



Πανεπιστήμιο Κύπρου
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών

Εργαστήριο Κυκλωμάτων και Μετρήσεων

Εργαστήριο 10
Μετάδοση και Αποδιαμόρφωση Ραδιοφωνικών Σημάτων

Λευκωσία, 2010

Εργαστήριο 10

Μετάδοση και Αποδιαμόρφωση Ραδιοφωνικών Σημάτων

Στόχοι

- Η εισαγωγή στη μετάδοση και αποδιαμόρφωση ραδιοφωνικών σημάτων.
- Η αποδιαμόρφωση AM
- Η πρακτική εξάσκηση στη κασσιτεροκόλληση
- Η κατασκευή κρυσταλλικού ραδιοφώνου AM

Εξοπλισμός

- Παλμογράφος (Oscilloscope)
- Γεννήτρια Συναρτήσεων (Function Generator)
- Πλακέτα Κατασκευής Κυκλωμάτων (Breadboard)
- Αντιστάσεις: 47 k Ω
- Πυκνωτές: 1 x variable
- Πηνία: 2 x 220 μ H
- Δίοδοι: 1 x 1N34
- Διάφορα: Αντένα (κόκκινο καλώδιο 6 m), Γείωση (πράσινο καλώδιο 3-4 m), Κρυσταλλικά ακουστικά, πλακέτα, συνδέσεις

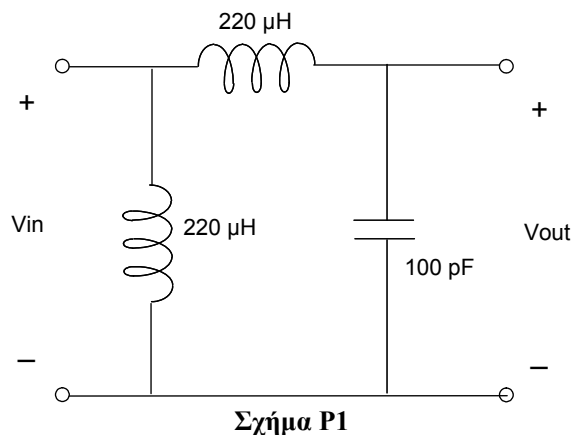
Προπαρασκευαστική Μελέτη

Πριν την παρακολούθηση του εργαστηρίου απαιτείται η μελέτη των

- Εργαστήριο 10 - Μετάδοση και Αποδιαμόρφωση Ραδιοφωνικών Σημάτων
- Θεωρία των κυκλωμάτων RLC του μαθήματος HMY102.

Πρόβλημα 10.1

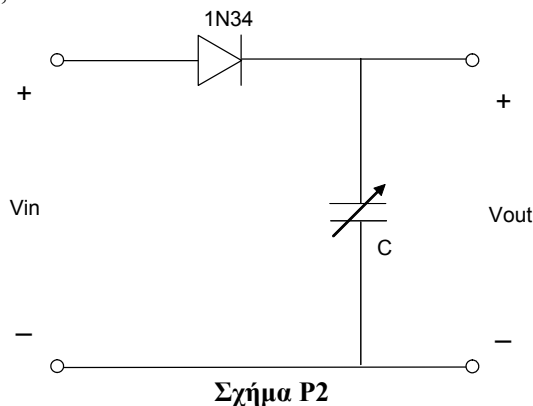
1. Υπολογίστε τη συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος στο σχήμα P1.



2. Υλοποιήστε το κύκλωμα στο σχήμα P1 σε SPICE και δείξτε γραφικά την απόκριση του συστήματος ως συνάρτηση της συχνότητας. Θεωρήστε ότι στην είσοδο θα ενώσετε μια γεννήτρια σημάτων και στην έξοδο έναν παλμογράφο. Συμπεριλάβετε και τις δύο συσκευές στην προσομοίωση σας.
3. Επίσης στο SPICE, μεταβάλετε τη χωρητικότητα του πυκνωτή και βρείτε ποιες τιμές πρέπει να πάρει ένα μεταβλητός πυκνωτής ώστε να καλύψει όλο το εύρος των συχνοτήτων AM (500-1500 kHz).

Πρόβλημα 10.2

1. Υλοποιήστε το κύκλωμα του σχήματος P2 σε SPICE. Ως τάση εισόδου χρησιμοποιήστε αρχικά ένα ημιτονοειδές σήμα με συχνότητα 1MHz και πλάτος 20 mV. Δείξτε μια γραφική παράσταση που περιλαμβάνει 4 περιόδους του σήματος εισόδου και εξόδου για τιμές χωρητικότητας του πυκνωτή 10 pF, 100 pF, 1nF και 10 nF.

