

Electrònica d'Alta Freqüència

(Lab EAF)

Material de Laboratori

J. Colomer Farrarons
A. Galindo Muñoz
J. Sieiro Córdoba
J. M. López Villegas



El Laboratori d'Electrònica d'Alta Freqüència (Lab EAF) està format per les següents sis activitats:

PRÀCTICA 1	
REFLEXIÓ D'ONES QUADRADES	5
PRÀCTICA 2	
REFLEXIÓ D'ONES SINUSOÏDALS	9
PRÀCTICA 3	
MESURA DE PARÀMETRES S	13
PRÀCTICA 4	
DETERMINACIÓ DE Z_C EN LÍNIES DE TRANSMISSIÓ MICROSTRIP	17
PRÀCTICA 5	
COMPONENTS PASSIUS EN TECNOLOGIA MICROSTRIP	21
PRÀCTICA 6	
FILTRE EN TECNOLOGIA MICROSTRIP	25
ANNEX 1: CABLE COAXIAL RG58C/U	29
ANNEX 2: DERIVACIÓ EN T.....	31
ANNEX 3: ADAPTADOR 50 Ω "FEED-THRU TERMINATION"	33
ANNEX 4: ADAPTADOR 50 Ω "TERMINATION"	35



PRÀCTICA 1

Reflexió d'Ones Quadrades

1. OBJECTIU

Mitjançant un generador d'ones i un oscil·loscopi, intentarem trobar la velocitat de les ones d'alta freqüència per un cable coaxial gràcies als fenòmens de reflexió que es produeixen quan tenim una resistència de càrrega infinita i coneguda la longitud del cable.

Conèixer la velocitat real de les ones que són guiades per un cable coaxial pot ser molt útil per a detectar trencaments del cable en línies molt llargues. Amb les dades conegudes, podrem fer una estimació d'on s'ha produït el trencament, sense tenir que aixecar total la línia.

Aquest és el segon objectiu de la pràctica. Trobar a quina distància de l'origen d'un cable hi ha un trencament (impedància de càrrega infinita), coneixent la velocitat de les ones guiades.

2. MATERIAL

- Oscil·loscopi
- Generador de funcions
- Cable coaxial RG 58C/U (Vegeu annexes components)
- Adaptadors d'impedància, connectors i T (Vegeu annexes components)

3. INTRODUCCIÓ TEÒRICA

Els paràmetres S d'una T venen donats per la següent matriu 3x3:

$$S = \begin{pmatrix} -\frac{1}{3} & \frac{2}{3} & \frac{2}{3} \\ \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} & \frac{2}{3} \\ \frac{2}{3} & \frac{2}{3} & -\frac{1}{3} \end{pmatrix}$$

Figura 1: Paràmetres S d'una T i transmissió d'un senyal d'altra freqüència al arribar a un connector tipus T.

Això vol dir que, per a un senyal que arriba a la T, $-1/3$ retorna, $2/3$ segueix per una de les branques, i $2/3$ se'n va per l'altre. Si es connecta a una d'aquestes branques un cable llarg, amb una impedància de càrrega infinita (tal i com es veu a la figura 1), el senyal que viatja per aquest cable patirà una reflexió al final, amb coeficient de reflexió $R=1$, i retornarà cap a l'oscil·loscopi amb un cert desfasament.



4. REALITZACIÓ EXPERIMENTAL

Connectem el generador (1.3MHz) amb l'oscil·loscopi mitjançant una T i un adaptador d'impedàncies (veure Figura 2 i 3). Seleccioneu el tipus d'ona quadrada i entreu una amplitud peak-to-peak (V_{pp}) de 10 V. Connecteu a la sortida lliure de la T el cable coaxial de 8 metres i observeu que succeeix.

Mesureu les tensions de cada esglaió d'un període d'ona a la pantalla de l'oscil·loscopi. Mesureu l'increment de temps del primer esglaió d'un període (teòricament, la resta són iguals, però cada vegada s'acumula més error). Connecteu al final del cable una resistència de 50Ω . Observeu què passa. Mesureu la tensió de l'ona que hi apareix (V_{pp} o $V_{pp}/2$).

Desconnecteu la resistència de 50Ω i connecteu, tot seguit del cable de 8 metres, el cable trenat. Seleccioneu una freqüència adequada per a veure bé el senyal i mesureu un altre cop l'increment de temps del primer esglaió.

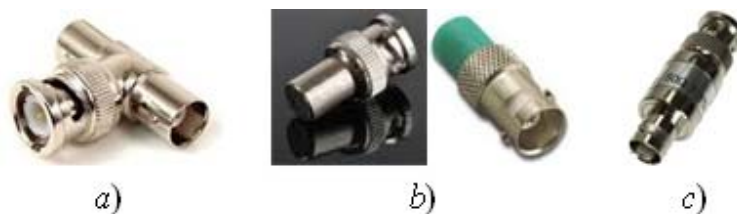


Figura 2: a) Connector en T, b) terminacions de 50Ω i c) adaptador d'impedàncies de 50Ω .

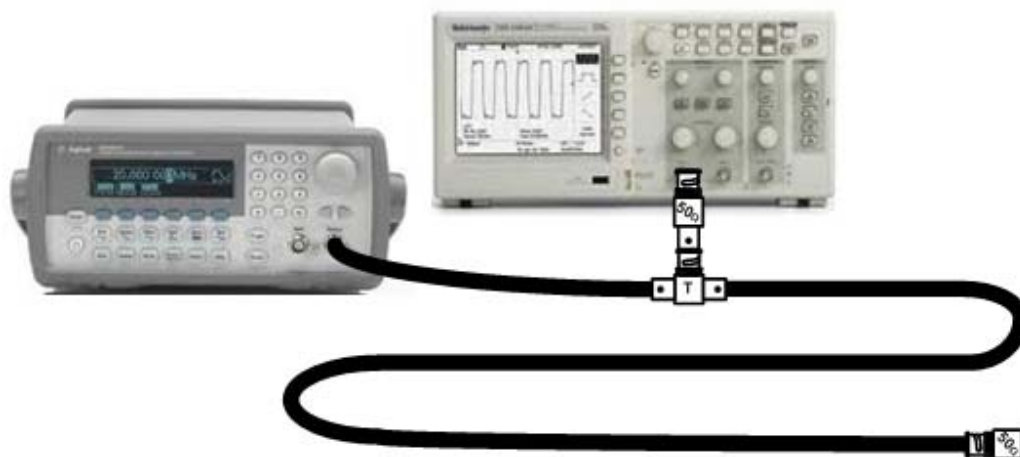


Figura 3: Esquema de l'experiment a realitzar.



INFORME DE LA PRÀCTICA:

- Amb les dades obtingudes amb el cable de 8 metres, mireu de trobar la velocitat de l'ona electromagnètica al cable. Per això, haureu de deduir la relació entre desfasament i velocitat.
- Per què s'ha de posar un adaptador d'impedància a l'entrada de l'oscil·loscopi?
- Feu una estimació teòrica dels valors de la tensió de cada esglaió i compareu-los amb els valors experimentals.
- Explicar que succeeix al connectar la resistència de 50Ω .
- Trobeu quin tant per cent de velocitat tenim respecte al de la llum ($3 \cdot 10^8$ m/s). Les dades del fabricant indiquen un 66.5%.
- Amb les dades del cable trencat i la velocitat coneguda, feu un estimació de la distància, respecte l'origen, a la qual es troba el trencament.



PRÀCTICA 2

Reflexió d'Ones Sinusoïdals

1. OBJECTIU

En aquesta pràctica, tractarem d'observar la superposició d'ones sinusoïdals en una línia de transmissió. Variant la freqüència del generador de funcions, hem de veure com a l'entrada del oscil·loscopi es produeixen una sèrie de màxims i mínims corresponents a unes longituds d'ona que compleixen les condicions de contorn adients.

