

SITT 2011

1. Rangkaian Resonansi

Resistansi sumber dari sebuah rangkaian resonansi L-C paralel adalah 500Ω . Rangkaian resonansi ini memiliki bandwidth 20 kHz , dengan frekuensi cutoff bawah 990 kHz .

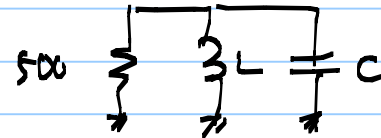
- Tentukanlah parameter rangkaian (Q , L , dan C)!
- lika rangkaian tersebut dihubungkan dengan beban yang ber-resistansi 5000Ω , berapakah faktor kualitas dan bandwidthnya sekarang!
- Bagaimanakah cara anda menaikkan factor kualitas rangkaian resonator single tersebut (1.b) tanpa mengganti besarnya sumber? Rancanglah rangkaian usulan anda!

a. $BW = 20 \text{ kHz}$
 $f_{c01} = 990 \text{ kHz}$

$$f_{c02} = 990 \text{ k} + 20 \text{ k} = 1010 \text{ kHz}$$

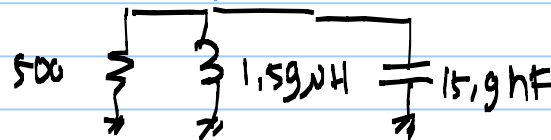
$$f_c = f_{c01} + \frac{BW}{2} = 1000 \text{ kHz}$$

$$Q = \frac{f_c}{BW} = \frac{1000 \text{ k}}{20 \text{ k}} = 50$$

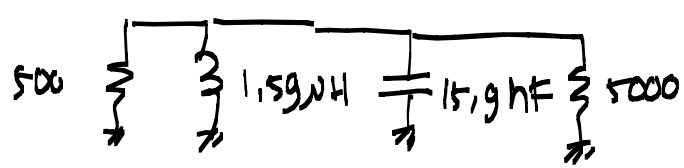


$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} = \frac{500}{2\pi f_c L} = 50 \rightarrow L = \frac{500}{50 \cdot 2\pi \cdot 1000 \cdot 10^3} = 1,59 \mu\text{H}$$

$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} = 500 \cdot 2\pi f_c C = 50 \rightarrow C = \frac{500}{500 \cdot 2\pi \cdot 1000 \cdot 10^3} = 15,9 \text{ nF}$$



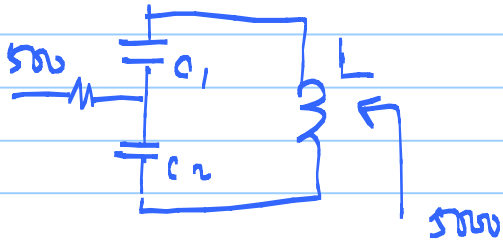
b.



$$\Rightarrow Q_p = \frac{R_p}{X_p} = \frac{500 // 5000}{2\pi \cdot 1000 \cdot 10^3 \cdot 1,59 \cdot 10^{-6}} = \frac{454,54}{2\pi \cdot 1,59} = 45,5$$

$$BW = \frac{f_0}{Q} = \frac{1000 \cdot 10^3}{45,5} = 21,97 \text{ kHz}$$

c.

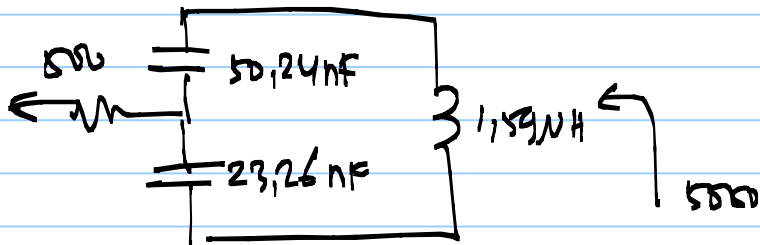


$$R_c' = R_s \left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{R_c'}{R_s}} - 1 = \sqrt{\frac{5000}{500}} - 1 = 2,16$$

$$C_1 = 2,16 C_2$$

$$C_m = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = 15,9 \text{ nF} \Rightarrow \frac{2,16 C_2 \cdot C_2}{2,16 C_2 + C_2} = 15,9 \text{ nF} \Rightarrow C_2 = 23,26 \text{ nF}$$

