	Q40_	CE_S	2,564mA	2,564mA	10,40pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#106	Q40_	C_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#107	Q40_	B_O	785,3µA	785,3µA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#108	Q40_	E_O	785,3µA	785,3µA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#109	Q25_	BC_S	2,568mA	2,568mA	31,61pA	NAI	NAI	NAI	NAI
#110	Q25_	BE_S	2,557mA	2,557mA	31,76nA	NAI	NAI	NAI	NAI

#111	Q25_	CE_S	29,51mA	29,51mA	47,69nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#112	Q25_	C_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#113	Q25_	B_O	785,3μA	785,3μA	149,5nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#114	Q25_	E_O	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#115	Q35_	BC_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#116	Q35_	BE_S	2,034mA	2,031mA	2,92μA	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ
#117	Q35_	CE_S	13,96mA	772,7μA	13,19mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#118	Q35_	C_O	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ
#119	Q35_	B_O	13,96mA	772,7μA	13,19mA	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ
#120	Q35_	E_O	2,037mA	2,037mA	298,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#121	R5	BPAXYKYKΛΩMA	2,037mA	2,037mA	298,8nA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#122		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,160mA	793,5μA	1,367mA	NAI	ΉΧΙ	NAI	NAI
#123	R1	BPAXYKYKΛΩMA	2,053mA	2,054mA	365,4nA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#124		ANOIXTO KYKΛΩMA	4,582mA	5,196mA	613,8μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#125	R2	BPAXYKYKΛΩMA	4,106mA	4,115mA	9,095μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#126		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,026mA	2,025mA	4,379μA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#127	R3	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,033mA	1,247μA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#128		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,037mA	2,025mA	12,46μA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#129	R4	BPAXYKYKΛΩMA	3,035mA	3,034mA	29,83μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#130		ANOIXTO KYKΛΩMA	13,92mA	736,2μA	13,67mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#131	R7	BPAXYKYKΛΩMA	2,314mA	2,301mA	13,14mA	NAI	ΉΧΙ	ΉΧΙ	NAI
#132		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,53mA	20,60mA	150nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#133	R8	BPAXYKYKΛΩMA	2,028mA	2,025mA	3,078μA	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ
#134		ANOIXTO KYKΛΩMA	20,82mA	20,55mA	2,023μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#135	R9	BPAXYKYKΛΩMA	27,25mA	27,25mA	2,832μA	NAI	NAI	NAI	ΉΧΙ
#136		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,082mA	2,025mA	3,079μA	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ	ΉΧΙ

#137	R6	BPAXYKYKΛΩMA	2,128mA	2,011mA	92,43μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#138		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,035mA	2,033mA	1,615μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#139	R5	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	2,920μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#140		ANOIXTO KYKΛΩMA	3,98mA	793,1μA	13,18mA	NAI	NAI	NAI	NAI
#141	R11	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#142		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,028mA	2,025mA	3,092μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#143	R10	BPAXYKYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,090μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#144		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,008mA	2,005mA	3,064μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#145	R15	BPAXYKYKΛΩMA	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#146		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,3μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#147	R16	BPAXYKYKΛΩMA	910,2μA	910,3μA	147,4nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#148		ANOIXTO KYKΛΩMA	797,8μA	797,9μA	252,1nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#149	R17	BPAXYKYKΛΩMA	785,4μA	785,4μA	1,489nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#150		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,543mA	2,543mA	14,11nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#151	D1	BPAXYKYKΛΩMA	2,057mA	2,057mA	77,69nA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#152		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,2μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#153	D2	BPAXYKYKΛΩMA	785,6μA	785,5μA	152,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#154		ANOIXTO KYKΛΩMA	785,3μA	785,5μA	150,2nA	NAI	NAI	NAI	NAI
#155	C1	BPAXYKYKΛΩMA	2,533mA	3,199mA	615,6μA	NAI	ΌXI	ΌXI	NAI
#156		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI
#157	C2	BPAXYKYKΛΩMA	2,035mA	2,028mA	6,226μA	NAI	NAI	NAI	NAI
#158		ANOIXTO KYKΛΩMA	2,034mA	2,031mA	3,09μA	ΌXI	ΌXI	ΌXI	ΌXI

Πίνακας Παραρτήματος 5 : Αναλυτικός Πίνακας Σφαλμάτων για 20% ανοχή