



第15話 流れを止めるな！
目指せ入口から出口まで渋滞ゼロ

ワイヤレス絶好調！ RF信号つなぎの技 「マッチング」

市川 裕一 Yuichi Ichikawa

● よくつながるIoT無線機はRF信号がスイスイ流れる
ワイヤレスで確実につながるIoT無線機を作るためには、入口から出口まで丁寧にRF信号を導くことが重要です。しかしRF信号はとても繊細で、伝送環境(特性インピーダンス)が少しでも50Ωからずれると元に戻ってしまいます。

アンテナ、コネクタ、ケーブル、ICなどの部品の選定作業と、プリント・パターン設計だけでは、RF信号の通り道のすべてを50Ωにチューニングすることはできません。部品や基板の製造ばらつきや、接続点の勘合状態など、インピーダンスの不連続点は簡単に発生します。

本章では、どんな回路でも、どんな伝送線路でも、RF信号の快適環境である「50Ω」にチューニングできる「マッチング回路」の作り方を説明します。なおここでは、基準インピーダンス(Z_0)を50Ωとします。

±∞まで変化するインピーダンスの周波数変化を見渡せる円チャートを使いこなす

● 無限大まで変化するインピーダンスをプロットできるグラフ「反射係数平面」

マッチング回路を作るためには、まずなにより、50Ωになっていない問題の回路や伝送線路のインピーダンスの周波数特性を定量的に把握しなければなりません。

ところが、部品や伝送線路のインピーダンス($Z = R + jX$)の抵抗成分 R とリアクタンス成分 X は、次のように無限大の値をとる可能性があり、 x 軸と y 軸を使った直交座標軸にプロットすることができません。

$$0 \leq R \leq +\infty \dots\dots\dots (1)$$

$$-\infty \leq X \leq +\infty \dots\dots\dots (2)$$

でも大丈夫です。この $Z = R + jX$ を、基準インピーダンス($Z_0 = 50\Omega$)を接続したときの反射波と入射波の比「反射係数 $\vec{\Gamma}$ 」に変換してしまえば、0以上、1以下の数字で表すことができます。整合状態なら $|\vec{\Gamma}| = 0$ 、全反射状態なら $|\vec{\Gamma}| = 1$ です。

図1に示すのは、「反射係数平面」です。ここに $Z = R + jX$ の反射係数をプロットします。 Z が無限大ま

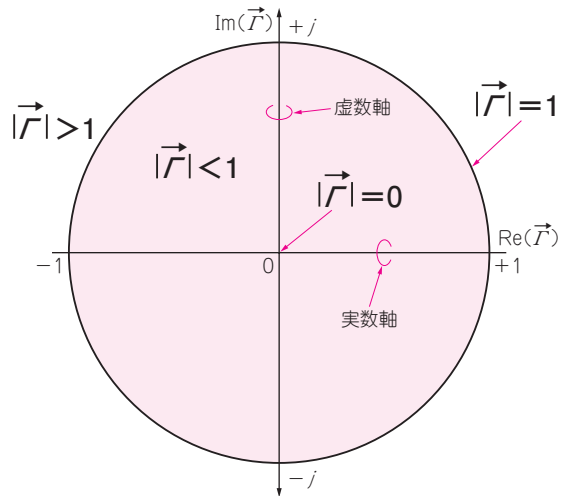


図1 無限大のインピーダンスもプロット可能な「反射係数平面」
マッチング回路作りの第1歩は、周波数によって無限大まで変化するインピーダンスをグラフで捕えること

で変化しても半径1の円に収まります。比をプロットする平面なので、軸に単位は必要ありません。

回路Aのインピーダンスが原点($|\vec{\Gamma}| = 0$)にプロットされたら、それは50Ωです。回路Aと特性インピーダンス50Ωのケーブルをつないでも反射は起きません。

もし回路Aのインピーダンスが円の外周($|\vec{\Gamma}| = 1$)にプロットされたら、50Ωとつないだとき全反射することを意味します。円の外側は負性抵抗($R < 0$)領域です。

第14話の反射係数の式(2)を書き直すと次のように表されます。

$$\vec{\Gamma} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{Z_L/Z_0 - 1}{Z_L/Z_0 + 1} \dots\dots\dots (3)$$

式(3)は、反射係数が50Ωで正規化されたインピーダンスから求められる値であることを示しています。