2. MATERIAL

- Oscil·loscopi
- Generador de funcions
- Cable coaxial RG 58C/U (annexes components)
- Adaptadors d'impedància, connectors i T (Vegeu annexes components)

3. INTRODUCCIÓ TEÒRICA

Observem la figura 1 i imaginem dos casos diferents d'impedància de càrrega: $Z_L=50\Omega$ i $Z_L=1M\Omega$.

En el primer cas, tindrem que tota la potència generada s'absorbeix a $Z_L=50\Omega$ i, per tant, no es dona cap figura d'ona estacionària a la línia. És a dir, a qualsevol punt de la línia de transmissió trobarem que el voltatge és una ona d'amplitud V_o .

En el segon cas, obtindrem, per a qualsevol punt de la línia de transmissió, la superposició d'una ona incident i una ona reflectida, on l'amplitud d'aquesta última depèn de la càrrega (i.e., de la condició de contorn). Si escollim com a origen de coordenades la resistència de càrrega, les dues ones les podem expressar com:

$$\begin{aligned} V_i(t, d) &= V_o \cdot \sin(\omega t + \beta d) \\ V_r(t, d) &= \Gamma \cdot V_o \cdot \sin(\omega t - \beta d) \end{aligned} \quad (1)$$

a on V_i representa l'ona incident, V_r l'ona reflectida i d és la distància des de la càrrega. Si $d=0$, llavors, la suma de totes dues ones (incident i reflectida) és:

$$V_T(t, 0) = V_o \cdot \sin(\omega t) + \Gamma \cdot V_o \cdot \sin(\omega t) = V_o \cdot (1 + \Gamma) \cdot \sin(\omega t) \approx 2 \cdot V_o \cdot \sin(\omega t) \quad (2)$$

Si $d=L$, llavors, la suma de totes dues ones (incident i reflectida) és:

$$V_T(t, d) = V_o \cdot \sin(\omega t + \beta L) + \Gamma \cdot V_o \cdot \sin(\omega t - \beta L) \quad (3)$$

El resultat d'aquest segon cas és una ona d'amplitud V_{ol} que presenta la següent forma:

$$V_{ol} = \sqrt{(V_o^2 + \Gamma^2 \cdot V_o^2 + 2 \cdot \Gamma \cdot V_o \cdot \cos(2 \cdot \beta L))} \quad (4)$$



Pel cas d'una terminació en circuit obert, i.e., $\rho=1$, queda:

$$V_{ol} = V_o \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{(1 + \cos(2 \cdot \beta L))} \quad (5)$$

A partir d'aquestes equacions, podem trobar les condicions de màxim i mínim.

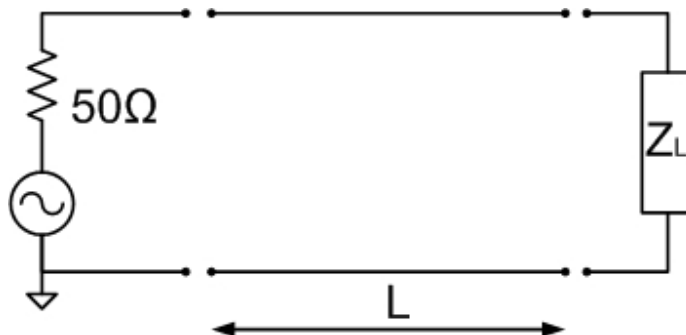


Figura 1: Línea de transmissió.

4. REALITZACIÓ EXPERIMENTAL

Connecteu, tal i com es veu a la Figura 2, el generador de funcions a un canal de l'oscil·loscopi mitjançant una T. Connecteu l'altre sortida de la T amb l'altre canal de l'oscil·loscopi mitjançant el cable de 8 metres. Seleccioneu el tipus d'ona sinusoïdal i una freqüència d'1 MHz.

Confeccioneu una taula freqüència/tensió, fent variar la freqüència fins arribar a la màxima del generador (13 MHz).

En acabar, adapteu una resistència de 50Ω al final del cable de 8 metres, i feu un nou escombrat de freqüències. Observeu què passa.

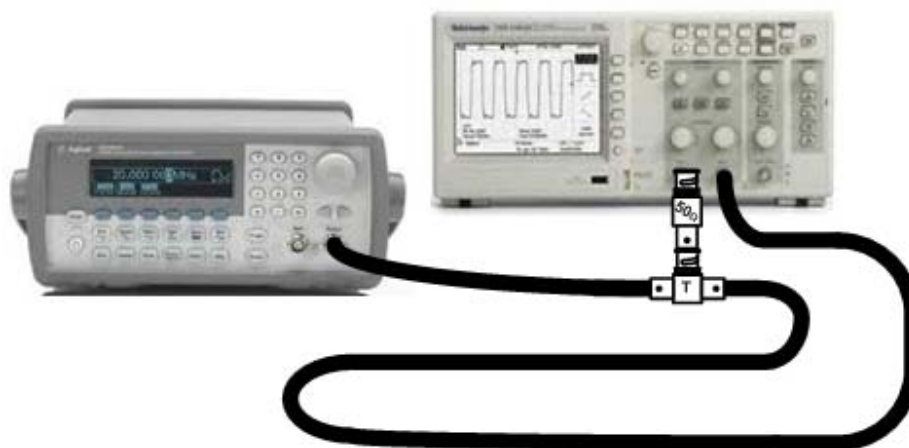


Figura 2: Esquema de connexió dels equips.



INFORME DE LA PRÀCTICA:

- Representeu les dades que heu agafat en una gràfica $V_{o1}/2 \cdot V_o$ versus freqüència.
- De les dades obtingudes i de les condicions de màxim i mínim, trobeu la longitud del cable.
- Expliqueu què passa quan $Z_L=50\Omega$.
- Expliqueu el paper de la T en aquesta pràctica. Què succeiria si entre la T i l'oscil·loscopi hi hagués un cable d'1 metre de llarg?



PRÀCTICA 3

Mesura de Paràmetres S

1. OBJECTIU

En aquesta pràctica, es caracteritzarà un 2-port desconegut mitjançant la mesura dels seus paràmetres S. Aquests s'hauran de determinar per a freqüències de 2, 4, 6 i 8 MHz.

2. MATERIAL

- Oscil·loscopi
- Generador de funcions
- Joc de cables coaxial RG 58C/U de 8, 4, 2 i 1 metres.
- Connector T i adaptadors
- Adaptador de 50Ω

3. INTRODUCCIÓ TEÒRICA

En l'anàlisi de circuits a baixa freqüència, la descripció de les xarxes de més d'un accés sol fer-se en referència als paràmetres Z o Y. Aquests, però, fan ús dels conceptes (teòrics) de circuit obert i curt-circuit per a calcular els valors que relacionen tensions i corrents entre els diferents terminals. Quan fem una mesura experimental (veure la Figura 1), extrapolem aquests conceptes de circuit obert i tancat al món real:

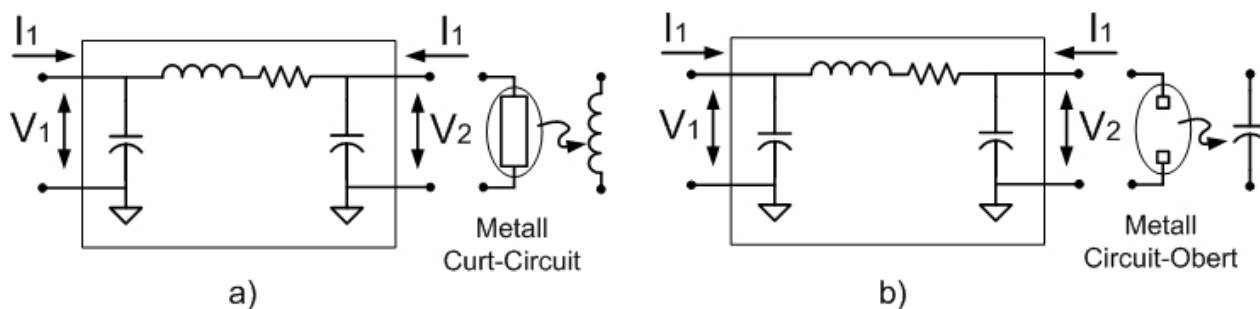
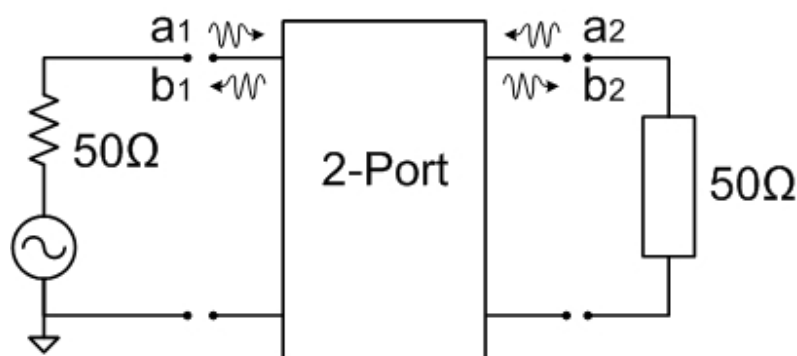


Figura 1: a) Realització física de curt-circuit a baixa freqüència amb el seu model a alta freqüència; b) Realització física de circuit obert a baixa freqüència amb el seu model a alta freqüència.

- Si volem realitzar un curt-circuit es connectaran els dos punts en qüestió mitjançant una pista metàl·lica (i.e., de pocs $\text{m}\Omega$).
- Si el que es vol és un circuit obert, es deixarà aquests punts 'a l'aire'. A alta freqüència, és molt difícil fer aquesta mateixa extrapolació: el punt que es vol curt-circuitar tindrà associada una inductància paràsita i, en el cas de l'obert, una capacitat.



Els paràmetres S (de Scattering, Figura 2), en canvi, ens ofereixen la possibilitat de caracteritzar les xarxes sense haver de fer servir aquests conceptes, en treballar amb unes magnituds associades amb la potència de les ones viatgeres que entren i surten del accessos (ports). Així doncs, la descripció completa del dispositiu es fa establint les relacions entre aquestes ones als diferents ports: donada una potència que entra a un port, quina fracció es veu reflectida? I quina fracció sortirà pel port i-èssim?



$$\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}$$

Figura 2: Ones viatgeres a una xarxa de 2 accessos i la seva matriu de Scatering.

Per determinar els valors dels paràmetres S, existeixen diferents tipus d'instruments. El més utilitzat és l'analitzador de xarxes, com el que es veu a la figura 3.

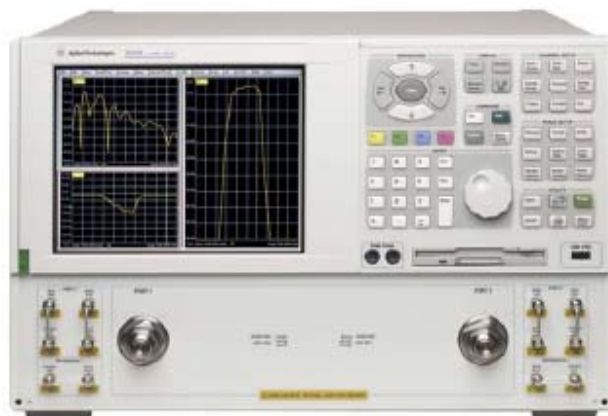


Figura 3: Analitzador de xarxes.

Aquests equips són força cars. Per tant, seguirem un esquema molt més senzill de mesura de paràmetres S fent servir només un generador de funcions i un oscil·loscopi d'ample de banda suficient. El que farem serà mesurar els valors del voltatge a l'entrada i sortida del 2-port, tenint en compte la correcta adaptació d'impedància. A la figura 4, podem observar aquest esquema experimental.



Figura 4: Connexió per mesurar un 2-port.

Tot canviant la longitud del cable que existeix entre el canal 1 i 2 de l'oscil·loscopi, es pot determinar el valor del coeficient d'ones estacionàries i el de S_{11} . El valor de S_{21} es trobarà a partir de les dades llegides al canal 2. Si girem el 2-port, podrem trobar els valors de S_{22} i S_{12} de la mateixa manera.

4. REALITZACIÓ EXPERIMENTAL

Utilitzant el mètode explicat en l'apartat anterior mesureu, per a cada freqüència (2, 4, 6 i 8 MHz), la relació d'ones estacionàries i la posició de màxims i mínims de tensió modificant la longitud del cable L , comprés entre el canal 1 i 2 de l'oscil·loscopi, des de 1 fins 14 metres fent servir combinacions de cables d'1, 2, 4 i 8 metres.

Fent ús d'una carta d'Smith, trobeu S_{11} i S_{22} per a cada freqüència. Coneguts aquests paràmetres i la tensió mesurada a la sortida del 2-port, determineu els valors de S_{21} i S_{12} per a cada freqüència.

INFORME DE LA PRÀCTICA:

- Troba les expressions que permeten derivar els coeficients de la matriu S a partir de les dades experimentals.
- Representa els valors de S_{11} y S_{22} per a les diferents freqüències a una carta d'Smith.
- Representa els valors de S_{12} i S_{21} per les diferents freqüències a un diagrama de Bode.



Pràctica 4

Determinació de Z_C en Línies de Transmissió Microstrip

1. OBJECTIU

Caracteritzar la Z_C (impedància característica) d'una línia de transmissió Microstrip utilitzant el software de simulació ADS (Advance Design System). S'analitzarà la variació de l'impedància característica en funció de la variació l'amplada de la línia microstrip.

2. MATERIAL

- Software de simulació ADS2009.

3. INTRODUCCIÓ TEÓRICA

La Figura 1 mostra la construcció d'una línia microstrip on la seva impedància es pot descriure com:

$$\text{Impedància Característica} = Z_c = \sqrt{\frac{1}{c}} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \cdot \frac{h}{W} \quad (\text{sempre que } W \gg h) \quad (1)$$

on:

- W = amplada de la pista conductora
- h = alçada del substrate dielèctric fins a terra
- μ = permeabilitat del medi
- ϵ = permitivitat del medi

En funció de la relació entre alçada (h) i amplada de la pista (W) podem trobar diferents comportaments:

- Si $h / W > 1$ --> predominarà el comportament inductiu
- Si $h / W < 1$ --> predominarà el comportament capacitiu

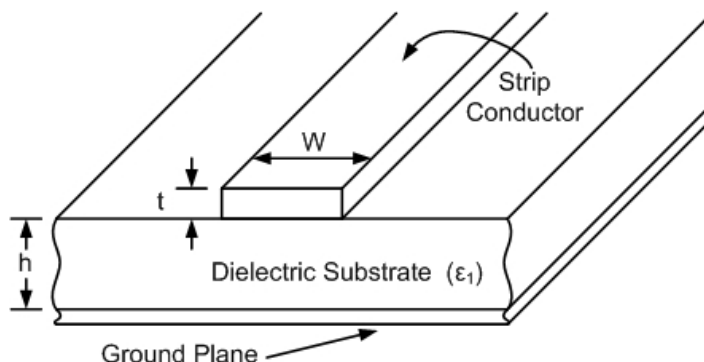


Figura 1: Dimensions d'una línia microstrip.



4. REALITZACIÓ EXPERIMENTAL

Per realitzar aquesta pràctica s'utilitzarà el software de simulació ADS 2009 (Advanced Design System) que presenta una aparença similar a la Figura 2.

