




Modul 2

TE 3623

Elektronika Komunikasi


RANGKAIAN PENYESUAI IMPEDANSI
(Impedance Matching Circuit)

Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Departemen Teknik Elektro - Sekolah Tinggi Teknologi Telkom
Bandung – 2008



Basic Idea IMC(*)


- Impedance matching network placed between a load impedance and transmission line.
- Impedance matching is often necessary in the design of RF circuitry to provide the **maximum possible transfer of power** between a source and its load



Fungsi :

- Digunakan untuk menghasilkan impedansi yang tampak sama dari impedansi beban maupun impedansi sumber agar terjadi transfer daya maksimum.

Rangkaian Penyesuai Impedansi **3**



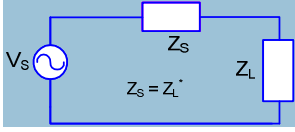
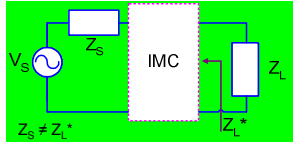
IMC or tuning is important

- Maximum power is delivered when the load is matched to the line (assuming the generator is matched) and power loss in the feed line is minimized.
- Impedance matching sensitive receiver components (antenna, LNA, etc) improves the signal-to-noise ratio of the system.
- Impedance matching in a power distribution network (such as an antenna array feed network) will reduce amplitude and phase errors.

Konsep IMC (Impedance Matching Circuits)

1. Tranfer daya maksimal (konjugate match)

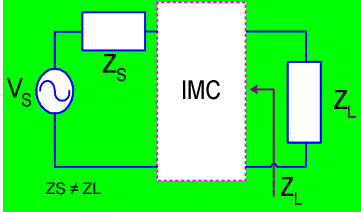
- Daya akan sampai ke Z_L dengan maksimum jika $Z_S = Z_L^*$ atau $Z_L = Z_S^*$
- Dimana : $Z_S = R_S + jX_S$ dan $Z_L = R_L + jX_L$
- Bagaimana jika $Z_S \neq Z_L^*$?
- Maka tidak akan terjadi transfer daya maksimum, sehingga diperlukan rangkaian penyesuai impedansi (Impedance Matching Circuit = IMC).

Rangkaian Penyesuai Impedansi 5

Konsep IMC (Impedance Matching Circuits)

2. Koefisien pantul $\Gamma=0, Z_L = Z_S$



- Sinyal akan sampai ke Z_L tanpa cacat akibat pantulan, jika $Z_S = Z_L$
- IMC disini berfungsi membuat supaya $\Gamma=0$.
- Dalam pembahasan pada bab ini, yang lebih banyak kita diskusikan IMC yang bertujuan agar terjadi transfer daya maksimal (konjugate match)

Rangkaian Penyesuai Impedansi 6

Berdasarkan bentuk rangkaian dan jumlah elemennya, penyesuai impedansi ini dibagi menjadi 3 :

- Penyesuai impedansi bentuk L (2 elemen)
- Penyesuai Impedansi bentuk T atau Π (3 elemen)
- Penyesuai Impedansi multi-elemen (wideband, Low-Q)

Diselesaikan dengan :

- Perhitungan matematis
- Dengan bantuan Smith Chart

Rangkaian Penyesuai Impedansi 7

1. Penyesuai impedansi bentuk L

- Penyesuai impedansi ini merupakan bentuk penyesuai yang paling sederhana
- Merupakan dasar dari penyesuai impedansi bentuk T dan bentuk Π

Rangkaian Penyesuai Impedansi 8

Penyesuai impedansi bentuk L (cont')

a. Impedansi hanya komponen resistif

➢ Bila $R_s < R_l$, maka IMC L kanan

Ada 2 kemungkinan konfigurasi:

i. Bersifat Low-pass ii. Bersifat high-pass

Rangkaian Penyesuai Impedansi **9**

Penyesuai impedansi bentuk L (cont')

➢ $R_s > R_l$, maka IMC L kiri

Ada 2 kemungkinan konfigurasi:

i. Bersifat Low-pass ii. Bersifat high-pass

Rangkaian Penyesuai Impedansi **10**

Penyesuai impedansi bentuk L (cont')

➢ Rumus yang dipakai :

$$Q_s = Q_p = \sqrt{\frac{R_p}{R_s} - 1}$$

$$Q_s = \frac{X_s}{R_s}$$

$$Q_p = \frac{R_p}{X_p}$$

■ Keterangan :

- Q_s = Faktor kualitas seri
- X_s = Reaktansi Seri = X_c
- X_p = Reaktansi Pararel
- Q_p = Faktor kualitas paralel
- R_p = Resistansi paralel (Resistansi yang lebih besar R_{sumber} atau R_l)
- R_s = Resistansi seri = R_c (Resistansi yang lebih kecil R_{sumber} atau R_l)

Rangkaian Penyesuai Impedansi **11**

Penyesuai impedansi bentuk L (cont')

■ Contoh soal (*):

Rancang suatu IMC bentuk "L" yang menyepadankan $R_s = 100\Omega$ dan $R_L = 1K\Omega$ pada $f = 100MHz$, dengan sifat meloloskan sinyal DC.

