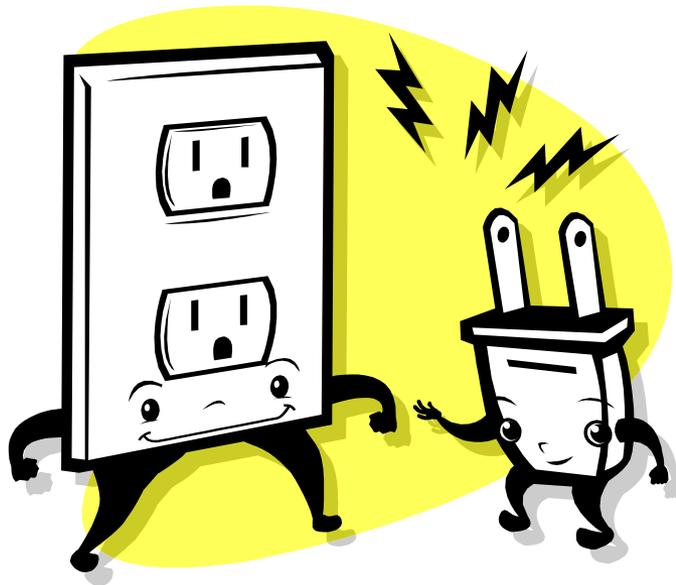


高速電力線搬送通信設備作業班(第15回)資料 ~ 三相線上利用検討  
各施設におけるLCL/DMZ/CMZの実測結果



2018年10月11日

高速電力線通信推進協議会(PLC-J)

データ数……26061

測定点数……79点数

佐賀工場(18測定点)

美野島(3測定点)

津工場(40測定点)

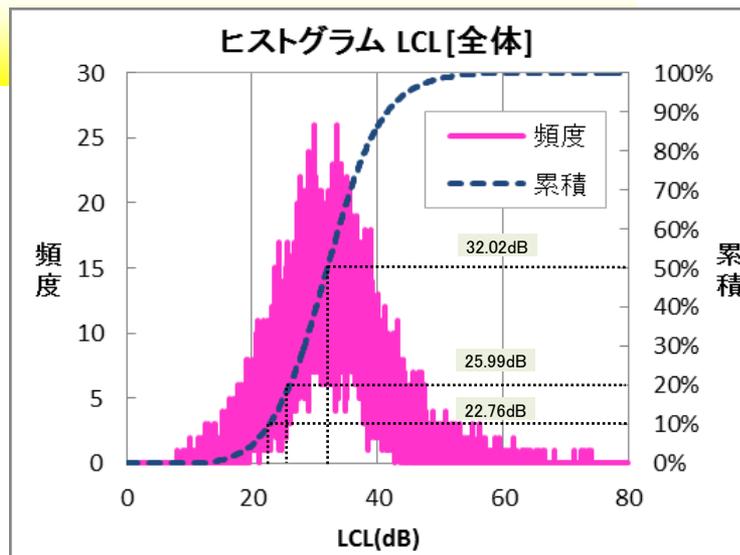
吹田スタジアム(7測定点)

共同カイトック(11測定点)

