

高周波アナログ集積回路工学 レポート

濱崎 直紀
(学籍番号 : 28G19096)

令和2年1月14日

1)

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2|S_{12}S_{21}|}$$

$$|\Delta| = |S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}|$$

よって、それぞれに値を代入して $K = 0.878$, $|\Delta| = 0.447$ となる.

① $\frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2|S_{12}S_{21}|}$

② $|S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}|$

③ 0.878

④ 0.447

2) 入力側において Γ_s の安定円の中心を C_s , 半径を r_s とすると

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{(S_{11} - S_{22}^* \Delta)^*}{|S_{11}|^2 - |\Delta|^2} \\ &= -9.12 + j7.49 \\ &= 11.8 \angle 140.6^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_s &= \frac{|S_{12}S_{21}|}{||S_{11}|^2 - |\Delta|^2|} \\ &= 10.9 \end{aligned}$$

となる. 次に出力側において Γ_L の安定円の中心を C_L , 半径を r_L とすると

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{(S_{22} - S_{11}^* \Delta)^*}{|S_{22}|^2 - |\Delta|^2} \\ &= 0.874 - j2.80 \\ &= 2.93 \angle -72.7^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_s &= \frac{|S_{12}S_{21}|}{||S_{22}|^2 - |\Delta|^2|} \\ &= 3.77 \end{aligned}$$

となる.

また

$$\begin{aligned} |S_{11}| &= 0.496 < 1 \\ |S_{22}| &= 0.256 < 1 \end{aligned}$$

より, $|S_{11}|, |S_{22}|$ がともに 1 より小さいことから, 原点を含む領域が安定となる.

Γ_S, Γ_L の領域をそれぞれ図 2, 図 3 (レポート末尾に記載) に示す.

⑤ 11.8

⑥ 140.6

- ⑦ 10.9
- ⑧ 2.93
- ⑨ -72.7
- ⑩ 3.77
- ⑪ 含む
- ⑫ $|S_{11}|$
- ⑬ $|S_{22}|$

- 3) 有能電力の定利得円について，安定円の中心を C_a ，半径を r_a とする．
 $G_A = 13\text{db} = 10^{\frac{13}{10}}$ より

$$g_a = \frac{G_A}{|S_{21}|^2} \\ = 1.32$$

$$C_a = \frac{g_a(S_{11} - \Delta S_{22}^*)^*}{1 + g_a(|S_{11}|^2 - |\Delta|^2)} \\ = -0.525 + j0.431 \\ = 0.680 \angle 140.6^\circ$$

$$r_a = \frac{\sqrt{1 - 2Kg_a|S_{12}S_{21}| + g_a^2|S_{12}S_{21}|^2}}{|1 + g_a(|S_{11}|^2 - |\Delta|^2)|} \\ = 0.493$$

となる．

また，この円は有能電力利得が Γ_s の関数であるため，図 2 に描ける．

- ⑭ 0.680
- ⑮ 140.6
- ⑯ 0.493
- ⑰ 2

- 4)

$$N = \frac{F - F_{\min}}{4r_n} |1 + \Gamma_{opt}|^2 \\ = 0.153$$

$$C_F = \frac{\Gamma_{opt}}{N + 1} \\ = 0.115 + j0.382 \\ = 0.399 \angle 73.3^\circ$$

$$r_F = \frac{1}{N + 1} \sqrt{N^2 + N(1 - |\Gamma_{opt}|^2)} \\ = 0.330$$

この円は雑音指数が Γ_s の関数であるため、図 2 に描ける.

⑮ 0.399

⑯ 73.3

⑰ 0.330

⑱ 2

5) 入力規格化インピーダンスは

$$\begin{aligned} z &= \frac{1 + \Gamma_s}{1 - \Gamma_s} \\ &= 0.606 + j0.584 \end{aligned}$$

となり、信号源インピーダンスは

$$\begin{aligned} Z_s &= Z_0 z \\ &= 30.3 + j29.2 \end{aligned}$$

となる.

⑳ 30.3

㉑ 29.2

6) 図 4 に示す整合回路を Smith V4.0 を用いて設計すると、 $C_1 = 1.6\text{pF}$, $L_1 = 1.4\text{nH}$ となる.

