

Εργασία 2: FMEA σε ένα πραγματικό σύστημα

Έκδοση v4.0

Αξιοπιστία Συστημάτων 2024-2025

1. Failure Mode Effects Analysis

Η ανάλυση **Failure Mode Effects Analysis (FMEA)** χρησιμοποιείται ευρύτατα σε πολλά πεδία για να ταυτοποιήσει τις πιθανές αποτυχίες ενός εξαρτήματος, ενός υποσυστήματος ή/και ενός συστήματος. Οι αποτυχίες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη σοβαρότητα τους και μελετούνται οι επιπτώσεις τις κάθε αποτυχία σε τοπικό και σε υψηλότερο επίπεδο λογικής (συνήθως συστήματος). Τέλος, με βάση τα παραπάνω και εάν μια αποτυχία ταυτοποιηθεί ως **κρίσιμη**, θα πρέπει να δημιουργηθεί μια λίστα με τα **κρίσιμα αντικείμενα** και (όπου είναι εφικτό) να καταγραφούν προτάσεις οι οποίες είτε θα εξαλείφουν είτε θα μειώνουν τη σοβαρότητα της αποτυχίας.

Ως κρίσιμο αντικείμενο ορίζουμε οποιαδήποτε αποτυχία, η οποία:

- είτε έχει καταστροφική σοβαρότητα
- είτε έχει μεγάλη ή κρίσιμη σοβαρότητα ΚΑΙ είναι single point of failure (single point of failure είναι ένα αντικείμενο το οποίο εάν αποτύχει θα οδηγήσει στη δυσλειτουργία ή μη-λειτουργία του συστήματος)

Για τη συγκεκριμένη εργαστηριακή άσκηση, θα υλοποιηθεί μια ανάλυση FMEA η οποία θα πρέπει να περιέχει τις στήλες που περιγράφονται στον **Πίνακα 1**.

Για τον ορισμό της **σοβαρότητας**, θα χρησιμοποιηθεί ο ορισμός του προτύπου ECSS-Q-ST-30-02C, ο οποίος φαίνεται στον **Πίνακα 2**. Στην στήλη της σοβαρότητας, ανάλογα με τις επιπτώσεις τις κάθε αποτυχίας, να συμπληρωθεί το αντίστοιχο επίπεδο της σοβαρότητας από 1 έως 4. Η σοβαρότητα μιας αποτυχίας καθορίζεται χωρίς να λαμβάνουμε υπόψιν τυχόν υπάρχοντα μέτρα αντιμετώπισης των συνεπειών.

Πίνακας 1: Στήλες FMEA προς συμπλήρωση για την άσκηση

Όνομα στήλης	Περιγραφή στήλης
Identification Number	Αριθμός ταυτοποίησης της αποτυχίας
Item/Block	Αντικείμενο/υποσύστημα/λειτουργία που εξετάζεται
Function	Η λειτουργία του παραπάνω στο σύστημα
Failure Mode	Τρόπος με τον οποίο αποτυγχάνει
Failure Cause	Η αιτία αποτυχίας
Mission Phase	Σε ποια χρονική στιγμή εξετάζεται η αποτυχία
Failure Effects (Local)	Οι συνέπειες της αποτυχίας σε τοπικό επίπεδο
Failure Effects (End)	Οι συνέπειες της αποτυχίας σε ανώτερα επίπεδα
Severity	Η σοβαρότητα της αποτυχίας, όπως ορίζεται παρακάτω
Failure Detection	Τρόποι εντοπισμού αποτυχίας που προϋπάρχουν
Compensating provisions	Υπάρχουσες μέθοδοι για τη αντιμετώπιση των συνεπειών
Recommendations	Προτάσεις για την υλοποίηση νέων προστατευτικών μεθόδων
Remarks	Οποιοδήποτε άλλο σχόλιο.

Πίνακας 2: Ορισμός σοβαρότητας για την ανάλυση

Κατηγορία	Επίπεδο	Επιπτώσεις
Καταστροφική	1	1. Απώλεια ανθρώπινης ζωής, μόνιμη αναπηρία σε άνθρωπο. 2. Βλαβερές επιπτώσεις για το περιβάλλον 3. Απώλεια του συστήματος
Κρίσιμη	2	1. Τραυματισμός ανθρώπου, συμπεριλαμβανόμενης της προσωρινής αναπηρίας. 2. Μεγάλες επιπτώσεις για το περιβάλλον. 3. Καταστροφή δημόσιας ή ιδιωτικής περιουσίας. 4. Αδυναμία υλοποίησης αποστολής, με ή χωρίς ζημιές στο σύστημα.
Μεγάλη	3	Σημαντική υποβάθμιση της αποστολής
Μικρή/Αμελητέα	4	Μικρή υποβάθμιση της αποστολής

2. Προτεινόμενα θέματα

Η κάθε ομάδα θα επιλέξει ένα από τα παρακάτω συστήματα και θα τα αναλύσει, χρησιμοποιώντας όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες που παρέχονται στους φοιτητές (διαφάνειες μαθήματος, κατάλογος CFDA και ελεύθερα παραδείγματα στο διαδίκτυο).

