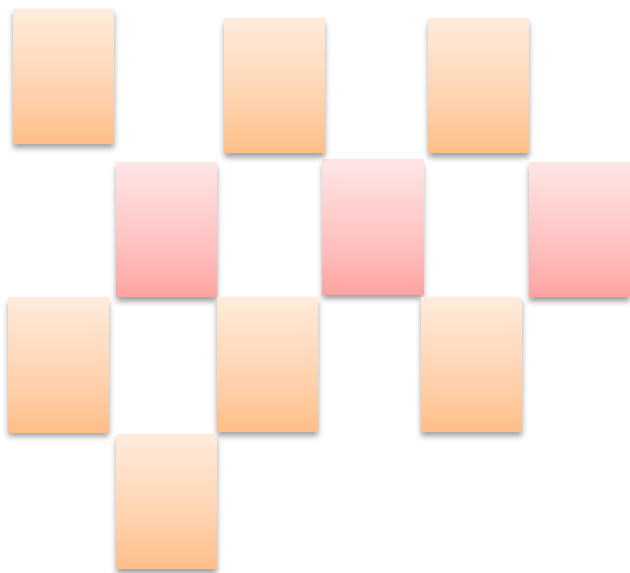


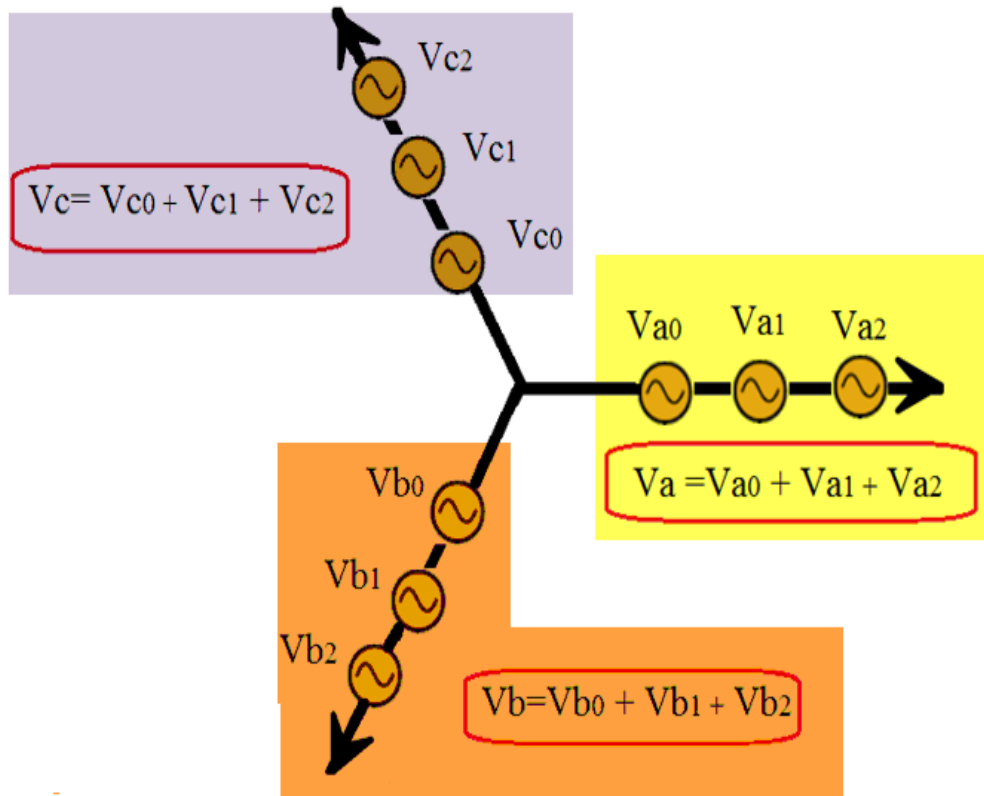


دانشگاه فنی حرفه ایی انقلاب اسلامی
دانشکده مهندسی برق

آموزش مجازی درس
بررسی سیستم قدرت ۱

جلسه پنجم
ادامه تحلیل مدارهای سه فاز نامتعادل

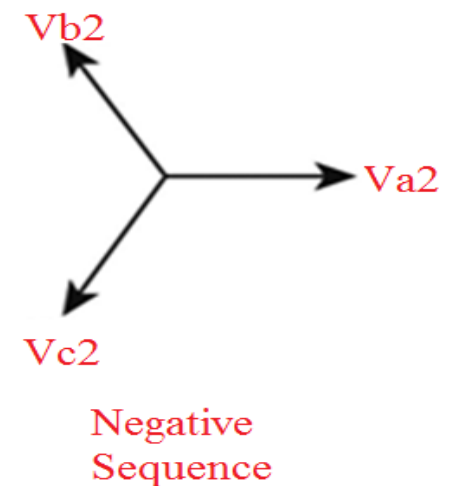
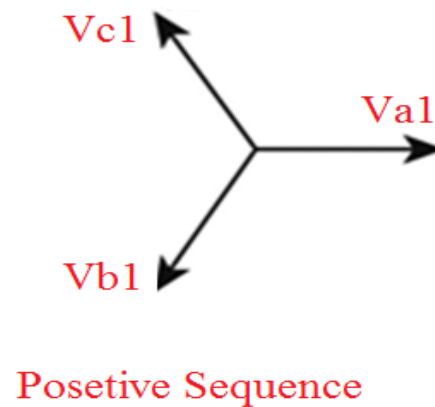
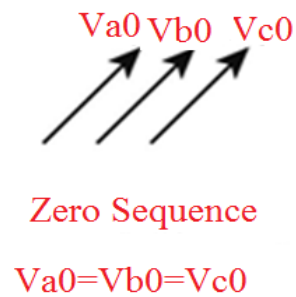
ارائه دهنده: دکتر علیرضا ناطقی