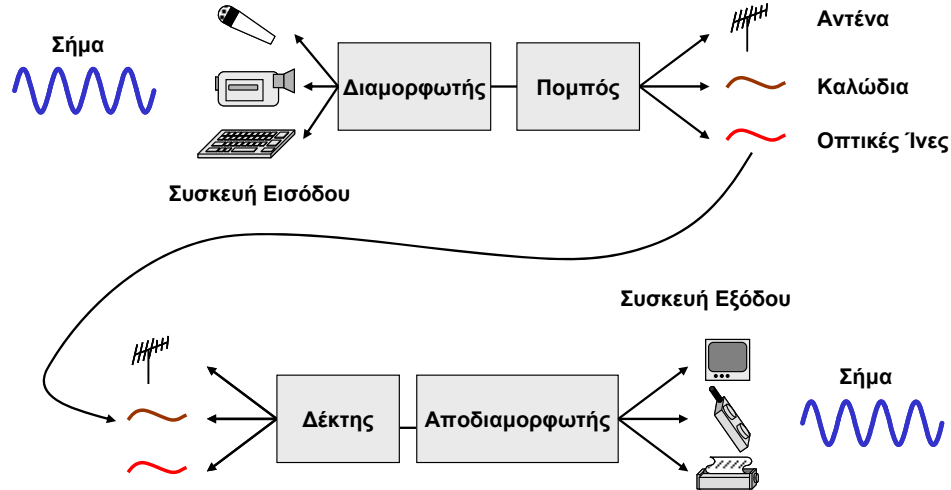


Μια και το SPICE που έχετε δεν υπάρχει το μοντέλο για τη διόδο 1N34, χρησιμοποιείστε DBREAK και με το δεξί κουμπί στο ποντίκι ανοίξετε το “Edit Spice Model.” Εκεί, αντικαταστήστε τη γραμμή “.model Dbreak D Is=1e-14 Cjo=.1pF Rs=.1” με το κείμενο “.model 1N34 D (n=1e-5)”. Αυτή η αλλαγή θα σας δώσει ένα μοντέλο με συμπεριφορά, περίπου, όμοια με της διόδου που χρειάζεστε.

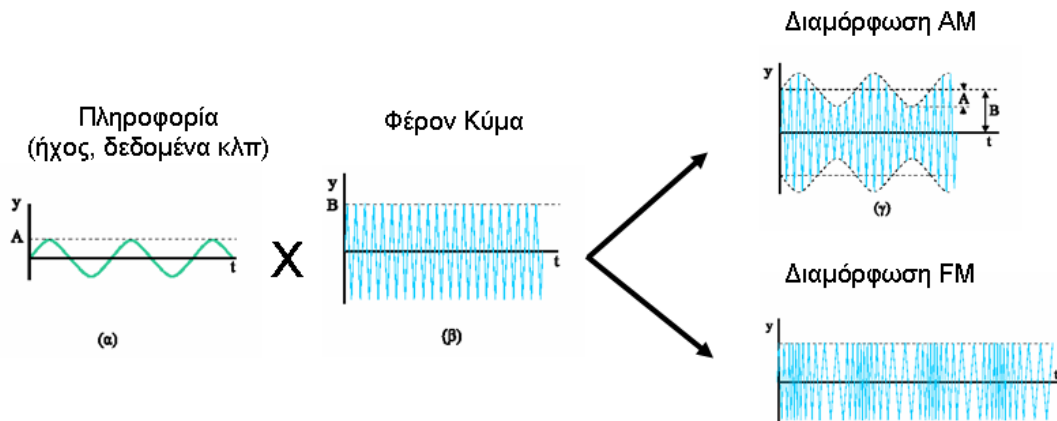
2. Στο ίδιο μοντέλο SPICE όπως πιο πάνω, χρησιμοποιήστε ως σήμα εισόδου ένα AM κύμα με φέρουσα συχνότητα 1MHz διαμορφωμένο με ένα ημιτονοειδές κύμα συχνότητας 400 Hz. Δείξτε μια γραφική παράσταση που περιλαμβάνει 4 περιόδους του σήματος εξόδου για τιμή χωρητικότητας του πυκνωτή 250 pF. (Δεν υπάρχει πηγή VAM στο PSPICE! Πρέπει να σκεφτείτε πως θα “κατασκευάσετε” ένα σήμα AM.)

