

Hyperfréquences et Composants associés

6ème PARTIE

LES COUPLEURS DIRECTIFS

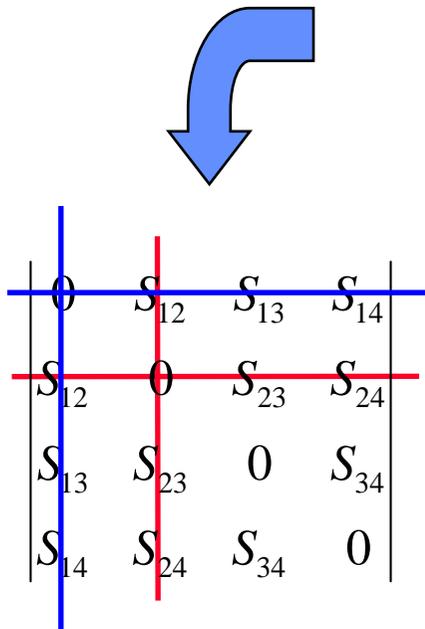


Esm03_hyp_6P.ppt - Edition Octobre 2003

Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS DIRECTIFS

C'EST UN OCTOPÔLE :



- PASSIF,..... $[S]^t = [S]$
- ADAPTÉ À SES 4 ACCÈS, $S_{ii} = 0 \quad \forall i$
- SANS PERTES $[S]^* = [S]^{-1}$

↓

$[S]^* = [S]^{-1} \rightarrow$ éléments diagonaux de $[S]^{-1} = 0$

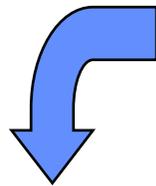
→ $S_{23}^* S_{34}^* S_{24} = 0$

→ $S_{13}^* S_{34}^* S_{14} = 0$

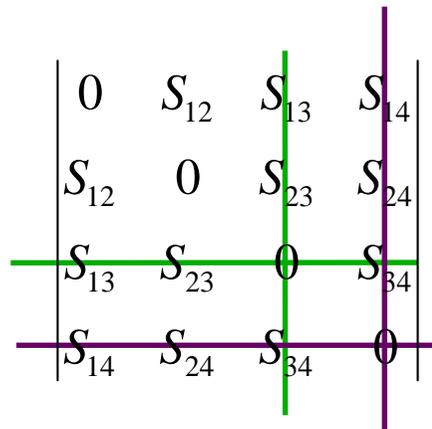
Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS DIRECTIFS

C'EST UN OCTOPÔLE :



- PASSIF,..... $[S]^t = [S]$
- ADAPTÉ À SES 4 ACCÈS, $S_{ii} = 0 \quad \forall i$
- SANS PERTES $[S]^* = [S]^{-1}$



$[S]^* = [S]^{-1} \rightarrow$ éléments diagonaux de $[S]^{-1} = 0$

\rightarrow	$S_{23}^* S_{34}^* S_{24} = 0$	\leftrightarrow	$S_{12} = S_{34} = 0$
\rightarrow	$S_{13}^* S_{34}^* S_{14} = 0$		ou
\rightarrow	$S_{12}^* S_{24}^* S_{14} = 0$		$S_{13} = S_{24} = 0$
\rightarrow	$S_{12}^* S_{23}^* S_{13} = 0$		ou
			$S_{14} = S_{23} = 0$

Remarque : Ces 3 solutions sont identiques à la numérotation des portes près

Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS DIRECTIFS

$$S_{12} = S_{34} = 0$$



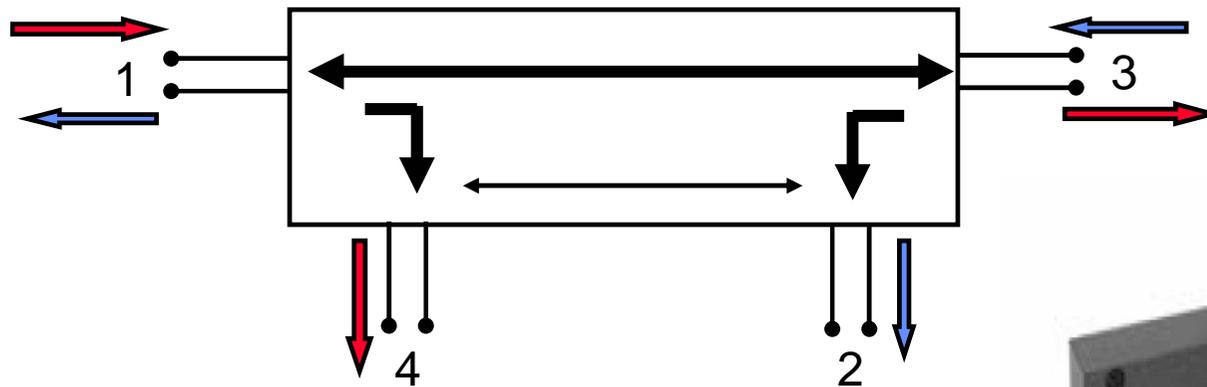
$$|S| = \begin{vmatrix} 0 & 0 & \alpha & \beta \\ 0 & 0 & \beta & \alpha \\ \alpha & \beta & 0 & 0 \\ \beta & \alpha & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

avec

$$|\alpha| = |\alpha'|$$

$$|\beta| = |\beta'|$$

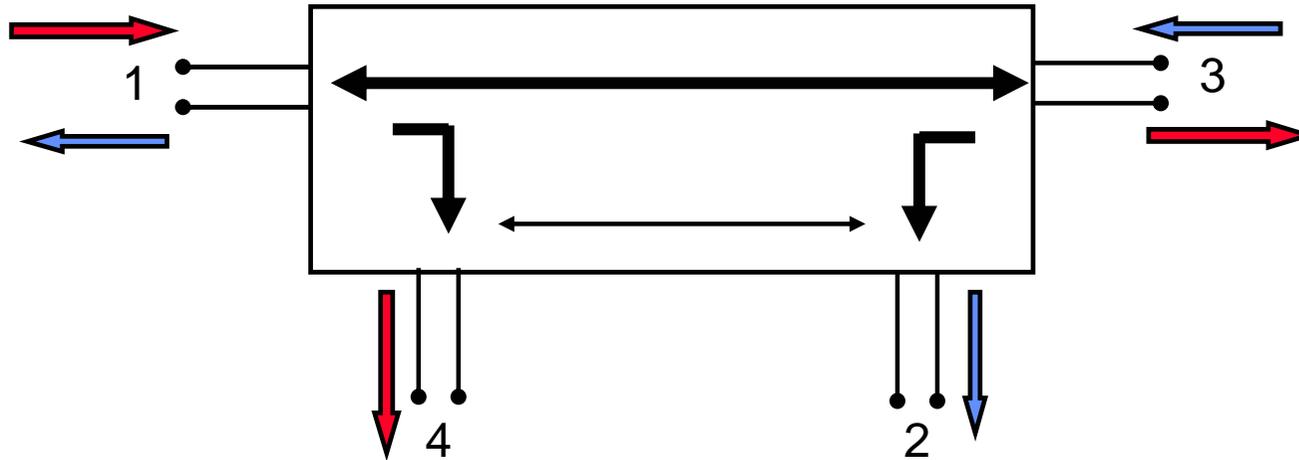
$$|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$$



