

Transmission Line

Analysis & Simulation

Σταύρου Παντελής 4986

Έτος Ε1 : Πάτρα 2005

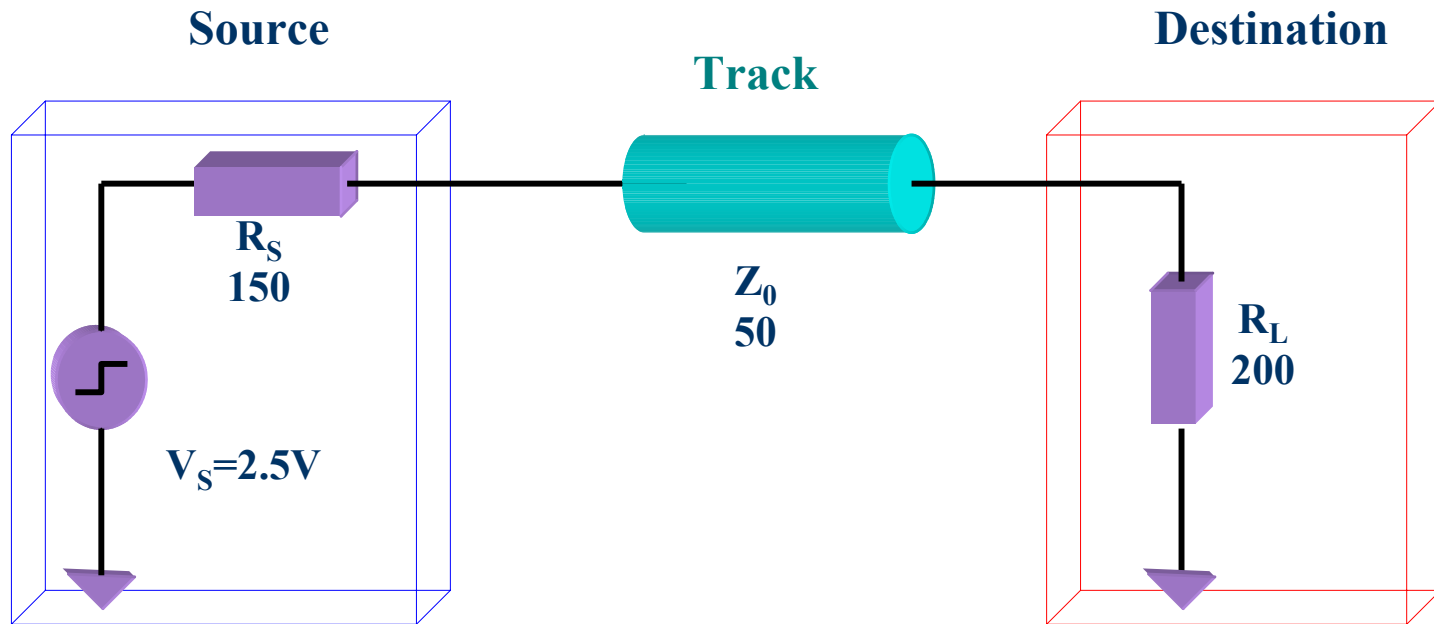
Άσκηση 10 Κεφ. 4

Άσκηση 10 από την ιστοσελίδα του βιβλίου
DIGITAL INTEGRATED CIRCUITS – A DESIGN PERSPECTIVE

- Γραμμή μεταφοράς σε τυπωμένο κύκλωμα (PCB)
με χαρακτηριστικά
 - i) σχετική διηλεκτρική σταθερά $\epsilon_r=9$
 - ii) σχετική μαγνητική διαπερατότητα $\mu_r=1$
 - iii) Χαρακτηριστική αντίσταση $Z_0=50\Omega$
 - iv) Μήκος $L=10\text{cm}$

Γραμμή Μεταφοράς

- Κυκλωματικό μοντέλο



Ζητούμενα

- Υπολογισμός Flight Time
- Υπολογισμός τάσης φορτίου για $t=3\text{ns}$
- Σχεδιασμός
 - i) Lattice Diagram
 - ii) τάσης στο φορτίο

Υπολογισμοί (α)

- Ταχύτητα διάδοσης

Για ομοιόμορφο διηλεκτρικό ισχύει: $lc = \epsilon\mu$

$$v = \frac{1}{\sqrt{lc}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$$

$$c_0 = 30\text{cm/ns}$$

Για το PCB του προβλήματος έχουμε $\epsilon_r = 9$, $\mu_r = 1$

$$v = \frac{30}{\sqrt{9}} \text{cm/ns} = 10\text{cm/ns}$$

- Flight time

$$t_{flight} = \frac{L}{v} = \frac{10\text{cm}}{10\text{cm/ns}} = 1\text{ns}$$

Υπολογισμοί (β)

- Συντελεστές ανάκλασης στα άκρα της γραμμής
i) στην πηγή

$$\rho_s = \frac{R_s - Z_0}{R_s + Z_0} = \frac{3Z_0 - Z_0}{3Z_0 + Z_0} = \frac{2}{4} = 0.5$$

- ii) στο φορτίο

$$\rho_L = \frac{R_L - Z_0}{R_L + Z_0} = \frac{4Z_0 - Z_0}{4Z_0 + Z_0} = \frac{3}{5} = 0.6$$