Θεωρία

Η εποχή μας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί “εποχή της πληροφορίας”. Ασύλληπτα μεγάλος αριθμός πληροφοριών μεταφέρονται από τον πομπό στο δέκτη της πληροφορίας, μέσα από καλώδια χαλκού ή από οπτικές ίνες (ενσύρματη τηλεπικοινωνία) ή μέσω των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (ασύρματη τηλεπικοινωνία). Για να μεταδοθεί κάποια πληροφορία, π.χ. ένας ήχος ή κάποια δεδομένα, πρέπει πρώτα να μετατραπούν σε ηλεκτρικό σήμα. Αυτή η μετατροπή γίνεται με διάφορες “συσκευές εισόδου” όπως μικρόφωνα, κάμερες, πληκτρολόγια, κλπ. Κατόπιν αυτές οι πληροφορίες προστίθενται σε ένα “φέρον κύμα,” μια διαδικασία που αποκαλείται “διαμόρφωση.” Μετά τη διαμόρφωση, το σήμα μεταφέρεται στο πομπό και από εκεί, μέσω αντένας, καλωδίων, οπτικών ινών, κλπ, στο μέσο μετάδοσης. Ένας απομακρυσμένος δέκτης θα **λάβει** αυτό το σήμα, θα αφαιρέσει το φέρον κύμα και θα μετατρέψει τις πληροφορίες πίσω σε μια χρήσιμη μορφή σε κάποια “συσκευή εξόδου,” π.χ. megάφωνο, οθόνη, εκτυπωτής, τηλέφωνο, κλπ.



Σχήμα 1. Τεχνολογία Μετάδοσης Πληροφοριών



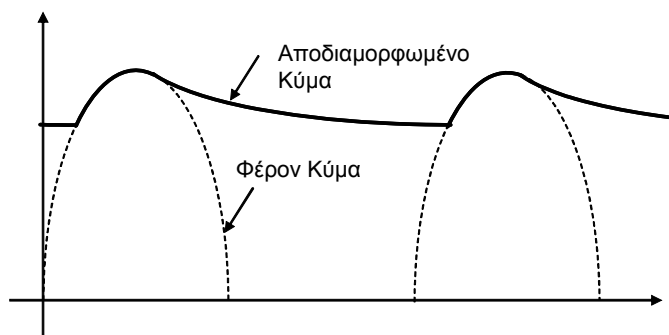
Σχήμα 2. Διαμόρφωση σήματος

Για να μεταδώσουμε την πληροφορία, το ηλεκτρικό σήμα διαβιβάζεται στην κεραία του πομπού, αφού προηγουμένως το διαμορφώσουμε. Διαμόρφωση σημαίνει ότι το σήμα προστίθεται σε ένα υψίσυχνο κύμα, που παράγεται στον πομπό και έχει συγκεκριμένη συχνότητα (φέρουσα συχνότητα.) Η διαμόρφωση ονομάζεται διαμόρφωση κατά πλάτος ή AM (από τις λέξεις amplitude modulation) όταν στο φέρον κύμα δημιουργούνται “κορφές” και “κοιλάδες” που αντιστοιχούν στο κύμα των δεδομένων. Το σήμα μπορεί να διαμορφωθεί και στη συχνότητά του. Η διαμόρφωση αυτή λέγεται διαμόρφωση κατά συχνότητα ή FM (frequency modulation.) Στη διαμόρφωση κατά συχνότητα στο φέρον κύμα δημιουργούνται πυκνώματα και αραιώματα. Όσο πιο ισχυρό είναι το ηχητικό σήμα τόσο πιο έντονα είναι τα πυκνώματα και αραιώματα που δημιουργούνται στο φέρον κύμα. Το πλεονέκτημα

αυτής της διαμόρφωσης είναι ότι το διαμορφωμένο κύμα δεν επηρεάζεται σημαντικά από παράσιτα. Τα παράσιτα, κατά τη συμβολή τους με το διαμορφωμένο κύμα, επηρεάζουν κυρίως το πλάτος και λιγότερο τη συχνότητα. Αυτός είναι ακριβώς ο λόγος γιατί τα ραδιοφωνικά σήματα FM είναι πολύ καλύτερης ποιότητας από τα σήματα AM.

Ένα ραδιόφωνο AM αποτελείται από 4 βασικά μέρη:

1. Αντένα: Συλλέγει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και τα μεταφέρει στο κύκλωμα. Ο κατάλληλος σχεδιασμός αλλά και η τοποθέτηση μιας αντένας είναι από τα βασικά στοιχεία επιτυχημένης λήψης και αποστολής σημάτων. Περισσότερα για το σχεδιασμό αντενών θα μάθετε στο μάθημα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.
2. Φίλτρο: Είναι ένα ρυθμιζόμενο φίλτρο ζώνης (band pass filter) το οποίο αφήνει να περάσουν μόνο συγκεκριμένες συχνότητες από την αντένα στο υπόλοιπο κύκλωμα. Στην πιο απλή του μορφή μπορεί να είναι ένα κύκλωμα RLC.
3. Αποδιαμορφωτής: Εδώ αφαιρείτε το φέρον κύμα ώστε να απομείνει μόνο η πληροφορία. Η πιο απλή μορφή ενός αποδιαμορφωτή AM, που θα χρησιμοποιήσουμε και στο δικό μας πείραμα, είναι μια δίοδος σε συνδυασμό με ένα πυκνωτή. Ο πυκνωτής δεν επιτρέπει στην τάση να αλλάξει τόσο γρήγορα όσο και το φέρον κύμα και με αυτό τον τρόπο παραμένει μόνο η πληροφορία (σχήμα 3.)