$$V_a = V_{a0} + V_{a1} + V_{a2}$$

$$V_b = V_{b0} + V_{b1} + V_{b2}$$

$$V_c = V_{c0} + V_{c1} + V_{c2}$$



تعیین مولفه های توالی ولتاژ و جریان

$$V_a = V_{a0} + V_{a1} + V_{a2}$$

$$V_b = V_{b0} + V_{b1} + V_{b2}$$

$$V_c = V_{c0} + V_{c1} + V_{c2}$$



$$V_a = V_{a0} + V_{a1} + V_{a2}$$

$$V_b = V_{a0} + a^2 V_{a1} + a V_{a2}$$

$$V_c = V_{a0} + a V_{a1} + a^2 V_{a2}$$

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix}$$



$$\begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}$$

تعیین مولفه های توالی ولتاژ و جریان

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}$$

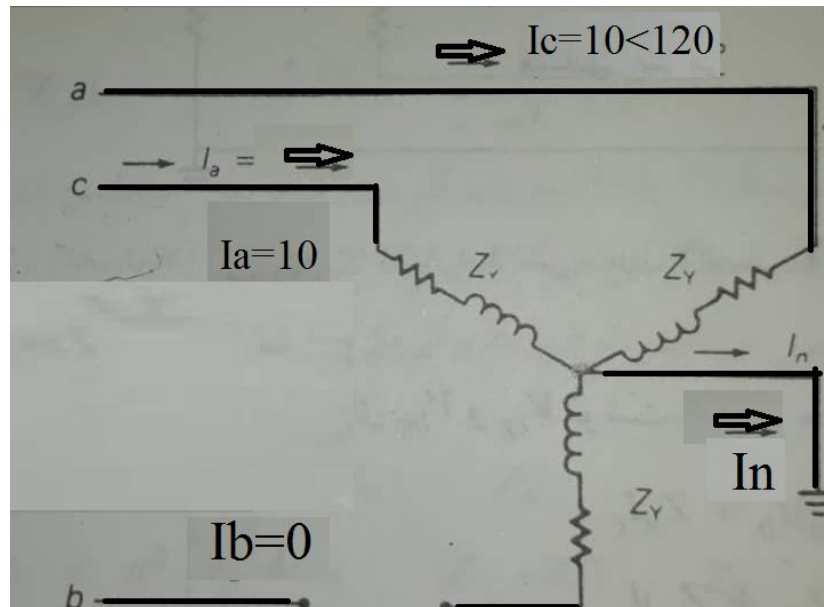
$$\begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix}$$

مولفه های توالی جریان

مثال ۱:

یک خط سه فاز، یک بار سه فاز با اتصال ستاره را که یکی از فازهایش (فاز b) اتصال باز است را تغذیه میکند. نقطه خنثی بار زمین شده است و جریانهای نامتعادل خط به صورت زیر است، جریانهای توالی هر سه خط و جریان توالی خنثی را محاسبه کنید

$$\begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ 0 \\ 10 < 120 \end{bmatrix}$$



$$\begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 100 \\ 0 \\ 100 < 120 \end{bmatrix}$$

,

$$I_{a0} = \frac{1}{3} [10 + 0 + 10 < 120] = 3.33 < 60 \text{ A}$$

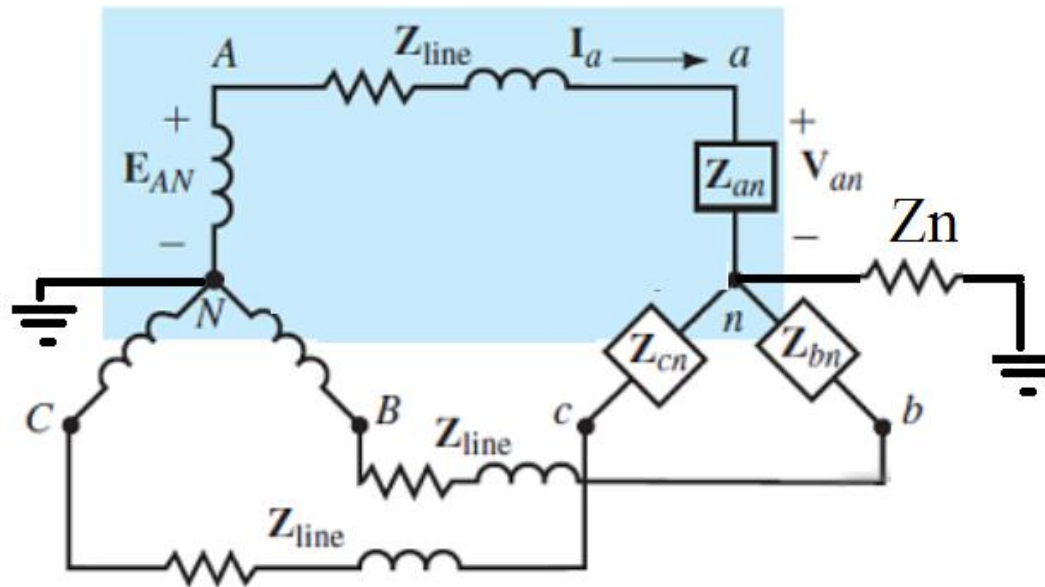
$$I_{b0} = \frac{1}{3} [10 + 0 + 10 < (120 + 240)] = 6.667 < 0 \text{ A}$$