Penyelesaian: meloloskan sinyal DC berarti bersifat LPF, $R_s < R_L$, maka rangkaian pengganti yang dipilih Gbr yang sesuai, yaitu:

Rangkaian Penyesuai Impedansi **12**

Penyesuai impedansi bentuk L(cont')

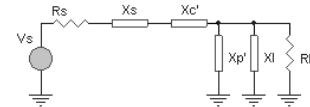
b. Bila impedansi sumber atau beban bilangan kompleks:

- Terdapat 2 prinsip dasar yaitu **absorpsi** dan **resonansi**
- Dasar perhitungan masih menggunakan sumber atau beban bilangan riil (resistif saja).

Rangkaian Penyesuai Impedansi 13

Penyesuai impedansi bentuk L(cont')

➤ **Absorpsi :**



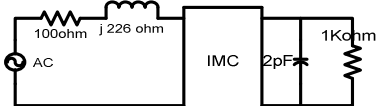
langkah-langkah :

1. Anggap impedansi beban dan impedansi sumber hanya komponen resistif.
2. Hitung $X_{c-total}$ (atau $X_{seri\ total}$) dan $X_{p-total}$
3. Lakukan absorpsi sehingga:
 $j(X_s + X_c) = jX_{seri\ total}$ (untuk komponen induktif)
 $j(X_L // X_p) = jX_{paralel\ total}$ (untuk komponen kapasitif)
 X_c dan X_p adalah hasil yang kita hitung!

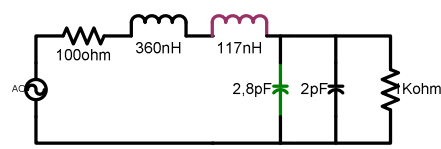
Rangkaian Penyesuai Impedansi 14

Contoh:

- Dengan menggunakan metode absorpsi, rancanglah IMC bentuk "L" pada 100MHz dengan sifat meloloskan sinyal DC pada rangkaian berikut:



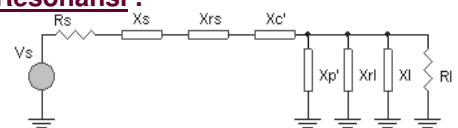
- Solusi:



Rangkaian Penyesuai Impedansi 15

Penyesuai impedansi bentuk L (cont')

➤ **Resonansi :**



Langkah-langkah :

1. Hitung harga X_{rl} dan X_{rs} agar pada beban dan sumber terjadi resonansi (**menghilangkan komponen imajiner pada beban dan sumber**).
2. Setelah terjadi resonansi pada beban dan sumber, hitung $X_{p'}$ dan $X_{c'}$. (gunakan: impedansi beban = R_l dan impedansi sumber = R_s)
3. Hitung $X_{c'}$ seri-dengan X_{rs} maupun $X_{p'}$ paralel-dengan X_{rl} .

Rangkaian Penyesuai Impedansi 16

Contoh:

- Rancanglah suatu IMC yang dapat memblock sinyal DC antara beban-sumber rangkaian dibawah ini, pada frekuensi operasi 75 MHz. Gunakan metode resonansi.

Solusi:

Rangkaian Penyesuai Impedansi **17**

2. Penyesuai Impedansi 3 Elemen: (sumber dan beban resistif)

- Bentuk T:**
- Bentuk II**

- Digunakan untuk memperoleh Bandwidth yang lebar (tetapi Q yang rendah)
- Merupakan penggabungan dari IMC L kiri dan IMC L kanan

Rangkaian Penyesuai Impedansi **18**

1. IMC 'T'

- R_v ($R_{virtual}$) ditentukan harus lebih besar dari R_s maupun R_l dan dihitung berdasarkan Q yang diinginkan.
- $Q = \sqrt{\frac{R_v}{R_{kecil}} - 1}$ $R_{kecil} =$ Pilih yg kecil [R_s, R_l]
- X_{c1} dan X_{p1} menyepadankan R_s dengan R_v ; X_{c2} dan X_{p2} menyepadankan R_v dengan R_l
- X_{p1} dan X_{p2} dapat digabungkan menjadi satu komponen.

Rangkaian Penyesuai Impedansi **19**

2. IMC 'II'

- R_v ($R_{virtual}$) ditentukan harus lebih kecil dari R_s maupun R_l dan dihitung berdasarkan Q yang diinginkan.
- $Q = \sqrt{\frac{R_{besar}}{R_v} - 1}$ $R_{besar} =$ Pilih yg besar [R_s, R_l]
- X_{c1} dan X_{p1} menyepadankan R_s dengan R_v
- X_{c2} dan X_{p2} menyepadankan R_v dengan R_l
- X_{c1} dan X_{c2} dapat digabungkan menjadi satu komponen.

Rangkaian Penyesuai Impedansi **20**

Kerjakan !



- Rancanglah 4 kemungkinan konfigurasi IMC bentuk "T" untuk menyepadankan $R_S=10\Omega$ dan $R_L=50\Omega$ dengan $Q=10$, pada frekuensi operasi 100 MHz.
→ dikerjakan mhs dgn NIM ganjil
- Rancanglah 4 kemungkinan konfigurasi IMC bentuk "TT" yang menyepadankan $R_S=100\Omega$, $R_L=1000\Omega$, dengan faktor kualitas $Q = 15$, pada frekuensi operasi 100 MHz..
→ dikerjakan mhs dgn NIM genap