Σχήμα 3

4. Ενισχυτής: Η συσκευή αυτή ενισχύει το σήμα ώστε να μπορεί να παράγει ήχο μέσα από ένα μεγάφωνο ή μικρόφωνο. Η συσκευή αυτή δεν μπορεί να κατασκευαστεί μόνο από παθητικά στοιχεία. Χρειάζεται και ενεργητικά στοιχεία όπως λειτουργικούς ενισχυτές. Περισσότερα για αυτά τα θέματα θα μάθετε στο μάθημα των ηλεκτρονικών.

Στο εργαστήριο αυτό θα κατασκευάσουμε ένα ραδιόφωνο που περιέχει όλα τα πιο πάνω (στην πιο απλή τους μορφή) εκτός από ενισχυτή και γι' αυτό και δεν χρειάζεται επιπρόσθετη πηγή ενέργειας. Λειτουργεί μόνο με την ενέργεια που μεταφέρει το ίδιο το ηλεκτρομαγνητικό κύμα! Αυτού του τύπου τα ραδιόφωνα ονομάζονται “κρυσταλλικά”, όχι γιατί χρησιμοποιούν κρυσταλλικά ακουστικά (όπως οι πιο πολλοί νομίζουν) αλλά γιατί χρησιμοποιούσαν κρυσταλλικές διόδους για αποδιαμόρφωση του σήματος. Σήμερα χρησιμοποιούν διόδους γερμανίου.

Πειραματική Εργασία

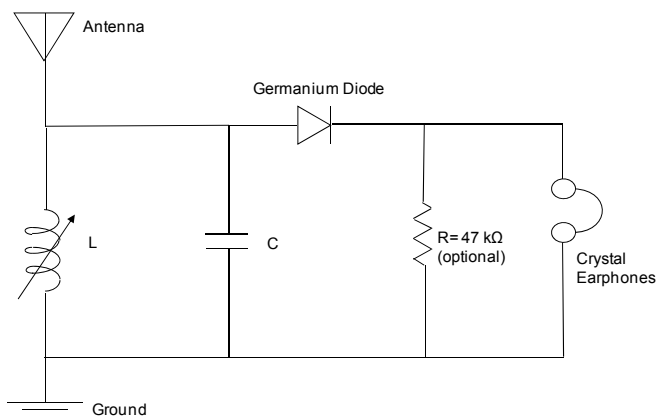
Εργαστηριακή Άσκηση 10.1 – Ραδιόφωνο AM

Στόχοι

- Συναρμολόγηση απλού ραδιοφώνου AM.

Διαδικασία

1. Κατασκευάστε το κύκλωμα του σχήματος 1.1 στην πλακέτα κατασκευής κυκλωμάτων. Μεταφέρετε τα υλικά σας σε ένα από τους σταθμούς κασσιτεροκόλλησης και συναρμολογήστε το κύκλωμα. Πριν προχωρήσετε με την κασσιτεροκόλληση βεβαιωθείτε ότι όλα τα στοιχεία βρίσκονται στις ορθές θέσεις



Σχήμα 1.1

2. Ενώστε την αντένα και ανοίξτε την σε όλο της το μήκος.
3. Γειώστε πολύ καλά το κύκλωμα. Χωρίς καλή γείωση δεν θα μπορείτε να ακούσετε τίποτα!
4. Επιβεβαιώστε ότι μπορείτε να ακούσετε κάποιους σταθμούς. (Στην Κύπρο υπάρχουν μόνο δύο σταθμοί AM με αρκετά ψηλή ισχύ. Το πρώτο και τρίτο πρόγραμμα του ΡΙΚ.) Αν δεν ακούτε τίποτα τότε πιθανών να χρειάζεστε μεγαλύτερη αντένα ή να μετακινηθείτε σε άλλη περιοχή!

Μετά-Εργαστηριακή Εργασία

1. Γιατί ενώ δεν έχουμε βάλει πυκνωτή στο κύκλωμα αποδιαμορφωτή το ραδιόφωνο λειτουργεί κανονικά;
2. Και οι δύο σταθμοί τους οποίους μπορείτε να ακούσετε μεταδίδονται από την ίδια περιοχή (Ψημολόφου) με την ίδια ισχύ (100 kW) αλλά δεν ακούγονται το ίδιο δυνατοί στο ραδιοφωνάκι σας. Ποιοι είναι η λόγοι που οδηγούν σε αυτό το αποτέλεσμα;