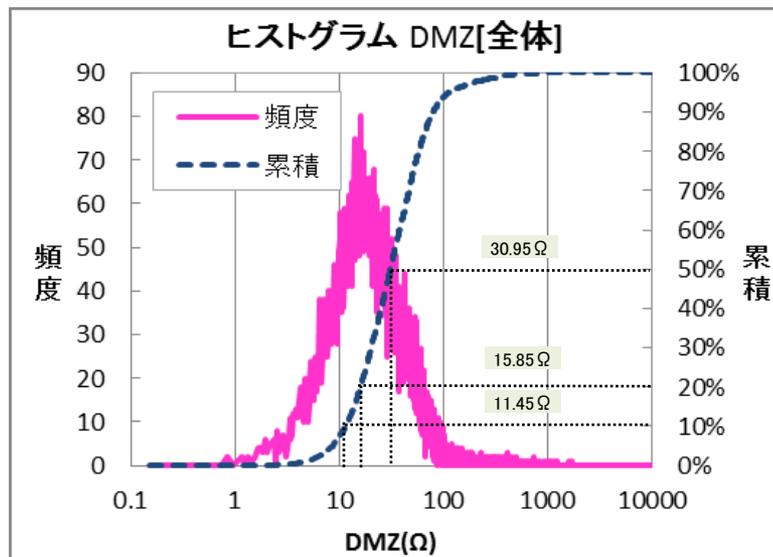
周波数:2MHz～30MHz

# 度数分布図

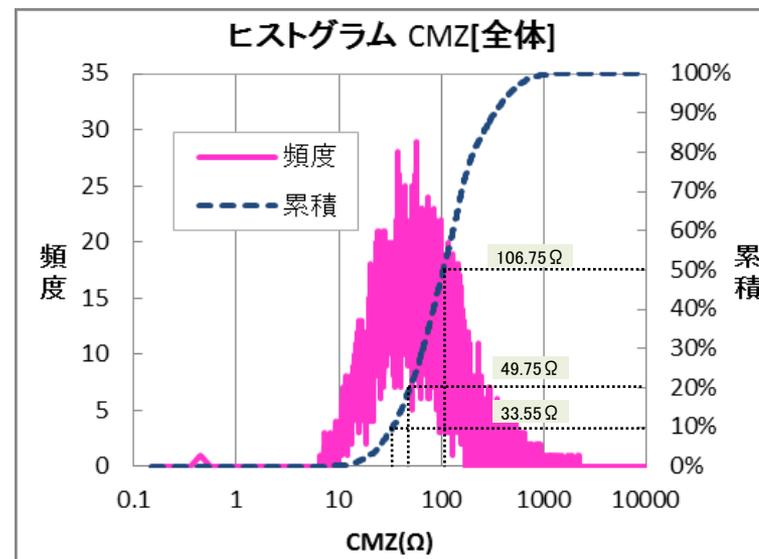
LCLの  
頻度分布と  
累積分布特性



下限の値以上 となる割合(%)	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	80
LCL(dB)	15.59	17.27	18.48	19.46	20.23	20.76	21.33	21.85	22.35	22.76	25.99