$$C_1 = 50,24 \text{ nF}$$

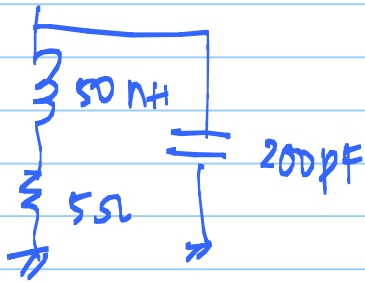


1. Rangkaian Resonansi

Sebuah rangkaian resonator paralel terdiri dari induktor $L = 50 \text{ nH}$ dan kapasitor ideal 200 pF . Induktor yang digunakan pada rangkaian tersebut tidak ideal, dan dimodelkan dengan adanya resistansi yang terpasang seri dengan induktor tersebut, sebesar 5Ω pertanyaanya :

- a. Hitunglah frekuensi resonansinya, faktor kualitas komponen dari induktor tersebut dan dengan menggunakan transformasi seri-paralel, tentukanlah resistansi paralel dari induktor tersebut!
- b. Jika rangkaian tersebut dihubungkan dengan sumber dan beban yang memiliki resistansi masing-masing 50Ω , tentukanlah faktor kualitas resonator dan bandwidth rangkaian.
- c. Hitunglah besar insertion Loss rangkaian resonator tersebut?

a.

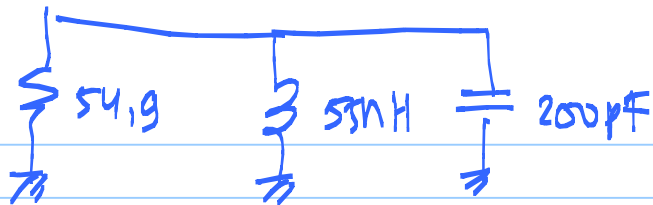


$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{50 \cdot 10^{-9} \cdot 200 \cdot 10^{-12}}} = 50,3 \text{ MHz}$$

$$Q_s = \frac{X_s}{R_s} = \frac{2\pi f L_s}{R_s} = \frac{2\pi \cdot 50,3 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 10^{-9}}{5} = 3,16$$

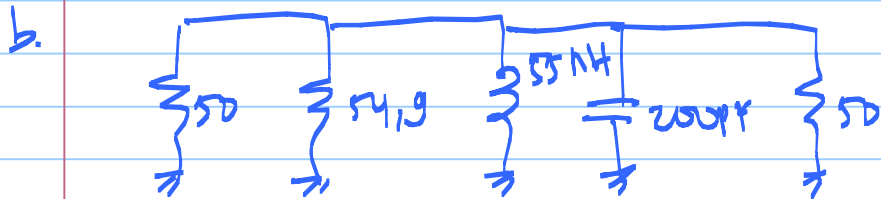
$$R_p = R_s(1 + Q^2) = 5(1 + 3,16^2) = 54,9 \Omega$$

$$X_p = X_s \left(1 + \frac{1}{Q^2}\right) \rightarrow L_p = L_s \left(1 + \frac{1}{Q^2}\right) = 50 \cdot 10^{-9} \left(1 + \frac{1}{3,16^2}\right) = 55 \text{ nH}$$

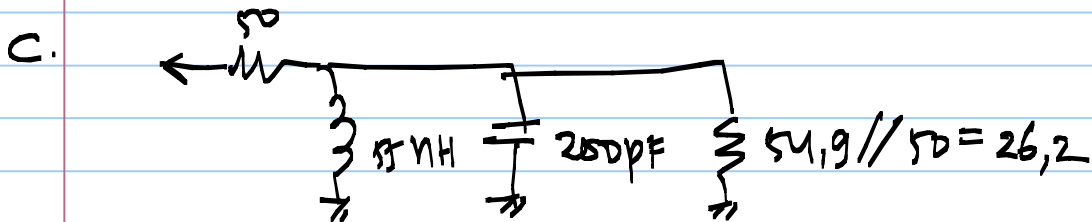


$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{55 \cdot 10^{-9} \cdot 200 \cdot 10^{-12}}} = 47,9 \text{ MHz}$$

$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} = \frac{54,9}{2\pi \cdot 47,9 \cdot 10^6 \cdot 55 \cdot 10^{-9}} = 3,32$$



