

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

5^ο Εργαστήριο : Σχεδιασμός Μικροκυματικού Μίκτη

Όνοματεπώνυμο Φοιτητή : _____ ΑΦΜ : _____.

Ημερομηνία Παραλαβής : _____ Ημερομηνία Παράδοσης : _____.

Να σχεδιαστεί μικροκυματικός μίκτης απλής διόδου. Ο σχεδιασμός θα γίνει σε υπόστρωμα Rogers με $\epsilon_r=3.38$, $\tan\delta=0.0021$ και πάχος υποστρώματος $h=0.508\text{mm}$.

Η κεντρική συχνότητα λειτουργίας του RF σήματος θα είναι $(8 + N)\text{GHz}$ (όπου N το τελευταίο ψηφίο του ΑΦΜ). Η συχνότητα IF θεωρείστε ότι είναι $(1+(N/10))\text{GHz}$.

Πίνακας 1

Beam Lead Schottky Diodes

Applications	Part Number	VBR (V)	VF (mV)	Ct (pF)	RD (Ohm)	Configuration	Package
Microwave Beam Lead Schottky Diodes	HSCH-5310	4	500	0.1	20.0	Medium Barrier	Beam-Lead
	HSCH-5312	4	500	0.15	16.0	Medium Barrier	Beam-Lead
	HSCH-5314	4	500	0.15	16.0	Medium Barrier	Beam-Lead
	HSCH-5330	4	375	0.1	20.0	Low Barrier	Beam-Lead
	HSCH-5331	4	375	0.1	20.0	Batch Match	Beam-Lead
	HSCH-5332	4	375	0.15	16.0	Series Pair	Beam-Lead
	HSCH-5340	4	375	0.1	20.0	Low Barrier	Beam-Lead
	HSCH-5512	4	500	0.15	16.0	Series Pair	Dual Beam Lead
Beam Lead GaAs Schottky Diodes	HSCH-9101	4.5	700	0.04	12	Single	Beam-Lead
	HSCH-9201	4.5	700	0.04	12	Series Pair	Beam-Lead
	HSCH-9251	4.5	700	0.04	12	Antiparallel Pair	Beam-Lead
	HSCH-9301	4.5	700	0.075	12	Ring Quad	Beam-Lead
Zero-Bias Beam Lead GaAs Detector	HSCH-9161			0.035		Single	Beam-Lead
GaAs Schottky Microwave/ Millimeter-wave	HSCH-9401		700	0.015	8.5	Single	Chip
	HSCH-9501	4.5	700	0.05	6	Series Pair	Chip
	HSCH-9551		700	0.05	6	Antiparallel Pair	Chip

1. Επιλέξτε την κατάλληλη μικροκυματική διόδο Schottky (Beam Lead Schottky Diode). Η επιλογή θα γίνει σύμφωνα με τα παρακάτω.
 - Για N άρτιο Δίοδος HSCH-5315
 - Για N περιττό Δίοδος HSCH-5319
2. Σχεδιάστε τα αντίστοιχα γραμμικά ισοδύναμα κύκλωμα στο ADS για την κατάσταση on (1mA αυτοπόλωση) και off (3mA αυτοπόλωση) και συγκρίνετε την απόκριση του με αυτή που δίνεται στα Data Sheet των διόδων.
3. Υπολογίστε την αντίσταση εισόδου στις δυο κατάστασης (on, off) και βρείτε την υπερβολική μέση τιμή της σύνθετης αντίστασης της διόδου.
4. Υπολογίστε την συχνότητα τοπικού ταλαντωτή. Σχεδιάστε το κύκλωμα προσαρμογής για την κεντρική RF συχνότητα χρησιμοποιώντας