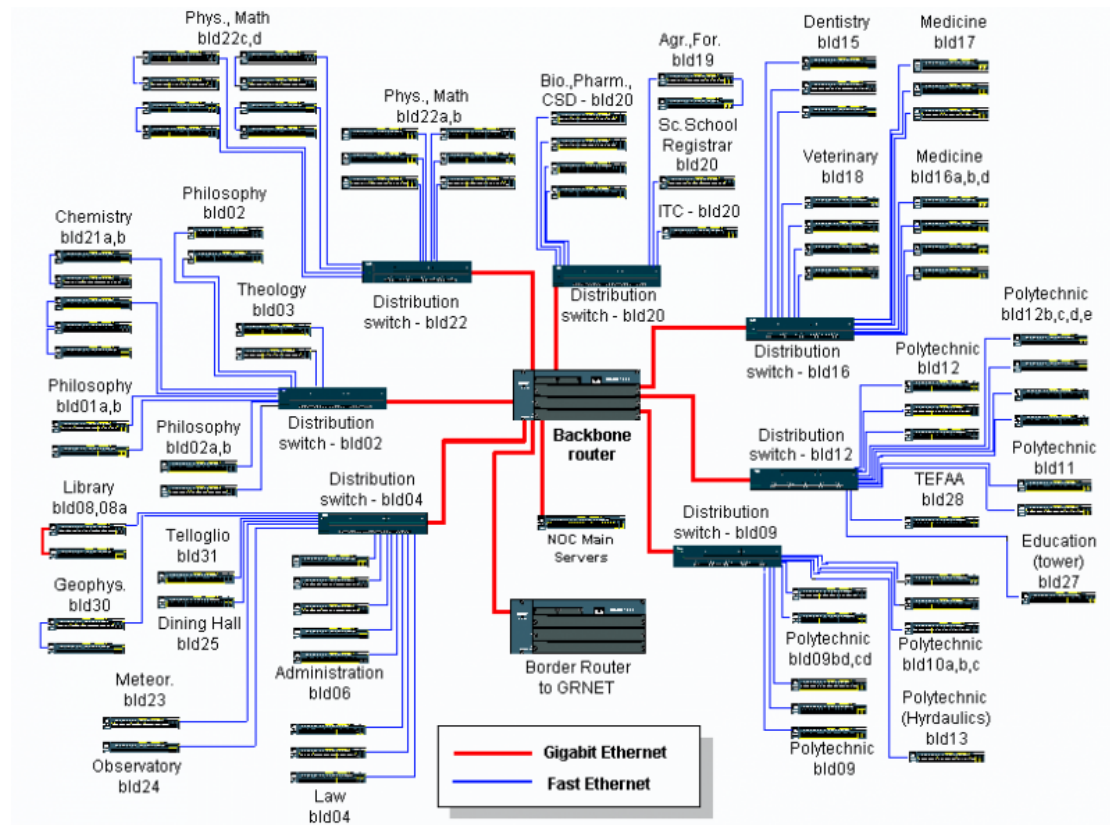
2.1. Το δίκτυο δεδομένων του ΑΠΘ (AUTHnet)

Το δίκτυο δεδομένων του ΑΠΘ αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα δίκτυα δεδομένων της κλάσης του στην Ευρώπη. Εξυπηρετεί κυρίως τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. **Ιεραρχικά**, μπορούμε να σπάσουμε το δίκτυο σε τρία τμήματα:

1. Το δίκτυο κορμού
2. Το δίκτυο δεδομένων
3. Το δίκτυο πρόσβασης

Λεπτομέρειες και η αναλυτική αρχιτεκτονική του δικτύου για την ανάλυση μπορούν να βρεθούν [εδώ](#).

Για αυτή την άσκηση, θα μελετήσετε το δίκτυο κορμού και του δίκτυο διανομής του ΑΠΘ, όπου οι τοπικές επιπτώσεις είναι σε επίπεδο υποσυστήματος και οι (πιθανές) τελικές επιπτώσεις θα είναι σε επίπεδο του συνολικού δικτύου δεδομένων του ΑΠΘ. Τα βασικά εξαρτήματα στα τρία υποδίκτυα είναι τα switches, τα routers, ο κεντρικός δρομολογητής και οι καλωδιώσεις. Δώστε προσοχή και στις διασυνδέσεις/καλωδιώσεις των εξαρτημάτων, καθώς και αυτές μπορούν να αποτύχουν (*και μάλιστα για διαφορετικό αίτιο, οπτικές ίνες vs χαλκός*). Διαβάστε και τις γενικές οδηγίες στο τέλος.