DMZの頻度分布と累積分布特性



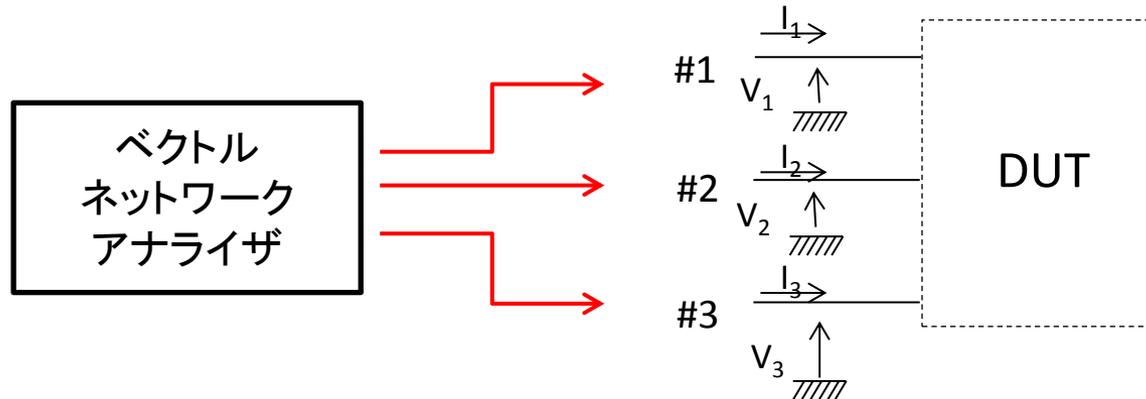
CMZの頻度分布と累積分布特性

## Appendix

### 測定方法等

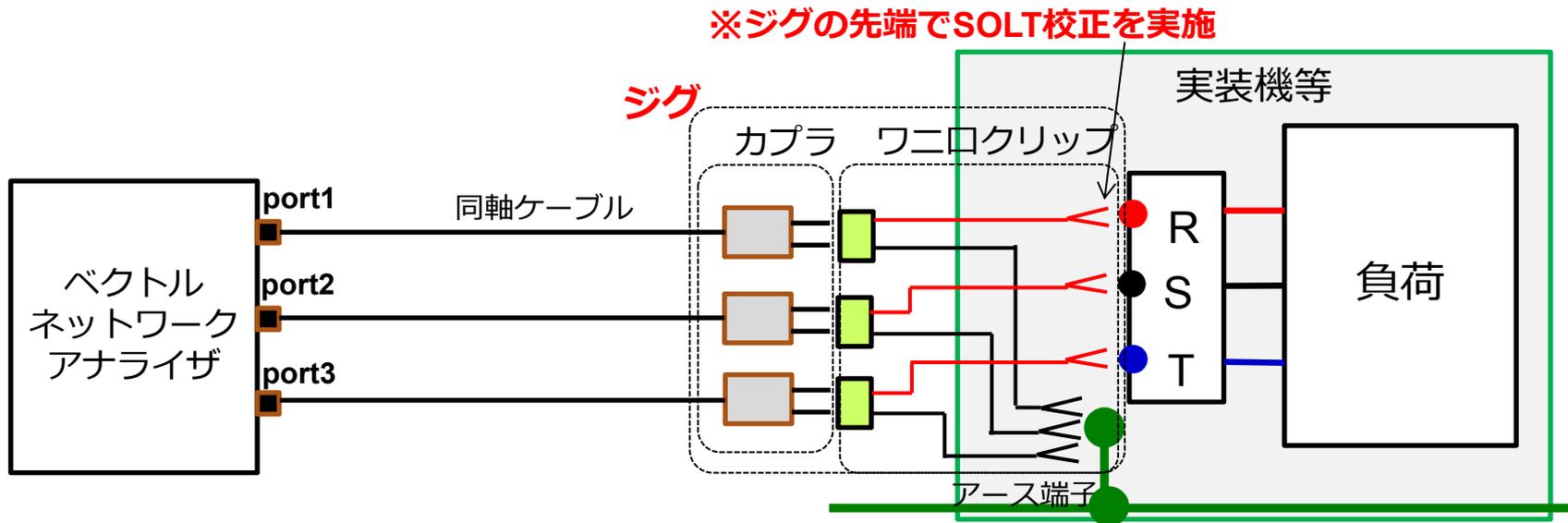
## 測定方法

- ・下記のような3ポートの回路を考え、これを3ポートのネットワークアナライザにて3線を同時に測定する。
- ・3ポートSパラメータ(複素数)を取得し、それをインピーダンス行列に変換する。
- ・そのインピーダンス行列より、LCL、DMZ、CMZを計算する。



# 測定方法

## 分電盤等の測定方法

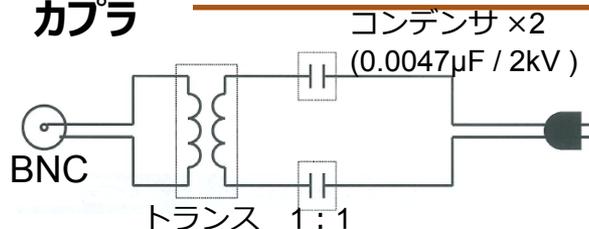


- ・測定対象が端子台になっているため、接続可能な「ワニロクリップ」が必要
- ・また、AC200Vがかかっているため、これをカットする「カプラ」が必要
- ・より正確に測定するため、ジグ（「カプラ」・「ワニロクリップ」）の先端で校正

