単純なEMCフィルタの欠点

Antoni Jan Nalborczyk
MPE Ltd.
Liverpool, United Kingdom

小型化、低価格化を目的にEMCフィルタの選択を過度に単純化すると、期待した性能が得られず、かえって不経済になることがよくある。

はじめに

EMC設計の原則は機器の設計段階で考慮するのが最良で、その段階では部品配置やケーブルの経路など良好な機械的設計によりEMC問題を元から減らすことができる。良好なEMC設計ができていても、フィルタリングの実施は必ずある程度必要である。コストとサイズを考慮すると、単純なフィルタ設計の使用が望ましい。しかし単純な設計は、必ずしも期待される結果につながるとは限らないので、時には不経済になってしまう。EMC仕様を満足させなければならない場合、これが深刻な適合性問題に関わる場合もある。本稿では、よく経験する問題分野と解決案のいくつかを論じる。

問題および解決策

コンデンサを電磁的ノイズ発生抑圧用（以後「ノイズ抑圧」とする）コンデンサ単独で、またはフィルタ内で使う場合、そのリード線をできるだけ短くすることが最も重要である。理想的なコンデンサの静電容量値Cのリニアなインピーダンス特性Zは、測定周波数をfとすると、$Z=1/2\pi fC$となる。

しかし、実際のリード線付き2端子コンデンサは、静電容量とリード線のインダクタンスLで決まる周波数で共振する。その共振周波数は、

$$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

で求められる。コンデンサのインピーダンスは、共振周波数以下では理想的な特性に沿っているが、共振周波数を超えるとコンデンサノイズ抑圧性能が急激に落ちる。

リード線が長いほど共振周波数は低下し、コンデンサの性能低下の原因となる。

この現象を、1μFのコンデンサから出ているリード線が20mmおよび100mmのときのインピーダンスの比較を図1に示す。

コンデンサの両端から出ているリード線は一般的に、リード線の長さ10mmにつきおよそ7nHのインダクタンスを持っているので、1μFのコンデンサに20mmのリード線がついた場合、共振周波数は、およそ800kHzになる。グラフの影のついた領域は、リード線の長さを20mmから100mmに延ばしたことによる性能低下を示す。

共振周波数を超えると、2端子コンデンサのリード線がインダクタンスLとして振る舞う。そのインピーダンスは、$Z=2\pi fL$になる。ラインからアースに使用する用途で、ノイズ抑圧性能が共振周波数を超えても必要な場合は、貫通コンデンサを使わなければならない。コンデンサ素子に関連した2、3の小さな共振は別として、貫通コンデンサには、理想に近い性能がある。

図2は、2端子コンデンサと貫通コンデンサ物理的違いを示す。図3は、1μFの貫通コンデン