

## 【11/7(木)、8(金)開催】第15回 設計ガイドラインセミナー 中級編

「ベクトルネットワークアナライザ- (VNA) を使いこなすために！」

第15回設計ガイドラインセミナー 中級編 を開催いたします。

最近では非常に多くの技術者が、ベクトルネットワークアナライザ (VNA) を使って、回路素子や伝送線路から構成される回路網の振る舞いを表現・評価することを行っています。VNA は通常の電圧や電流を測定するのではなく、ある条件下での回路網の特性・性質を直接測定する機器です。このため、電気系専攻の学部授業でもこれを取り上げることは稀です。この中級編は、VNA の測定値の意味、基本的な回路網での他の表現法との関係から始めて、EMC の分野では必ず出てくる伝送線路を中心に、その振る舞い、評価の考え方を学習します。

### 【記】

**開催日時：** 1日目 2019年11月7日(木) 10:00～17:00  
2日目 2019年11月8日(金) 10:00～17:00

**スケジュール：** 講義 10:00～11:45  
昼食  
講義 13:15～15:00 **講義は、理論と実験を通しての説明をします。**  
休憩 **両日とも同じタイムスケジュールです。**  
講義 15:15～17:00

**開催場所：** 電気通信大学 東7号館 (産学官連携センター棟) 4階 415 研修室

[https://www.uec.ac.jp/facilities/research/industrial\\_alliance/access.html](https://www.uec.ac.jp/facilities/research/industrial_alliance/access.html) (地図オレンジの建物)

大学構内に入るときに受付は不要です。直接、4階 415 研修室 にお越し下さい。

**対象者：** 電気回路でのオームの法則、キルヒホッフの電圧則・電流則、インピーダンス・アドミタンスなどや、電磁気学の電界・磁界、アンペアの法則、ファラデーの法則などの基本的な知識をもっていること。VNA の使用経験は問いません。  
(設計ガイドラインセミナー入門編 第2部(伝送線路編) 既受講者を含む。)

**募集人数：** 5名 ※定員になり次第締め切ります。早目のお申し込みをお勧めします。

**参加費：** 法人会員 28,600円 (税込 31,460円)  
法人准会員 47,600円 (税込 52,360円)

**お申込み：** メールで、ギガビット研究会事務局 [gigabit@sangaku.uec.ac.jp](mailto:gigabit@sangaku.uec.ac.jp) 宛に  
1. 会社名 2. 所属 3. 氏名 4. メールアドレス等ご連絡先 以上4点をご連絡後、  
参加申込書 (会員種別あり) に必要事項を記入・捺印のうえご郵送ください。

\*テキストは当日配付します。

\*昼食・飲み物等は、ご自身でご用意下さい。

昼食の持ち込み可（ご自身の席でお召し上がり下さい）、学食・売店の利用可、外出しての昼食も可。

\*録音・撮影はご遠慮願います。

### ➤ この講座の目標は

受講者一人ひとりに準備された簡易型の VNA を用いて、各自で測定を行い、測定した結果から知りたい特性などを求め、特に、EMC 現象を理解できるようにすることを目指しています。