Εικόνα 1: Το δίκτυο διανομής του ΑΠΘ

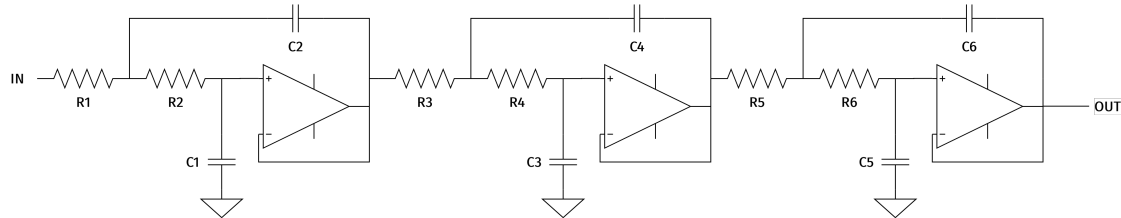
2.2. Ο Νανοδορυφόρος OreSat-0

Το **Oresat-0** είναι ένας 1U νανοδορυφόρος από το Όρεγκον. Διαβάζοντας πληροφορίες για το δορυφόρο [εδώ](#) και χρησιμοποιώντας το *OreSat Block Diagram* στη [σελίδα της αποστολής](#), μελετήστε τις πιθανές αποτυχίες κάθε υποσυστήματος καθώς και τις επιπτώσεις τους σε επίπεδο συστήματος.

Αξιοποιήστε την [ιστοσελίδα](#) και τις πηγές για την αποστολή, καθώς και τον κατάλογο Catalogue For Dependability Analysis (CFDA) που βρίσκεται στο e-learning. Μην ξεχάσετε να εξετάσετε και τις συνδέσεις, ειδικά σε επίπεδο συστήματος. Διαβάστε και τις γενικές οδηγίες στο τέλος.

2.3. Χαμηλοπερατό φίλτρο Butterworth

Για ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών καλούμαστε να υλοποιήσουμε και να χρησιμοποιήσουμε φίλτρα. Στην **Εικόνα 2** φαίνεται ένα κλασσικό παράδειγμα ενός τέτοιου φίλτρου, τύπου Butterworth.



Εικόνα 2: Ένα τυπικό χαμηλοπερατό φίλτρο Butterworth

Πίνακας 3: Στοιχεία του κυκλώματος Butterworth

Αντίσταση	Τιμή	Πυκνωτής	Τιμή
R1	411.9 Ω	C1	100 nF
R2	411.9 Ω	C2	1.5 μ F
R3	112.5 Ω	C3	2 μ F
R4	112.5 Ω	C4	2 μ F
R5	153.7 Ω	C5	1.1 μ F
R6	153.7 Ω	C6	1 μ F

Για να πραγματοποιήσουμε μια ανάλυση FMEA σε αυτό το κύκλωμα, θα πρέπει να γνωρίζουμε πως λειτουργεί. Πέρα από βιβλιογραφία σχετικά με τα φίλτρα ή αναλυτικούς υπολογισμούς, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν προσομοιωτή όπως είναι το SPICE, το Multisim ή το **Falstad**. Το τελευταίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εξής:

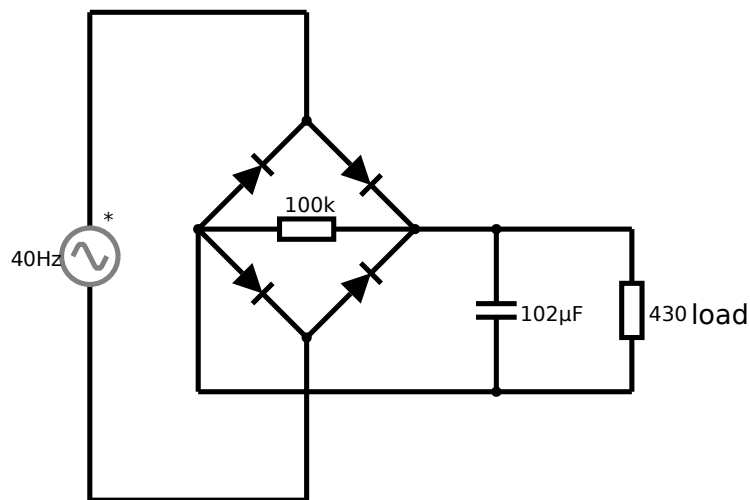
1. Κατευθυνόμαστε στην ιστοσελίδα του **Falstad Circuit Simulator**.
2. Από το μενού επιλέγουμε διαδοχικά **Circuits** -> **Active Filters** -> **Butterworth Low-Pass**.
3. Στην οθόνη εμφανίζεται το επιθυμητό μας κύκλωμα, όπως το ορίσαμε στην **Εικόνα 2**.
4. Μπορούμε να παίξουμε και τον ήχο στην έξοδο του φίλτρου, με την επιλογή **Play Audio** στα δεξιά της οθόνης.