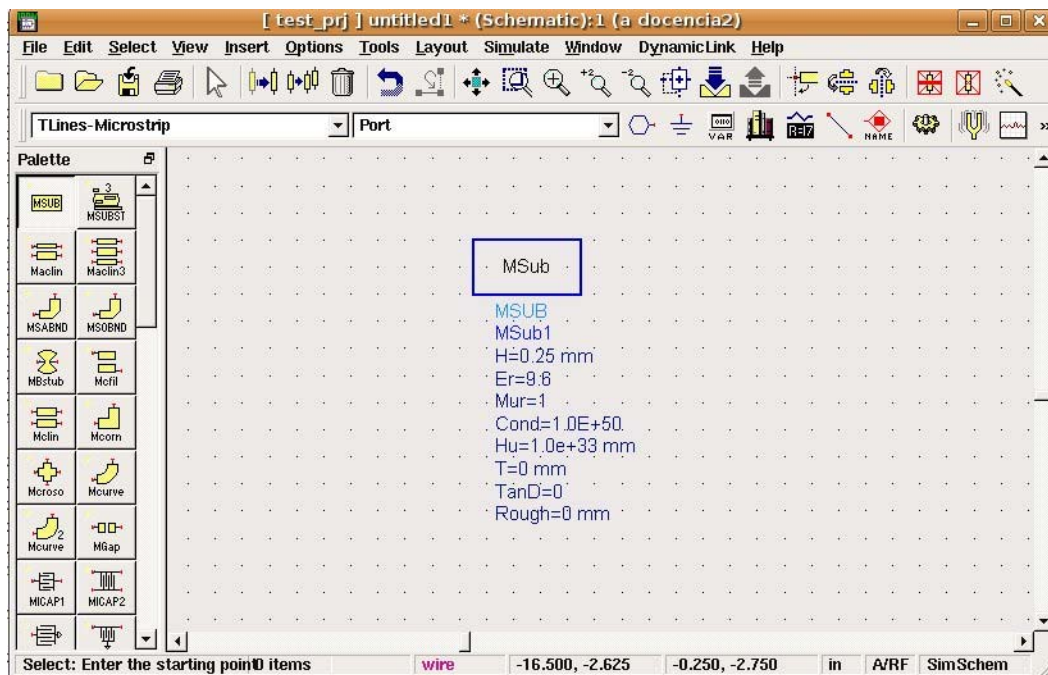


Figura 2: Pantalla principal de treball del software de simulació ADS.

Per experimentar el comportament d'una línia microstrip construirem el circuit presentat en la Figura 3 format per dos terminals (Term1 i Term2) i l'element que representa la pròpia línia (MLIN) microstrip. La línia microstrip la definirem amb un alçada (h) fixa de 100mm. Un cop construïda la línia procedirem a realitzar les simulacions.

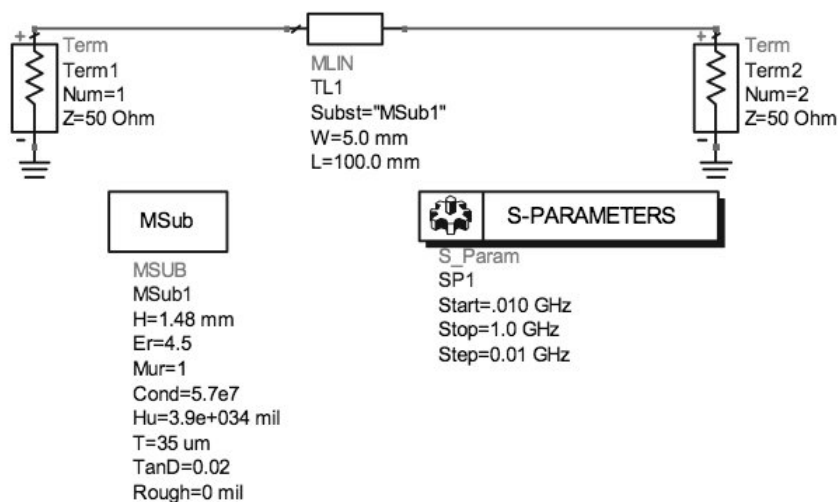


Figura 4: Circuit utilitzat per estudiar el comportament d'una línia microstrip.



Les simulacions que realitzarem ens serviran per trobar quina és l'amplada (W) de la línia per cada impedància característica entre un rang de 15Ω a 120Ω en passos de 5Ω . Per fer-ho, fixarem la impedància dels terminals (Term1 i Term2) i anirem fent escombrats en freqüència (10MHz a 1GHz) per diferents valors d'W fins trobar l'amplada desitjada. Sabrem que la W és la correcta quant el paràmetre S_{11} quedi minimitzat i sigui molt proper a zero. En aquest punt podem dir que la impedància característica de la línia microstrip està adaptada i coincideix amb la dels dos Terminals.

Els escombrats els realitzarem utilitzant la funció "S-PARAMETERS" amb una freqüència d'inici de 10MHz, una freqüència final d'1GHz i passos de 10MHz o 100MHz.

INFORME DE LA PRÀCTICA:

- Descriu què és una línia de transmissió microstrip.
- Demostració teòricament l'origen de la Z_C d'una línia microstrip. Per tal de demostrar la relació entre la geometria de la línia i la seva impedància característica us heu de referenciar als apunts de teoria.
- Breu explicació del procediment emprat en aquesta pràctica per deduir quina impedància característica té una línia per diferents geometries
- Representa les dades d'amplada (W) en funció de l'impedància característica Z_C . Verifiqueu si s'acompleix el comportament predit per l'expressió inicial (1).
- A partir de quina amplada (W) la línia microstrip deixa de tenir un comportament capacitiu per començar a tenir un comportament inductiu? (Comproveu-ho utilitzant la carta d'Smith).
- Mostreu diferents taules i gràfiques on es mostrin algunes de les simulacions i resultats que heu realitzat.

AJUDA:

Taula exemple amb dades resultants de l'estudi d'una línia microstrip amb ports de 50Ω i $L=100\text{mm}$.

W (mm)	dB(S_{11})
2.8	-36
2.75	-42.19
2.74	-42.52
2.73	-42.25
2.7	-39
2.65	-33.77
2.6	-30
2.5	-25.57
2.4	-22



Pràctica 5

Components Passius en Tecnologia Microstrip

1. OBJECTIU

En aquesta pràctica, es determinarà la inductància o capacitat equivalent en funció de l'ample i la longitud de la línia microstrip quan aquesta està ubicada en un medi de 50Ω . També s'ha de determinar el rang de freqüències pel qual l'equivalència entre segment de línia i component discret reactiu és vàlida.

2. MATERIAL

- Software de simulació ADS2009.

3. INTRODUCCIÓ TEÓRICA

A classe de teoria s'ha vist que en inserir una línia de transmissió amb una $Z_C > Z_{\text{medi}}$ aquesta es comporta com una **inductància sèrie** fins a un cert valor de freqüència. Tanmateix, per al cas en el qual $Z_C < Z_{\text{medi}}$ la línia es comporta com una **capacitat connectada en paral·lel**. Això queda il·lustrat a la Figura 1.