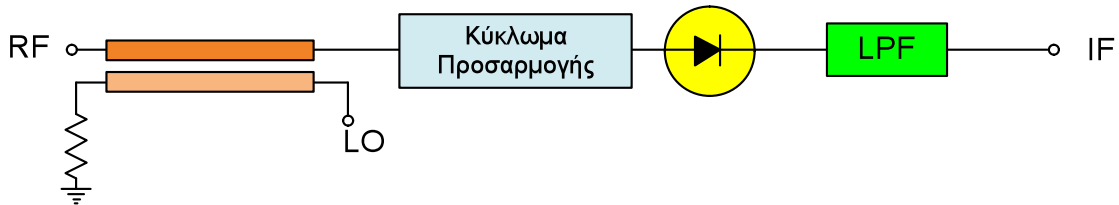
βραχυκυκλωμένο stub μήκους $\lambda/4$ στη συχνότητα f_{LO} . (Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε βοηθητικά το πρόγραμμα Smith για τα κυκλώματα προσαρμογής.) Δώστε την απόκριση της διόδου μετά την προσαρμογή.

5. Να σχεδιαστεί συζεύκτης συζευγμένων γραμμών για τον συνδυασμό του σήματος RF με το σήμα του τοπικού ταλαντωτή. Ο συντελεστής σύζευξης να είναι $C = (3 + (N/2))$ dB. Σε ποιες θύρες θα τοποθετηθεί το σήμα RF, το LO και η δίοδος; Ποια είναι η τιμή του συντελεστή σύζευξης και του συντελεστή απομόνωσης που πετύχατε;
6. Να σχεδιαστεί χαμηλοπερατό φίλτρο βηματικής αντίστασης με συχνότητα $f_c = f_{IF}$. Το φίλτρο θα είναι 7ης τάξης και μπορείτε να επιλέξετε είτε τύπου Chebysev είτε τύπου Butterworth.

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΛΥΣΗΣ

Σκοπός της παρούσας άσκησης είναι να σχεδιάσουμε μικροκυματικό μίκτη που λειτουργεί με κεντρική συχνότητα τα $f_{GHz}10$. Η συχνότητα IF είναι ίση με: $f_{GHz}1.2$. Ο μίκτης υλοποιείται με δίοδο HSCH 2 5315 .

Το διάγραμμα ενός μίκτη φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

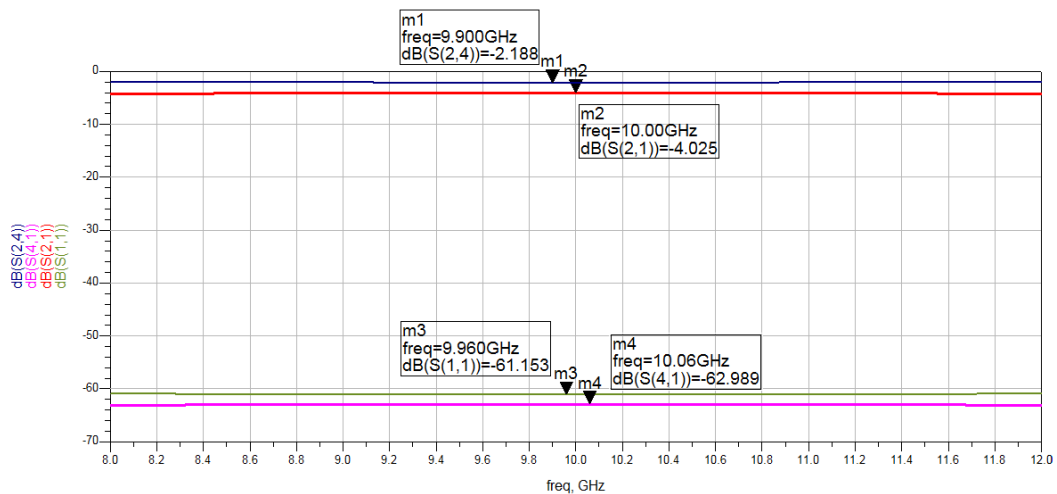
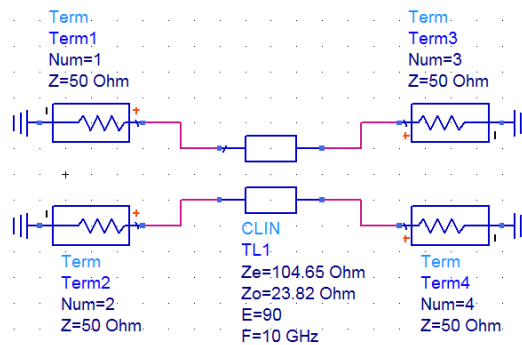