㉒ 1.6

㉓ 1.4

7)

$$\begin{aligned} \Gamma_{out} &= S_{22} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_s}{1 - S_{11}\Gamma_s} \\ &= -0.179 - j0.324 \\ &= 0.370\angle -118.9^\circ \end{aligned}$$

また,

$$VSWR_{out} = \frac{1 + |\Gamma_{OMN}|}{1 - |\Gamma_{OMN}|} = 2$$

よって

$$|\Gamma_{OMN}| = \frac{1}{3}$$

ゆえに

$$\begin{aligned} C_{VO} &= \frac{\Gamma_{out}^*(1 - |\Gamma_{OMN}|^2)}{1 - |\Gamma_{OMN}\Gamma_{out}|^2} \\ &= -0.161 + j0.292 \\ &= 0.334\angle 118.9^\circ \end{aligned}$$

$$R_{VO} = \frac{|\Gamma_{OMN}|(1 - |\Gamma_{out}|^2)}{1 - |\Gamma_{OMN}\Gamma_{out}|^2}$$

$$= 0.292$$

また，出力・定 $VSWR$ 円は Γ_L の関数より図 3 に描ける．

- ㉔ 0.370
- ㉕ -118.9
- ㉖ 0.334
- ㉗ 118.9
- ㉘ 0.292
- ㉙ 3

8)

$$\Gamma_{in} = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_L}{1 - S_{22}\Gamma_L}$$

$$|\Gamma_{IMN}| = \left| \frac{\Gamma_{in} - \Gamma_s^*}{1 - \Gamma_s\Gamma_{in}} \right|$$

$$VSWR_{in} = \frac{1 + |\Gamma_{IMN}|}{1 - |\Gamma_{IMN}|}$$

なので，各 θ に対するそれぞれの値は表 1 のようになる．

θ	0°	90°	180°	270°
Γ_L	$0.131 + j0.292$	$-0.161 + j0.584$	$-0.454 + j0.292$	$-0.161 - j0.0001$
Γ_{in}	$-0.484 - j0.336$	$-0.620 - j0.560$	$-0.390 - j0.656$	$-0.298 - j0.463$
$ \Gamma_{IMN} $	0.467	0.736	0.549	0.263
$VSWR_{in}$	2.75	6.56	3.44	1.71

表 1 各 θ における $VSWR$

よって $VSWR_{in}$ が最も小さくなるのは $\theta = 270^\circ$ のときである．

- ㉚ 270

9) 規格化負荷インピーダンスは

$$z_L = \frac{1 + \Gamma_L}{1 - \Gamma_L}$$

$$= 0.722 - j0.0002$$

よって

$$Z_L = Z_0 z_L = 36.1 - j0.011$$

ゆえに，図 5 示す整合回路を Smith V4.0 を用いて設計すると， $C_2 = 0.397\text{pF}$ ， $L_2 = 0.713\text{nH}$ となる．