Για αυτή την άσκηση, θα πραγματοποιήσετε ανάλυση FMEA για το παραπάνω κύκλωμα Butterworth. Θα πρέπει να εξερευνήσετε όλες τις πιθανές αποτυχίες για τα εξαρτήματα μέχρι και το τέλος του δεύτερου τελεστικού ενισχυτή (όλα τα εξαρτήματα πριν την αντίσταση R5), σύμφωνα με το Catalogue for Dependability Analysis (CFDA). Στην περίπτωση

που δεν καταφέρετε να καταγράψετε αρκετές αποτυχίες στις πρώτες δύο βαθμίδες (για περισσότερες πληροφορίες, διαβάστε τις γενικές οδηγίες στο τέλος), μπορείτε να εξετάσετε και την τελευταία βαθμίδα (από την αντίσταση R5 και μετά). Δώστε προσοχή στις επιπτώσεις τις κάθε αποτυχίας και καταγράψτε τις με ακρίβεια. Μελετήστε τις επιπτώσεις της κάθε αποτυχίας στο σύνολο του κυκλώματος.

2.4. Ανορθωτής πλήρους κύματος με φίλτρο

Για έναν σημαντικό αριθμό εφαρμογών καλούμαστε να υλοποιήσουμε και να χρησιμοποιήσουμε ανορθωτές. Στην **Εικόνα 3** φαίνεται ένα παράδειγμα ανορθωτή πλήρους κύματος με φίλτρο (Full-wave rectifier with filter).



Εικόνα 3: Ένας τυπικός ανορθωτής πλήρους κύματος με φίλτρο

Σε αντιστοιχία με την προηγούμενη άσκηση, μπορούμε να πραγματοποιήσουμε μια Failure Mode & Effects Analysis σε επίπεδο κυκλώματος, όμως αρχικά θα πρέπει να γνωρίζουμε πως λειτουργεί. Πέρα από βιβλιογραφία σχετικά με τα ανορθωτές ή αναλυτικούς υπολογισμούς, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν προσομοιωτή όπως είναι το SPICE, το Multisim ή το **Falstad**. Το τελευταίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εξής:

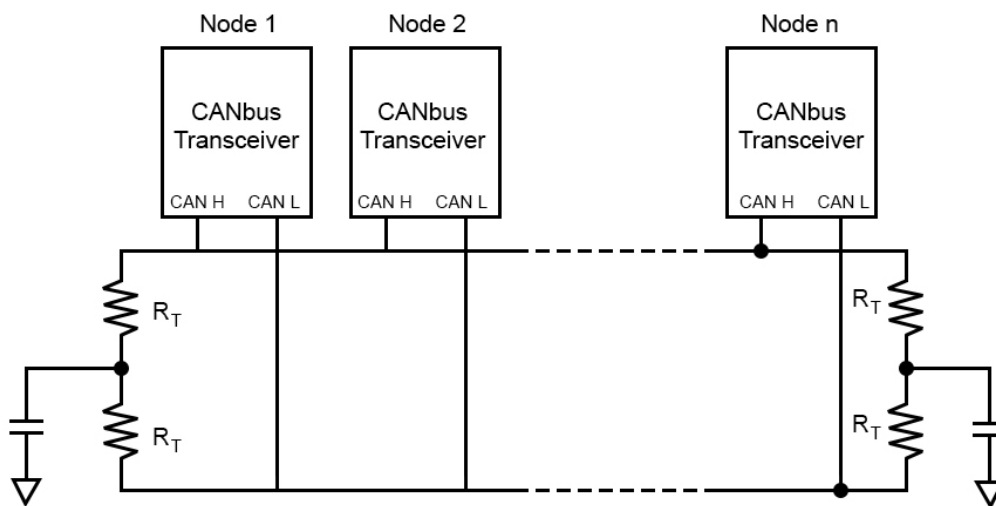
1. Κατευθυνόμαστε στην ιστοσελίδα του **Falstad Circuit Simulator**.

2. Από το μενού επιλέγουμε διαδοχικά **Circuits** -> **Diodes** -> **Full Wave Rectifier /w Filter**.
3. Προσθέστε στο κύκλωμα την αντίσταση R όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3** και θέστε την ίση με 100kΩ.
4. Στην οθόνη εμφανίζεται το επιθυμητό μας κύκλωμα, όπως το ορίσαμε στην **Εικόνα 2**.