$$I_{c0} = \frac{1}{3} [10 + 0 + 10 < (120 + 120)] = 3.333 < -60 \text{ A}$$

$$I_n = 3I_{a0} = 10 < 60$$

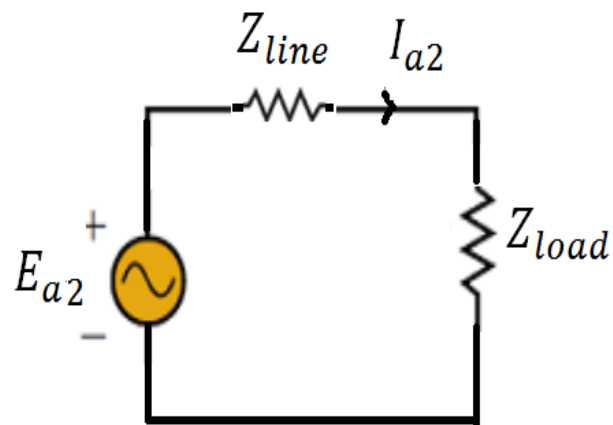
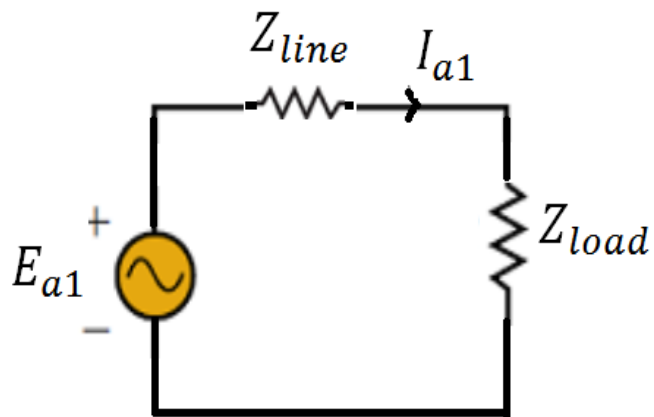
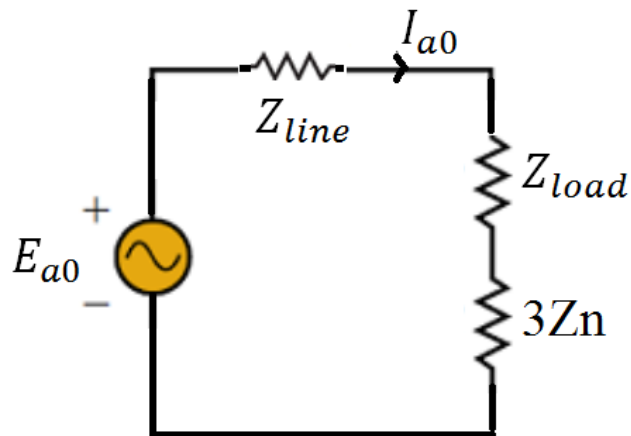
رسم مدار معادل توالی صفر، یک و دو بردار E_{an}

الف- بار با اتصال ستاره (امپدانس خط نول به زمین Z_n)



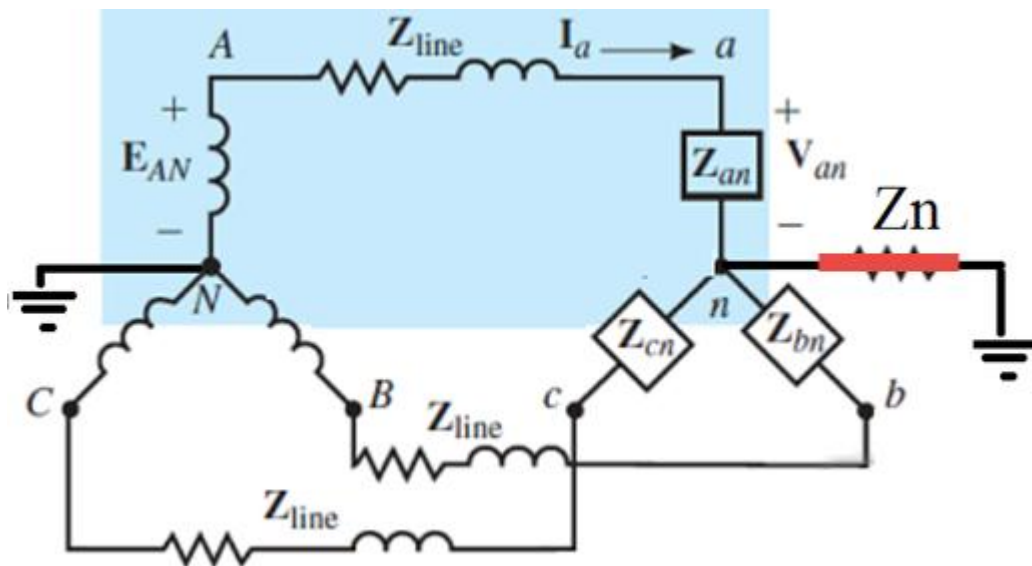
$$-E_{an} + Z_{line}(I_a) + Z_{load}(I_a) + Z_n(I_a + I_b + I_c) = 0$$

