

講義⑤

その3：ロスなく 高周波信号を伝えるには

電磁波は、ちょうど池の表面の水の波(講義①の図1参照)と同じように広がり伝わります。でも、途中に壁があったらどうなるでしょうか。

波は壁に反射して戻るため伝わりません。山あいでも大声で叫ぶと、その声(音波)が山肌で反射して、時間が多少遅れて戻ってきます。このように、波がある媒質を進み、インピーダンスが異なる面に遭遇すると

射します。

同じようにインピーダンスが異なる面に遭遇すると反射が起きるため、電子回路を伝える信号も効率よく伝送できません。

反射を減らすため、インピーダンスを一定に保つように回路を設計する必要があります。

5-1

反射波を発生させない インピーダンス整合

高周波での現象は、進行波(入射波)に対して負荷端から反射波が発生し、反射波が逆に負荷端から入力へ流れると考えます。

高周波ではこの反射をなくして信号を伝えること、すなわち整合(インピーダンス・マッチング)が重要となります。これは直流や低周波回路を扱う方法に慣れ親しんだ方には難しく感じるでしょう。

初めに、電圧(電流)の振動が波として線路上を伝播し、異なるインピーダンスの負荷に入ることによって起こる現象を、波の性質からイメージしていきます。

● 入射波と反射波が重なって定在波が生まれる

図1(a)に示すように、出力インピーダンス Z_0 の交流電源の波がインピーダンス Z_0 の線路を伝わり、それと異なるインピーダンスの負荷 $Z_L(\neq Z_0)$ に入ります。

出力インピーダンス Z_0 の交流電源が同じインピーダンス Z_0 の線路を波が伝わるのであれば、ここでは反射は生じません。

しかし、長さ d の線路の終端に Z_0 とは異なるイン

ピーダンス Z_L の負荷が繋がれば、波の性質から反射が生じます。

入射波 V_{in} の波長 λ で、線路の長さ $d = 1.5\lambda$ として負荷 Z_L にぶつかり、振幅が半分で位相 θ が 180° ずれた信号の反射波 V_{re} が戻って来るとします。すると、これら2つの波の干渉で合成波 $V_{in} + V_{re}$ が生まれます。

図1(b)は、線路上を進む入射波 V_{in} 、反射波 V_{re} 、合成波 $V_{in} + V_{re}$ の状況を時間の変化とともに示し、時間間隔を $1/12$ 周期($T/12$)で表しています。

$t = 0$ での合成波の振幅は $|V_{in}| - |V_{re}| = 1$ ですが、 $t = T/12 \rightarrow t = 2T/12$ で振幅は増え続け、 $t = 3T/12$ では $|V_{in}| + |V_{re}| = 3$ となり、入射波の振幅($|V_{in}| = 2$)よりも大きくなります。

その後は振幅は減り、 $t = 6T/12(1/2$ 波長)で $t = 0$ での合成波と同じ $|V_{in}| - |V_{re}| = 1$ となりますが、その位相は 180° 反転します。

同じように、さらに時間が進み、 $t = T$ の1周期で合成波は $t = 0$ と同じ状態に戻ります。

▶ 定在波が立つ

図1(c)は、これら各時間の合成波を重ねて表した