Για αυτή την άσκηση, θα πραγματοποιήσετε ανάλυση FMEA για το παραπάνω κύκλωμα ανορθωτή πλήρους κύματος. Θα πρέπει να εξερευνήσετε όλες τις πιθανές αποτυχίες για τα εξαρτήματα εκτός της αντίστασης φορτίου (load), σύμφωνα με το Catalogue for Dependability Analysis (CFDA). Δώστε προσοχή στις επιπτώσεις τις κάθε αποτυχίας και καταγράψτε τις με ακρίβεια. Μελετήστε τις επιπτώσεις της κάθε αποτυχίας στο σύνολο του κυκλώματος.

2.5. CAN Bus

Το CAN Bus είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας που επιτρέπει σε διαφορετικούς κόμβους - που ανταποκρίνονται σε συσκευές - ενός δικτύου να επικοινωνούν μεταξύ τους ενώ είναι συνδεδεμένα σε μία κοινή γραμμή, εξαλείφοντας την ανάγκη για περίπλοκες και κοστοβόρες συνδεσμολογίες. Κάθε φορά που διαφορετικοί κόμβοι θέλουν να στείλουν ταυτόχρονα ένα μήνυμα, μόνο ο κόμβος του οποίου το μήνυμα έχει την μεγαλύτερη προτεραιότητα επιτρέπεται να εκπέμπει (masterless scheme).



Εικόνα 4: Τυπική συνδεσμολογία

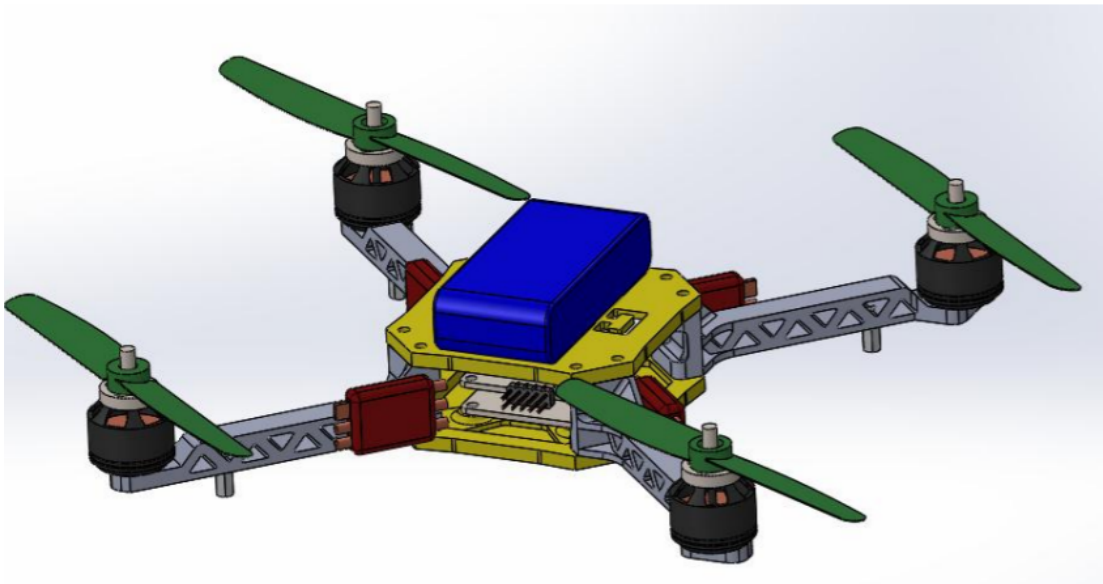
Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι να αναλύσετε τις πιθανές αποτυχίες του πρωτοκόλλου σε ένα επικοινωνιακό δίκτυο με **τρεις συνδεδεμένους κόμβους**. Σαν βασικά εξαρτήματα μπορείτε να θεωρήσετε τους κόμβους (τον κάθε έναν ξεχωριστά) καθώς και τις καλωδιώσεις.

Για επιπρόσθετες πληροφορίες μπορείτε να ανατρέξετε στις ακόλουθες πηγές:

- [CAN Bus Explained - A Simple Intro](#)
- [Introduction to the Controller Area Network \(CAN\)](#)

2.6. Το Drone του πανεπιστημίου Dumlupinar

Τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη — ή κοινώς drones — βρίσκουν πληθώρα εφαρμογών σε τομείς όπως η ψυχαγωγία και η ασφάλεια. Στη συγκεκριμένη εργασία θα μελετηθεί το drone που σχεδιάστηκε από το πανεπιστήμιο του Dumlupinar και του οποίου ο σχεδιασμός μπορεί [να βρεθεί εδώ](#).



