

分布定数線路の周波数特性

愛媛大学工学部

8531037m

祖父江匠真

1 はじめに

今回は, 5C-2V ケーブルの受電端に 50 の抵抗を接続した回路における周波数特性を調べたので報告する.

2 分布定数線路の周波数特性

伝達関数の計算には, 図 1 に分布定数線路の F 行列

$$\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cosh \gamma l & Z_0 \sinh \gamma l \\ \frac{\sinh \gamma l}{Z_0} & \cosh \gamma l \end{pmatrix}$$

と, $R_1 = 0$, $R_2 = 50$ (), 図 2 のケーブル仕様表から, $Z_0 = 75$ () を代入して求めた

$$G(f) = \frac{1}{\cosh \gamma l + \frac{75 \sinh \gamma l}{50}} \quad (1)$$

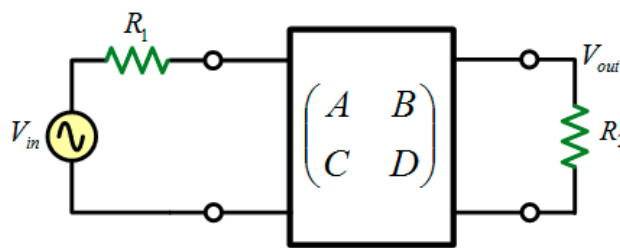
を使用した.

γ は

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \quad (2)$$

から求めた. γ を計算する際の回路素子の値について, C の値は図 2 のケーブル仕様表から $C = 67$ (nF/km) を使用し, R, L, G については $R = 1.0 \times 10^{-6}$ (/m), $L = 1.31 \times 10^{-7}$ (H/m), $G = 1.0 \times 10^{-4}$ (S/m) とした.

ケーブル長である l は, $l = 1000$ (m) として計算した.



$$V_1 = V_{in} - R_1 I_1$$

$$V_2 = V_{out} = R_2 I_2$$

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_2 \\ I_2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} V_{in} - R_1 I_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_{out} \\ V_{out}/R_2 \end{pmatrix}$$

$$V_{in} = \left(A + \frac{B}{R_2} + R_1 C + \frac{R_1}{R_2} D \right) V_{out}$$

$$V_{in} - R_1 I_1 = \left(A + \frac{B}{R_2} \right) V_{out}$$

$$I_1 = \left(C + \frac{D}{R_2} \right) V_{out}$$

$$F = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{A + \frac{B}{R_2} + R_1 C + \frac{R_1}{R_2} D}$$

図 1: F 行列から伝達関数を導出する過程

・ 同軸ケーブルの仕様（参考：藤倉電線資料）

引用 URL

- http://www.oriixrentec.co.jp/tmsite/knownow/know_doujiku53.html
- <http://home3.highway.ne.jp/welcome/tv/cable/syurui.htm>

名称	外径 (mm)	特性インピーダンス (Ω)	静電容量 (nF/km)	波長短縮率 (%)	減衰特性 (dB/km)		
					1MHz	10MHz	200MHz
1.5C-2V	2.9	75 \pm 3	67	67	27	82	390
3C-2V	5.6	75 \pm 3	67	67	12	40	195
5C-2V	7.5	75 \pm 3	67	67	7.6	25	125
1.5D-2V	2.9	50 \pm 2	100	67	27	85	420
3D-2V	5.5	50 \pm 2	100	67	13	44	220
5D-2V	7.5	50 \pm 2	100	67	7.3	26	125
8D-2V	11.5	50 \pm 2	100	67	4.8	17	85
RG58/U	5.0	53.5	94	67	13	42	200
RG58A/U	5.0	50	102	67	14	48	230

図 2: ケーブル仕様表

以上の条件において求めた周波数特性を図3に示す. また, $1.0 \times 10^4 (Hz)$, $1.0 \times 10^5 (Hz)$ 間の傾きは $-9 [dB/dec]$ となった.

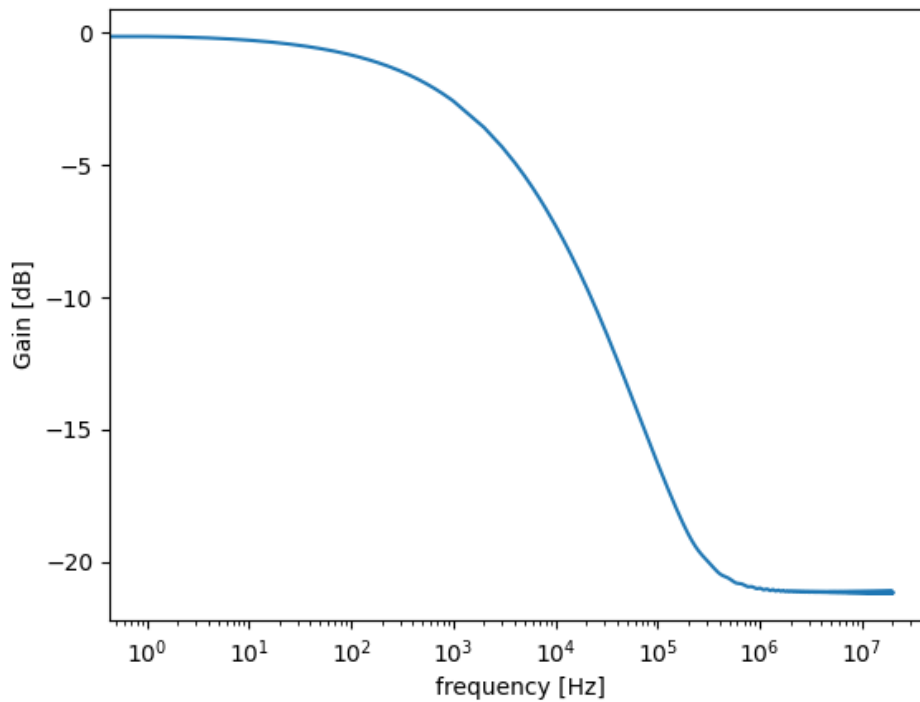


図 3: 周波数特性

3 おわりに

今回は, 5C-2V ケーブルの受電端に 50 の抵抗を接続した回路における周波数特性を調べた.

参考文献

- [1] 都築, "2020Q4-応用通信工学 II-都築 ", moodle 内, 参照 December 14, 2021.
- [2] 株式会社マクニカ, "縦続行列-半導体事業-マクニカ ",
<https://www.macnica.co.jp/business/semiconductor/articles/basic/127625>, 参
 照 December 14, 2021.