Αρχικά θα υπολογίσουμε τα χαρακτηριστικά του συζεύκτη:

Πρέπει να υπολογίσουμε τις αντιστάσεις άρτιου και περιττού ρυθμού του συζεύκτη. Ο συντελεστής σύζευξης ισούται με $C_{dB} = 14.63$. Έχουμε:

$$Z_{\theta\theta} = \sqrt{\frac{1+C}{12C}} = 104.65$$

$$Z_{\theta\theta} = \sqrt{\frac{12C}{1+C}} = 23.82$$

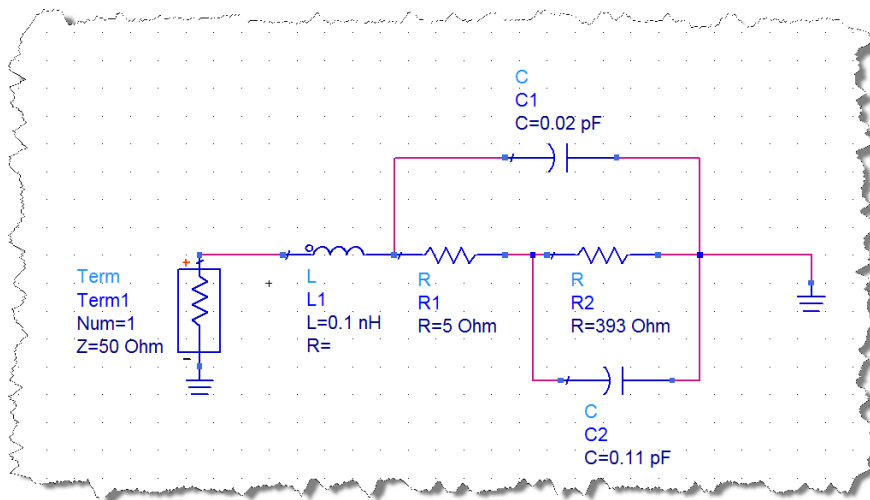


Υπολογίζουμε την αντίσταση εισόδου της διόδου :

Η αντίσταση εισόδου Z_m της διόδου είναι η υπερβολική μέση τιμή της αντίστασης εισόδου της διόδου σε δύο καταστάσεις: στην κατάσταση αγωγής ON και στην κατάσταση αποκοπής OFF.

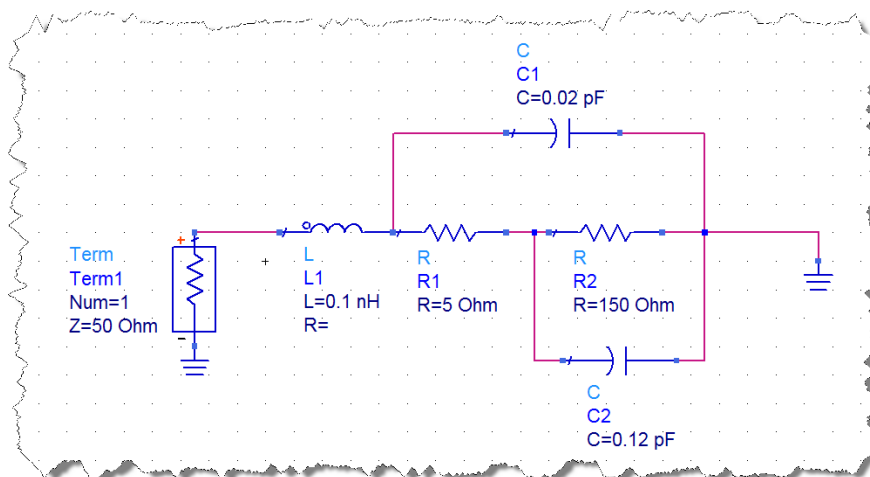
Ο υπολογισμός της αντίστασης εισόδου θα γίνει με προσομοίωση ενός μοντέλου για τη διόδο στις δύο καταστάσεις.