Esme03_hyp_6F.ppt - Édition Octobre 2003

Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS DIRECTIFS



Couplage : $|S_{41}| = |S_{23}|$ s'exprime en dB - $C(dB) = 20 \log |S_{41}|$

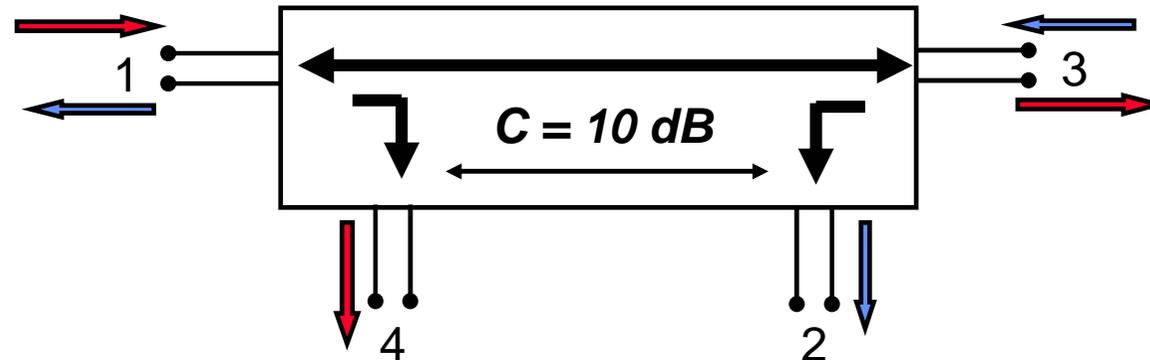
Coupleur idéal : $S_{21} = S_{43} = 0$

Coupleur réel : Directivité = $|b_2/b_4| = |S_{21}|/|S_{41}|$

Le Découplage (S_{21}) est égal à la somme (en dB) du Couplage et de la Directivité

Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS DIRECTIFS : Exercice d'applications



1) coupler idéal $P_{e1} = 10 \text{ dBm} = 10 \text{ mW}$ et 2,3 et 4 terminées sur 50Ω

$P_{s2} = ?$ 0 directivité infinie

$P_{s4} = ?$ 0 dBm = 1 mW couplage 10 dB

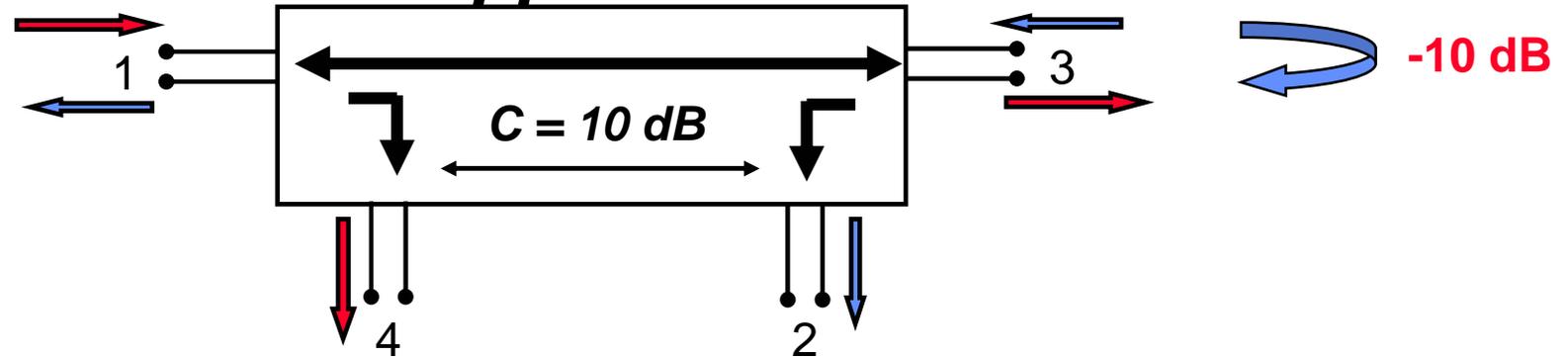
$P_{s3} = ?$ $10 - 1 = 9 \text{ mW} = 9,5 \text{ dBm}$

un coupler de 10 dB perd 0,5 dB hors pertes ohmiques

Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS DIRECTIFS : Exercice

d'applications



1) coupleur idéal $P_{e1} = 10 \text{ dBm} = 10 \text{ mW}$ et **3 fermée sur un TOS de 2**

$P_{s4} =$	$0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$ couplage 10 dB	} sans changement
$P_{s3} =$	$10 - 1 = 9 \text{ mW} = 9,5 \text{ dBm}$	

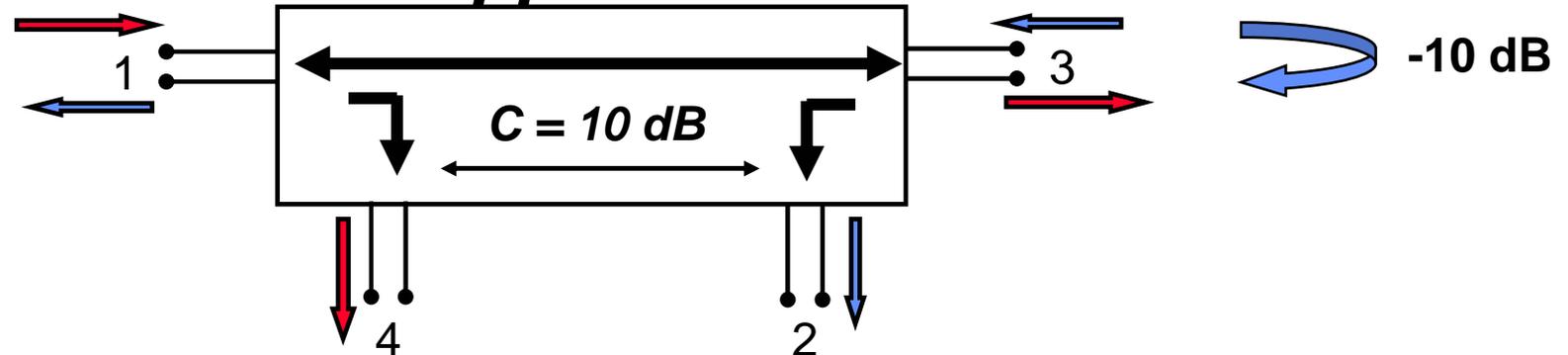
Combien vaut P_{s2} ?