$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} = \frac{50 // 54,9 // 50}{2\pi \cdot 47,9 \cdot 10^6 \cdot 55 \cdot 10^{-9}} = 1,04$$



$$V_L = \frac{26,2}{26,2 + 50} \cdot V_s = 0,344 V_s$$

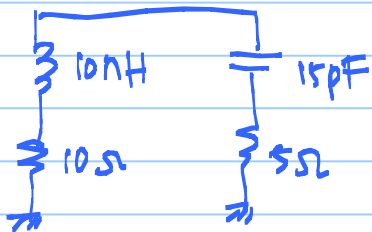
$$\text{Insertion Loss} = 20 \log \frac{0,344 V_s}{0,15 V_s} = -3,5 \text{ dB}$$

1. Rangkaian Resonansi (Wajib dikerjakan)

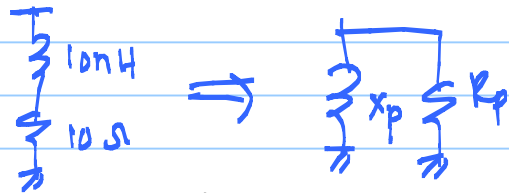
SI 2009

- a. Sebuah rangkaian resonansi paralel terdiri dari induktor 10 nH dan kapasitor 15 pF. Induktor memiliki resistansi seri 10Ω dan resistansi seri kapasitor 5Ω. Tentukan frekuensi resonansi, faktor kualitas masing-masing komponen (*L* dan *C*), faktor kualitas rangkaian resonansi, resistansi paralel rangkaian resonansi, dan bandwidth-3dB.
- b. Jika diketahui $R_L = R_S = 1000\Omega$, berapa faktor kualitas dan bandwidth rangkaian sekarang?
- c. Rancanglah sebuah transformator kapasitor tetap untuk mentransformasikan impedansi beban 50Ω ke impedansi 1000Ω pada frekuensi 100 MHz dan bandwidth 10 MHz.

a.



$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10 \cdot 10^{-9} \cdot 15 \cdot 10^{-12}}} = 411 \text{ MHz}$$

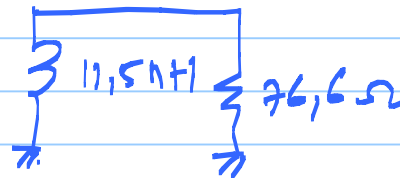


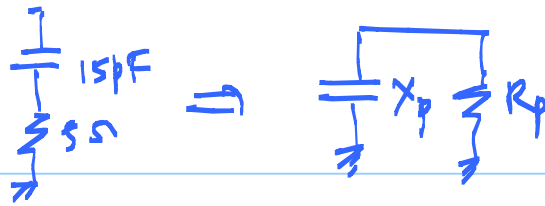
$$R_p = R_s (1 + Q^2) = 10 (1 + 2,58^2) = 76,6$$

$$X_p = X_s (1 + \frac{1}{Q^2})$$

$$L_p = L_s (1 + \frac{1}{Q^2}) = 10 \cdot 10^{-9} (1 + \frac{1}{2,58^2}) = 11,5 \text{ nH}$$

$$Q_s = \frac{X_s}{R_s} = \frac{2\pi \cdot 411 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-9}}{10} = 2,58$$





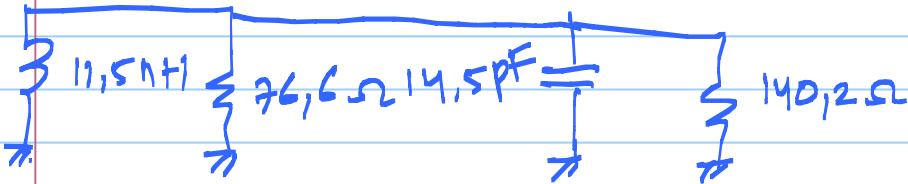
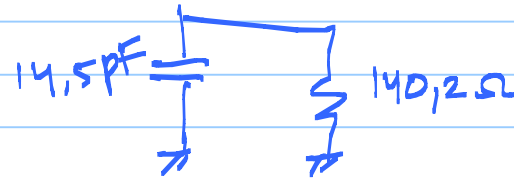
$$Q_s = \frac{X_s}{R_s} = \frac{1}{2\pi \cdot 411 \cdot 10^6 \cdot 15 \cdot 10^{-12} \cdot 5} = 5,2$$