Για την κατάσταση OFF έχουμε:



Βρίσκουμε : $Z_{iOFF} = 38.45105.71$

Για την κατάσταση ON έχουμε:



Βρίσκουμε : $Z_{iON} = 38.8366.57$

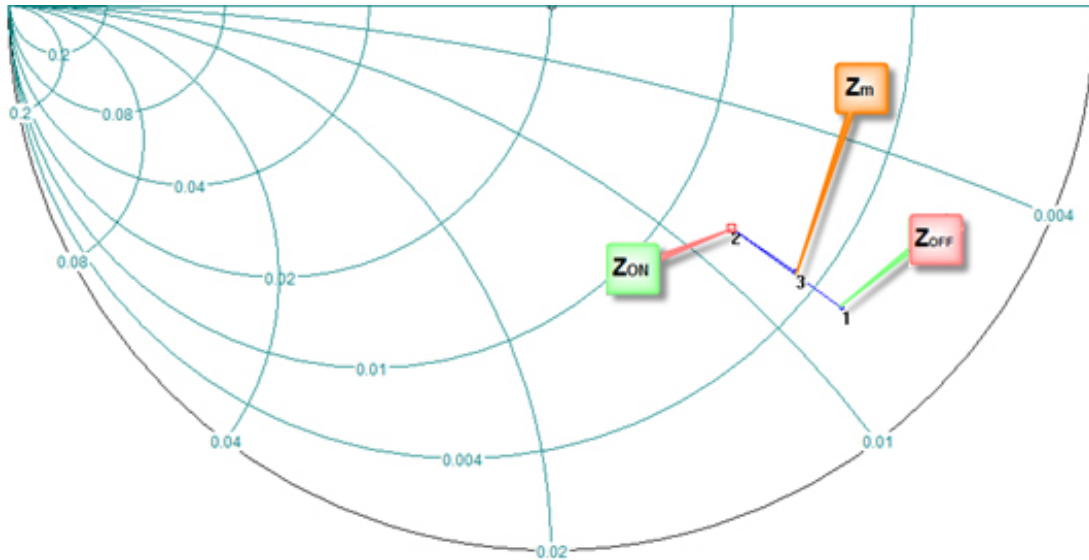
Στη συνέχεια βρίσκουμε τον υπερβολικό μέσο όρο των Z_{ON} και Z_{OFF} .

$$Z_{in} = \frac{Z_0}{\Gamma + 1}$$

, όπου

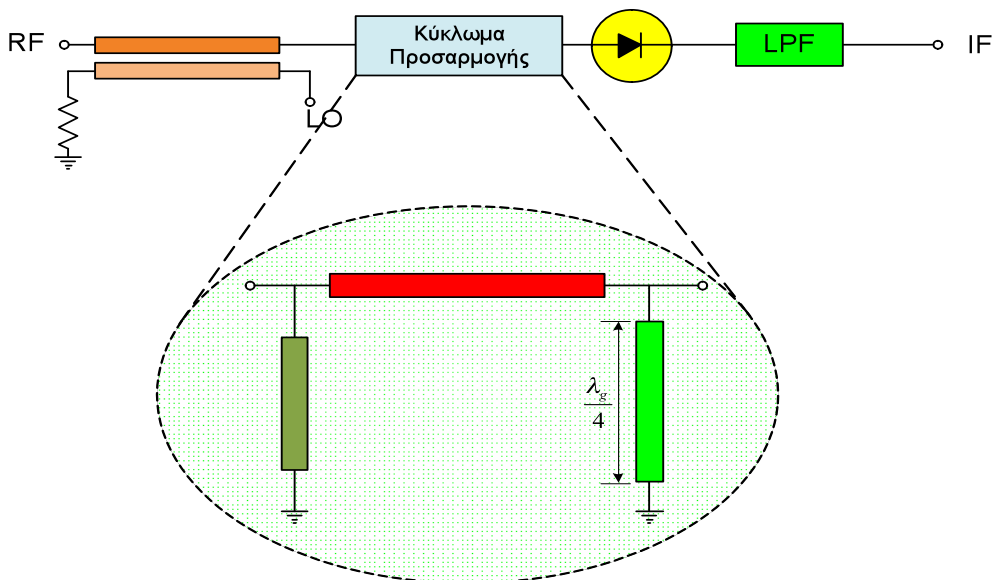
$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{Z_{OFF} - Z_0}{Z_{OFF} + Z_0} = \frac{90.24 - 50}{90.24 + 50} = 0.279024$$