$P_{e3} = 9,5 - 10 = -0,5 \text{ dBm}$  $P_{s2} = -0,5 - 10 = -10,5 \text{ dBm}$

Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS DIRECTIFS : Exercice

d'applications



1) coupleur **directivité 20dB** , $P_{e1} = 10 \text{ dBm} = 10 \text{ mW}$ et 3 fermée sur un TOS de 2

Que se passe-t-il en 2 et en 4 ?

En 4 on a 2 signaux :

celui issu de P_{e1} et lié au couplage soit $0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$ ou $320 \text{ mV}/50\Omega$

celui issu de P_{e3} et lié à la directivité soit $\# - 30 \text{ dBm} = 1 \mu\text{W}$ ou $10 \text{ mV}/50\Omega$

INFLUENCE FAIBLE

Mais en 2 on a aussi 2 signaux :

celui issu de P_{e1} et lié à la directivité soit $+10 - 30 = -20 \text{ dBm} = 0,01 \text{ mW}$ ou 32 mV

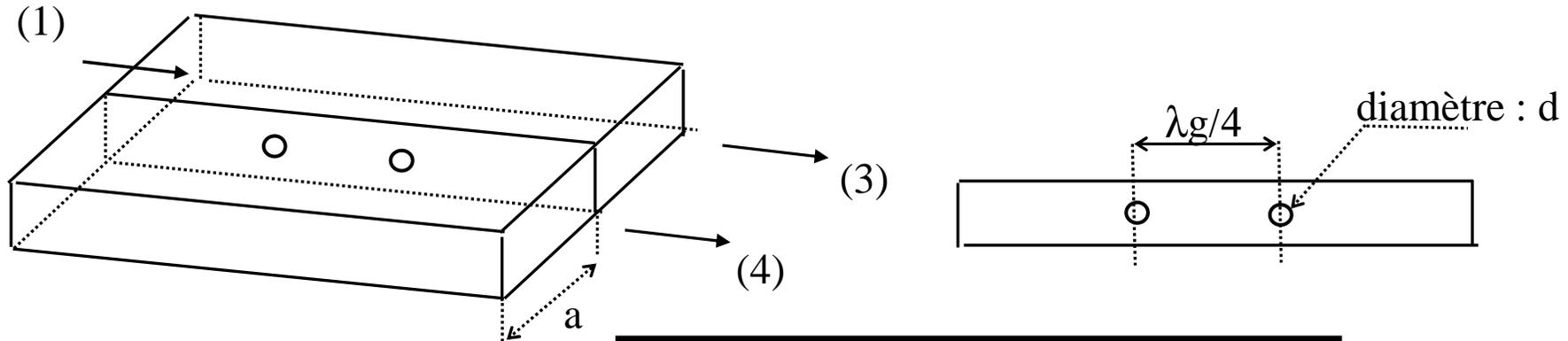
celui issu de P_{e3} et lié au couplage soit $\# -10 \text{ dBm} = 0,1 \text{ mW}$ ou 100 mV

LA TENSION EN 4 OSCILLE ENTRE 68 et 132 mV

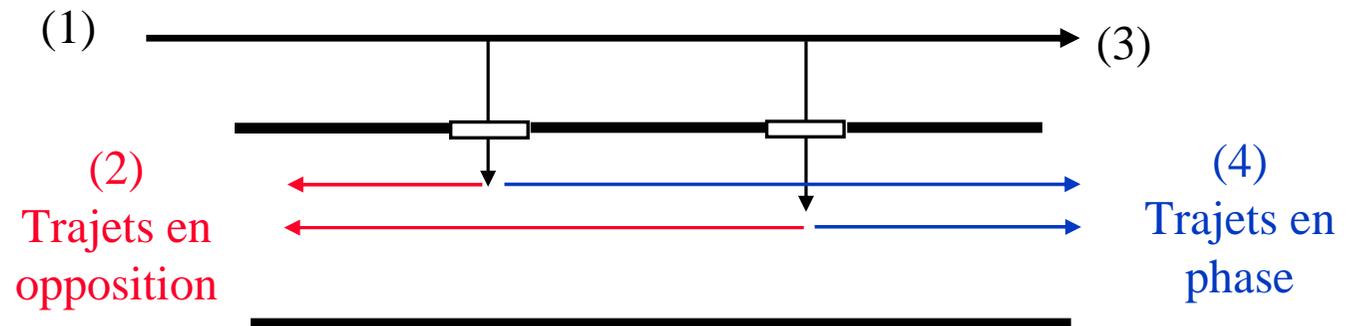
Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS SUR GUIDE

Guides accolés sur le petit côté



Principe :