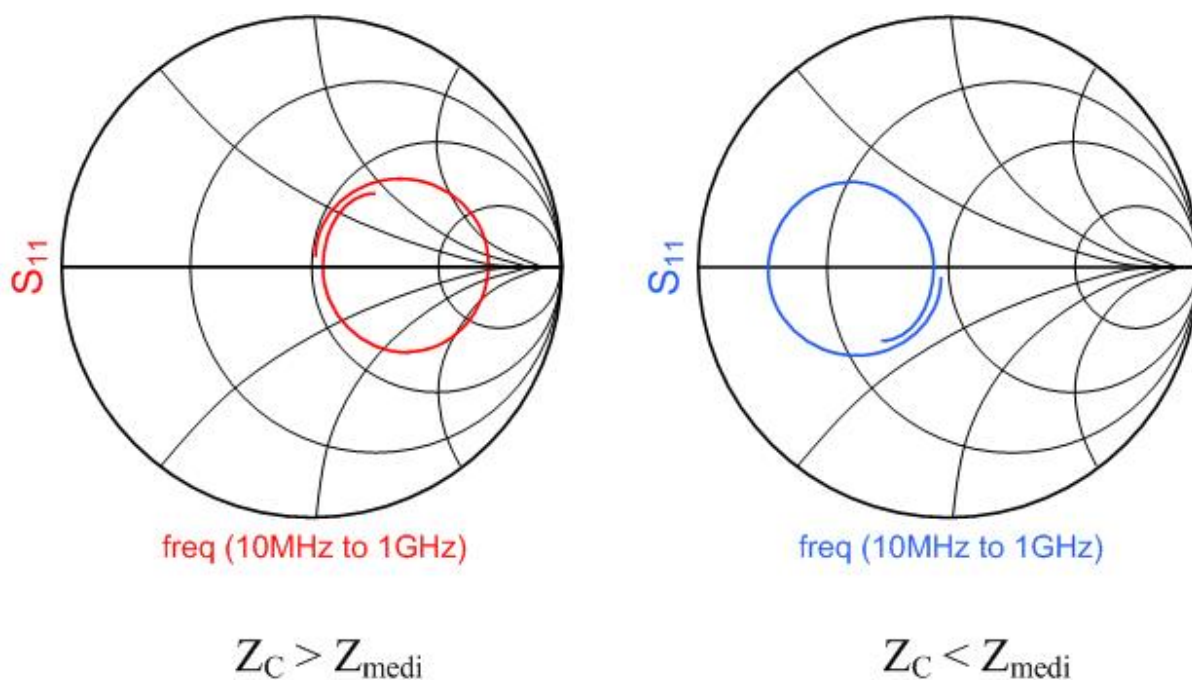


Figura 1: Comportament inductiu i capacitiu d'una línia microstrip.



Tenint en compte aquest comportament, podem fer un model equivalent basat en components discrets.

- Pel cas $Z_C > Z_{\text{medi}}$, tenim la següent aproximació:

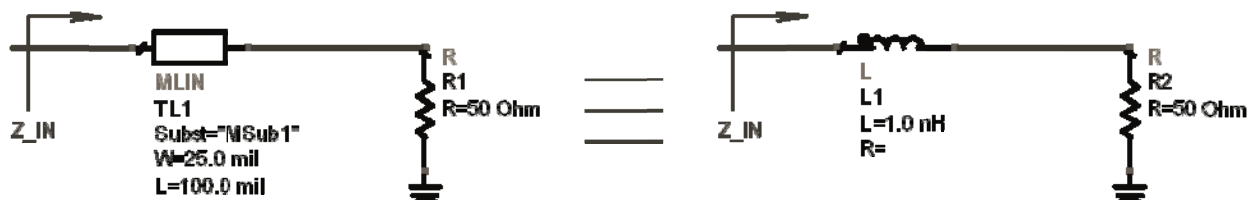


Figura 2: Model equivalent de línia microstrip amb $Z_C > Z_{\text{medi}}$

- Pel cas $Z_C < Z_{\text{medi}}$, el model equivalent és el següent:

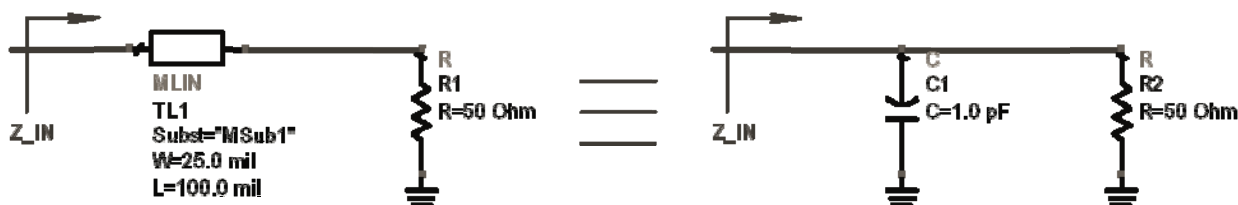


Figura 3: Model equivalent de línia microstrip amb $Z_C < Z_{\text{medi}}$

4. REALITZACIÓ EXPERIMENTAL

Construïu l'esquemàtic de la Figura 4. Els diferents components els trobareu a la paleta de components de l'ADS dins els següents apartats:

- Simulation-S_Param $\rightarrow$ Term: és la terminació o medi a on es mesura la línia. Es pot modificar el valor de la terminació.
- TLines-Microstrip $\rightarrow$ MLIN: és la línia microstrip.
- TLines-Microstrip $\rightarrow$ MSUB: és la definició del substrat PCB (FR4); introduïu els valors indicats a l'esquemàtic.
- Simulation-S_Param $\rightarrow$ S_param: és l'element de control de la simulació de paràmetres S.

Fixeu els valors dels ports a 50 Ω i, fent servir la taula de valors de la **Pràctica 4 simuleu la pista que té l'ample corresponent a una impedància característica (Z_C) de 120 Ω** . (no adaptat). Representeu gràficament el resultat de la simulació en la **carta d'Smith** i determineu el tipus de comportament. Escolliu el model adequat (inductància sèrie o capacitat paral·lel) i trobeu quin és el valor del component discret equivalent.



Per tal de comprovar el tipus de comportament i trobar el valor del component discret equivalent, haureu d'introduir les equacions corresponents al full de resultats (data display, Figura 5) del programa ADS de la següent forma:

- 1) Seleccioneu a la paleta del data display el component *Eqn*.
- 2) Feu click sobre qualsevol punt del full.
- 3) Ompliu l'equació corresponent ($\text{impedancia} = 50 * (1 + S(1,1)) / (1 - S(1,1))$)
- 4) Afegiu un *rectangular plot*, localitzant la vostra funció a graficar escullint *Equations* al desplegable *Datasets and equations*.
- 5) Repetiu els passos previs per introduir més equacions.

Un cop hagueu trobat el valor i el comportament de la línia microstrip per la primera impedància característica de 120Ω, repetiu el procés per a tots els valors de la taula de la Pràctica 4.

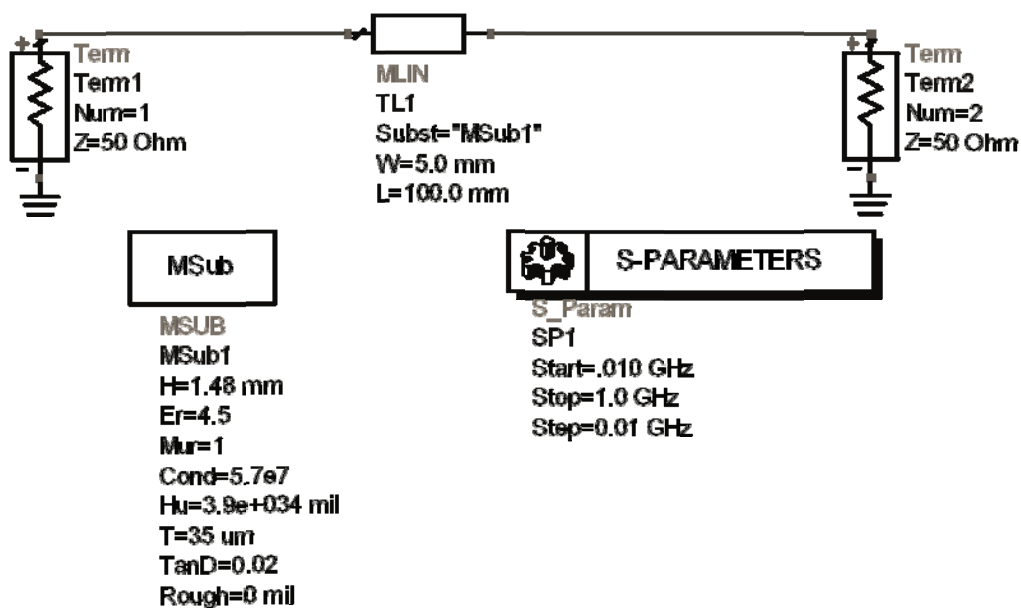


Figura 4: Circuit utilitzat per a determinar el model equivalent d'una línia microstrip.