㉓ 0.397

㉔ 0.713

10) 回路構成は図 6 のようになった．

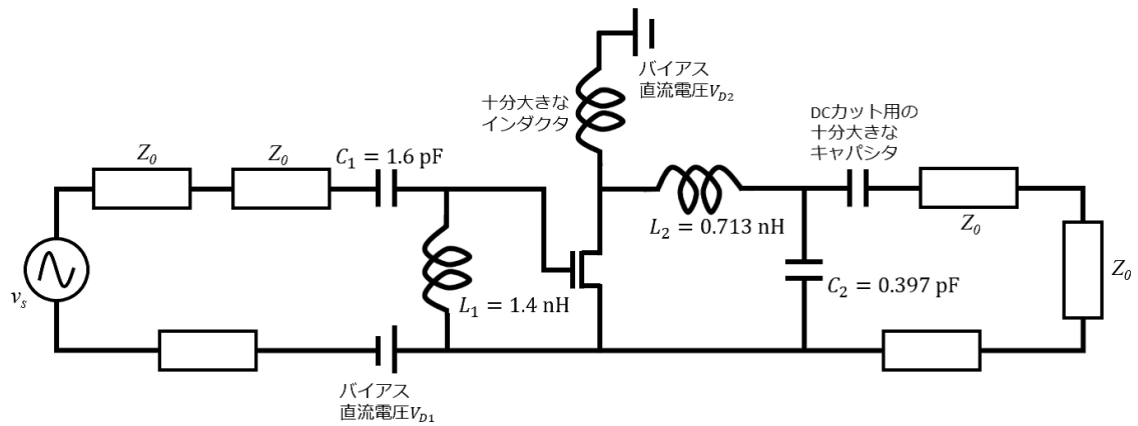


図 6

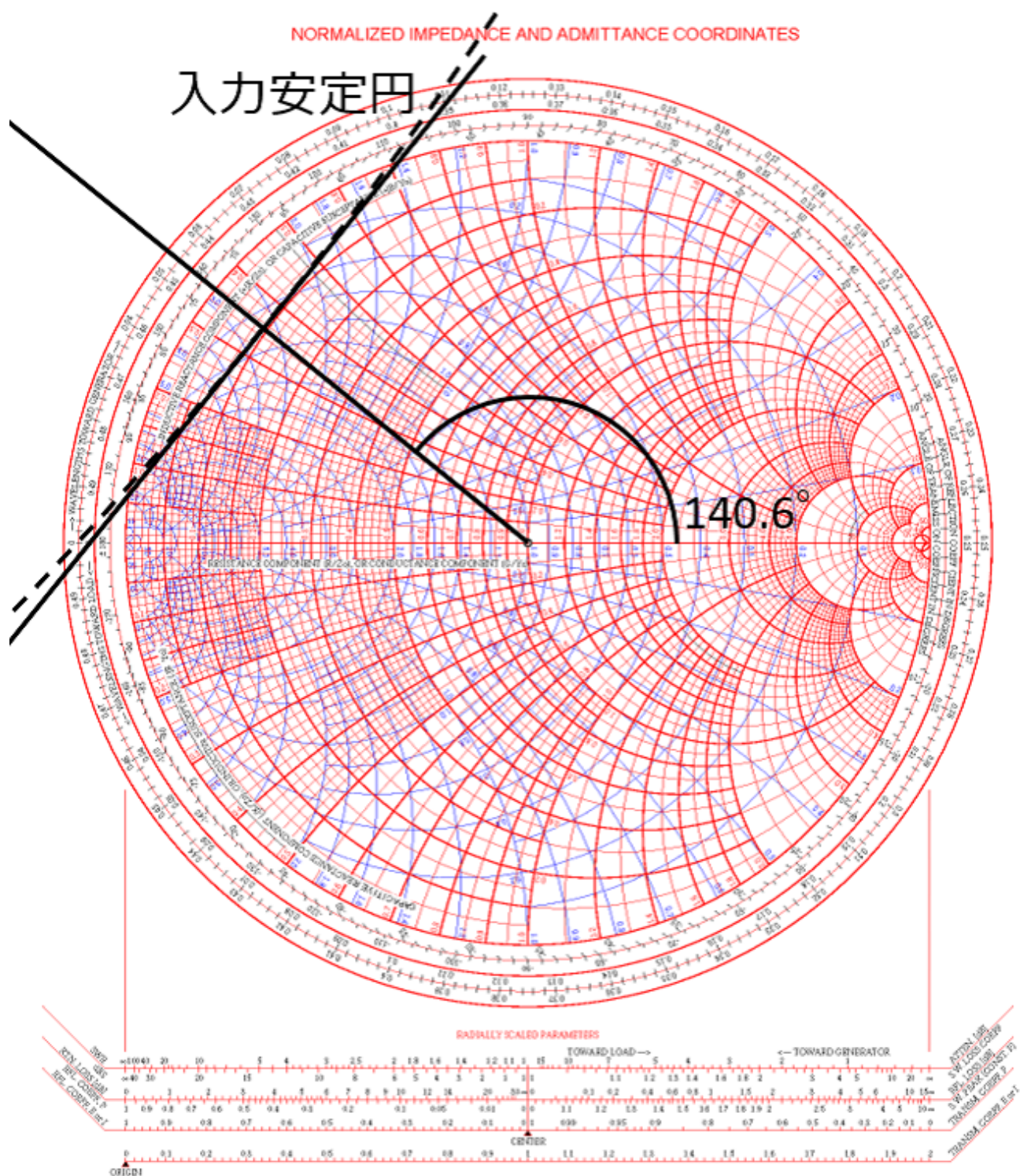


