



دانشگاه فنی حرفه ایی انقلاب اسلامی تهران
(انستیتو برق)

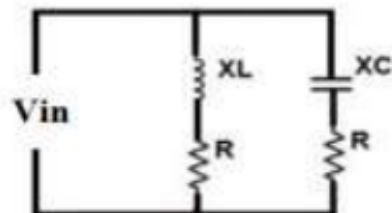
آموزش مجازی درس مدار
جلسه ۱۴ - حل تمرین

ارائه دهنده: دکتر علیرضا ناطقی

حل تمرین مدار

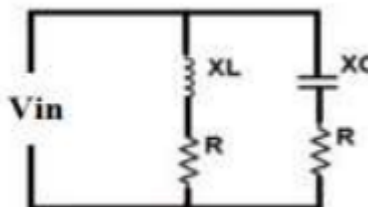
۱- مدار زیر را در نظر بگیرید.

مطلوب است محاسبه فرکانس تشدید مدار.



..

محاسبه فرکانس تشدید



توضیح:

- فرایند محاسبه فرکانس تشدید مدارهای RLC سری و موازی

الف - محاسبه امپدانس ورودی مدارهای RLC سری و یا ادmittانس ورودی مدارهای RLC موازی

ب - تعیین فرکانس هایی که به ازای آنها ترم موهومی امپدانس و یا ادmittانس برابر صفر شوند.

نکته: در این شرایط ولتاژ و جریان ورودی مدار هم فاز خواهند شد.

ج - در این شکل دو شاخه با هم موازی هستند. لذا ابتدا امپدانس هر شاخه را بدست آورده سپس با عکس

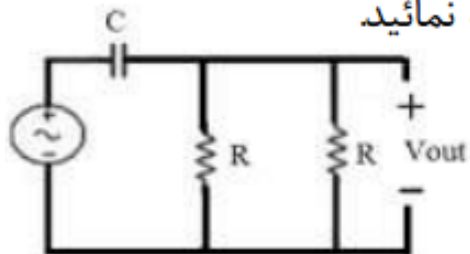
کردن امپدانسها ادmittانس هر شاخه را بدست میآوریم.

د - ادmittانس کل با جمع ادmittانس هر یک از شاخه ها تعیین میشود.

ه - ترم موهومی ادmittانس کل را جدا کرده و برابر صفر قرار میدهیم و فرکانس تشدید مدار را محاسبه میکنیم

نکته : حل کل مسئله در جزوه کلاسی موجود است.

۲- مدار زیر را در نظر بگیرید، نوع فیلتر را تعیین نموده و فرکانس قطع آن را محاسبه نمایید.

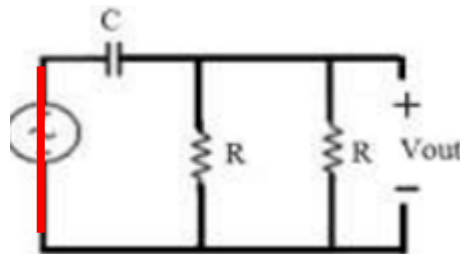


توضیح: مراحل محاسبه فرکانس قطع:

الف - غیرفعال کردن کلیه منابع ولتاژ و جریان مستقل (منابع ولتاژ با سیم و منابع جریان با اتصال باز مدل میشوند)

ب - محاسبه مقاومت معادل از دید خازن و استفاده از رابطه فرکانس قطع

نکته : با اتصال کوتاه کردن منبع ورودی (مقاومت معادل از دید خازن برابر $R/2$)

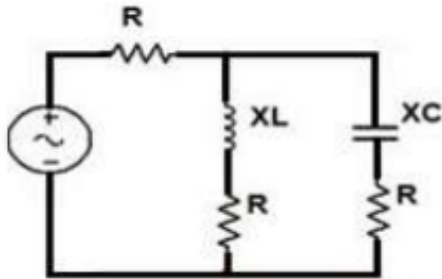


$$f = 1/(2\pi R_T C)$$

$$R_T = R \parallel R = R/2$$

مقاومت معادل از دید دو سر خازن

۳- در مدار شکل زیر جریان منبع را محاسبه نمایید. (تحلیل فازوری: ارائه در جلسه اول آموزش مجازی)



