挿入損失とフィルタ性能

Dr. Min Zhang

1. はじめに

殆どの場合、フィルタは電子機器設計の一部であると言ってよい。設計エンジニアは、指定された周波数範囲で特定の減衰を実現するために、フィルタを設計する。フィルタには高域通過、低域通過、帯域通過など、さまざまな種類がある。一般に普及しているフィルタ構成は、L-C、C-L-C（π）またはL-C-L（T）などである。フィルタ設計となると、その議論は非常に分厚い本になってしまうといってもよいだろう

本稿では、フィルタの性能という1つの基本的な主題についてのみ検討する。フィルタの性能は減衰または挿入損失の観点から測定され、どちらもdB単位を使う。

2. 理論

この検討を始めるのに最適な国際規格はCISPR 17で、ここではフィルタの専門用語が定義され、フィルタの挿入損失を測定する方法についても詳しく説明されている。

多くの場合、フィルタはディファレンシャルモードとコモンモードの両方でノイズを減衰させる。低周波数範囲（数kHz～1 MHzが多い）では、ノイズは主にディファレンシャルモードである。周波数が上がると、コモンモードノイズがより支配的になる。

例えば、50 Ω /50 Ω（ソースインピーダンス／負荷インピーダンス）システムを例にとると、CISPR 17では対称（ディファレンシャルモード）と非対称（コモンモード）の2つの試験を定義してフィルタ性能を測定する。試験セットアップを図1に示す。信号発生器（G）は、定義された周波数範囲の信号掃引を実行し、負荷(Z_2)の電圧を測定する。

どちらの場合も、Z_0とZ_2は50 Ωであることに注意する。参考文献[1]の著者は50 Ω /50 Ωの試験セットアップに疑問を投げかけ、0.1 Ω /100 Ωや100 Ω /0.1 Ωなどの最悪事例の試験セットアップの方が優れたフィルタ性能分析を提供すると主張している。実際には50 Ω /50 Ωシステムは、ほとんど存在しないので、もっともな指摘である。

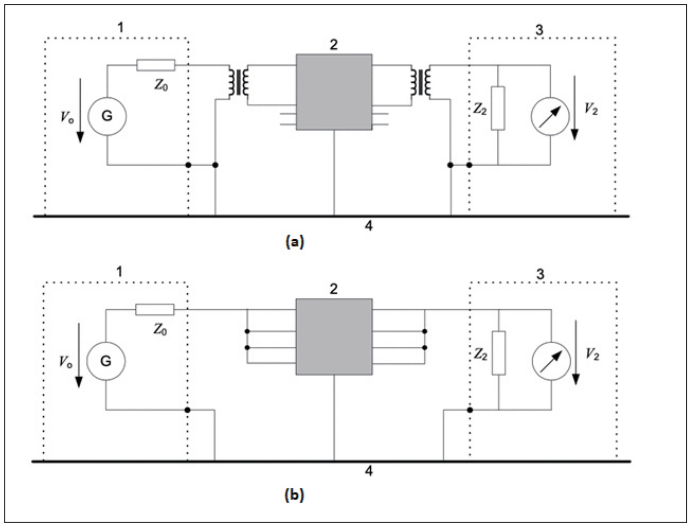

図1. 挿入損失試験のセットアップ。CISPR 17の（a）対称、（b）非対称

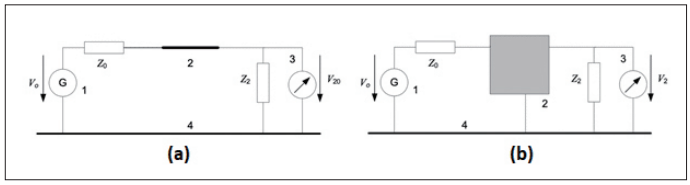

図2. 挿入損失測定用の試験回路、CISRP 17（a）基準、（b）フィルタ

試験セットアップに関係なく、挿入損失は次のように定義される。

挿入損失 =20log (V_{20}/V_2)

ここで、V_{20}はフィルタが挿入される前のZ_2の電圧であり、V_2はフィルタが挿入された後の電圧測定値である。試験セットアップを、図2に示す。

3. 実用面

理論的には簡単そうに思えるが、フィルタの挿入損失とは何かを理解するために、ここでは実際の例を示す。