مدارهای معادل توالی فاز A
بار با اتصال ستاره (امپدانس خط نول به زمین Zn)

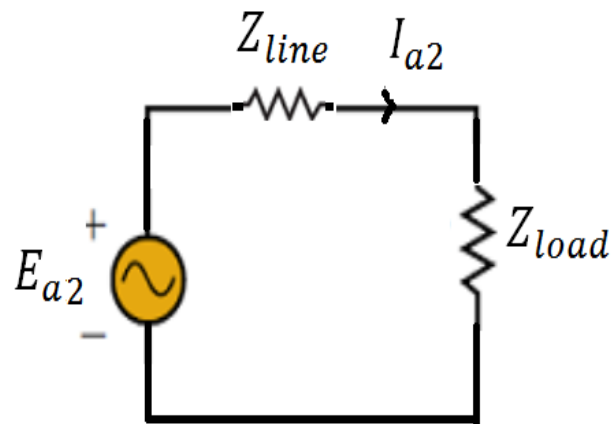
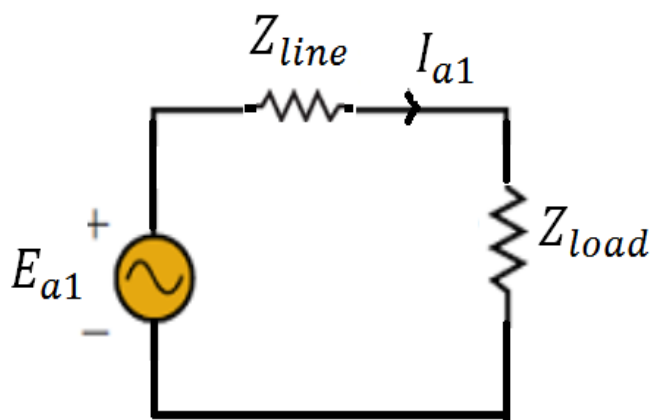
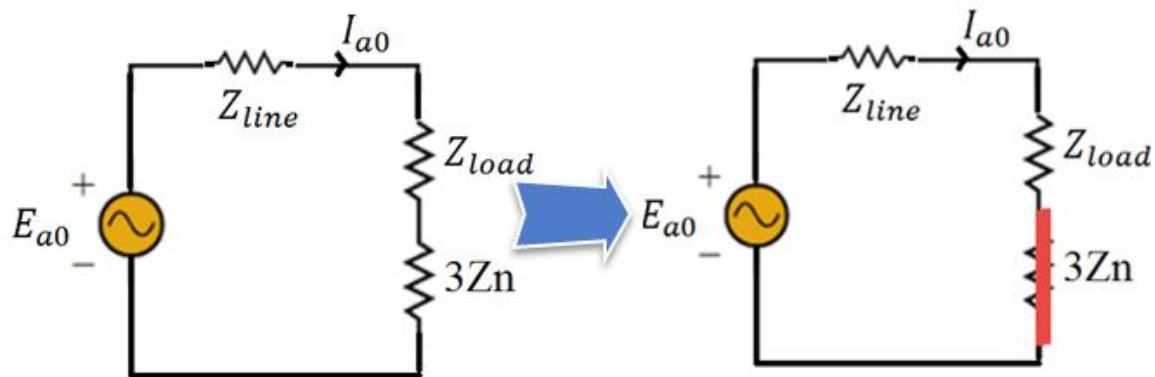


رسم مدار معادل توالی صفر، یک و دو بردار E_{an}

ب- بار با اتصال ستاره (امپدانس خط نول به زمین $Z_n = 0$)