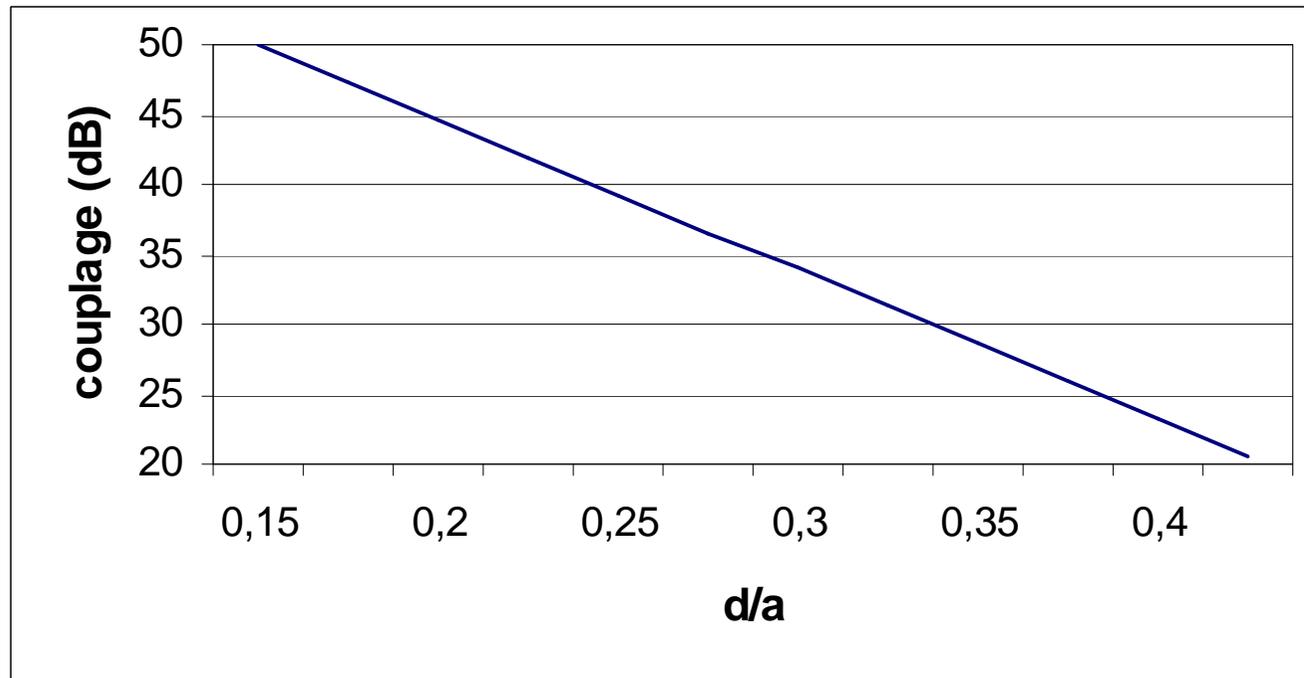
Remarque : les trous peuvent être remplacés par des fentes obliques

Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS SUR GUIDE

Guides accolés sur le petit côté

Couplage en fonction du rapport d/a



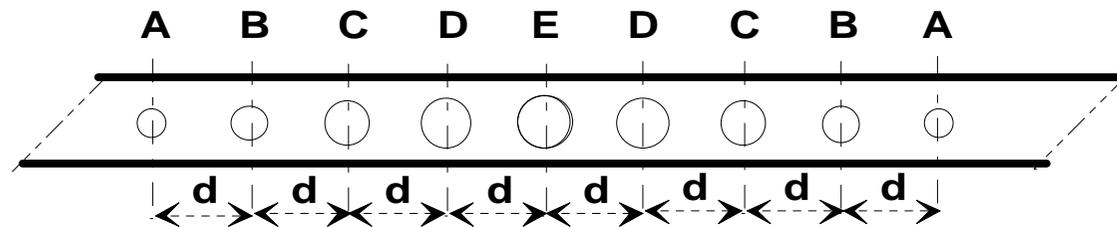
Esme03_hyp_6F.ppt - Édition Octobre 2003

Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS SUR GUIDE

Guides accolés sur le petit côté

Accroissement de bande : # 1 octave



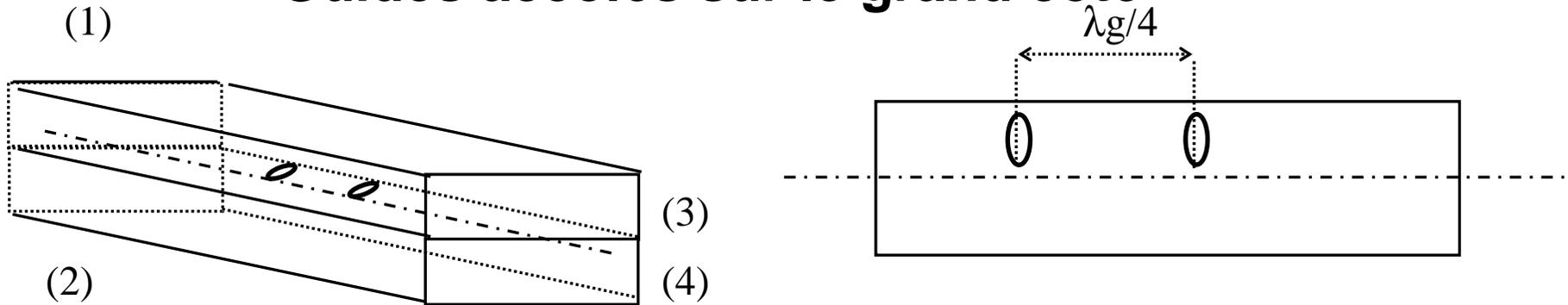
Augmentation du nombre de trous et diamètres variables

Applications :
Métrologie

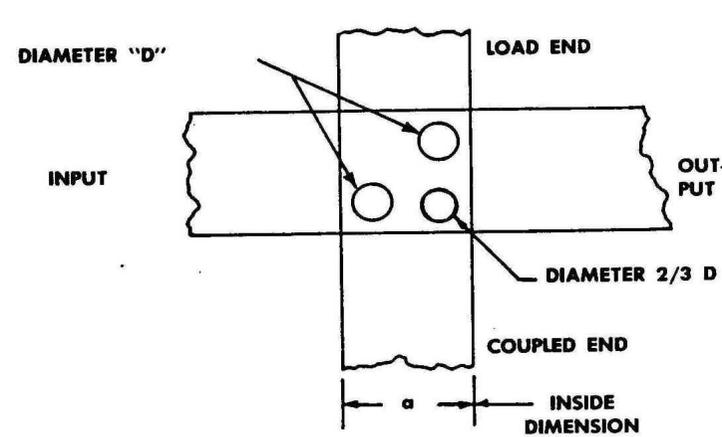
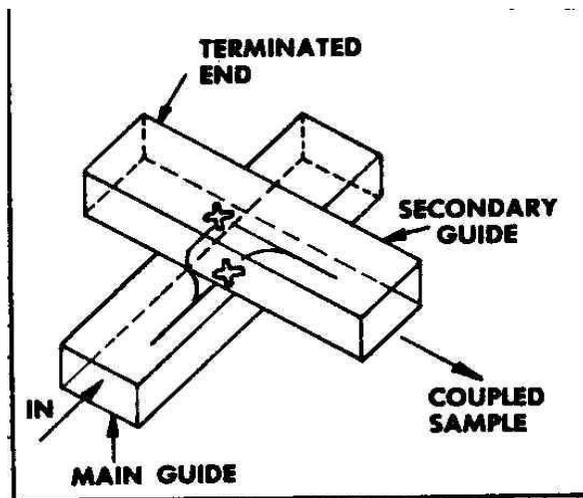
Hyperfréquences et Composants associés