$$R_p = R_s (1 + Q_s^2) = 5(1 + 5,2^2) = 140,2$$

$$X_p = X_s \left(1 + \frac{1}{Q_s^2}\right)$$

$$\frac{1}{C_p} = \frac{1}{C_s} \left(1 + \frac{1}{Q_s^2}\right)$$

$$C_p = \frac{C_s}{1 + 1/Q_s^2} = \frac{15 \cdot 10^{-12}}{1 + \frac{1}{5,2^2}} = 14,5 \text{ pF}$$

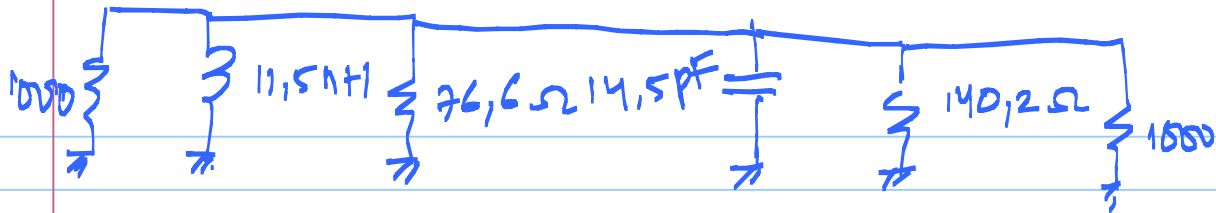


$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{11,5 \cdot 10^{-9} \cdot 14,5 \cdot 10^{-12}}} = 389,8 \text{ MHz}$$

$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} = \frac{76,6 // 140,2}{2\pi \cdot 389,8 \cdot 10^6 \cdot 11,5 \cdot 10^{-9}} = \frac{49,54}{2\pi \cdot 389,8 \cdot 10^6 \cdot 11,5 \cdot 10^{-9}} = 1,76$$

$$BW_{3\text{dB}} = \frac{f_c}{Q} = \frac{389,8 \cdot 10^6}{1,76} = 221,5 \text{ MHz}$$

b.

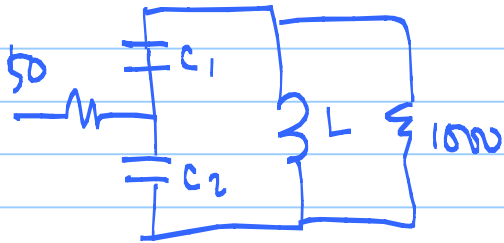


$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} = \frac{49,54 // 1000 // 1000}{2\pi \cdot 389,8 \cdot 10^6 \cdot 11,5 \cdot 10^{-9}}$$

$$Q_p = 1,6$$

$$BW_{3dB} = \frac{f_c}{Q} = \frac{389,8 \cdot 10^6}{1,6} = 243,625 \text{ MHz}$$

c.



$$f = 100 \text{ MHz}$$

$$BW = 10 \text{ MHz}$$

$$Q = \frac{f}{BW} = \frac{100}{10} = 10$$

$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} \rightarrow X_p = \frac{R_p}{Q} = \frac{50 // 1000}{10} = 47,6$$

$$\frac{1}{2\pi \cdot 100 \cdot 10^6 \cdot C} = 47,6 \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi \cdot 100 \cdot 10^6 \cdot 47,6} = 33,41 \text{ pF}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1} = \sqrt{\frac{1000}{50} - 1} = 3,47$$

$$C_1 = 3,47 C_2$$

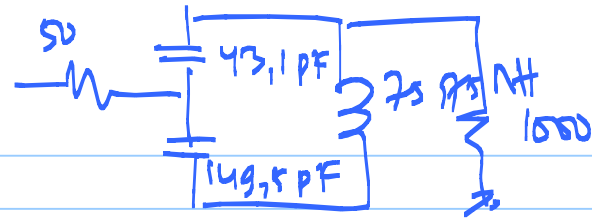
$$C_{\pi} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = 33,44 \text{ pF}$$