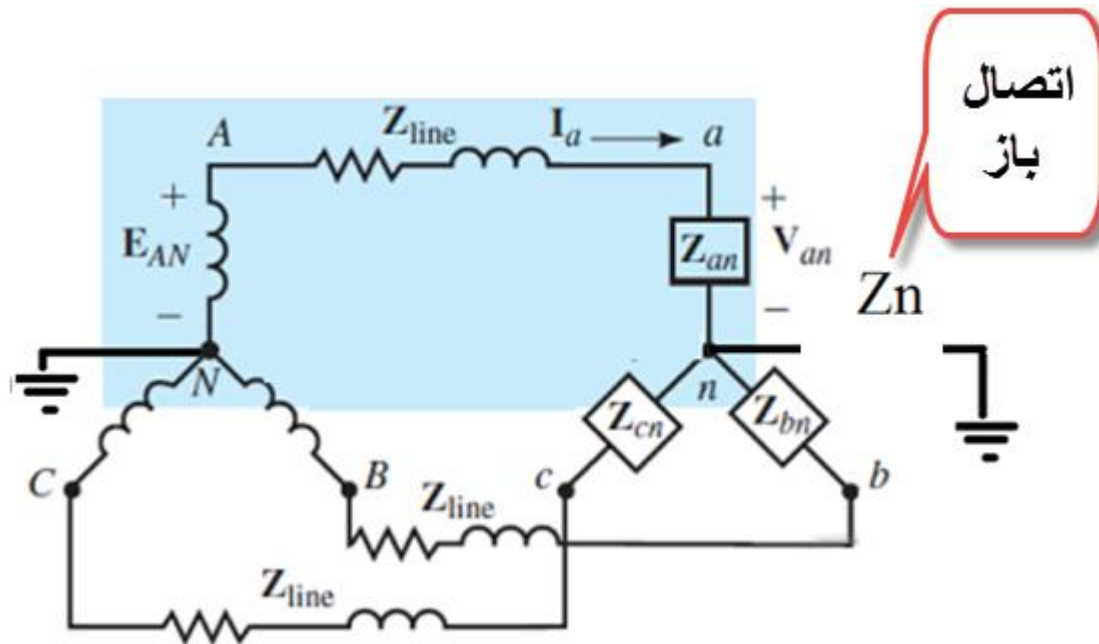


مدارهای معادل توالی فاز A
 بار اتصال ستاره (امپدانس خط نول به زمین $Z_n = 0$)



رسم مدار معادل توالی صفر، یک و دو بردار E_{an}

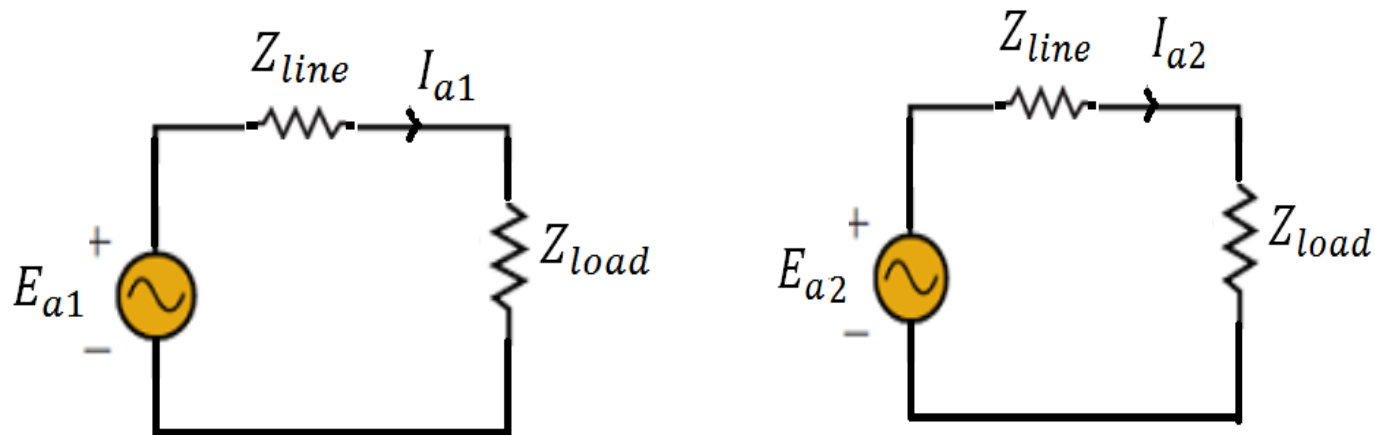
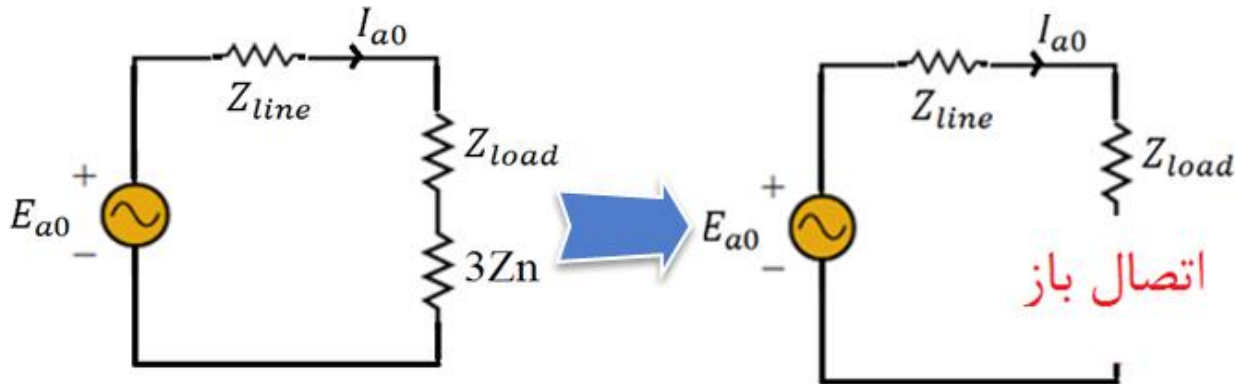
ج- بار با اتصال ستاره (بدون اتصال نول به زمین)
امپدانس خط نول به زمین $Z_n = \infty$: اتصال باز)



