

直列共振回路と並列共振回路共役整合を使用した 超広帯域 X Band 低雑音アンプの設計手法

MEL Inc.
2004.5.3
Mr. H. Endo

1. 序文

広帯域アンプの設計手法には分布型増幅器、抵抗整合型増幅器或いは 1/4 波長イミタンス変成器を多段に接続したものが知られている。本報では直列共振回路と低 Q の並列共振回路を共役整合することによって、広範囲に平坦な性能を得る広帯域増幅器の設計手法について紹介する。

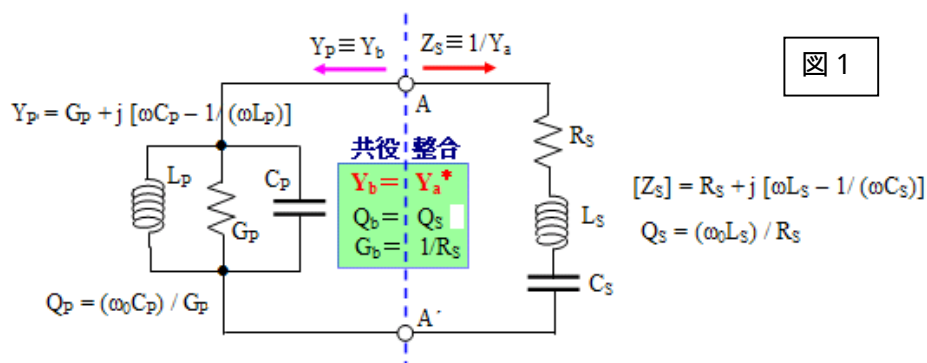
2. 概要

- (1) ここでは対象とする一方のイミタンス(デバインの特性) Y_d を分布定数線路を使用して直列共振回路を形成すると共に、対象とするもう一方のイミタンス(信号源或いは負荷)を 1/4 波長イミタンス変成器を 2 段に接続した分布定数線路を使用して低 Q の並列共振回路を形成し、この直列共振回路と並列共振回路を共役整合させる方法で広帯域の整合を図る。
- (2) 入力側は上記の方法でデバイン(増幅素子)の入力イミタンス(「最小の NF を与える信号源イミタンス opt」)を信号源イミタンス Z_g に共役整合させ、出力側は上記の方法でデバイン(増幅素子)の出力イミタンス (S_{22}) を負荷イミタンス Z_L に共役整合させることにより、低雑音とゲインが平坦になる低雑音広帯域アンプを達成する。
- (3) SNAP の最適化機能を活用して比帯域: $(= [B_{w-1dB} : \text{利得 1dB 帯域}] / [\text{中心周波数} : f_0])$ 約 30% の NF 及びゲインの均衡の取れた特性を実現する。

3. 本共役整合の理論 (詳細は別ファイル「広帯域 LNA の設計手順」を参照)

[A] 直列 LC 共振回路と並列 LC 共振回路の共役整合:

直列共振回路と並列共振回路の整合条件は図 1 のように表される。



[B] デバインのイミタンス Y_d に線路を接続して直列共振 / 並列共振を形成:

図 2, 3 に示すように、デバインの入出力イミタンス Y_d に直列に線路を接続して直列共振 / 並列共振を形成した場合の直列共振抵抗 R_s と共振の Q_s は次のように表される。

$$\text{Re}[Z_s] = R_s/Z_0 = (1 - |\Gamma_d|^2) / [(1 + |\Gamma_d|)^2] = (1 - |\Gamma_d|) / [(1 + |\Gamma_d|)] \text{-----}$$

$$Q_s = (\pi + \theta_d) [|\Gamma_d| / (1 - |\Gamma_d|^2)] \text{-----}$$