Διάδοση Σήματος

Το σήμα (μεταβολή τάσης) "βλέπει" την γραμμή σαν μια αντίσταση Z_0 . Δεν "γνωρίζει" την ύπαρξη της αντίστασης φορτίου πριν φτάσει σε αυτή μετά από χρόνο t_{flight}

$$i = \frac{dq}{dt} = c \frac{dx}{dt} v = c v v = \sqrt{\frac{c}{l}} v$$

$$Z_0 = \frac{V}{I} = \sqrt{\frac{l}{c}} = \frac{\sqrt{\epsilon\mu}}{c} = \frac{1}{c v}$$

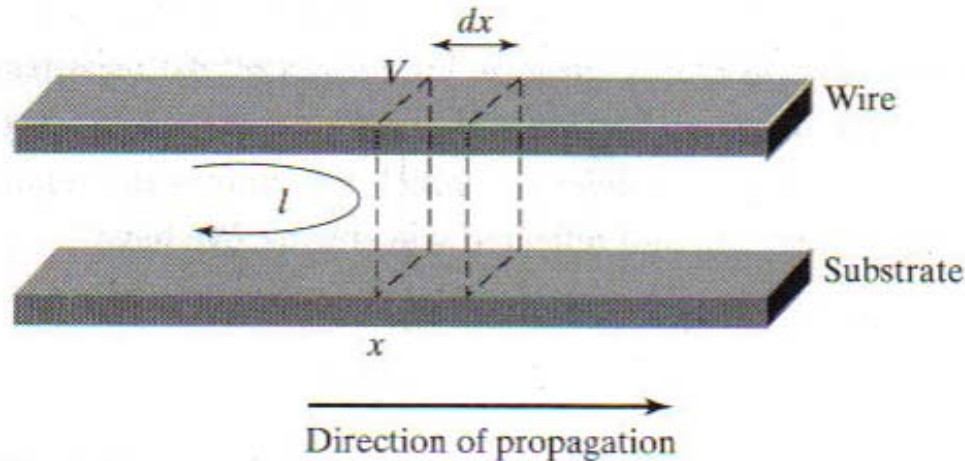


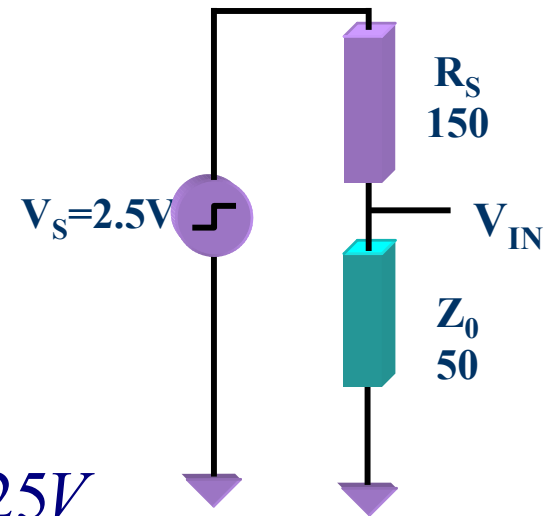
Figure 4-18 Propagation of voltage step along a lossless transmission line.

Υπολογισμοί (γ)