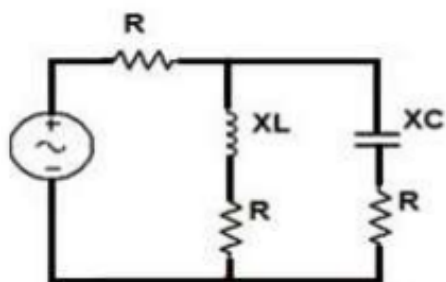
$$R=1 \text{ ohm}$$

$$Z_L = j2 \text{ ohm}$$

$$Z_C = -j \text{ ohm}$$

$$V_{in}(t) = 14\sqrt{2}\cos(2t) \text{ ولت}$$

۳- در مدار شکل زیر جریان منبع را محاسبه نمائید. (تحلیل فازوری: ارائه در جلسه اول آموزش مجازی)



$$R=1 \text{ ohm}$$

$$Z_L = j2 \text{ ohm}$$

$$Z_C = -j \text{ ohm}$$

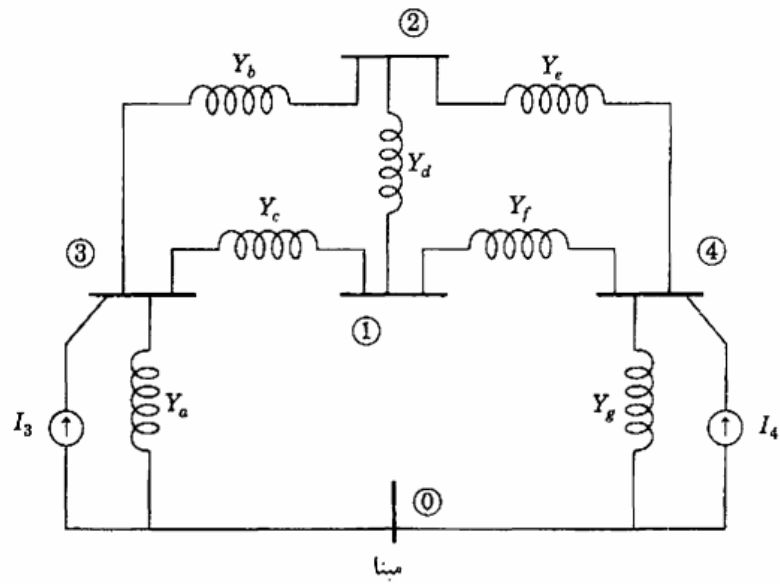
$$V_{in}(t) = 14\sqrt{2}\cos(2t) \text{ ولت}$$

الف- نمایش برداری کلیه امپدانسهای مدار (در این مسئله مقادیر برداری امپدانس های مدار از معلومات مسئله است).

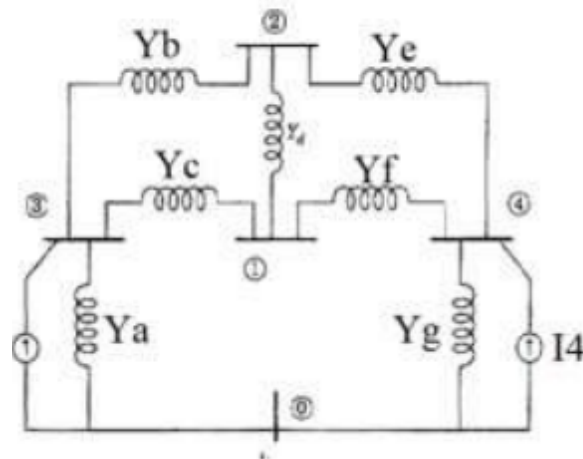
ب- نمایش برداری منبع ورودی ($V_{in}=14<0$)

ج- اعمال رابطه kvl در دو حلقه مدار و تعیین جریان حلقه اول (جریان منبع)

محاسبه ماتریس ادمیتانس



محاسبه ماتریس ادمیتانس ارائه در جلسه پنجم آموزش مجازی)



توضیح: مدار ۴ گره اصلی و یک گره مرجع دارد .

الف - ماتریس ادمیتانس این مدار 4×4

ب - المانهای قطری برابر مجموع ادمیتانس های متصل به هر گره است.