Άρα: $Z_{in} = 31.279024$



Σε αυτό το στάδιο θα σχεδιάζουμε το κύκλωμα προσαρμογής:

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα χρειαζόμαστε ένα stub $\frac{\theta_g}{4}$, επομένως πρέπει να υπολογίσουμε το θ_g



$$f_{GHz} = 101.2112$$

$$\theta_{g10} = \frac{\theta_g}{\sqrt{\epsilon_r} L_{eff}} = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{300}{112002.67} = 0.0164167 \text{ rad}$$

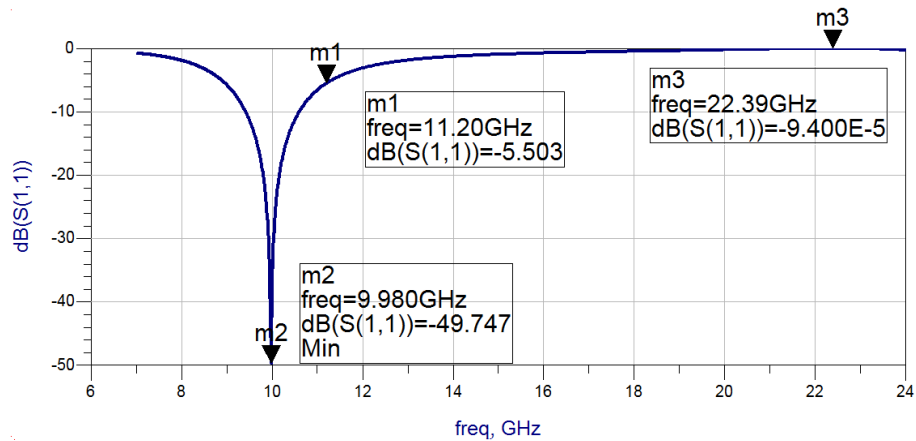
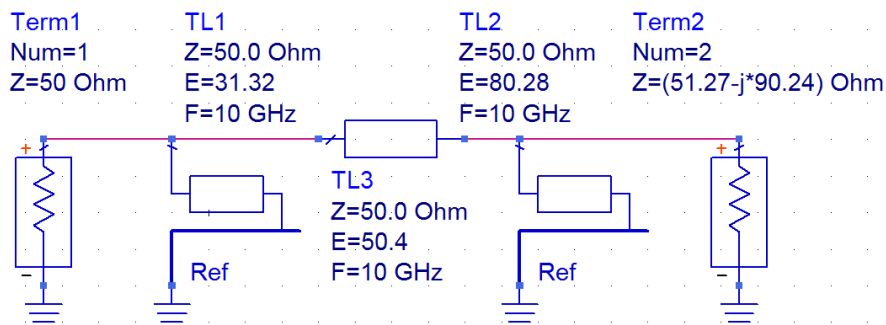
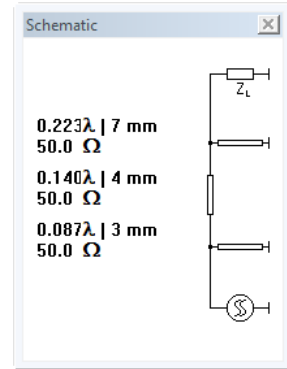
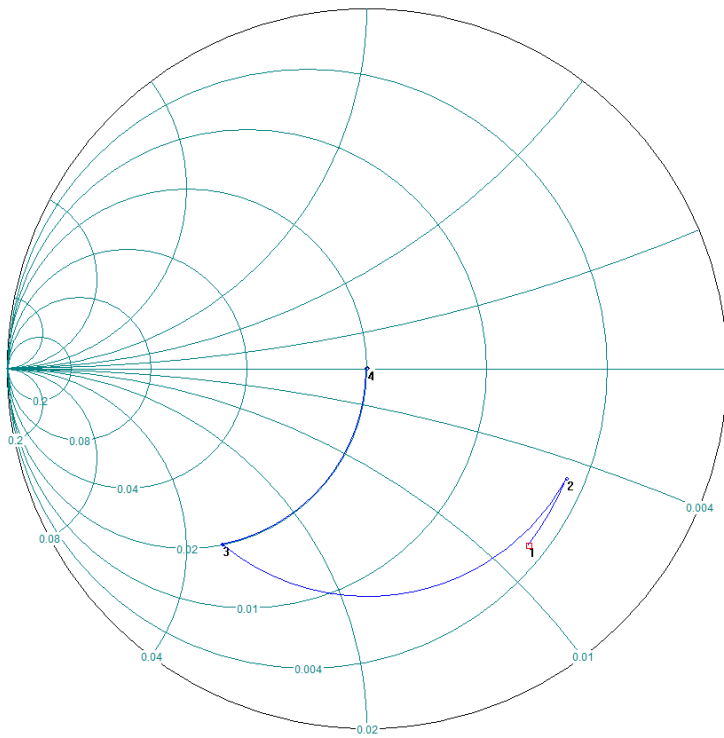
Επομένως: $\frac{\theta_{g_{LO}}}{4} = 4.1 \text{ mm}$