- Προσδιορισμός της τάσης που οδηγεί την γραμμή

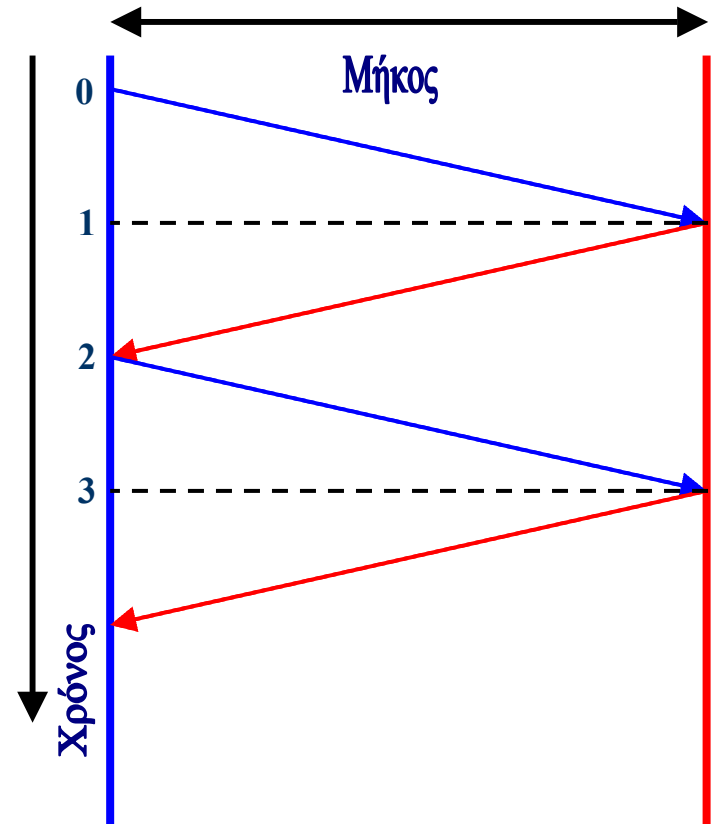
$$V_{IN} = V_S \frac{Z_0}{Z_0 + R_S}$$

$$V_{IN} = 2.5V \frac{Z_0}{Z_0 + 3Z_0} = 2.5V \frac{1}{4} = 0.625V$$

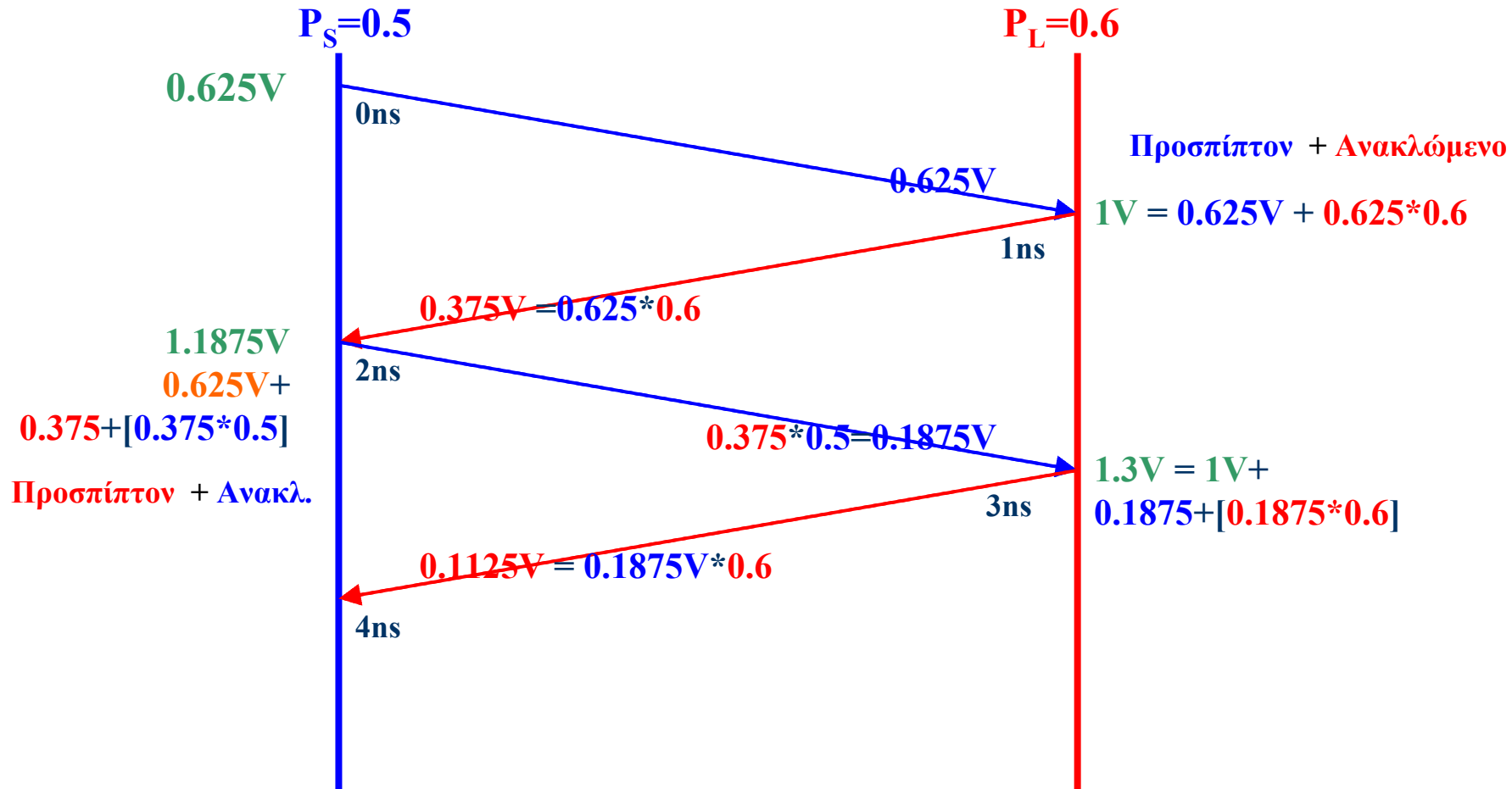


Lattice Diagram

- ✓ Διάγραμμα που δείχνει την τάση στην αρχή και το τέλος της γραμμής μετά από κάθε ανάκλαση.
- ✓ Στον κατακόρυφο άξονα έχουμε τον χρόνο.
- ✓ Στον οριζόντιο το μήκος της γραμμής (χρησιμοποιείται σε υπολογισμό πολλών συνδεδεμένων γραμμών).