$$\frac{3,47 C_2 \cdot C_2}{3,47 C_2 + C_2} = 33,44 \text{ pF}$$

$$C_2 = 43,1 \text{ pF}$$

$$C_1 = 3,47 C_2 = 149,5 \text{ pF}$$

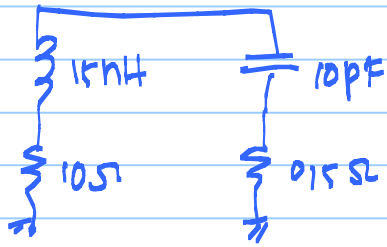
$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} \rightarrow X_p = \frac{50 \parallel 1000}{10} = 47,6$$
$$L = \frac{47,6}{2\pi \cdot 100 \cdot 10^6} = 75,75 \text{ nH}$$



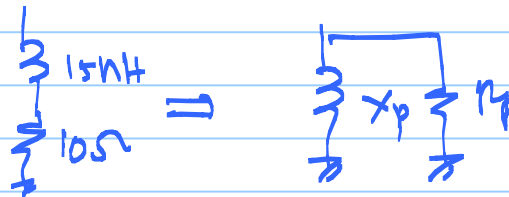
S12010

1. Rangkaian Resonansi

- a. Sebuah rangkaian resonansi paralel terdiri dari induktor 15 nH dan kapasitor 10 pF. Induktor memiliki resistansi seri 10 Ω dan resistansi seri kapasitor 0,5 Ω. Tentukan frekuensi resonansi, faktor kualitas masing-masing komponen (L dan C), faktor kualitas rangkaian resonansi, dan bandwidth-3dB pada sumber 200 Ω dan beban 1000Ω.
- b. Bagaimanakah cara anda menaikkan faktor kualitas rangkaian resonator single tersebut (1.a.) tanpa mengganti besarnya sumber? Rancanglah rangkaian usulan anda!



$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{15 \cdot 10^{-9} \cdot 10 \cdot 10^{-12}}} = 411 \text{ MHz}$$

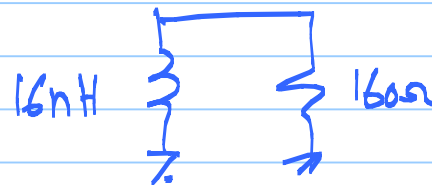


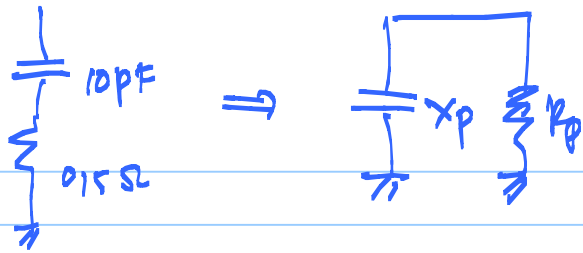
$$Q_s = \frac{X_s}{R_s} = \frac{2\pi \cdot 411 \cdot 10^6 \cdot 15 \cdot 10^{-9}}{10} = 3,87$$

$$R_p = R_s (1 + Q^2) = 10 (1 + 3,87^2) = 160 \Omega$$

$$X_p = X_s \left(1 + \frac{1}{Q^2}\right)$$

$$L_p = L_s \left(1 + \frac{1}{Q^2}\right) = 15 \text{ nH} \left(1 + \frac{1}{3,87^2}\right) = 16 \text{ nH}$$





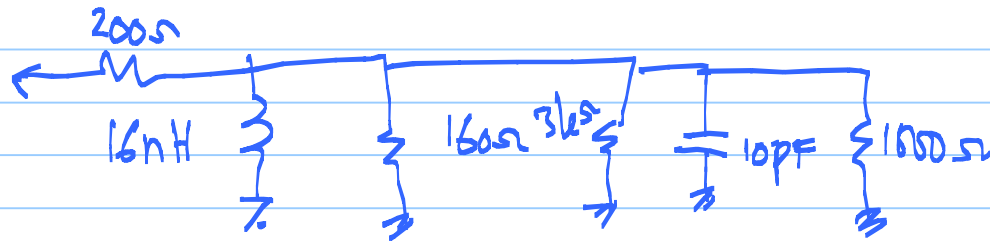
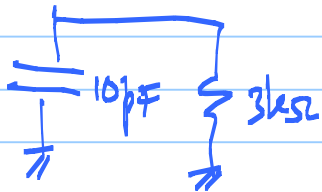
$$Q_s = \frac{X_s}{R_s} = \frac{1}{2\pi \cdot 911 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-12} \cdot 0.15} = 77.5$$