ジグ



カプラ



AC200Vをカットし、2~30MHzの信号を通すHPF  
メーカー：アビリティ 型番：M\_PLC\_CouplerBNC

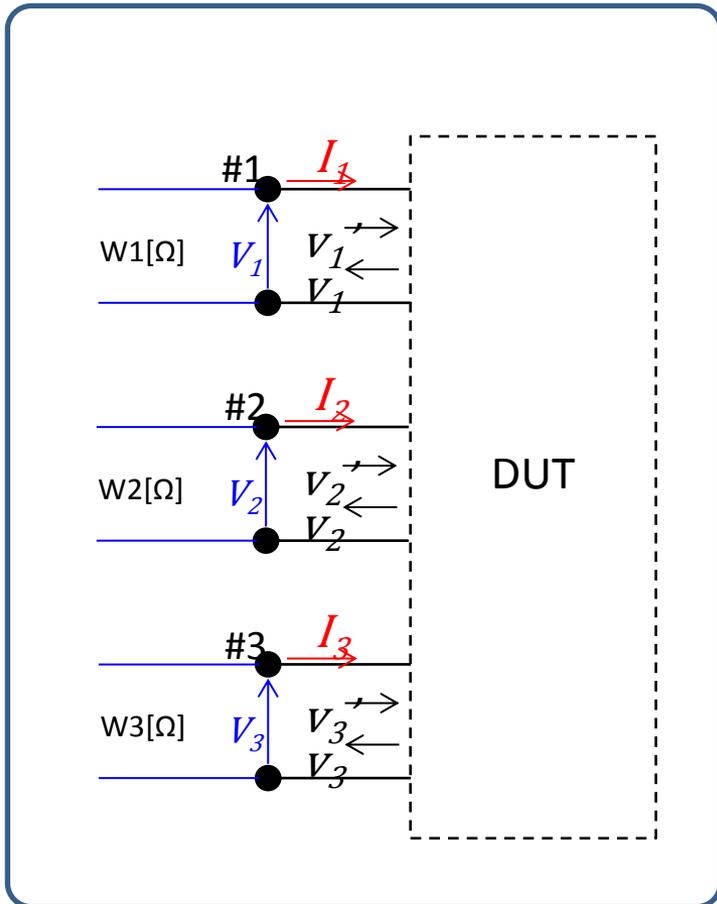
ワニロクリップ



実装機等の端子台に接続する

# Sパラメータからインピーダンス行列への計算

3ポートのネットワークアナライザにて測定したSパラメータ(複素数)は、以下の式で、インピーダンス行列(Z行列)、アドミッタンス行列(Y行列)に変換できる。



$$\begin{matrix} \text{反射波} & & \text{入射波} \\ \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1' \\ v_2' \\ v_3' \end{bmatrix} \end{matrix}$$

これを以下で表す

$$[v] = [S][v']$$

インピーダンス行列は以下となる

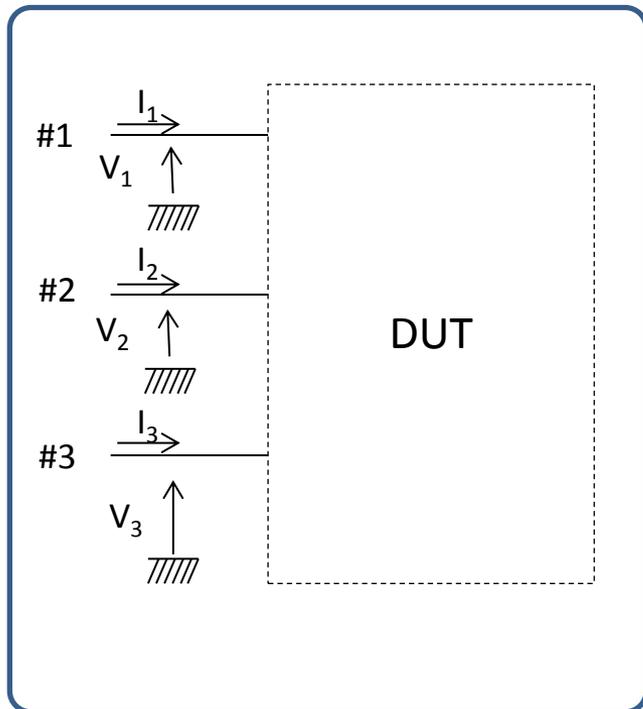
$$[Z] = \{[E] + [S]\}\{[E] - [S]\}^{-1}W$$

