



Stage 32

INTEGRITÉ DU SIGNAL

SÉMINAIRE SUR L'ÉCHO ET LA DIAPHONIE DANS LES CIRCUITS IMPRIMÉS ET LES MODULES MULTI-PUCES

Présentation: Ce séminaire décrit de nombreuses techniques visant à maîtriser l'écho et la diaphonie dans les circuits imprimés et les modules multi-puces (multi-chip modules, MCM). La première partie présente des modèles de propagation basés sur la théorie des lignes de transmission (transmission lines, TL) et la théorie des lignes de transmission multiconductrices (multiconductor transmission line, MTL). Dans une seconde partie, ce cadre théorique est utilisé pour décrire et analyser la plupart des techniques connues pour réduire l'écho et la diaphonie dans une interconnexion multiconductrice uniforme. Différents types de liaisons sont abordés: liaisons unifilaires, multiples, liaisons différentielles multiples, liaisons à transmission modale et liaisons pseudo-différentielles multivoies.

Public concerné: ingénieurs en intégrité du signal et chercheurs concernés par la réduction de l'écho et de la diaphonie dans les interconnexions à haute densité pour les signaux large bande. Les concepts de base de l'intégrité du signal sont supposés connus.

Observations: Le séminaire peut être donné en français ou en anglais. Il utilise l'algèbre matricielle de base. Notre stage 33 est un développement de ce séminaire, de plus haut niveau technique. Le diaporama du stage 32 est un livre électronique en anglais, téléchargeable gratuitement (voir plus bas).

Durée: 1 jour.

SEMINAR OUTLINE

Part A — Propagation models

1. Introduction and definitions

Discussion of interconnection models.
Assumptions and definitions used throughout this course.

2. The 2-conductor transmission line in the frequency domain

The telegrapher's equations for two conductors.
Description of propagation in the frequency domain.

3. Problems involving a TL and linear terminations

Voltage reflection coefficients.
Matched terminations.
Frequency domain analysis of lossless or lossy transmission lines.
Time domain analysis and eye diagram.

4. Telegrapher's equations of a uniform MTL and modal decomposition

The telegrapher's equations of a uniform MTL.
Modal decomposition.

5. The characteristic impedance matrix

The modal characteristic impedance matrix.
The characteristic impedance matrix.
The special case of the lossless MTL.

6. Biorthonormal eigenvectors and associated eigenvectors

Biorthonormal eigenvectors.
Associated eigenvectors.

7. The choice of eigenvectors and total decoupling

Total decoupling.
Common misconceptions on eigenvectors.
Examples.

8. Propagation in the frequency domain

Description of propagation using modal voltages and currents.
Description of propagation using natural voltages and currents.

9. Matched termination circuit and pseudo-matched terminations

Matrix of the voltage reflection coefficients.
Matched terminations.
Pseudo-matched impedances.

10. Problems involving an MTL and linear terminations

Possible approaches.
A general solution.
Example of frequency domain and time domain analysis.

Part B — Techniques for reducing crosstalk and echo

11. The degradation of transmitted signals

Echo, internal crosstalk, NEXT and FEXT.
External crosstalk.
Model for ground shift or noisy ground.
Other causes of external crosstalk.
Ground bounce, power bounce and simultaneous switching noise.

12. Single-ended parallel links

Single-ended transmission and the underlying model.
Possible models for a preliminary link design.
The weak coupling approximation.
Crosstalk mitigation approaches.
Discussion.

13. Multichannel differential links

Balanced pair and perfectly balanced pair.
Modal analysis of a single pair.
Differential-mode and common-mode characteristic impedances.
Perfectly balanced interconnection.
Differential transmission and the underlying model.
Modes of a perfectly balanced interconnection.
Possible models for a preliminary link design.
Discussion.

14. Modal signaling

Principle of modal signaling.
Simplified definition of the ZXtalk method.
Consequences and limitations of the simplified definition..
A general definition of the general ZXtalk method.
Terminations for the ZXtalk method.
The 8 possible designs and the propagation of signals.
Applicability to non-uniform interconnections.

15. Modal signaling in a decoupled interconnection

Completely degenerate interconnections.
Decoupled interconnections.
The special ZXtalk method.

The 8 possible designs and the propagation of signals.
Using a MIMO series-series feedback amplifier.
Discussion.

16. Pseudo-differential links

The reduction of external crosstalk in a pseudo-differential link.
The four possible pseudo-differential link architectures.
Termination circuits and compatible interconnection-ground structures.
The telegrapher's equations for pseudo-differential transmission.
The ZXnoise method.
The 12 pseudo-differential transmission schemes.

[Télécharger le diaporama](#)

[Nous contacter: eclavelier@excem.fr](mailto:eclavelier@excem.fr)