COUPLEURS SUR GUIDE

Guides accolés sur le grand côté



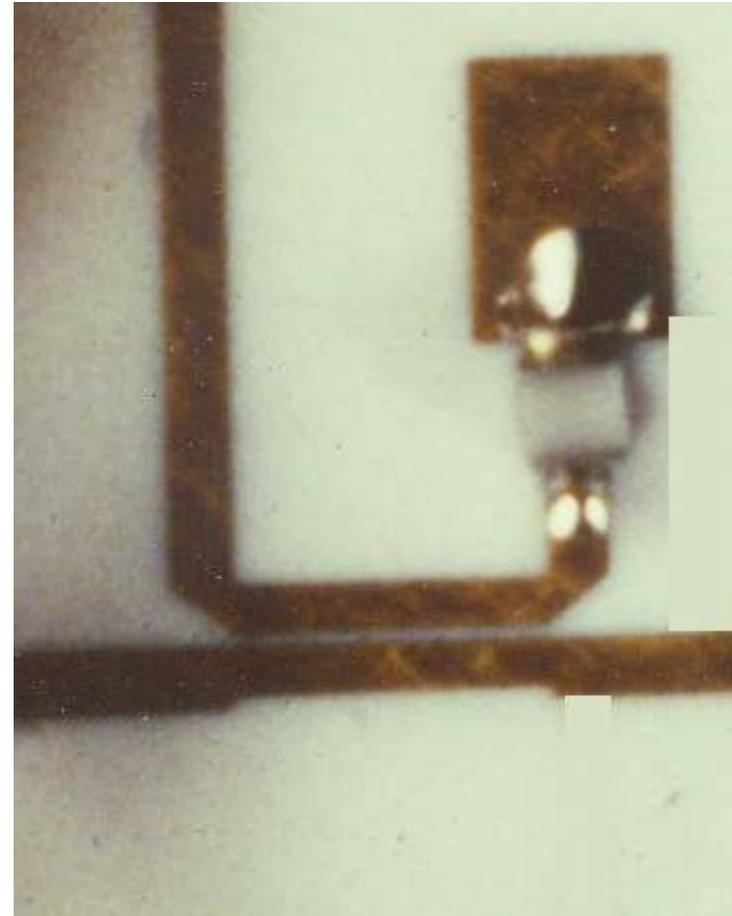
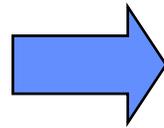
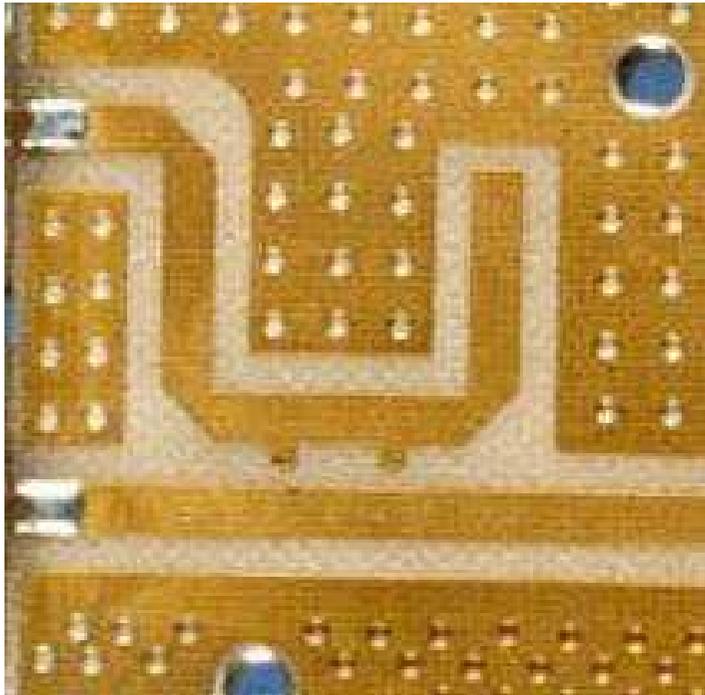
Guides en croix



Esme03_hyp_6P.ppt - Edition Octobre 2003

Hyperfréquences et Composants associés

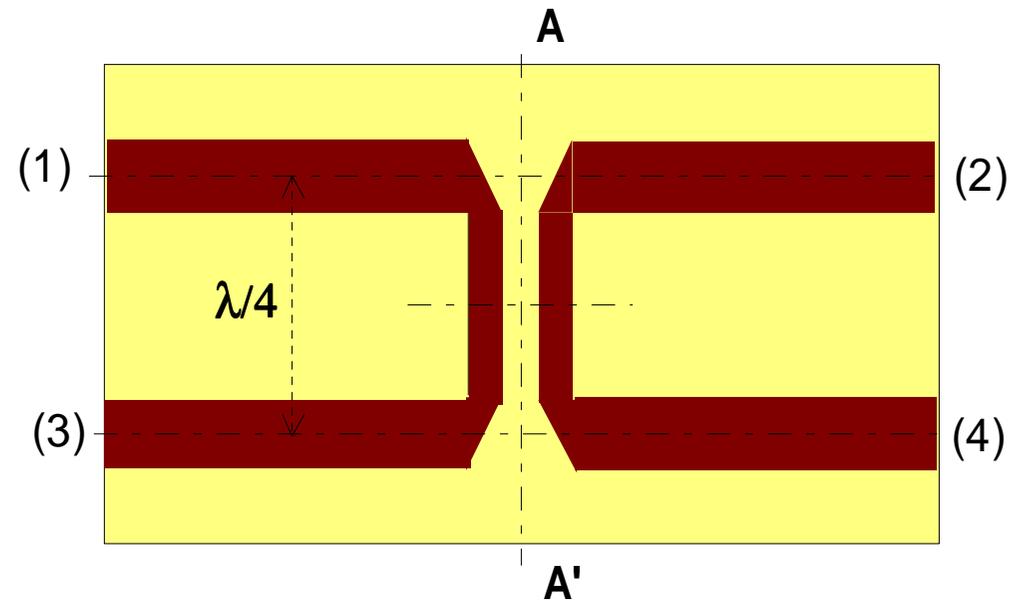
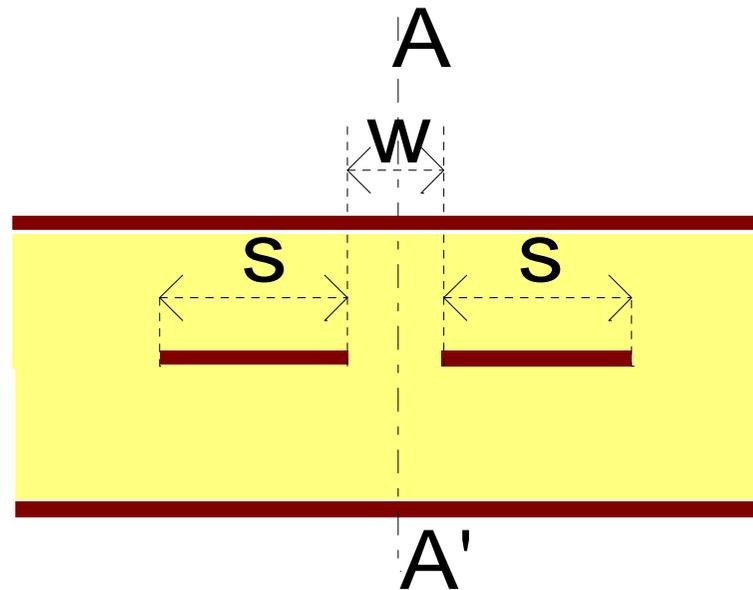
COUPLEURS : VARANTE SUR CI