Lattice Diagram



Lattice Diagram

- Σύνοψη υπολογισμών

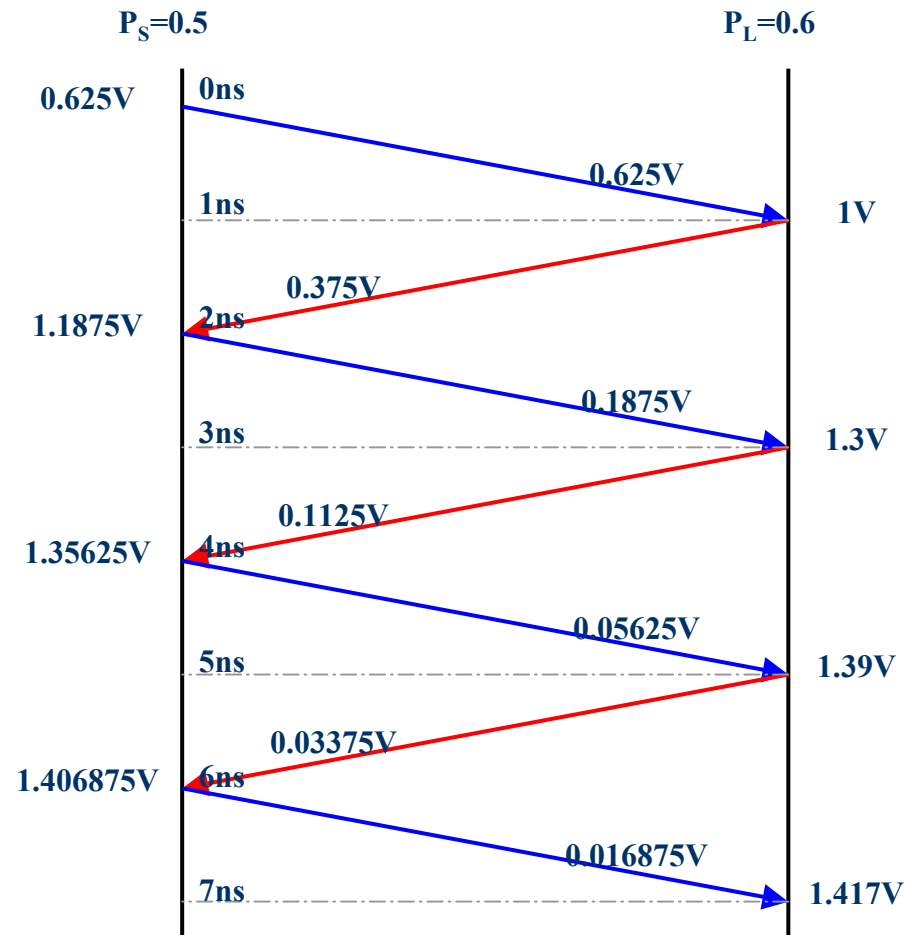
$$t_{flight} = 1ns$$

$$V_{IN} = 0.625V$$

$$\rho_s = 0.5$$

$$\rho_L = 0.6$$

για $t=3ns$, $V_L=1.3V$

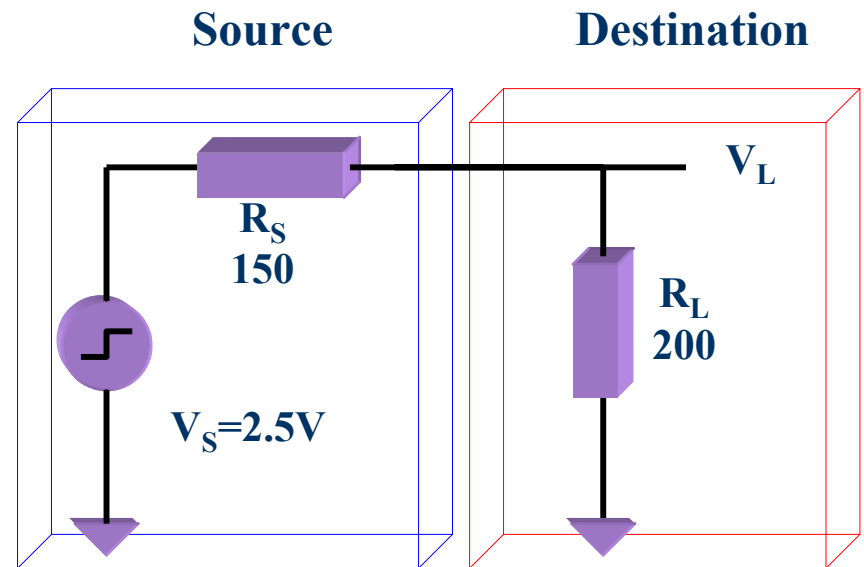


Υπολογισμοί (δ)

- DC Τάση στο φορτίο

Στην σταθερή κατάσταση (steady state), η χαρακτηριστική αντίσταση παραλείπεται.

$$V_L = V_S \frac{R_L}{R_L + R_S}$$
$$V_L = 2.5V \frac{4}{7} = 1.4286V$$



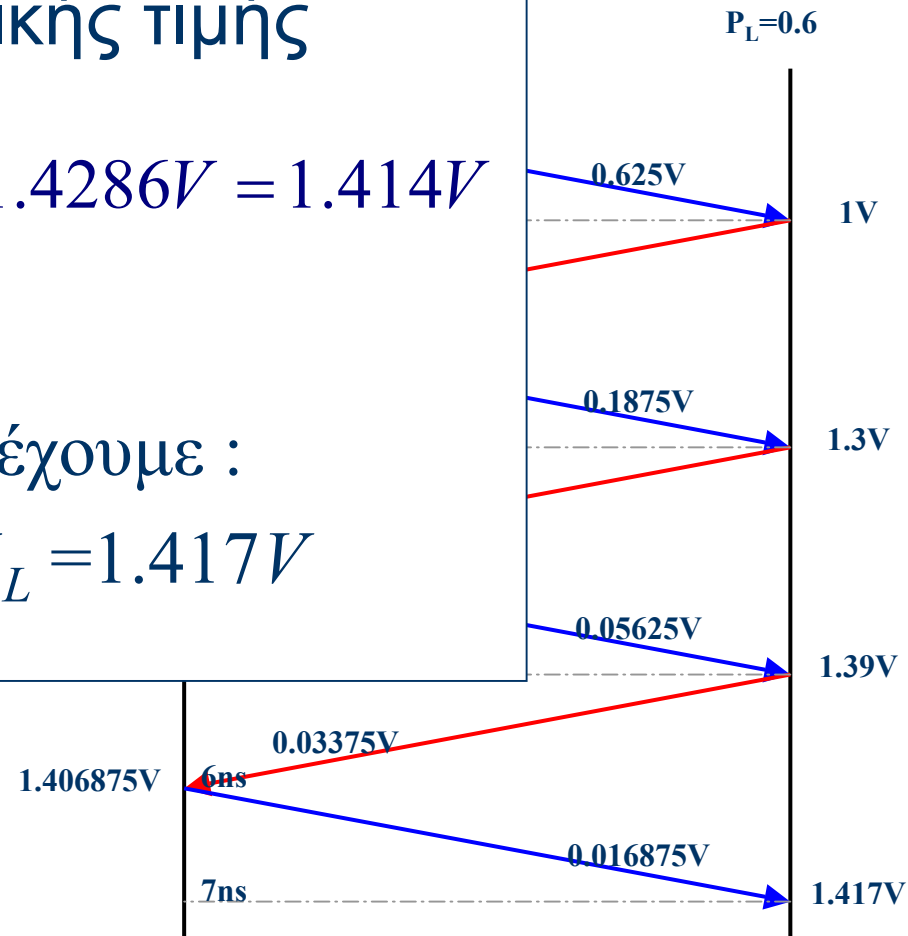
Υπολογισμοί (ε)