图 2

NORMALIZED IMPEDANCE AND ADMITTANCE COORDINATES

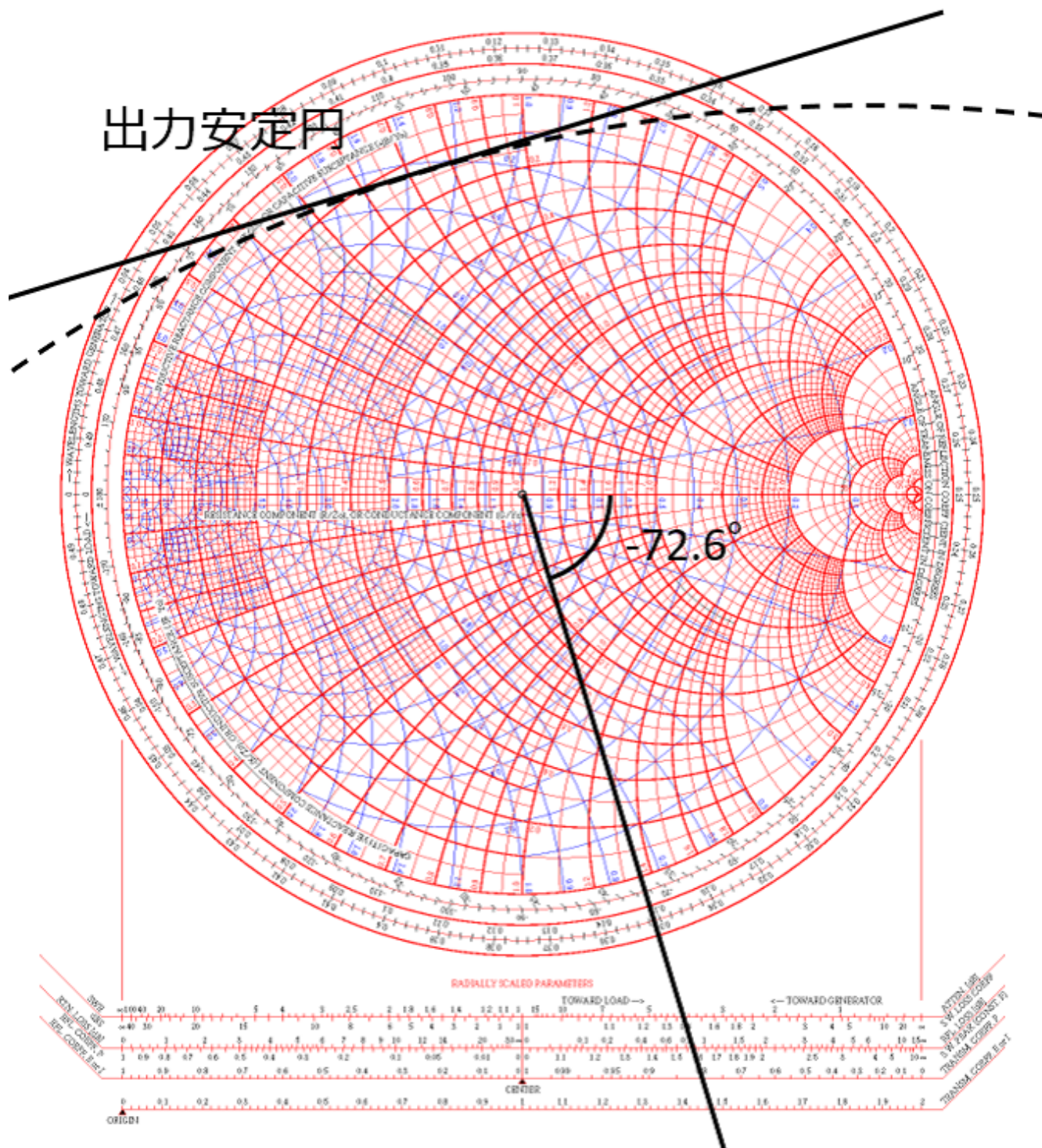


図 3