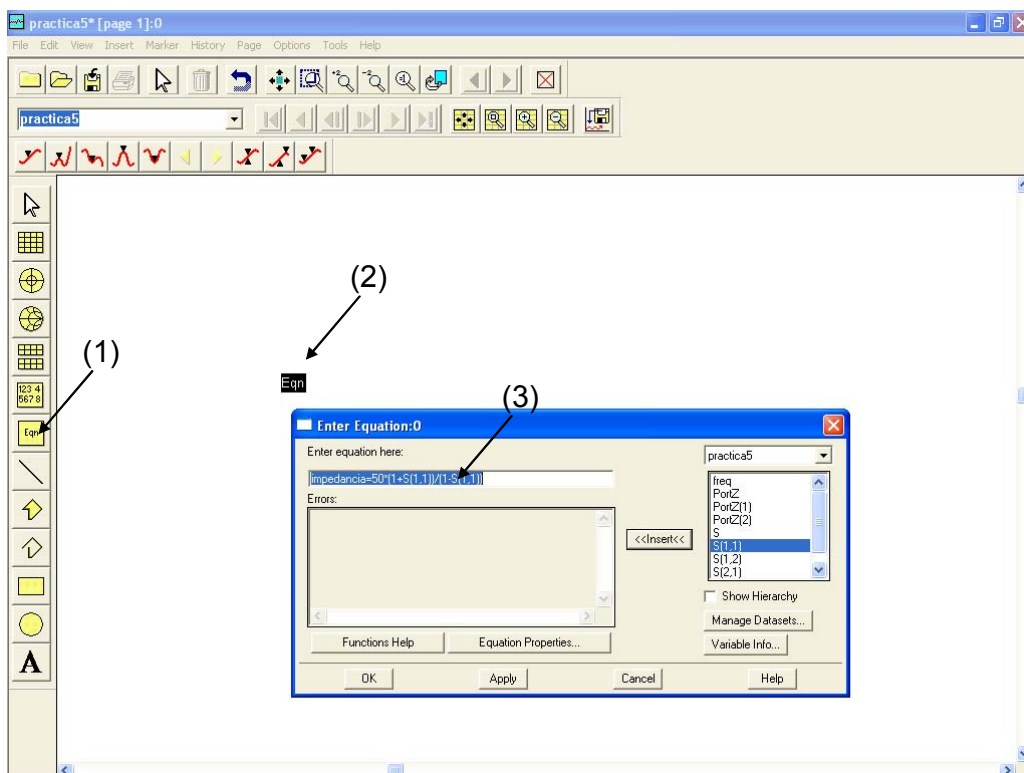


Figura 5: Data display: passos a realitzar per introduir un element equació.

INFORME DE LA PRÀCTICA:

- Realitzeu una breu explicació a partir dels apunts de teoria del fet que en funció de la impedància característica (Z_C) de la línia microstrip el seu comportament sigui inductiu o capacitiu. (Deduiu les expressions que expressen el valor de la inductància i la capacitat de la línia).
- Calculeu de forma teòrica el valor d'inductància per un parell de valors $Z_C > 50\Omega$ i el valor de capacitat per un parell de valors $Z_C < 50\Omega$.
- Genereu una taula amb els valors obtinguts mitjançant les simulacions i mostreu algunes gràfiques on es mostri la magnitud de capacitat o inductància per unitat de longitud en funció de l'amplada de la línia.
- Compareu els resultats obtinguts mitjançant simulació amb els obtinguts teòricament. Es corresponen? Que pot generar les discrepàncies que apareixen? .



PRÀCTICA 6

Filtre En Tecnologia Microstrip

1. OBJECTIU

En aquesta pràctica, es dissenyarà un filtre Butterworth passa-baixos de tercer ordre a partir d'elements reactius discrets: capacitats i inductàncies. Posteriorment, i fent servir la informació elaborada en les pràctiques anteriors, s'implementarà el mateix filtre fent servir únicament línies microstrip, de tal forma que substituiran els valors de capacitats i inductàncies trobats anteriorment.

2. MATERIAL

- Software de simulació ADS2009.

3. INTRODUCCIÓ TEÓRICA

En la Figura 1 es mostra un filtre Butterworth passa-baixos d'ordre n . Per obtenir la llei d'atenuació del filtre de

Butterworth, els valors d'inductàncies i capacitats han de verificar les següents relacions:

$$L_k = g_k \frac{Z_0}{\omega_c} \quad ; \quad C_k = g_k \frac{1}{Z_0 \omega_c}$$
$$\text{on } g_k = 2 \sin\left(\frac{2k-1}{2n}\pi\right)$$

a on k indica l'ordenació de l'element ($k = 2,4,6...$ per a les inductàncies i $k = 1,3,5...$ per a les capacitats), n és l'ordre del filtre, Z_0 és la impedància característica del medi i ω_c és la freqüència de tall del filtre.

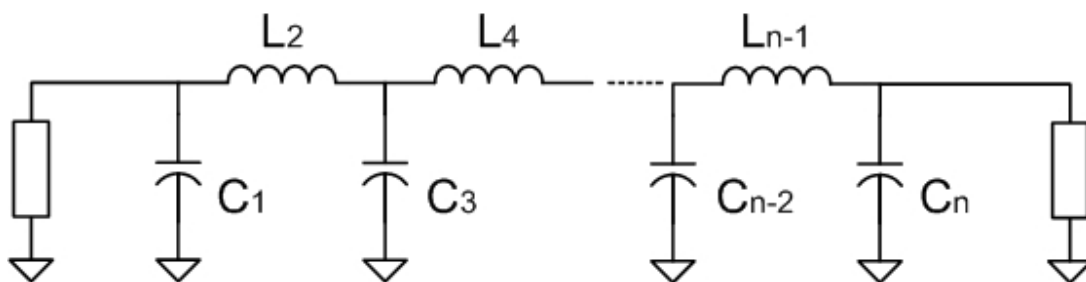


Figura 1: Filtre Butterworth passa-baixos d'ordree n implementat amb components discrets.



4. REALITZACIÓ EXPERIMENTAL

PART 1:

La primera part consisteix en trobar els valors de les capacitats i inductàncies discretes per construir un filtre Butterworth passa-baixos d'ordre 3 amb una freqüència de tall de 450MHz inserit en un medi amb impedància de 50Ω. Amb els valors calculats, simuleu el circuit amb el simulador ADS i analitzeu i verifiqueu la resposta del filtre.

Un cop verificada la resposta en freqüència del filtre amb components discrets és procedirà a la segon part de la pràctica.

PART 2:

Arribats a aquest punt es substituiran els valors dels components discrets trobats anteriorment pels seus equivalents distribuïts (línies microstrip) a partir de la informació obtinguda en les pràctiques anteriors.

Per realitzar aquesta part, tothom ha de disposa de la taula amb els valors d'inductància/capacitat per unitat de longitud per a diferents amplades de pista en configuració microstrip fent servir un substrat epoxy-FR4 obtinguda en la Pràctica 5.

Amb aquestes indicacions calculeu els nous valors d'amplada (W) i longitud (L) de les noves línies microstrip que substituiran els valors dels components discrets trobats anteriorment. Com a restriccions addicionals, s'ha de tenir en compte que:

- 1- La màxima freqüència de treball serà de 700MHz.
- 2- Els filtres s'han de realitzar sobre un PCB de 6x6 cm² amb l'entrada i la sortida centrades en el punt mig de costats no adjacents.

Finalment, analitzeu amb el simulador ADS la resposta del filtre i verifiqueu el seu funcionament amb els components basats en línies de transmissió microstrip.