[E]は単位行列

Wは、ネットワークアナライザのポートのインピーダンスで、50 $\Omega$

$$[Z] = \{[E] + [S]\}\{[E] - [S]\}^{-1} \times 50$$

# 3ポート回路の等価回路



インピーダンス行列

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

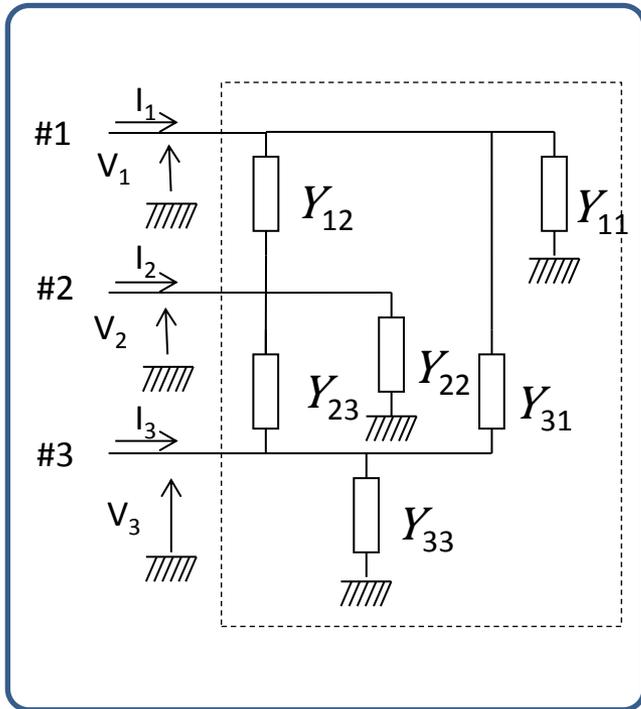
アドミタンス行列はインピーダンス行列の逆行列

$$[Y] = [Z]^{-1}$$

アドミタンス行列

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} \\ y_{31} & y_{32} & y_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix}$$