Esm03_hyp_6P.ppt - Édition Octobre 2003

Hyperfréquences et Composants associés

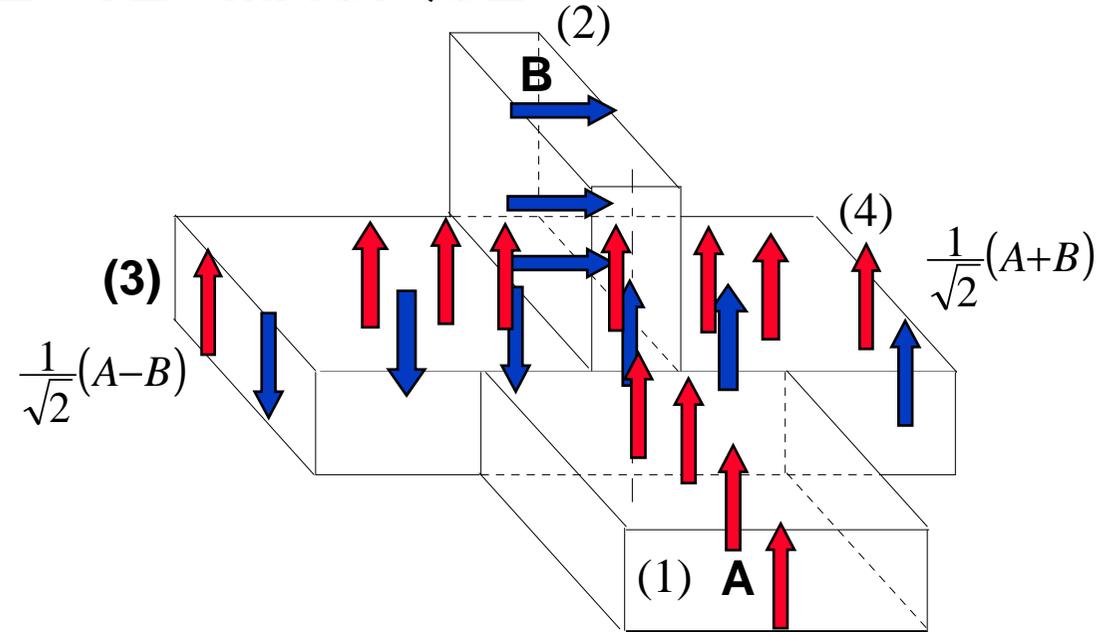
COUPLEURS A LIGNES COUPLÉES



Hyperfréquences et Composants associés

LE TE MAGIQUE

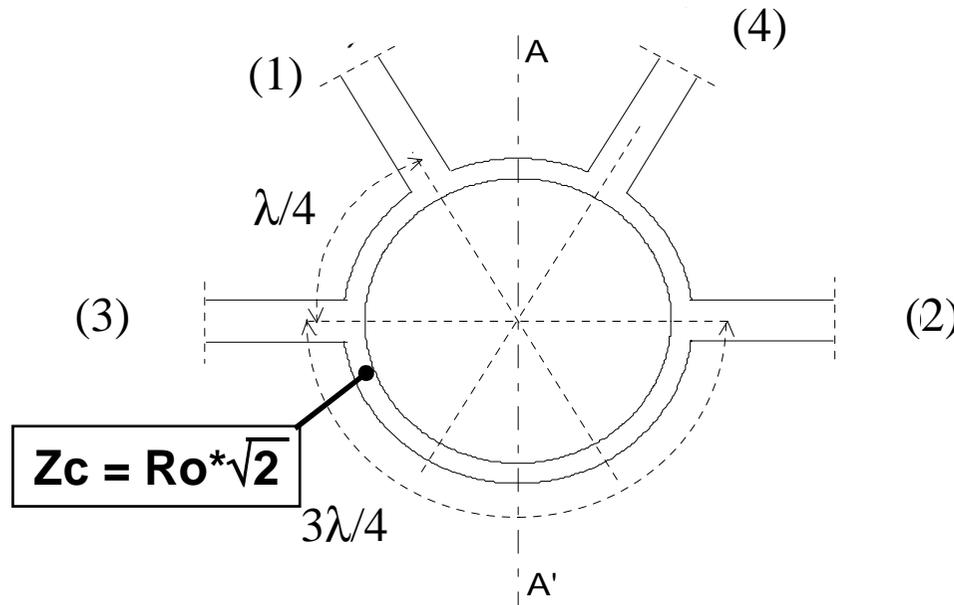
C'est un coupleur
Somme Différence



$$\|S\| = e^{-j\theta} \bullet \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \\ 0 & 0 & -1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \\ 1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} & 0 & 0 \\ 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Hyperfréquences et Composants associés

LE COUPLEUR EN ANNEAU $6\lambda/4$



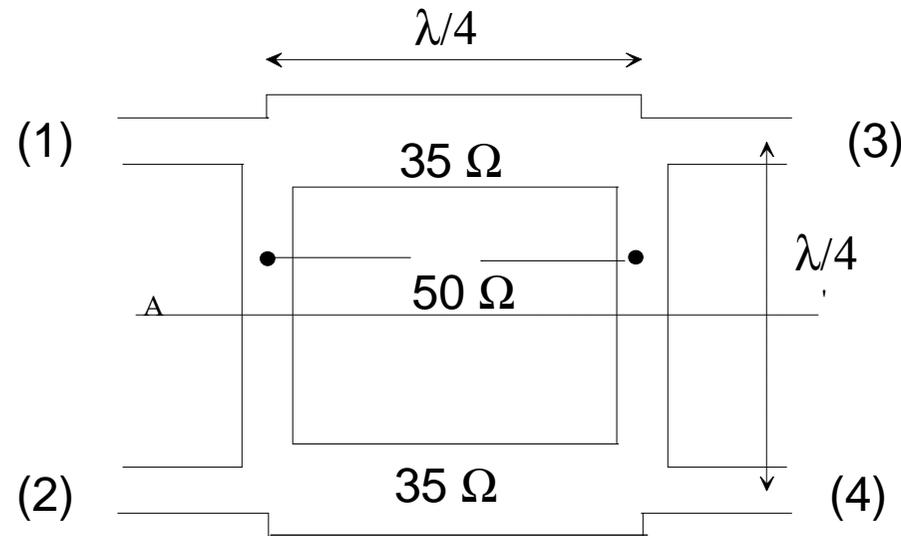
Entrée en (1) :
Sortie en (3) et (4)
 même amplitude même phase