$$R_p = R_s(1 + Q^2) = 0.15(1 + 77.5^2) = 3.6 \Omega$$

$$X_p = X_s \left(1 + \frac{1}{Q^2}\right)$$

$$C_p = \frac{1}{\omega_p} \left(1 + \frac{1}{Q^2}\right)$$

$$C_p = \frac{C_s}{1 + \frac{1}{Q^2}} = \frac{10 \text{ pF}}{1 + \frac{1}{77.5^2}} \approx 10 \text{ pF}$$



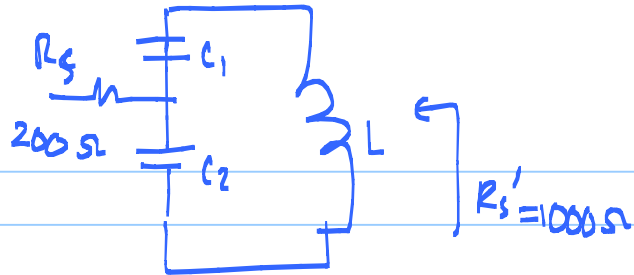
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{16 \cdot 10^{-9} \cdot 10 \cdot 10^{-12}}} = 397.9 \text{ MHz}$$

$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} = \frac{200 // 160 // 3000 // 1000}{2\pi \cdot 397.9 \cdot 10^6 \cdot 16 \cdot 10^{-9}} = 88.9 // 750$$

$$Q_p = \frac{77.5}{2\pi \cdot 397.9 \cdot 10^6 \cdot 16 \cdot 10^{-9}} = 1.99$$

$$BW = \frac{f}{Q} = \frac{397.9 \text{ MHz}}{1.99} = 199.9 \text{ MHz}$$

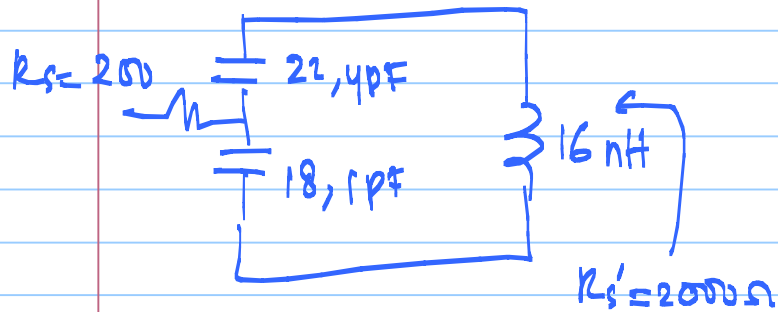
b



$$R_s' = R_g \left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)^2$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{R_s'}{R_g}} - 1 = \sqrt{\frac{1000}{200}} - 1 \approx 1,24 \Rightarrow C_1 = 1,24 C_2$$

$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = 10 \text{ pF} \Rightarrow \frac{1,24 C_2 \cdot C_2}{1,24 C_2 + C_2} = \frac{1,24 C_2^2}{2,24 C_2} = 10 \text{ pF}$$



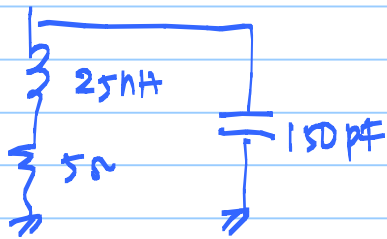
$$C_2 = 18,1 \text{ pF}$$

$$C_1 = 22,4 \text{ pF}$$

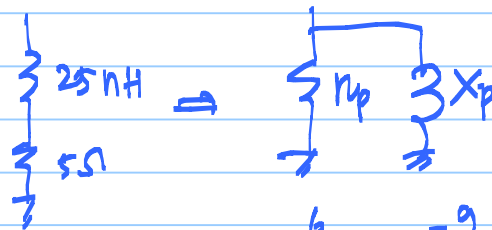
D3M 2014

1. Sebuah rangkaian single **resonator paralel** terdiri dari **inductor** $L = 25 \text{ nH}$ dan **kapasitor ideal** 150 pF . Pada induktor mengandung resistansi sebesar 5Ω . Tentukanlah :

- Frekuensi resonansi** rangkaian, **faktor kualitas** rangkaian (belum ada sumber & beban), dan **bandwidth** rangkaian !
- Jika rangkaian tersebut dihubungkan dengan **sumber dan beban** yang memiliki resistansi masing-masing 50Ω , tentukanlah **faktor kualitas** dan **bandwidth** rangkaian. Gambarkan rangkaiannya!