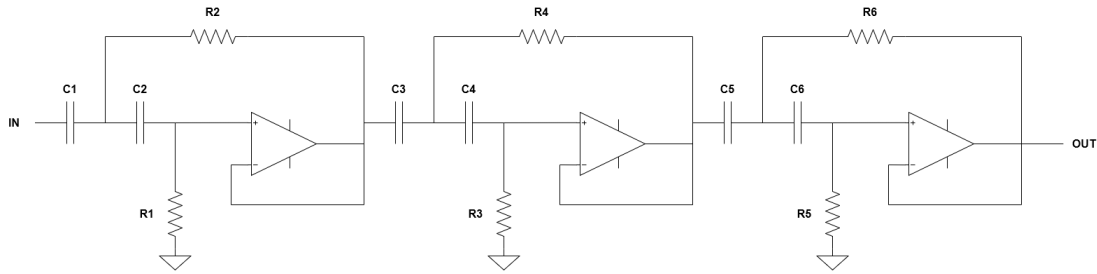
Εικόνα 5: Σχεδιασμός drone

Στο πλαίσιο της εργασίας αρκεί να αναλυθούν τα failure modes των βασικών εξαρτημάτων του drone, όπως το γυροσκόπιο, το μαγνητόμετρο, τον μικροεπεξεργαστή, τη

μπαταρία κτλ. Να οριστούν οι επιπτώσεις αυτών σε επίπεδο συστήματος, υποσυστήματος και εξαρτήματος. Ιδιαίτερως χρήσιμες μπορεί να φανούν οι σελίδες του 39-47 του εγγράφου που δόθηκε.

2.7. Υψηλερατό φίλτρο Butterworth

Στην **Εικόνα 6** φαίνεται ένα παράδειγμα ενός υψηλερατού φίλτρου, τύπου Butterworth.



Εικόνα 6: Ένα τυπικό χαμηλοπερατό φίλτρο Butterworth

Πίνακας 4: Στοιχεία του κυκλώματος Butterworth

Αντίσταση	Τιμή	Πυκνωτής	Τιμή
R1	13.5 kΩ	C1	10 nF
R2	902.2 Ω	C2	8.7 nF
R3	1.1 kΩ	C3	100 nF
R4	363.3 Ω	C4	26.8 nF
R5	1.1 kΩ	C5	100 nF
R6	529.4 Ω	C6	19 nF

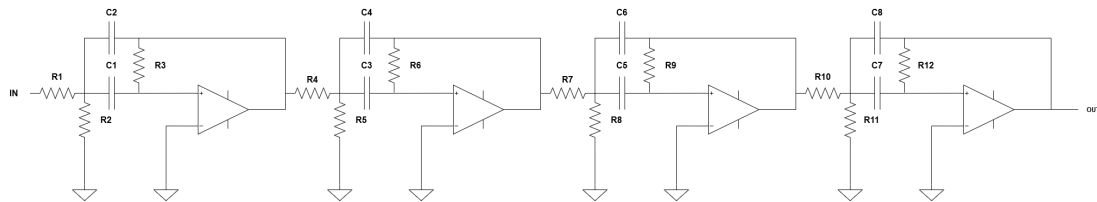
Για να πραγματοποιήσουμε μια ανάλυση FMEA σε αυτό το κύκλωμα, θα πρέπει να γνωρίζουμε πως λειτουργεί. Πέρα από βιβλιογραφία σχετικά με τα φίλτρα ή αναλυτικούς υπολογισμούς, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν προσομοιωτή όπως είναι το SPICE, το Multisim ή το **Falstad**. Το τελευταίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εξής:

1. Κατευθυνόμαστε στην ιστοσελίδα του **Falstad Circuit Simulator**.
2. Από το μενού επιλέγουμε διαδοχικά **Circuits** -> **Active Filters** -> **Butterworth High-Pass**.
3. Στην οθόνη εμφανίζεται το επιθυμητό μας κύκλωμα, όπως το ορίσαμε στην **Εικόνα 6**.
4. Μπορούμε να παίξουμε και τον ήχο στην έξοδο του φίλτρου, με την επιλογή **Play Audio** στα δεξιά της οθόνης.

Για αυτή την άσκηση, θα πραγματοποιήσετε ανάλυση FMEA για το παραπάνω κύκλωμα Butterworth. Θα πρέπει να εξερευνήσετε όλες τις πιθανές αποτυχίες για τα εξαρτήματα μέχρι και το τέλος του δεύτερου τελεστικού ενισχυτή (όλα τα εξαρτήματα πριν τον πυκνωτή C5), σύμφωνα με το Catalogue for Dependability Analysis (CFDA). Στην περίπτωση που δεν καταφέρετε να καταγράψετε αρκετές αποτυχίες στις πρώτες δύο βαθμίδες (για περισσότερες πληροφορίες, διαβάστε τις γενικές οδηγίες στο τέλος), μπορείτε να εξετάσετε και την τελευταία βαθμίδα (από τον πυκνωτή C5 και μετά). Δώστε προσοχή στις επιπτώσεις τις κάθε αποτυχίας και καταγράψτε τις με ακρίβεια. Μελετήστε τις επιπτώσεις της κάθε αποτυχίας στο σύνολο του κυκλώματος.