- Απόκλιση 1% της τελικής τιμής

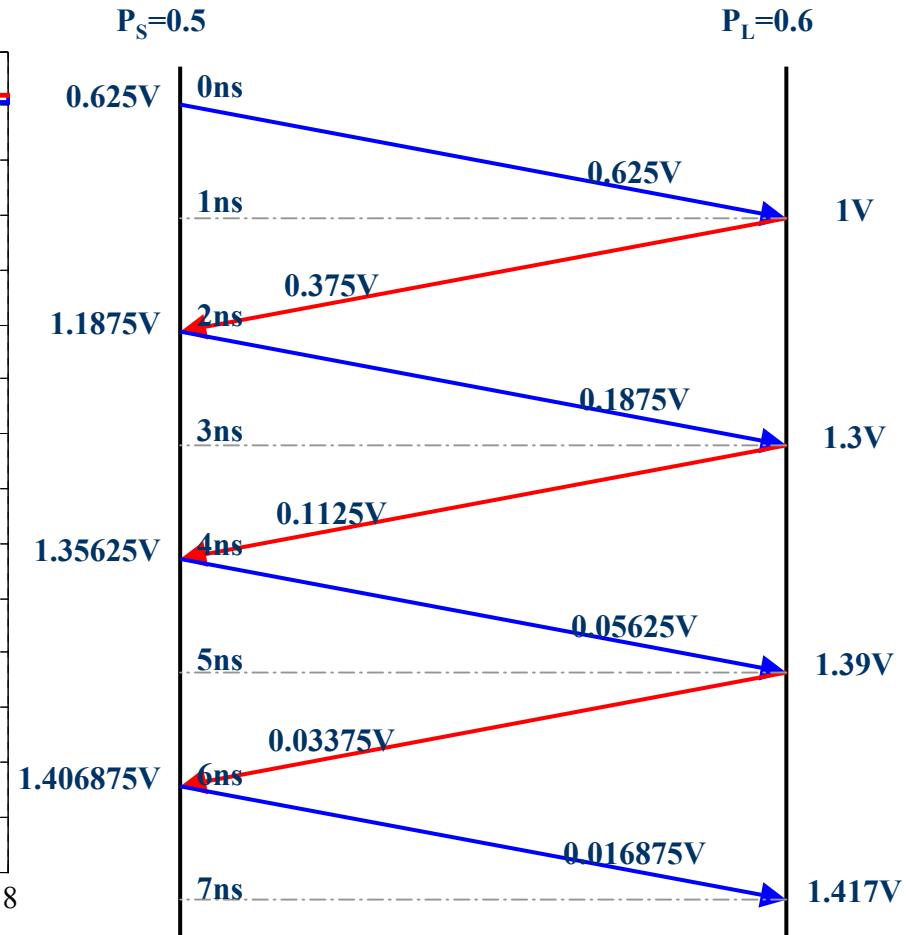
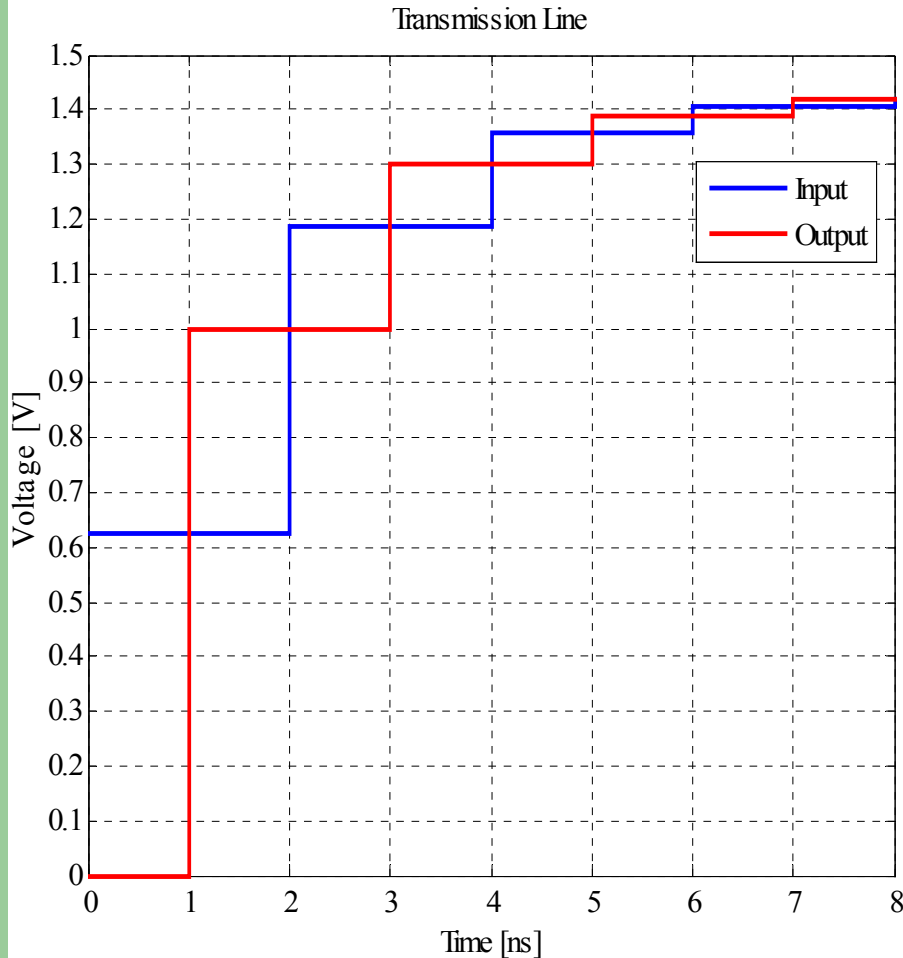
$$V_{L(1\%)} = V_L - 1\% \cdot V_L = 0.99 \cdot 1.4286V = 1.414V$$