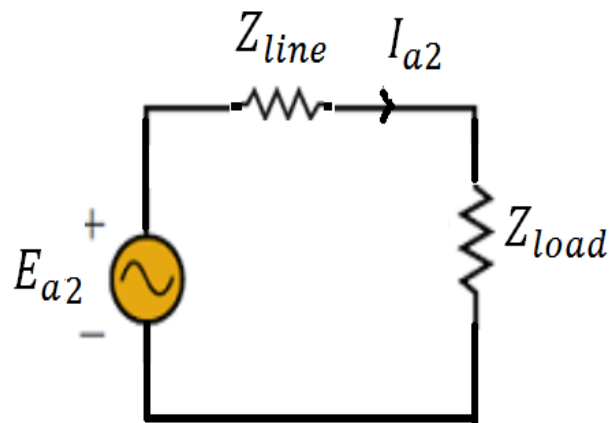
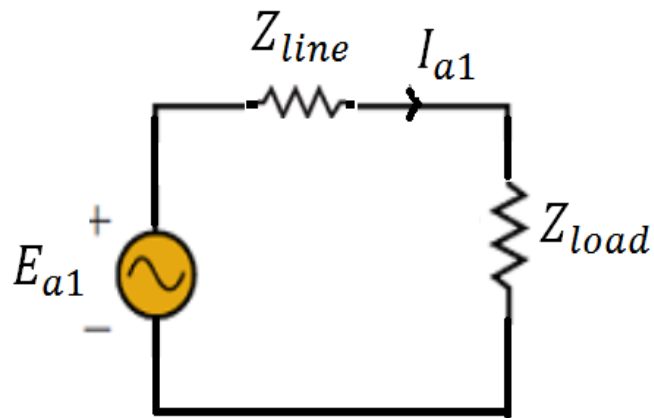
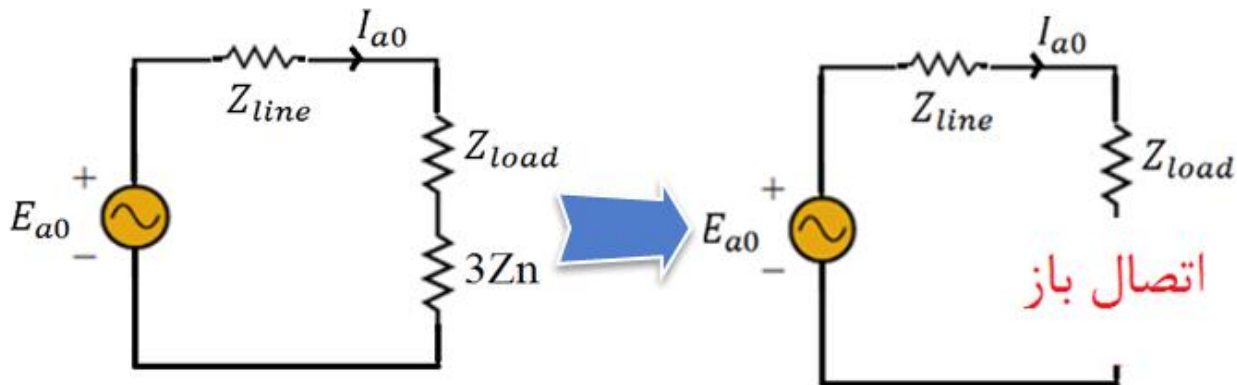
مدارهای معادل توالی فاز A

بار با اتصال ستاره (بدون اتصال نول به زمین)

امپدانس خط نول به زمین $Z_n = \infty$: اتصال باز (



نکته: در تحلیل مدار، بار مثلث به ستاره تبدیل می کنیم لذا مدار معادل بار مثلث، شبیه بار ستاره با نول باز است



مثال: رسم مدار معادل توالی فاز ها برای مدار شکل زیر:

$$E_{an}(t) = 100\sqrt{2}\cos(\omega t)$$

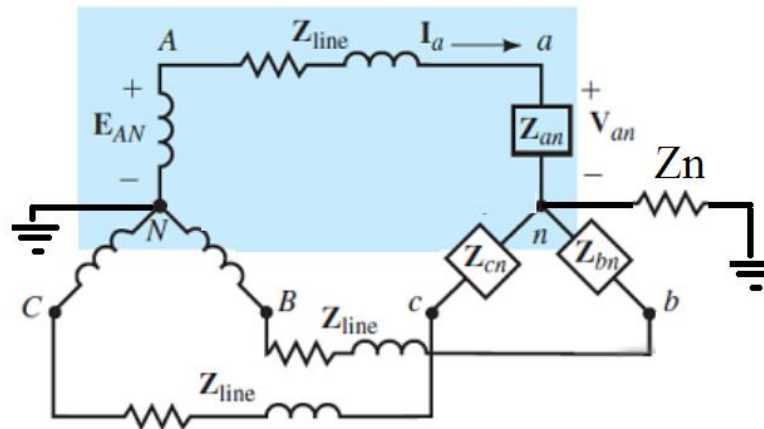
$$Z_{line}=2+j4$$

$$E_{bn}(t) = 100\sqrt{2}\cos(\omega t + 120)$$

$$Z_{load}=j4$$

$$E_{cn}(t) = 100\sqrt{2}\cos(\omega t - 120)$$

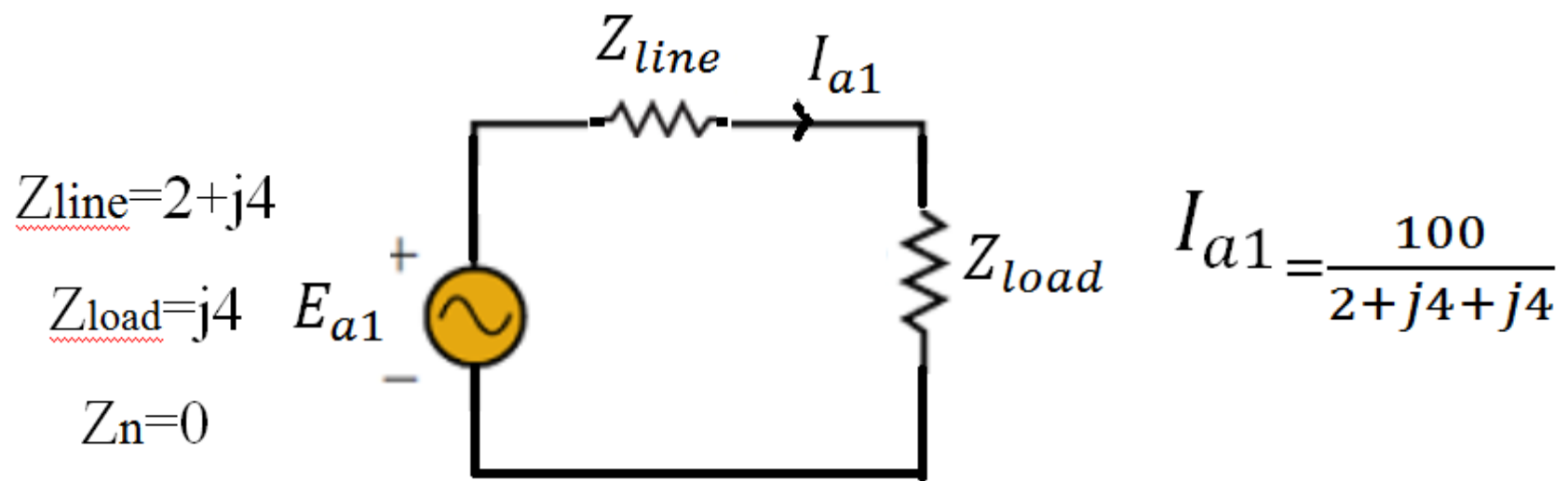
$$Z_n=0$$



نکته: منابع متعادل با توالی مثبت

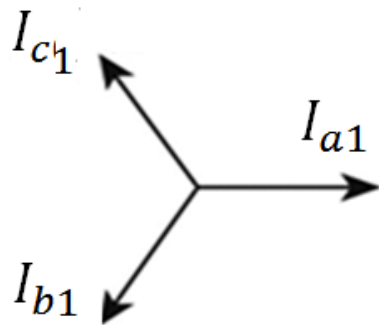
نتیجه: مولفه های صفر و منفی مدار برابر صفر میباشد.

$$E_{a0}=0 \quad E_{a2}=0 \quad E_{a1}=E_{an}=100<0$$

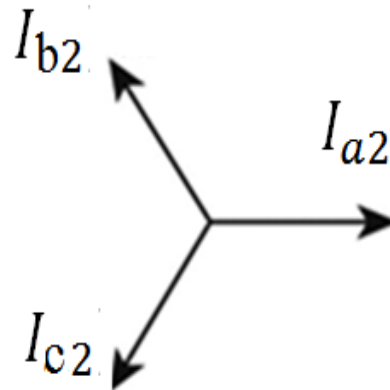


$$I_{a0}=0 \quad I_{a2}=0 \quad I_a=I_{a1}$$

نکته: با کمک جریان فاز a بردار جریان سایر فازها تعیین خواهد شد.