2.8. Ζωνοπερατό φίλτρο Butterworth

Στην **Εικόνα 7** φαίνεται ένα παράδειγμά ενός ζωνοπερατού φίλτρου, τύπου Butterworth.



Εικόνα 7: Ένα τυπικό χαμηλοπερατό φίλτρο Butterworth

Πίνακας 5: Στοιχεία του κυκλώματος Butterworth

Αντίσταση	Τιμή	Πυκνωτής	Τιμή
R1	3.9 kΩ	C1	8.2 nF
R2	915.3 Ω	C2	10 nF
R3	74.1 kΩ	C3	63.8 nF
R4	1.6 kΩ	C4	100 nF
R5	277.1 Ω	C5	63.8 nF
R6	4 kΩ	C6	100 nF
R7	1.9 kΩ	C7	82.3 nF
R8	343.1 Ω	C8	100 nF
R9	5 kΩ		
R10	5.5 kΩ		
R11	124.6 Ω		
R12	12.2 kΩ		

Για να πραγματοποιήσουμε μια ανάλυση FMEA σε αυτό το κύκλωμα, θα πρέπει να γνωρίζουμε πώς λειτουργεί. Πέρα από βιβλιογραφία σχετικά με τα φίλτρα ή αναλυτικούς υπολογισμούς, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν προσομοιωτή όπως είναι το SPICE, το Multisim ή το **Falstad**. Το τελευταίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εξής:

1. Κατευθυνόμαστε στην ιστοσελίδα του **Falstad Circuit Simulator**.
2. Από το μενού επιλέγουμε διαδοχικά **Circuits** -> **Active Filters** -> **Butterworth Band-Pass**.
3. Στην οθόνη εμφανίζεται το επιθυμητό μας κύκλωμα, όπως το ορίσαμε στην **Εικόνα 7**.
4. Μπορούμε να παίξουμε και τον ήχο στην έξοδο του φίλτρου, με την επιλογή **Play Audio** στα δεξιά της οθόνης.

Για αυτή την άσκηση, θα πραγματοποιήσετε ανάλυση FMEA για το παραπάνω κύκλωμα Butterworth. Θα πρέπει να εξερευνήσετε όλες τις πιθανές αποτυχίες για τα εξαρτήματα μέχρι και το τέλος του δεύτερου τελεστικού ενισχυτή (όλα τα εξαρτήματα πριν την αντίσταση R7), σύμφωνα με το Catalogue for Dependability Analysis (CFDA). Στην περίπτωση που δεν καταφέρετε να καταγράψετε αρκετές αποτυχίες στις πρώτες δύο βαθμίδες (για περισσότερες πληροφορίες, διαβάστε τις γενικές οδηγίες στο τέλος), μπορείτε να εξετάσετε και τις υπόλοιπες (από την αντίσταση R7 και μετά), σημειώνοντας στην αναφορά πόσες από τις βαθμίδες έχετε εξετάσει. Δώστε προσοχή στις επιπτώσεις τις κάθε αποτυχίας και καταγράψτε τις με ακρίβεια. Μελετήστε τις επιπτώσεις της κάθε αποτυχίας στο σύνολο του κυκλώματος.

2.9. Artemis CubeSat Kit

Ένα από τα πλεονεκτήματα των δορυφόρων τύπου CubeSat είναι η προσιτή διεκπεραίωση διαστημικών αποστολών. Ταυτόχρονα, λόγω της απλότητάς τους, συνίστανται για εκπαιδευτικές χρήσεις. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά εκμεταλλεύτηκε η λέσχη αεροδιαστημικής του πανεπιστημίου της Χαβάν, προσφέροντας το **Artemis CubeSat Kit**, ένα kit για εκπαιδευτική χρήση. Υποθέστε ότι εργάζεστε πάνω σε μία αποστολή που κάνει χρήση του παραπάνω kit ως έχει, χωρίς προσθήκες. Στα πλαίσια της αποστολής, καλείστε να καταγράψετε τις πιθανές αποτυχίες κάθε υποσυστήματος, καθώς και τις επιπτώσεις τους σε επίπεδο συστήματος.

Αξιοποιήστε την **ιστοσελίδα** του εγχειρίματος, καθώς και τον κατάλογο Catalogue For Dependability Analysis (CFDA) που βρίσκεται στο e-learning. Μην ξεχάσετε να εξετάσετε και τις συνδέσεις, χρήσιμη πηγή για τις οποίες είναι οι **οδηγίες χρήσης του kit**, ειδικά σε επίπεδο συστήματος. Διαβάστε και τις γενικές οδηγίες στο τέλος.