なお、使用する VNA は帯域 500MHz の 2 ポート測定器（DZV1）ですが、4 ポートでの測定も出来るように自作プログラムを準備しています。

内容は以下の通りです。

#### 1. ベクトルネットワークアナライザを使う

VNA の構成、初期設定、VNA での測定値表示、VNA の測定結果から何が分かるのか、など。

**実験**：各自使用する VNA の校正を行い、同軸ケーブルを実測して位相の重要性を認識し、VNA の測定データはどのようなものかを理解する。

#### 2. 回路網解析

網目解析と節点解析、Z 行列と Y 行列、F 行列、S 行列、行列間の変換、など。

**実験**：回路素子を T 型や  $\Pi$ （パイ）型に組んだ回路での測定結果から素子の周波数特性を調べ、配線の働きや使用限界を評価する。キャパシタでは浮遊素子（ESR や ESL）も評価する。

#### 3. 伝送線路

伝送線路とは、平衡線路と不平衡線路、など。

**実験**：伝送線路となる条件は何か、伝送線路のつくる電磁界を測定し、伝送線路を理解する。

#### 4. Heaviside の電信方程式の解表現

進行波理論、縦続行列表示、損失のある線路、など。

**実験**：特性インピーダンス、減衰定数、位相定数（実効誘電率）を測定結果から抽出する。

#### 5. クロストークの原理

伝送線路における電界結合と磁界結合

**実験**：終端条件で異なるクロストーク特性、一部並走する線路間のクロストーク原因を磁界測定から探る実験を行う。

#### 6. 多線条線路

近端クロストークと遠端クロストーク、モード変換、ミックスドモード S 行列、など。

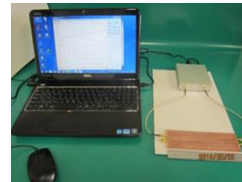
**実験**：近端/遠端クロストークの測定、シングルエンド励振した S 行列からミックスドモード S 行列を求める実験を行ない、各種線路での特性比較から性質の違いを理解する。

## 実験例

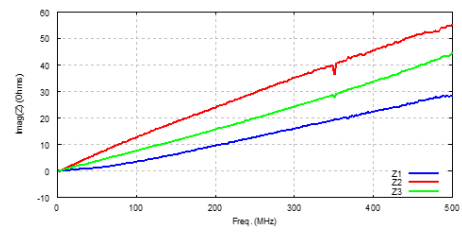
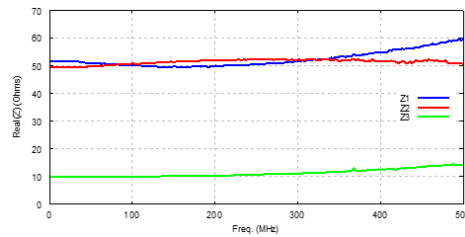
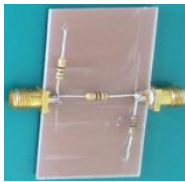
1. ベクトルネットワークアナライザを使う

2. 回路網解析

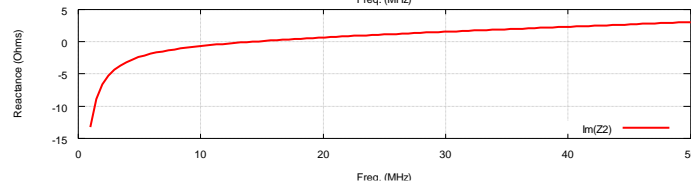
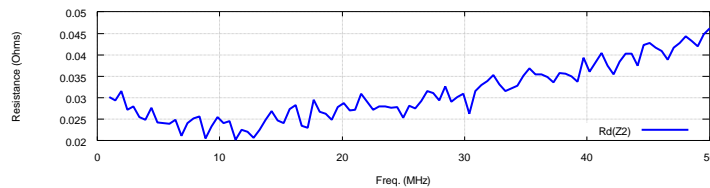
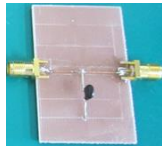
S 行列の測定結果から、構成素子値と浮遊素子の評価



II 形に組んだ抵抗回路網モデルからリード線の評価



直列腕に C 素子を持つ T 型回路網を用いて、C 素子の ESR と ESL を評価する例



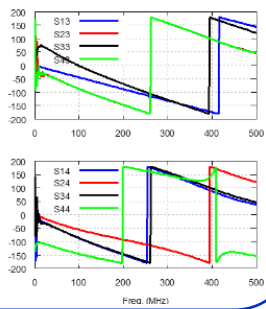
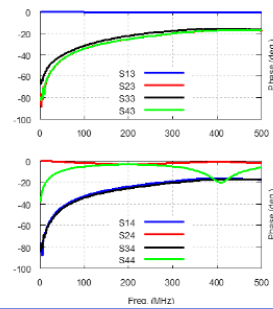
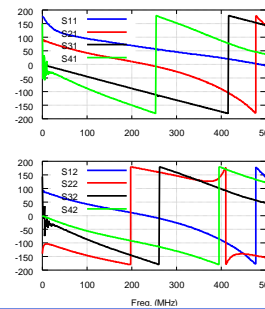
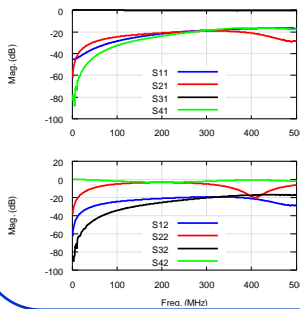
3. 伝送線路

4. Heaviside の電信方程式の解表現

5. クロストークの原理

6. 多線状線路

2 ポート VNA で測定した 4 ポート回路の S 行列の要素例



非対称な結合線路のミックスドモード S 行列の評価例