$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{25 \cdot 10^{-9} \cdot 150 \cdot 10^{-12}}} = 82,2 \text{ MHz}$$

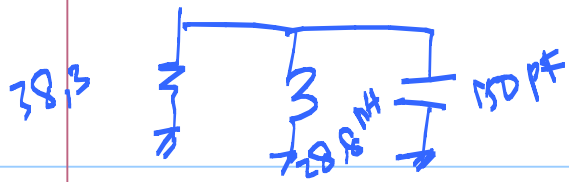


$$Q_s = \frac{X_s}{R_s} = \frac{2\pi \cdot 82,2 \cdot 10^6 \cdot 25 \cdot 10^{-9}}{5} = 2,58$$

$$R_p = R_s (1 + Q^2) = 5 (1 + 2,58^2) = 38,3 \Omega$$

$$X_p = X_s \left(1 + \frac{1}{Q^2}\right)$$

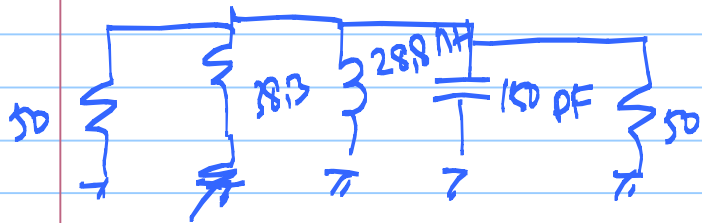
$$L_p = L_s \left(1 + \frac{1}{Q^2}\right) = 25 \text{ nH} \left(1 + \frac{1}{2,58^2}\right) = 28,8 \text{ nH}$$



$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{28,8 \cdot 10^{-9} \cdot 150 \cdot 10^{-12}}} = 76,6 \text{ MHz}$$

$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} = \frac{38,3}{2\pi \cdot 76,6 \cdot 10^6 \cdot 28,8 \cdot 10^{-9}} = 2,76$$

$$BW = \frac{f}{Q} = \frac{76,6 \text{ MHz}}{2,76} = 27,75 \text{ MHz}$$



$$Q_p = \frac{R_p}{X_p} = \frac{50 // 50 // 38,3}{2\pi \cdot 76,6 \cdot 10^6 \cdot 28,8 \cdot 10^{-9}} = 1,09$$

$$BW = \frac{f}{Q} = \frac{76,6 \text{ MHz}}{1,09} = 70,3 \text{ MHz}$$

1. Sebuah rangkaian resonansi R-L-C paralel ber-resonansi pada frekuensi 5 MHz dan bandwidth 25 kHz
 - a. Jika impedansi (sumber) rangkaian tersebut 1 k Ω dan beban di open circuit, carilah parameter-parameter rangkaian (Q, L, dan C) pada keadaan resonansi!
 - b. Jika rangkaian tersebut kemudian dihubungkan dengan beban yang impedansinya 5 k Ω berapakah faktor kualitas dan bandwidthnya sekarang !
 - c. Jika rangkaian tersebut dihubungkan dengan beban yang ber-resistansi 50 Ω , berapakah faktor kualitas dan bandwidthnya sekarang !
 - d. Selain Impedansi sumber dan impedansi beban seperti ditunjukkan soal diatas, apalagi yang menentukan factor kualitas dari Resonator!
 - e. Jika komponen yang digunakan pada resonator diatas memiliki Q_{komponen} besar sekali (tak hingga), maka berapakah nilai Insertion loss resonator tersebut?
 - f. Jika nilai impedansi sumber, impedansi beban, dan jenis komponen telah ditentukan, apa yang anda lakukan untuk menaikkan factor kualitas dari resonator tersebut?
 - g. Apa yang dimaksud dengan factor bentuk (*shape Factor*)? Apa yang anda lakukan untuk meningkatkan factor bentuk dari suatu resonator?