مثال: مجموع ادمیتانس های متصل به گره یک $Y_{11} =$

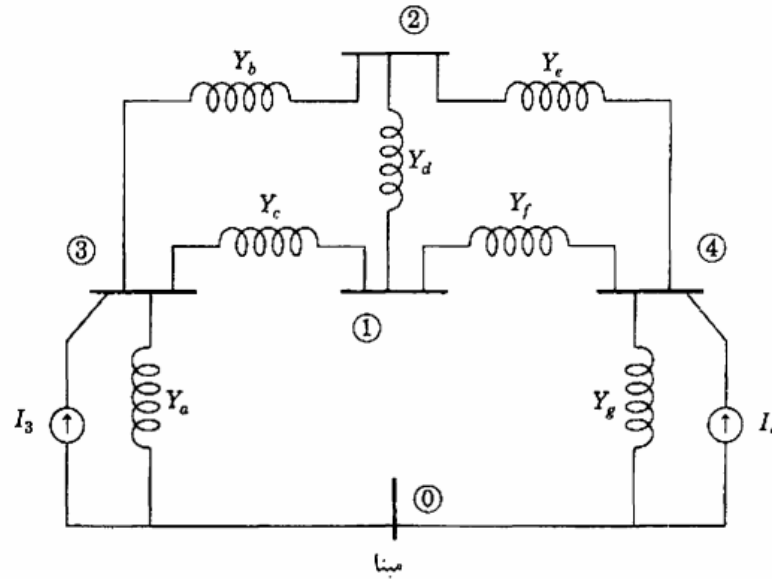
$$Y_{11} = (Y_f + Y_c + Y_d)$$

ج - المانهای غیر قطری برابر منفی مجموع ادمیتانس های بین دو گره است.

مثال: مجموع ادمیتانس های متصل به گره یک $Y_{12} = Y_{21} = -(Y_d)$

سایر المانهای مدار نیز به همین نحو تعیین خواهد شد.

محاسبه ماتریس ادمیتانس



$$Y_{bus} = \begin{matrix} & \textcircled{1} & \textcircled{2} & \textcircled{3} & \textcircled{4} \\ \begin{matrix} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \end{matrix} & \begin{bmatrix} (Y_c + Y_d + Y_f) & -Y_d & -Y_c & -Y_f \\ -Y_d & (Y_b + Y_d + Y_c) & -Y_b & -Y_e \\ -Y_c & -Y_b & (Y_a + Y_b + Y_c) & 0 \\ -Y_f & -Y_e & 0 & (Y_e + Y_f + Y_g) \end{bmatrix} \end{matrix}$$

۱-۲۶ اندازه کمیت‌های شکل ۱-۲۳ برحسب پریونیت به صورت زیر است:

$$\begin{array}{lll} Y_e = -j5_{\circ} & Y_d = -j8_{\circ} & Y_c = -j4_{\circ} \\ Y_b = -j4_{\circ} & Y_a = -j0_{\circ}8 & I_f = 0_{\circ}68 \angle -135^{\circ} \\ I_r = 1_{\circ} \angle 90^{\circ} & Y_g = -j0_{\circ}8 & Y_f = -j2_{\circ}5 \end{array}$$

مطلوب است:

الف- تعیین ماتریس ادمیتانس شبکه Y_{bus}

ب- تعیین ماتریس امپدانس شبکه Z_{bus}

$$Y_{bus} = \begin{array}{c} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \end{array} \begin{bmatrix} \textcircled{1} & \textcircled{2} & \textcircled{3} & \textcircled{4} \\ (Y_c + Y_d + Y_f) & -Y_d & -Y_c & -Y_f \\ -Y_d & (Y_b + Y_d + Y_c) & -Y_b & -Y_e \\ -Y_c & -Y_b & (Y_a + Y_b + Y_c) & 0 \\ -Y_f & -Y_e & 0 & (Y_e + Y_f + Y_g) \end{bmatrix}$$

$$Y_{bus} = \begin{matrix} & \textcircled{1} & \textcircled{2} & \textcircled{3} & \textcircled{4} \\ \begin{matrix} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \end{matrix} & \begin{bmatrix} (Y_c + Y_d + Y_f) & -Y_d & -Y_c & -Y_f \\ -Y_d & (Y_b + Y_d + Y_c) & -Y_b & -Y_e \\ -Y_c & -Y_b & (Y_a + Y_b + Y_c) & 0 \\ -Y_f & -Y_e & 0 & (Y_e + Y_f + Y_g) \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$\begin{aligned} Y_a &= -j0.8 & Y_b &= -j4.0 & Y_c &= -j4.0 & Y_d &= -j8.0 & Y_e &= -j5.0 \\ Y_f &= -j2.5 & Y_g &= -j0.8 & I_3 &= 1.0 \angle -90^\circ & I_4 &= 0.68 \angle -135^\circ \end{aligned}$$

$$Y_{bus} V = I \Rightarrow \begin{bmatrix} -j14.5 & j8.0 & j4.0 & j2.5 \\ j8.0 & -j17.0 & j4.0 & j5.0 \\ j4.0 & j4.0 & -j8.8 & j0 \\ j2.5 & j5.0 & j0 & -j8.3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1.0 \angle -90^\circ \\ 0.68 \angle -135^\circ \end{bmatrix}$$