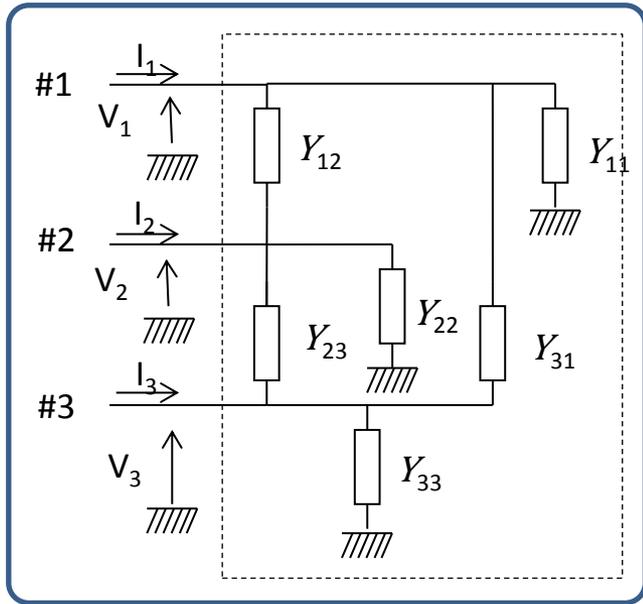
# 3ポート回路のπ型等価回路



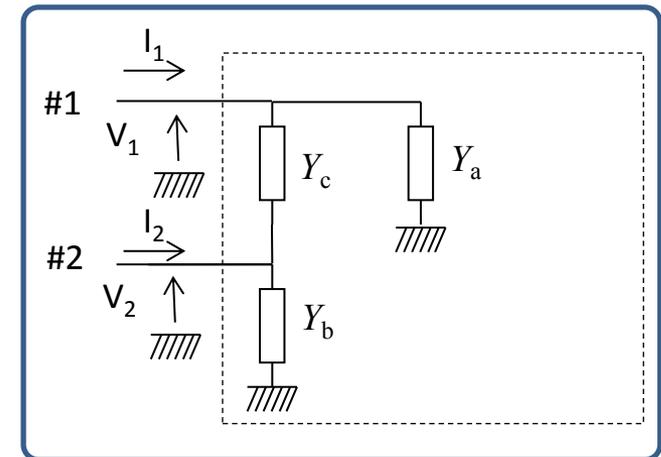
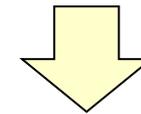
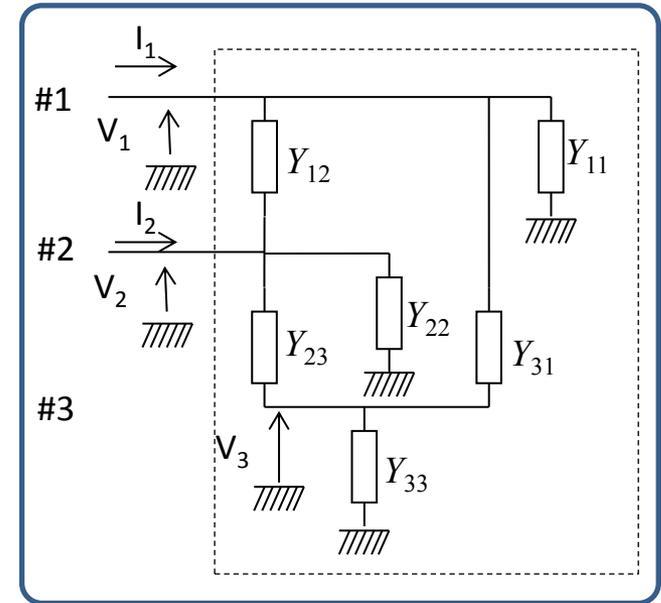
左図のπ型の等価回路を考えると、  
このアドミタンス行列は以下となる。

$$[Y] = \begin{bmatrix} Y_{11} + Y_{12} + Y_{31} & -Y_{12} & -Y_{31} \\ -Y_{12} & Y_{22} + Y_{12} + Y_{23} & -Y_{23} \\ -Y_{31} & -Y_{23} & Y_{33} + Y_{31} + Y_{23} \end{bmatrix}$$

# #3の影響込みの#1-#2間の等価回路



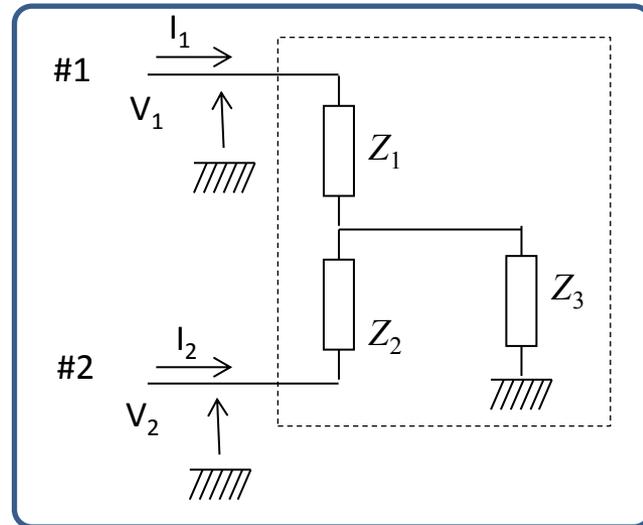
$I_3 = 0$  とすると



$\pi$ 型

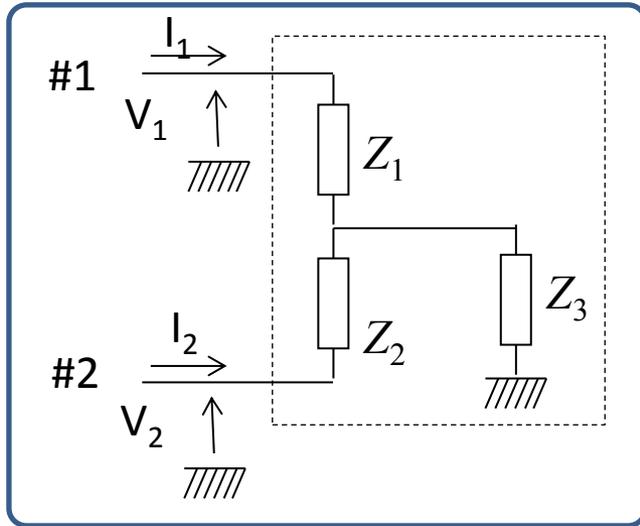
$\pi$ 型T型変換

T型



# #3の影響込みの#1-#2間のDMZ、CMZ

T型



ここで、

$$Z_1 = z_{11} - z_{21}$$

$$Z_2 = z_{22} - z_{21}$$

$$Z_3 = z_{21}$$

$$\begin{aligned} DMZ &= Z_1 + Z_2 \\ &= z_{11} - z_{21} + z_{22} - z_{21} \end{aligned}$$