$$\theta_{g_{RF}} = \frac{\theta_0}{\sqrt{\frac{J_{g_{RF}}}{J_{g_{LO}}}}} \frac{c}{f \sqrt{\frac{3}{1002.67}}} = 0.0184 \lambda = 18.4 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\theta_{g_{LO}}}{4} &= 4.1 \\ \theta_{g_{RF}} &= 18.4 \end{aligned} \right\} 0.223$$

$$\square = x \quad \frac{\theta_{g_{LO}}}{4} \quad 0.223 \quad \theta_{g_{RF}}$$

Έτσι έχουμε την παρακάτω προσαρμογή:



Τέλος, μένει να σχεδιάσουμε ένα γαμηλοπερατό φίλτρο:

Το φίλτρο έχει συχνότητα αποκοπής $f_{GHz} = 1.2$. Είναι τύπου Butterworth τάξης 7^{ης}.

Από πίνακες βρίσκουμε τις παραμέτρους g :

$$\begin{aligned} g_1 &= 0.4450 & g_5 &= 1.8019 \\ g_2 &= 1.2470 & g_6 &= 1.2470 \\ g_3 &= 1.8019 & g_7 &= 0.4450 \\ g_4 &= 2.0000 \end{aligned}$$

Το φίλτρο που σχεδιάζουμε είναι ένα φίλτρο μικροταινιακών γραμμών βηματικής αντίστασης. Έτσι, επιλέγουμε $Z_h = 90$ και $Z_l = 20$.

Από τους τύπους της θεωρίας βρίσκουμε:

$$\begin{aligned} \mathcal{N}_{g_1} &= \frac{Z_l}{R_0} = 0.4450 \frac{20}{50} & \mathcal{N}_{g_5} &= \frac{Z_l}{R_0} = 1.8019 \frac{20}{41.32} \\ \mathcal{N}_{g_2} &= \frac{R_0}{Z_h} = 1.2470 \frac{50}{90} & \mathcal{N}_{g_6} &= \frac{R_0}{Z_h} = 1.2470 \frac{50}{39.71} \\ \mathcal{N}_{g_3} &= \frac{Z_l}{R_0} = 1.8019 \frac{20}{50} & \mathcal{N}_{g_7} &= \frac{Z_l}{R_0} = 0.4450 \frac{20}{41.32} \\ \mathcal{N}_{g_4} &= \frac{R_0}{Z_h} = 2.0000 \frac{50}{90} \end{aligned}$$

Το τελικό κύκλωμα του φίλτρου καθώς και η απόκρισή του φαίνονται παρακάτω.

