

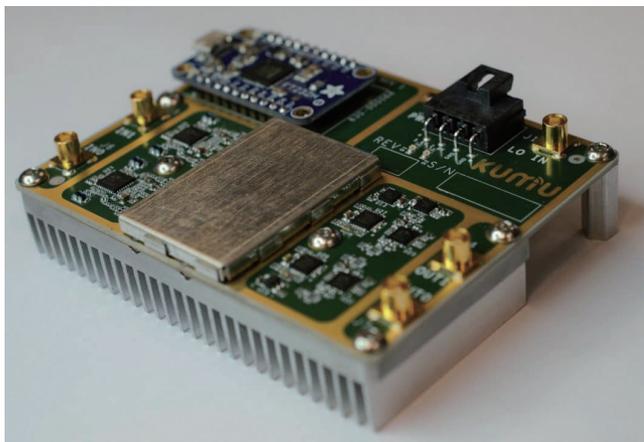
二一周波数(KNEE FREQUENCY)は 誤解を招く恐れのある指標

1. はじめに

初 心者エンジニアが高速 PCB 設計でよく使用する、伝送ラインの臨界長ルールがあるが、これは使用してはいけないルールであり、高速 PCB に適切ではない。

デジタル信号または高速デジタル チャンネルの帯域幅制限は、チャンネルの動作を推定する特定の計算でよく使用される。例えば、二一周波数は小さなインピーダンスの不連続性が信号伝播にどのような影響を与えるかを理解するためによく使用される。また予想される最大の誘電体損失または導体損失を理解するために使用されることもある信号帯域幅に関連して、チャンネルに必要な帯域幅を理解することは重要である。

残念ながら二一周波数は誤解を招く指標であり、実際誤解されることが多い。ほとんどの場合、二一周波数はデジタル信号の帯域幅の制限として誤って適用される。これは厳密には正しいわけではなく、現実には観察されない理想的な状況においてのみ正しいと言える。



2. 二一周波数とは何か。

高速デジタル回路の設計では、シグナル インテグリティの測定基準として二一周波数が使用されることがある。高速チャンネルの -3 dB は、次の公式でよく引用される。

$$f = \frac{0.35}{t_{rise}}$$

ここで、分母 t_{rise} 項は信号の 10 % ~ 90 % の立ち上がり時間である。

多くのガイドラインでは、係数 0.35 ではなく 0.5 の二一周波数が引用されている。係数や名前に関係なく、二一周波数 /-3 dB は入力信号の 10 % ~ 90 % の立ち上がり時間の関数としてデジタル信号の帯域幅の上限として引用されるが、これは間違っている。実際、二一周波数は完全な方形波に対してチャンネルの応答を示す。入力方形波の立ち上がり時間は 0 であり、上記の立ち上がり時間は受信機で測定される信号のエッジレートである。さらに、チャンネルの損失とピン/パッケージのインダクタンスは無視されている。

代わりに、まずデジタル信号と高速チャンネルに関して以下の3点に注意する必要がある。

1. ほとんどの高速チャンネルは、あるターゲット インピーダンスで終端されるようにモデル化されている。
2. レシーバで見られる立ち上がり時間に影響を与える負荷容量とパッケージの寄生要素がある。
3. チャンネルの終端方法に関係なく、チャンネル内の損失により帯域幅が制限される。