Entrée en (2) :
Sortie en (3) et (4)
 même amplitude; phases opposées

$$\|S\| = e^{-j\theta} \bullet \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \\ 0 & 0 & -1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \\ 1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} & 0 & 0 \\ 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Hyperfréquences et Composants associés

LE COUPLEUR EN ANNEAU $4\lambda/4$



Entrée en (1) :
Sortie en (3) et (4)
 même amplitude
 phases en quadrature

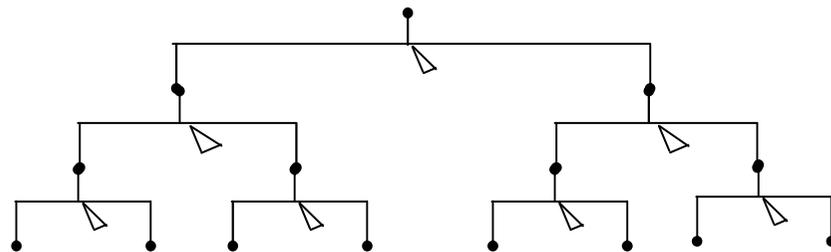
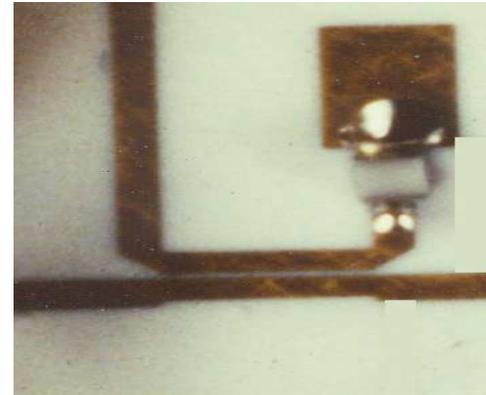
$$\|S\| = e^{-j\theta} \bullet \begin{vmatrix} 0 & 0 & -j/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} \\ 0 & 0 & -1/\sqrt{2} & -j/\sqrt{2} \\ -j/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} & 0 & 0 \\ -1/\sqrt{2} & -j/\sqrt{2} & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Hyperfréquences et Composants associés

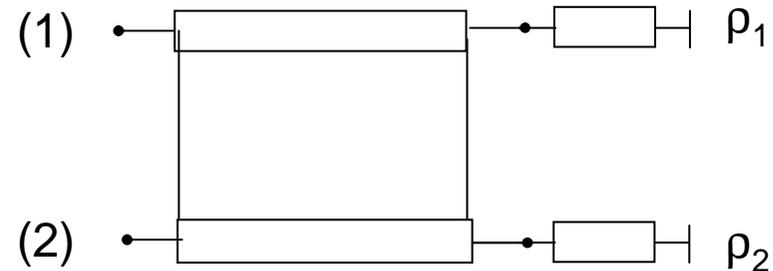
APPLICATIONS DES COUPLEURS DIRECTIFS

➤ Métrologie et test

➤ Distribution de puissance

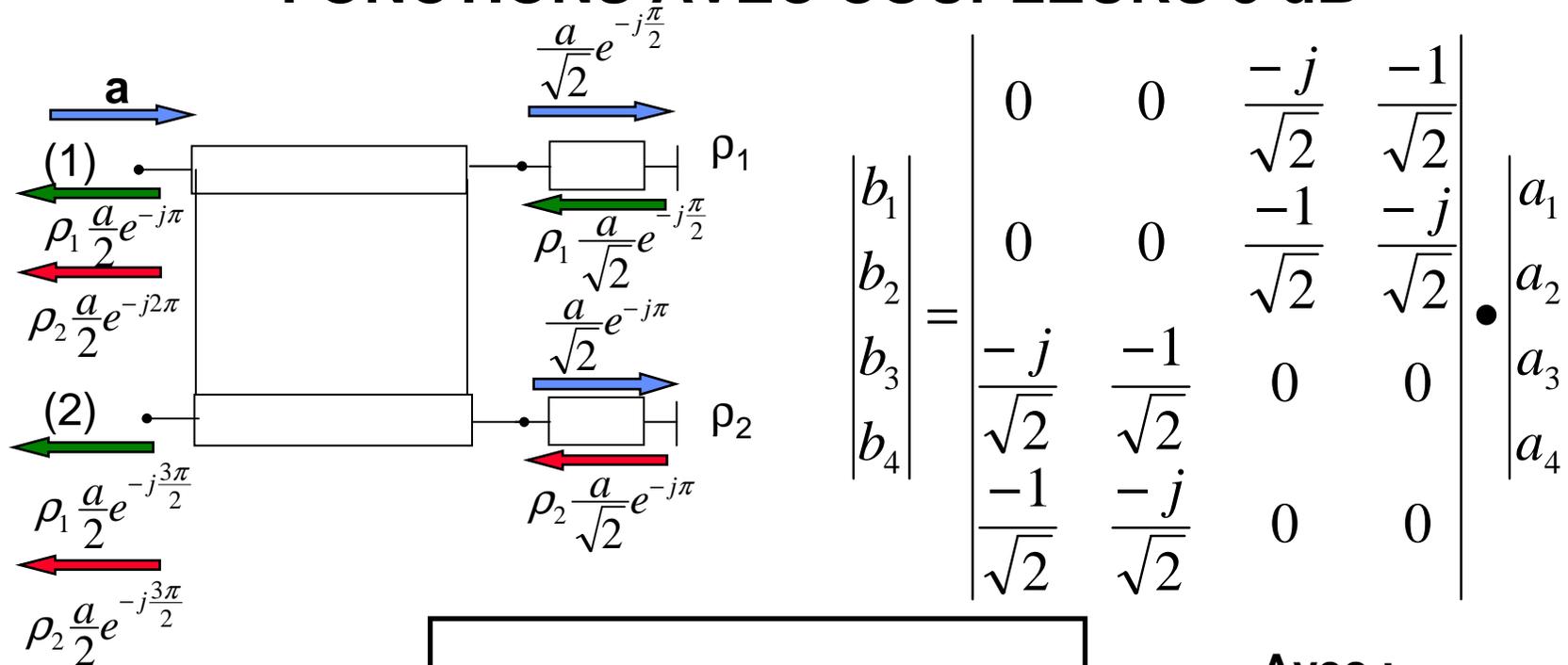


➤ Fonctions avec anneaux 3 dB



Hyperfréquences et Composants associés

FONCTIONS AVEC COUPLEURS 3 dB



Cas particulier : $\rho_1 = \rho_2 = \rho$

$$S_{11} = S_{22} = 0$$

$$S_{21} = S_{12} = j\rho$$

Avec :