インピーダンス行列

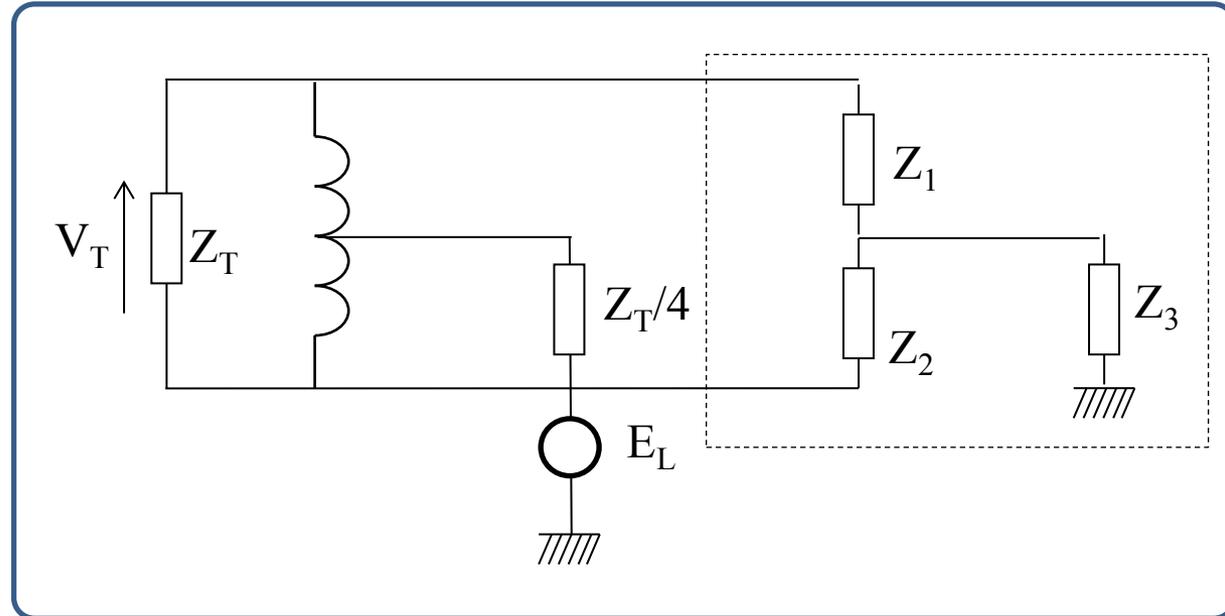
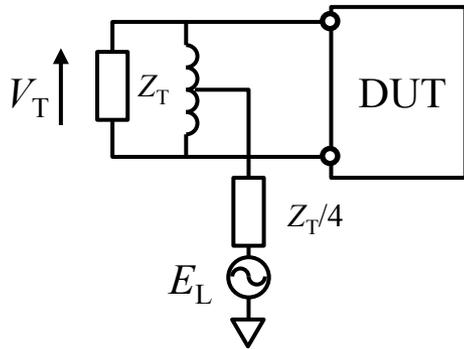
$$[Z] = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} CMZ &= \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2} + Z_3 \\ &= \frac{(z_{11} - z_{21})(z_{22} - z_{21})}{(z_{11} - z_{21}) + (z_{22} - z_{21})} + z_{21} \end{aligned}$$

# #3の影響込みの#1-#2間のLCL

定義

$$LCL = 20 \log \left| \frac{E_L}{V_T} \right|$$



※  $Z_T$ : 入力インピーダンス  $100\Omega$

$$LCL = \frac{\left( Z_1 + \frac{Z_T}{2} \right) \left( Z_2 + \frac{Z_T}{2} \right) + (Z_T + Z_1 + Z_2) Z_3}{\frac{Z_T}{2} (Z_2 - Z_1)}$$