Από το lattice διάγραμμα έχουμε :

$t=7\text{ns}$ για τάση φορτίου $V_L = 1.417V$

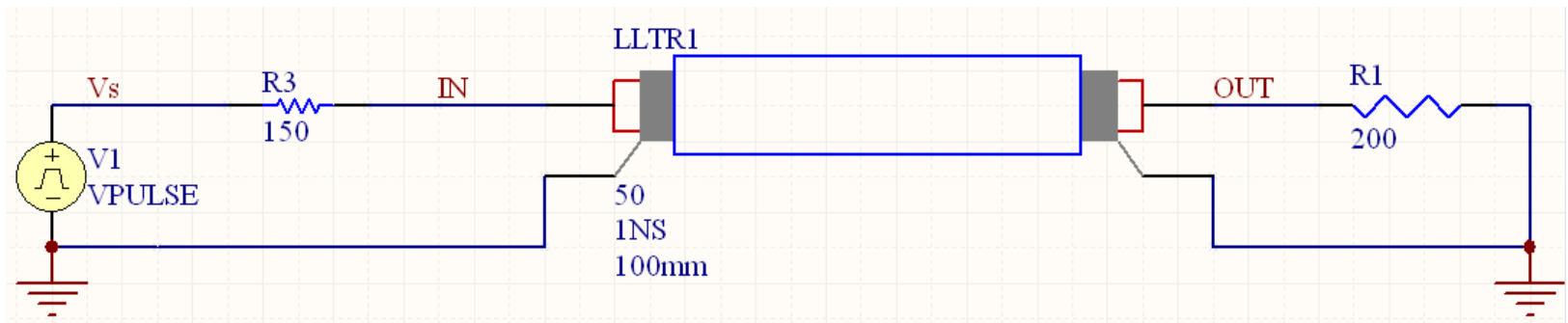


Διάγραμμα Τάσεων



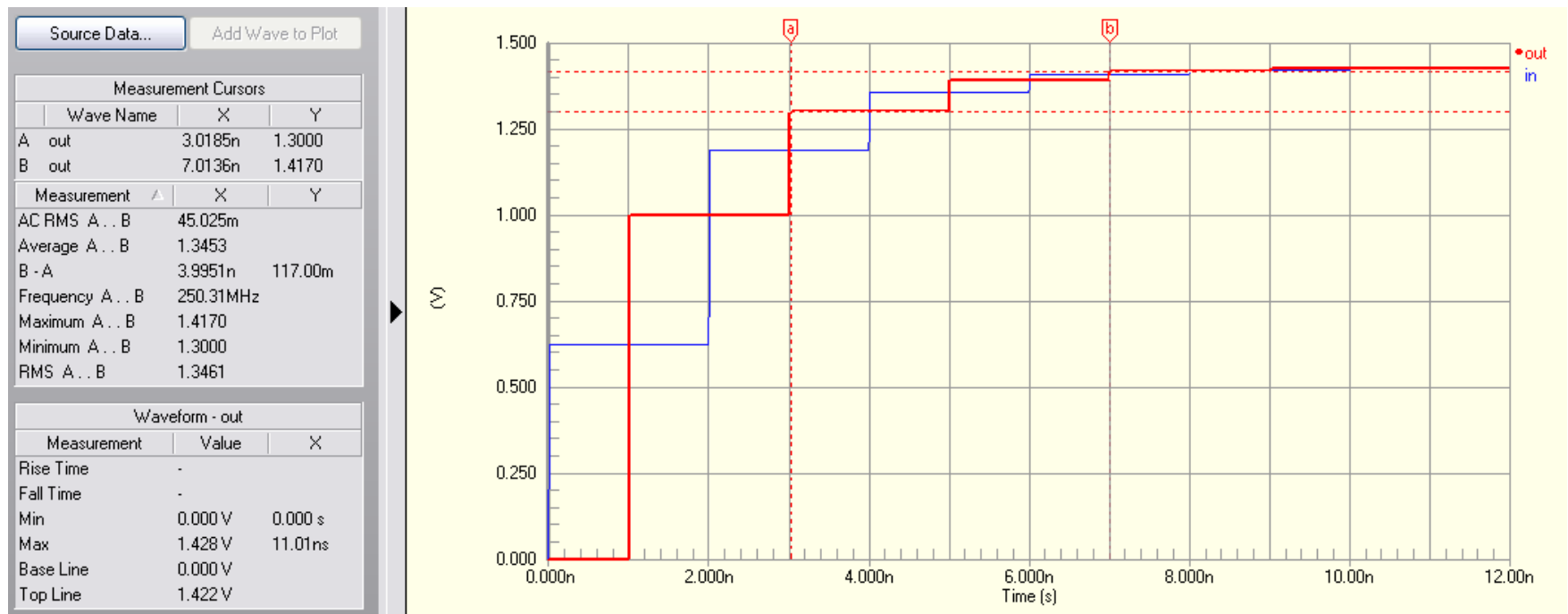
Εξομοίωση

- Εξομοίωση γραμμής μεταφοράς χωρίς απώλειες



Εξομοίωση

- Αποτελέσματα εξομοίωσης



Υλοποίηση

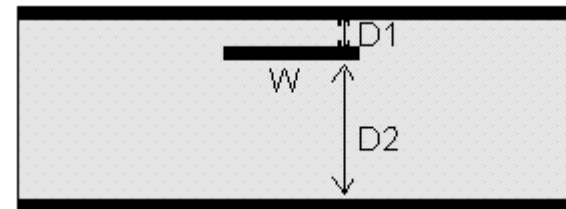
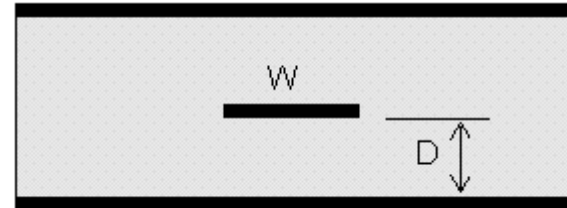
✓ Microstrip

2 Layer PCB



✓ Stripline

Multi-Layer PCB