$$a_3 = \rho_1 \cdot b_3$$

$$a_4 = \rho_2 \cdot b_4$$

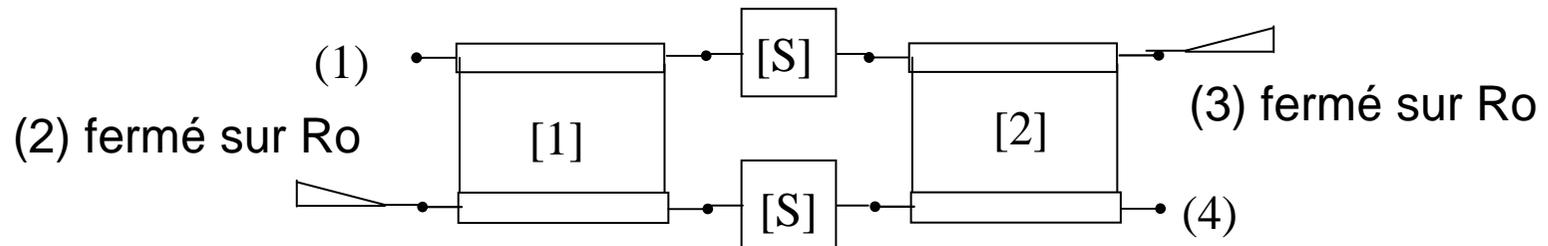
$$S_{11} = -S_{22} = 1/2(\rho_2 - \rho_1)$$

$$S_{21} = S_{12} = j/2(\rho_1 + \rho_2)$$

Hyperfréquences et Composants associés

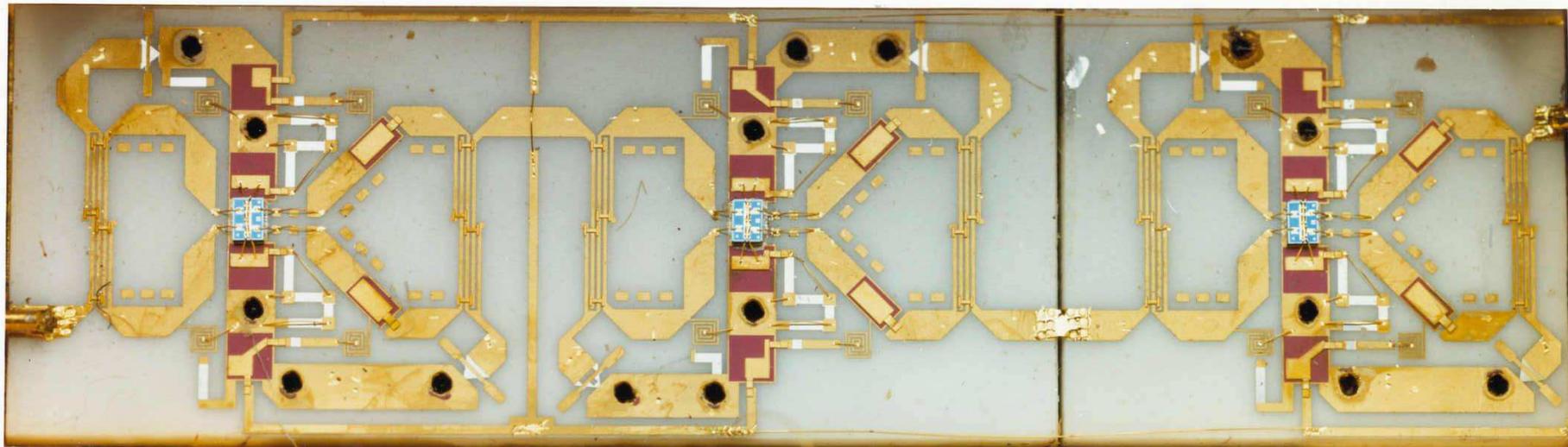
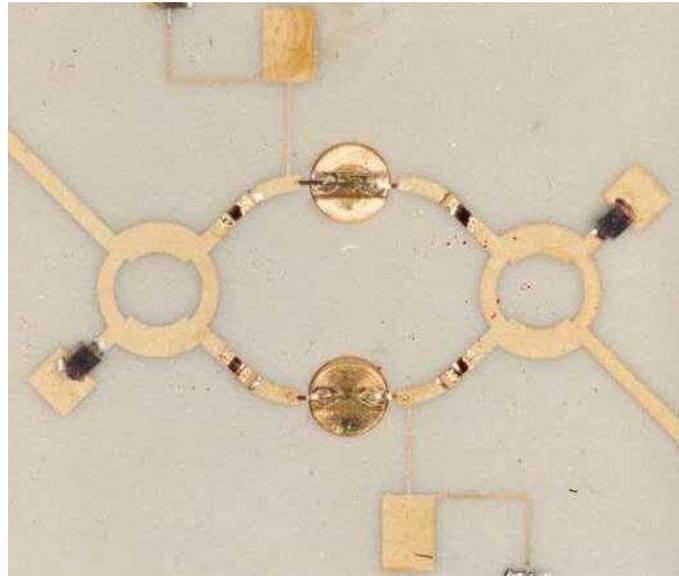
FONCTIONS AVEC COUPLEURS 3 dB

- Déphaseurs digitaux et analogiques
- Atténuateurs analogiques
- Mélangeurs, Transposeurs, DAP
- Étages équilibrés :



- Mise en cascade d'amplificateurs
- Amplificateurs faible bruit
- Amplificateurs de puissance
- Association de fonctions mal adaptées

Hyperfréquences et Composants associés



Esme03_hyp_5P.ppt - Édition Octobre 2003