3. Οδηγίες χρήσης

- Οι εργασίες είναι **ομαδικές**. Οι ομάδες των υπολογιστικών εργασιών είναι ίδιες με αυτές των βιβλιογραφικών εργασιών.
- Μια ανάλυση FMEA στα πλαίσια αυτής της άσκησης θεωρείται ικανοποιητική εφόσον μελετάει **περίπου 50 αποτυχίες**.
- Για περίπλοκα συστήματα (π.χ. **2.2, 2.9...**) ο αριθμός αποτυχιών μπορεί να είναι **ελαφρώς** μεγαλύτερος, αλλά για τους εκπαιδευτικούς σκοπούς της άσκησης συνιστάται η ανάλυση να λαμβάνει υπόψιν τα διάφορα υποσυστήματα/εξαρτήματα ενός συστήματος, παρά να επικεντρώνεται σε ένα μόνο εξάρτημα.
- Για την υλοποίηση του πίνακα που απαιτείται για την ανάλυση FMEA προτείνεται η χρήση ενός προγράμματος υπολογιστικών φύλλων, όπως το Microsoft Excel, το LibreOffice Calc ή το Google Sheets.
- Εάν για κάποιο λόγο δεν μπορείτε να ταυτοποιήσετε αρκετές αποτυχίες μπορείτε να συμπεριλάβετε και αποτυχίες που αφορούν διαδικασίες Manufacturing, Assembly, Integration and Testing ή/και Human errors (στο φύλλο "MAIT" και "Human" στον κατάλογο Catalogue for Dependability Analysis).
- Ο πίνακας θα πρέπει να είναι ευανάγνωστος και να έχει συνοχή σε όλη την έκτασή του. Συνιστάται η δημιουργία ενός αρχικού template στο πρόγραμμα υπολογιστικών φύλλων πριν την έναρξη της συμπλήρωσης του πίνακα.
- Συνιστάται ο πίνακας που θα δημιουργηθεί να ακολουθεί τις διαστάσεις που ορίζονται στο πρότυπο **ISO 216**. Συνήθως χρησιμοποιείται μέγεθος **A3** ή **A4**.
- Τα παραδοτέα κομμάτια της εργασίας είναι:
 - (a) Το αρχείο των υπολογιστικών φύλλων που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση (σε μορφή **.xlsx** ή **.ods**)
 - (b) Μία αναφορά (σε μορφή **.pdf** ή αντίστοιχη) στην οποία:
 - a) Θα περιγράφεται σε 1-2 σελίδες το σύστημα προς μελέτης και οι λειτουργίες του.
 - b) Θα αναφέρονται οι υποθέσεις της ανάλυσης FMEA που χρησιμοποιήθηκαν (μια αποτυχία τη φορά, η κλίμακα σοβαρότητας που χρησιμοποιήθηκε, ο ορισμός των κρίσιμων αντικειμένων κ.α.).
 - c) Θα αναφέρονται οι αριθμοί ταυτοποίησης των κρίσιμων αντικειμένων.

- d) Θα αναφέρονται συνοπτικά στατιστικά από την ανάλυση (Αριθμός αποτυχιών, αριθμός κρίσιμων αντικειμένων, ποσοστιαίες αναπαραστάσεις σχετικά με την σοβαρότητα κ.α.).
 - e) Θα γίνεται ένας μικρός επίλογος όπου θα αναφέρεται κάποιο αξιοσημείωτο εύρημα της ανάλυσης FMEA.
- Αν και ενθαρρύνεται η συνεργασία, απαγορεύεται η αντιγραφή κώδικα και αναφορών.
 - Για οποιαδήποτε ερώτηση ή πρόβλημα, επικοινωνήστε μαζί μας ελεύθερα στο forum του μαθήματος ή μέσω e-mail.

4. Χρήσιμο Υλικό

Για την υλοποίηση της άσκησης θα χρειαστείτε το παρακάτω υλικό, το οποίο είναι διαθέσιμο στο e-learning του μαθήματος:

1. Catalogue For Dependability Analysis (**CFDA.ASTR.LI.00001-CFDA_CatalogueV2.xlsx**)
2. ECSS-Q-ST-30-02C Failure modes, effects (and criticality) analysis (FMEA/FMECA) – 6 March 2009 (**ECSS-Q-ST-30-02C.pdf**)
3. Διάλεξη και διαφάνειες για FMEA/FTA (**08_FMEA_FMECA_FTA-2024.pdf**)

A. Changelog

Ημερομηνία	Έκδοση	Αλλαγές
2024-12-24	v4.0	Ανανέωση συνδέσμου OreSat, προσθήκη 3 θεμάτων
2022-12-19	v3.0	Ανανέωση συνδέσμου OreSat και επικαιροποίηση ημερομηνιών
2021-12-17	v2.1	Διόρθωση συνδέσμου για το OreSat
2021-12-13	v2.0	Αφαίρεση θεμάτων διαστημικής, προσθήκη ηλεκτρολογικών θεμάτων
2020-12-02	v1.0	Αρχική έκδοση