

高周波計測技術の基礎と実践的課題

Fundamentals and Practical Challenges of High-Frequency Measurement Techniques

河合 正

Tadashi KAWAI

兵庫県立大学 大学院工学研究科 電子情報工学専攻
Graduate School of Engineering, University of Hyogo

概要

本講演では、電気・電子・電磁気工学の基礎を修得し、マイクロ波工学の学習を始めた学生や若手研究者を主な対象として、高周波計測技術の基礎を整理する。具体的には、ベクトル・ネットワーク・アナライザ (VNA) による S パラメータ測定、スペクトラム・アナライザやシグナル・アナライザによる周波数・変調解析、任意波形発生器 (AWG) やオシロスコープを用いた時間領域計測など、代表的な測定機器の役割と原理を解説する。

また、キャリブレーションや誤差要因の補正・抑制、広帯域化・高周波化に伴う制約、位相雑音の測定、多値変調信号の評価 (EVM など) といった実践的課題についても取り上げる。本講演は、後続の講演で紹介される超広帯域測定、クロスコリレーション法、サブテラヘルツ帯変調解析など最新技術を理解する上での基盤を提供する。

表 1 高周波計測技術の全体像

基礎測定技術
➤ VNA→S パラメータ測定
➤ スペクトラム/シグナルアナライザ→周波数・変調解析
➤ AWG/オシロスコープ→時間領域計測
実践的課題
➤ キャリブレーションと誤差補正
➤ 広帯域化・高周波化の制約
➤ 位相雑音評価
➤ EVM/多重変調信号の解析
次世代応用への課題
継続講演へ
超広帯域測定、クロスコリレーション、サブテラヘルツ帯変調解析

Abstract

The aim of this lecture is to introduce high-frequency measurement techniques to students and early-career researchers who have finished fundamental studies in electrical, electronic, and electromagnetic engineering and are starting to explore microwave engineering. The presentation will systematically review key measurement methods, including S-parameter characterization using vector network analyzers (VNAs), frequency and modulation analysis with spectrum and signal analyzers, and time-domain measurements using arbitrary waveform generators (AWGs) and oscilloscopes.

Furthermore, practical issues such as calibration and error correction, difficulties that occur due to bandwidth expansion and higher frequencies, phase noise characterization, and the assessment of advanced modulation formats (e.g., multi-level modulation and error vector magnitude, EVM) will be talked about. By addressing both fundamental concepts and practical challenges, this lecture establishes the foundation for the subsequent talks.