AJUDA:

En el cas que la longitud total del filtre sigui més gran de 6 cm, els segments de línia hauran de dividir-se en segments horitzontals i verticals per tal de satisfer les restriccions d'espai imposades. Per tal de considerar els efectes d'aquestes cantonades en la simulació, s'ha d'incloure un nou component (*Mbend(mitered_bend)*) en aquells punts on es produeixin els canvis de direcció.

De la mateixa manera, en aquells punts on es produeixi un canvi d'amplada de les pistes, s'haurà d'incloure l'element *Mstep(symmetric)*. Degut a aquestes modificacions, caldrà ajustar els valors inicials de longitud i/o amplada per tal d'obtenir la freqüència de tall demanada.



INFORME DE LA PRÀCTICA:

- Compareu les respostes en freqüència de les diverses estructures realitzades tot justificant els valors utilitzats.
 - Estructura amb components discrets.
 - Estructura amb elements distribuïts (línies microstrip) sense efectes geomètrics.
 - Estructura amb la implementació final amb efectes geomètrics.
- Representeu el Layout de la implementació final tot considerant les dimensions de la placa PCB.



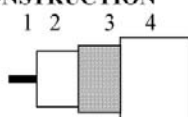
ANNEX 1: Cable Coaxial RG58C/U

BELDEN SENDING ALL THE RIGHT SIGNALS	TECHNICAL DATA SHEET	code	MRG5801
		version	1
	Coax cable	date	2006-03-29
	RG58 C/U LSF	page	1/2

APPLICATION

Coaxial communication cable based on MIL-C-17.

CONSTRUCTION



1	Inner conductor	Stranded tinned copper
2	Dielectric	Solid PE
3	Braid	Annealed tinned copper
4	Sheath	LSNH according the European Standard HD 624.

REQUIREMENTS AND TEST METHODS

Test methods in accordance with European standard EN 50289.

Mechanical characteristics

1. Inner conductor:	
Diameter:	19 x 0.18 mm $\pm$ 0.02 mm
2. Dielectric:	
Diameter:	2.95 mm $\pm$ 0.15 mm
3. Outer conductor:	
Diameter screen:	3.5 mm $\pm$ 0.2 mm
Coverage braid:	93 % $\pm$ 4 %
4. Sheath:	
Diameter:	4.95 mm $\pm$ 0.2 mm
Tensile strength:	$\geq$ 9.0 N/mm ²
Elongation at break:	$\geq$ 125 %
5. Cable:	
Crush resistance of cable:	< 1% (load of 700N)
Temperature range -storage/operating:	-15°C to +70°C
Temperature range -installation:	-5 °C to + 50°C
Minimum static bend radius:	25 mm
Total weight:	38 kg/km



	TECHNICAL DATA SHEET		code	MRG5801
			version	1
	Coax cable		date	2006-03-29
	RG58 C/U LSF		page	2/2

Electrical characteristics

Mean characteristic impedance:	$50 \pm 2 \Omega$
Regularity of impedance:	$> 40 \text{ dB}$
DC resistance inner conductor:	$\leq 36 \Omega/\text{km}$
Capacitance:	$100 \text{ pF/m} \pm 2 \text{ pF/m}$
Nominal velocity of propagation:	66%
Insulation resistance:	$> 10^4 \text{ M}\Omega.\text{km}$
Voltage Rating	
DC:	4 kVdc
RMS	2kVrms

Return loss at	5-30 MHz:	$\geq 20 \text{ dB}^*$
	30-470 MHz:	$\geq 20 \text{ dB}^*$
	470-1000 MHz:	$\geq 18 \text{ dB}^*$

*Max. 3 peak values 4 dB lower than specified.

Nominal Attenuation:

10 MHz:	4.5 dB/100m
200 MHz:	22.0 dB/100m
400 MHz:	32.0 dB/100m
1000 MHz:	50.0 dB/100m
2400 MHz:	79.0 dB/100m
3000 MHz:	88.0 dB/100m



Belden CDT believes this product to be in compliance with the environmental regulations EU RoHS (Directive 2002/95/EC, 27 January 2003); this is valid for all material produced after the RoHS compliant date for this product.

© Belden Wire & Cable B.V.

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the written consent of the copyright owner



STAMP (IF ANY)

FLARE TO $\phi 14.5 \pm 0.07$

FORMING

27.4

22.6

3.3

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

NOTES: FINISH (PLATING THICKNESS IN MICRO-INCHES)

1 BRASS PL. 100 MIN. THICK OVER COPPER STRIKE

2 NICKEL PL. 100 MIN. THICK OVER COPPER STRIKE

3 PHOSPHOR BRONZE PL. 100 MIN. THICK OVER COPPER STRIKE

4 NICKEL PL. 100 MIN. THICK OVER COPPER STRIKE

5 GOLD PL. 100 MIN. THICK OVER COPPER PL. 300 MIN. THICK

6 GOLD PL. 100 MIN. THICK OVER NICKEL PL. 100 MIN. THICK

7 COPPER STRIKE

8 ZINC DIECAST

REVISIONS

ISS	ZONE	DESCRIPTION	PER REQUEST	DATE
1	1	1	1	1

NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	FINISH	QTY	DRAWING NO.
12	LOCK RING	NOTE 1	NOTE 3	1	LR-78/62X08
11	CONTACT PIN	NOTE 1	NOTE 7	1	B9073D1-11-B
10	WASHER	NOTE 2	NOTE 3	1	WS-128/9X08
9	SPRING	SKS	NOTE 5	2	B50000-8
8	RETAINER RING	NOTE 1	NOTE 3	1	B50000-5
7	GASKET	RUBBER	RED	1	OS-115/BX15
6	INSULATOR	DELPHI	NATURAL	1	B9073D1-8-50-B
5	BODY	NOTE 1	NOTE 3	1	B9073D1-5
4	CONTACT PIN	NOTE 4	NOTE 7	1	B9073D1-4-A
3	INSULATOR	DELPHI	NATURAL	2	B9073D1-3-50-A
2	HOUSING	NOTE 8	NOTE 6	1	B9073D1-2
1	SHELL	NOTE 8	NOTE 6	1	B50000-1

NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	FINISH	QTY	DRAWING NO.
12	LOCK RING	NOTE 1	NOTE 3	1	LR-78/62X08
11	CONTACT PIN	NOTE 1	NOTE 7	1	B9073D1-11-B
10	WASHER	NOTE 2	NOTE 3	1	WS-128/9X08
9	SPRING	SKS	NOTE 5	2	B50000-8
8	RETAINER RING	NOTE 1	NOTE 3	1	B50000-5
7	GASKET	RUBBER	RED	1	OS-115/BX15
6	INSULATOR	DELPHI	NATURAL	1	B9073D1-8-50-B
5	BODY	NOTE 1	NOTE 3	1	B9073D1-5
4	CONTACT PIN	NOTE 4	NOTE 7	1	B9073D1-4-A
3	INSULATOR	DELPHI	NATURAL	2	B9073D1-3-50-A
2	HOUSING	NOTE 8	NOTE 6	1	B9073D1-2
1	SHELL	NOTE 8	NOTE 6	1	B50000-1

NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	FINISH	QTY	DRAWING NO.
12	LOCK RING	NOTE 1	NOTE 3	1	LR-78/62X08
11	CONTACT PIN	NOTE 1	NOTE 7	1	B9073D1-11-B
10	WASHER	NOTE 2	NOTE 3	1	WS-128/9X08
9	SPRING	SKS	NOTE 5	2	B50000-8
8	RETAINER RING	NOTE 1	NOTE 3	1	B50000-5
7	GASKET	RUBBER	RED	1	OS-115/BX15
6	INSULATOR	DELPHI	NATURAL	1	B9073D1-8-50-B
5	BODY	NOTE 1	NOTE 3	1	B9073D1-5
4	CONTACT PIN	NOTE 4	NOTE 7	1	B9073D1-4-A
3	INSULATOR	DELPHI	NATURAL	2	B9073D1-3-50-A
2	HOUSING	NOTE 8	NOTE 6	1	B9073D1-2
1	SHELL	NOTE 8	NOTE 6	1	B50000-1

NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	FINISH	QTY	DRAWING NO.
12	LOCK RING	NOTE 1	NOTE 3	1	LR-78/62X08
11	CONTACT PIN	NOTE 1	NOTE 7	1	B9073D1-11-B
10	WASHER	NOTE 2	NOTE 3	1	WS-128/9X08
9	SPRING	SKS	NOTE 5	2	B50000-8
8	RETAINER RING	NOTE 1	NOTE 3	1	B50000-5
7	GASKET	RUBBER	RED	1	OS-115/BX15
6	INSULATOR	DELPHI	NATURAL	1	B9073D1-8-50-B
5	BODY	NOTE 1	NOTE 3	1	B9073D1-5
4	CONTACT PIN	NOTE 4	NOTE 7	1	B9073D1-4-A
3	INSULATOR	DELPHI	NATURAL	2	B9073D1-3-50-A
2	HOUSING	NOTE 8	NOTE 6	1	B9073D1-2
1	SHELL	NOTE 8	NOTE 6	1	B50000-1

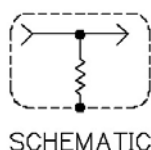
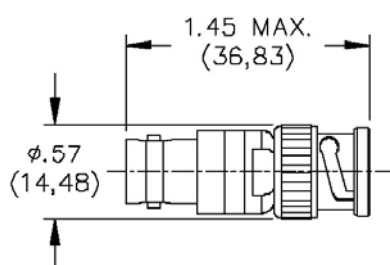
NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	FINISH	QTY	DRAWING NO.
12	LOCK RING	NOTE 1	NOTE 3	1	



ANNEX 3: Adaptador 50Ω "Feed-Thru Termination"

Pomona®

Model 4119
BNC Feed-Thru Termination



MODEL NO.	* RESISTANCE VALUE Ω
4119-50	50
4119-75	75
4119-93	93
4119-600	600

MATERIALS:

Body and Fittings: Brass, Alloy 360, ½ Hard.

Center Contact: Male – Brass, Alloy 360, ½ Hard.

Female – Beryllium Copper per Cond. Ht.

Outer Contact: Beryllium Copper, Cond. Ht.

Dielectric: PTFE per L-P-403.

Gasket/Seals: Silicone rubber per zz-r-765, Class 11a, Grade 50.

Finish:

Body and Fittings: Tarnish Resistant.

Center Contact: Male – Gold plated.

Outer Contact: Tarnish Resistant.

Marking: "Pomona Elect. 4119-*" and resistance value marked on label.

Specifications: 2%, 2 Watt, Carbon-film resistor deposited over Ceramic Core.

VSWR: 1.1 Max. from D.C. to 250 MHz.

1.2 Max. from 250 MHz to 500 MHz.

RATINGS:

Operating Temperature: +102°C (+216°F) Max.

ORDERING INFORMATION: Model 4119-*

* = Resistance value (see table above)

All dimensions are in inches. Tolerances (except noted): .xx = ±.02" (.51 mm), .xxx = ±.005" (.127 mm).
All specifications are to the latest revisions. Specifications are subject to change without notice.
Registered trademarks are the property of their respective companies. Made in USA

6/9/99

SY/EHLS

S:\Engineering\Release\Datasheets\HJ\4119\4119_1_01.doc

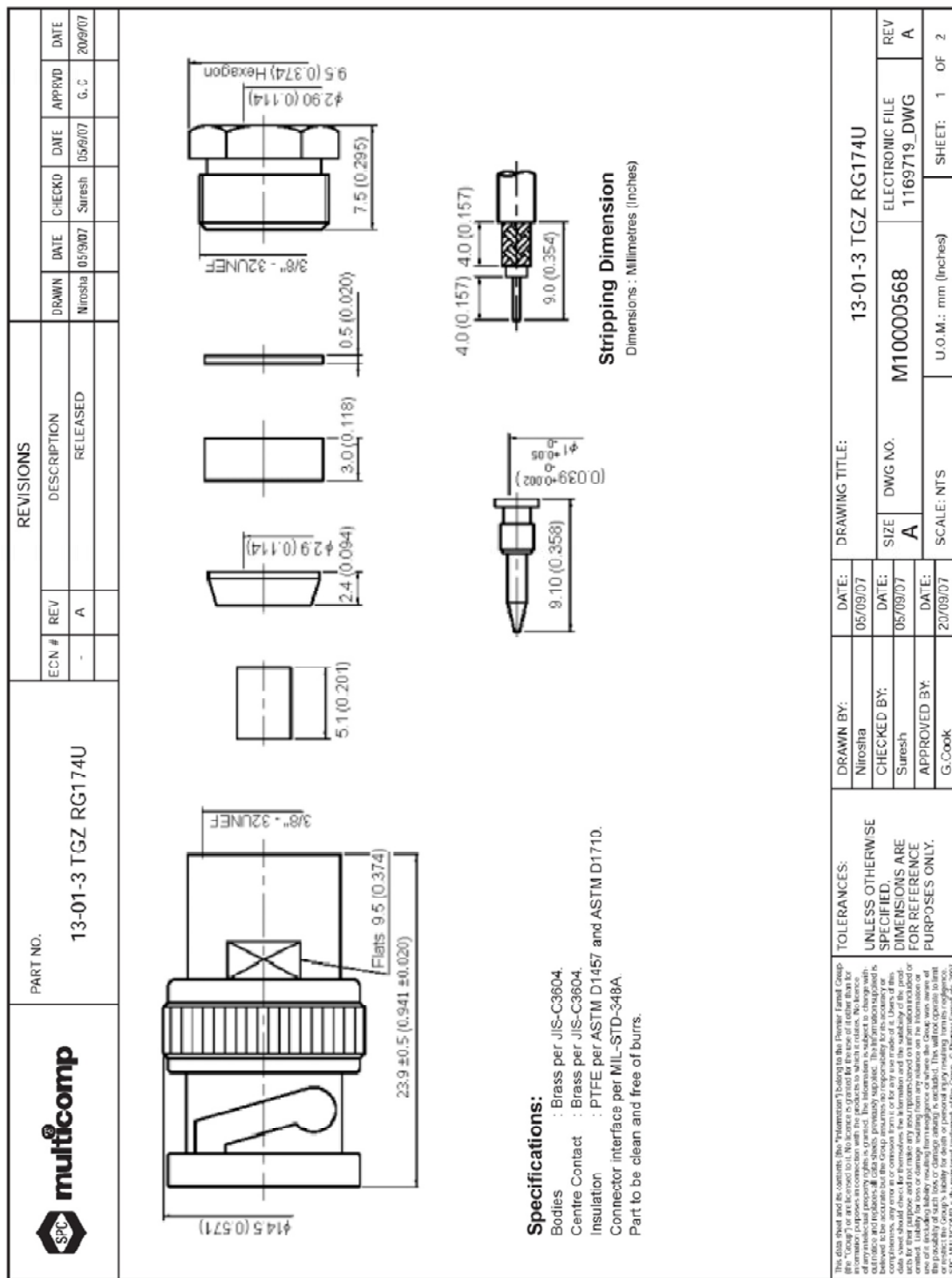
Sales: 800-490-2361 Fax: 888-403-3360
Technical Assistance: 800-241-2060

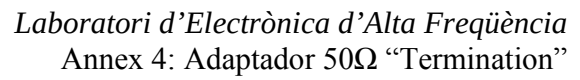
PomonaACCESS 90228 (800) 444-6785 or (425) 446-6010
More drawings available at www.pomonaelectronics.com

Page 1 of 1



ANNEX 4: Adaptador 50Ω "Termination"



36