 Y_{bus}


 V

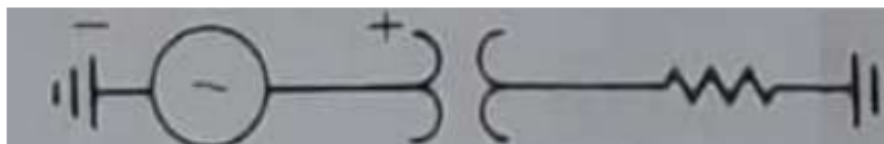

 I

تعیین ماتریس امپدانس شبکه
با کمک ماتریس ادمیتانس شبکه

$$\mathbf{Y}_{bus}^{-1} = \mathbf{Z}_{bus} = \begin{bmatrix} j0.7187 & j0.6688 & j0.6307 & j0.6194 \\ j0.6688 & j0.7045 & j0.6242 & j0.6258 \\ j0.6307 & j0.7045 & j0.6840 & j0.5660 \\ j0.6194 & j0.6258 & j0.5660 & j0.6840 \end{bmatrix}$$

(تحلیل مدار با ترانسفورماتور تکفاز ارائه در جلسه دوم آموزش مجازی)

۵- یک ترانسفورماتور تکفاز ۴۸۰ به ۱۲۰ ولت با توان ظاهری نامی ۲۰ کیلو ولت آمپر یک بار ۱۰۰ اهمی را تغذیه می کند . این ترانس به یک منبع ۴۶۰ ولتی متصل شده است. در صورتی که از راکتانس نشتی معادل صرف نظر شود. جریان عبوری از منبع را محاسبه کنید.



۲۲-۱ یک ژنراتور - که با یک emf و راکتانس القایی سری با آن نمایش داده می شود - دارای مقدارهای نامی MVA ۵۰۰ و kV ۲۲ است. سیم پیچهای اتصال ستاره آن دارای راکتانس ۱/۱ پریونیت می باشد. مقدار اهمی راکتانس سیم پیچها را به دست آورید.

Solution:

$$\begin{aligned}\text{Base } Z &= \frac{(22)^2}{500} = 0.968 \, \Omega \\ X &= 1.1 \times 0.968 = 1.065 \, \Omega\end{aligned}$$

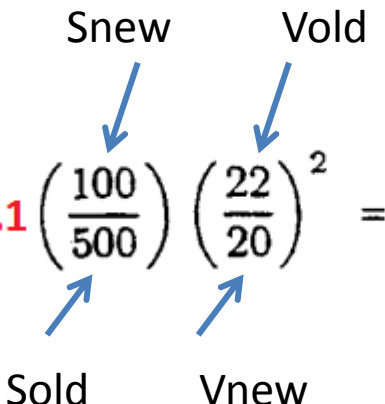
۱-۲۳ یک ژنراتور - که با یک emf و راکتانس القایی سری با آن نمایش داده می شود

دارای مقدارهای نامی ۵۰۰ MVA و ۲۲ kV است.

سیم پیچهای اتصال ستاره آن دارای راکتانس $۱/۱$ پریونیت می باشد.

در مداری با مقدار مبنای ۱۰۰ MVA و ۲۰ kV مقدار پریونیت راکتانس سیم پیچهای ژنراتور را به دست آورید.

$$X = 1.1 \left(\frac{100}{500} \right) \left(\frac{22}{20} \right)^2 = 0.2662 \text{ per unit}$$



۶-۲ در یک ترانسفورماتور تکفاز با اندازه‌های نامی $120\text{ V} / 1.2\text{ kV}$ و 7.2 kVA ، مشخصات سیم‌پیچها به صورت $r_1 = 0.8\Omega$ ، $x_1 = 1.2\Omega$ ، $r_2 = 0.1\Omega$ ، $x_2 = 0.1\Omega$ می‌باشد. مطلوبست:

(الف) مقاومت سیم‌پیچ و راکتانس نشتی کل هنگامی که به طرف نخستین منتقل شود. (مطابق شکل ۸-۲).