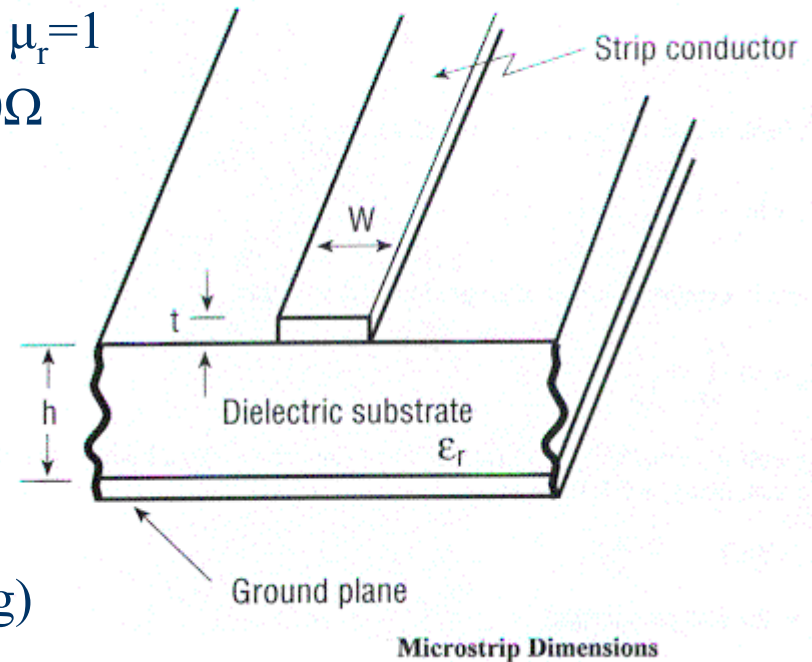
Microstrip

- Δεδομένα προβλήματος

- i) διηλεκτρική σταθερά $\epsilon_r=9$
- ii) σχετική μαγνητική διαπερατότητα $\mu_r=1$
- iii) Χαρακτηριστική αντίσταση $Z_0=50\Omega$

- Εξάρτηση

- i) και ii) υπόστρωμα(υλικό) PCB
- iii) Γεωμετρικά στοιχεία και επεξεργασία παραγωγής (επικασσιτέρωση ή άλλο plating)



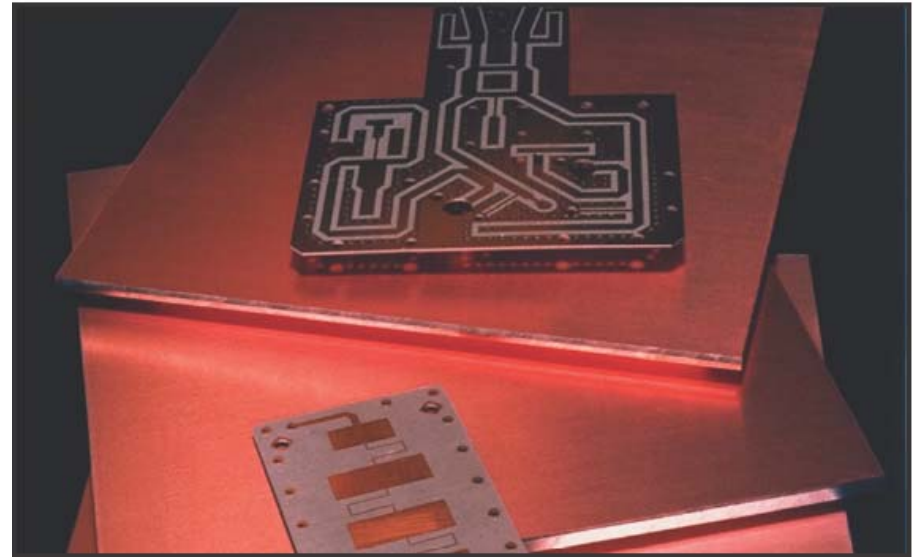
Microstrip

- TMM-10 ($\epsilon_r=9.2$)

TMM κεραμικού πυρήνα
θερμοσκληρυνόμενο
πολυμερές

- Εφαρμογές

- RF Microwave κυκλώματα
- GPS antennas
- Satellite Communications
- Chip Testers



Microstrip

Design Type :
Microstrip Transmission line

Material Selection :
TMM-10 (Er = 9.2, tand = .0017)


Select Units : mm

Diel. Constant (K) = 9.200000
Loss Tangent = 0.001700
Thermal Cond [W/m/K] = 0.76

Foil Thickness = 1 OZ (0.00134")
User Foil Thickness =

Eeff = 6.2611
Lambda = 59.9051
Open End Fringing = 0.4989

Physical Design Structure



ROGERS CORPORATION
Advanced Circuit Materials

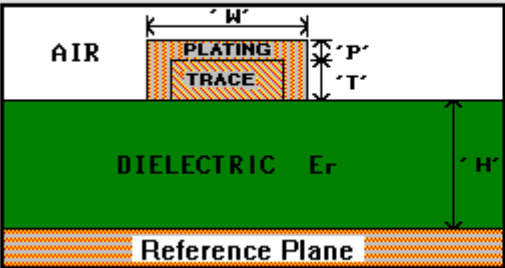
Common Parameters

Zo = 50.00
Width(W) = 1.635
Diel. Thickness(D) = 1.5748
Frequency (GHz) = 2

Microstrip

- Line simulation program

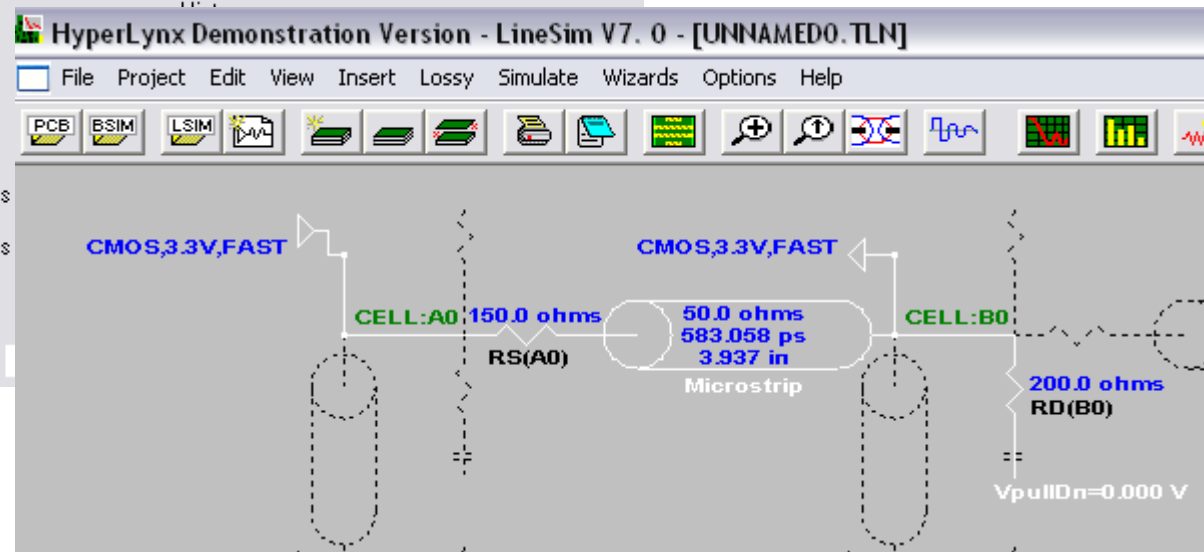
Transmission-Line Type Values



Electrical properties

- $Z_0 = 50.0$ ohms
- Delay = 583.1 ps
- $L = 29.1$ nH
- $C = 11.7$ pF
- $R_0 = 0.066$ ohms

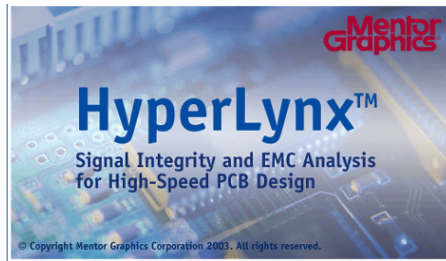
Length - L:	3.937	in
Plating thickness - P:	1.00	oz
Conductor thickness - T:	1.00	oz
Width - W:	15.00	mils
Dielectric height - H:	8.68	mils
Dielectric constant - Er:	4.30	
Loss tangent - Lt:	0.0200	



WEB Αναφορές



<http://www.rogerscorporation.com>



<http://www.mentor.com>



<http://www.atilum.com>

WEB Αναφορές

http://www.rogerscorporation.com/mwu/mwi_java/Mwij_vp.html

<http://www.circuitsage.com/tline.html>

<http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/D.Jefferies/mstrip.html>

<http://www.circuitsage.com/tline.html>

<http://www.npl.co.uk/materials/functional/definitions.html>