(ب) اندازه کل کمیتها هنگامی که به طرف دومین منتقل شود.

(پ) تنظیم ولتاژ ترانسفورماتور هنگامی که 7.5 kVA را در ولتاژ 120 V با ضریب توان 0.8 پس‌فاز به بار تحویل می‌دهد.

۶-۲ در یک ترانسفورماتور تکفاز با اندازه‌های نامی $120\text{ V} / 1.2\text{ kV}$ و 7.2 kVA ، مشخصات سیم‌پیچها به صورت $r_1 = 0.8\Omega$ ، $x_1 = 1.2\Omega$ ، $r_2 = 0.01\Omega$ ، $x_2 = 0.01\Omega$ می‌باشد. مطلوبست:

(الف) مقاومت سیم‌پیچ و راکتانس نشتی کل هنگامی که به طرف نخستین منتقل شود. (مطابق شکل ۸-۲).

Solution:

(a) With turns ratio $a = 1.2 \times 10^3 / 120 = 10$,

$$R_1 = r_1 + a^2 r_2 = 0.8 + 100 \times 0.01 \Omega = 1.8 \Omega$$

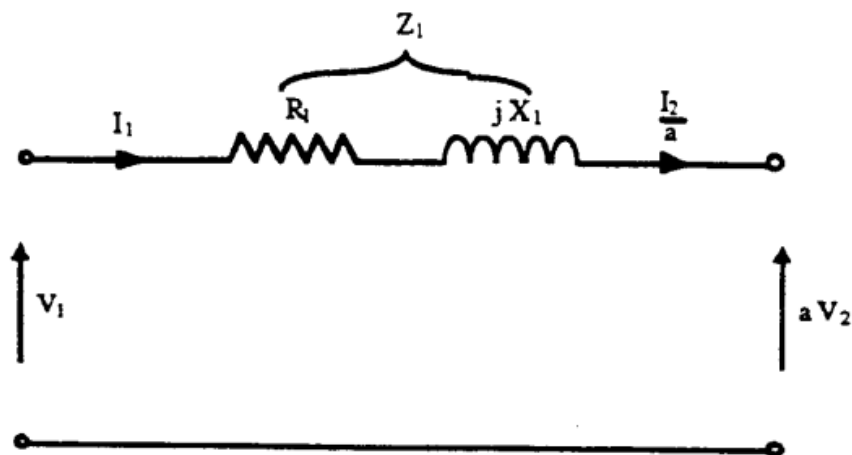
$$X_1 = x_1 + a^2 x_2 = 1.2 + 100 \times 0.01 \Omega = 2.2 \Omega$$

(ب) اندازه کل کمیتها هنگامی که به طرف دومین منتقل شود.

$$R_2 \triangleq R_1 / a^2 = 1.8 / 100 \Omega = 0.018 \Omega$$

$$X_2 \triangleq X_1 / a^2 = 2.2 / 100 \Omega = 0.022 \Omega$$

(پ) تنظیم ولتاژ ترانسفورماتور هنگامی که ۷/۵ kVA را در ولتاژ ۱۲۰ V با ضریب توان ۰/۸ پس فاز به بار تحویل می دهد.



c)

$$z_1 = (1.8 + j2.2) \Omega$$

$$I_{2,FL} = |S_2/V_2| \angle -\theta = \frac{7200}{120} \angle -36.9^\circ \text{ A} = 60 \angle -36.9^\circ \text{ A}$$

$$I_{1,FL} = \frac{I_{2,FL}}{a} = 6.0 \angle -36.9^\circ \text{ A}$$

$$aV_{2,FL} = 1200 \text{ V}$$

$$V_{1,FL} = aV_{2,FL} + I_{1,FL}Z_1$$

$$= 1200 + 6.0 \angle -36.9^\circ (1.8 + j2.2) \text{ V} = 1216.57 \angle 0.19^\circ \text{ V}$$

$$|V_{2,FL}| = 120 \text{ V}$$

$$|V_{2,NL}| = V_{1,FL}/a = 121.66 \text{ V}$$

$$\% \text{ Regulation} = (121.66 - 120)/120 = 1.38 \%$$