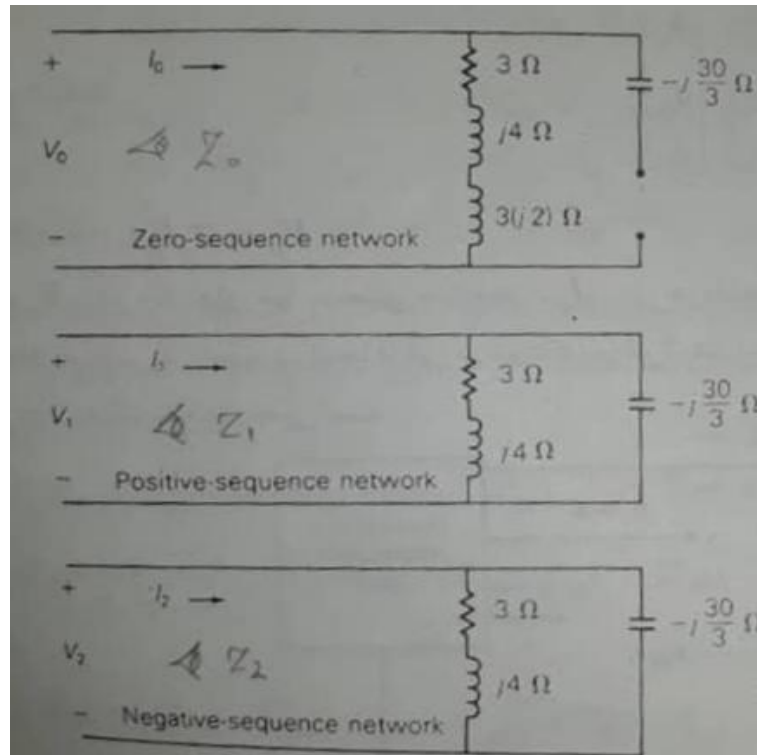
Positive Sequence

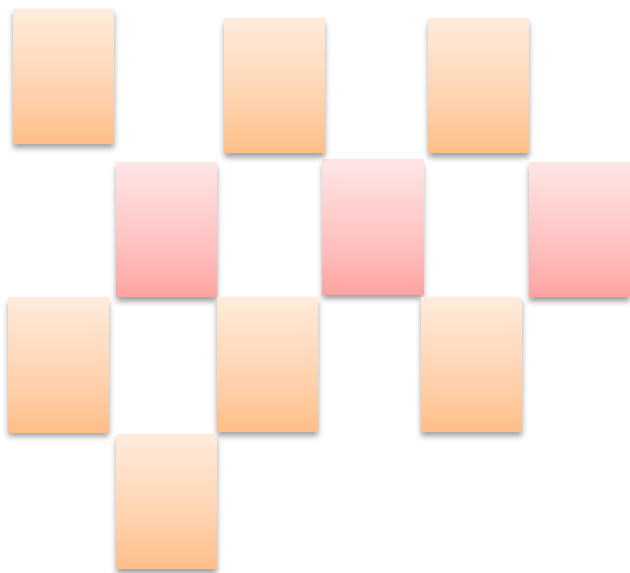


مثال:

یک بار متعادل ستاره به صورت موازی به یک بانک خازنی با اتصال مثلث متصل شده است. بار ستاره دارای امپدانس $Z = 3 + j4$ اهم بر فاز میباشد و نقطه خنثی آن با یک راکتانس القایی $X_n = 2 \text{ ohm}$ زمین گردیده است.

بانک خازنی دارای راکتانس $X_c = 30 \text{ ohm}$ اهم بر فاز است. شبکه های توالی این بار را محاسبه کنید.





دانشگاه فنی حرفه ایی انقلاب اسلامی
دانشکده مهندسی برق

آموزش مجازی درس
مدارهای بررسی سیستم قدرت ۱

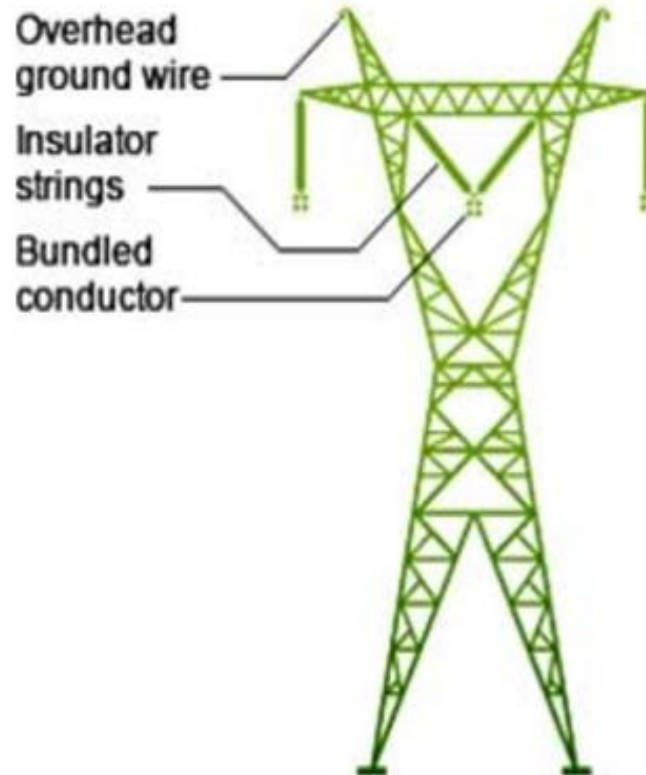
جلسه پنجم
بررسی مدار معادل خطوط توزیع و انتقال

ارائه دهنده: دکتر علیرضا ناطقی

آشنایی با خطوط فشار قوی

استانداردهای ولتاژ در ایران:

400^{kv} , 230^{kv} , 63^{kv} , 20^{kv} , $380^v / 220^v$
انتقال فوق توزیع توزیع توزیع فشار ضعیف



انواع خطوط سه فاز

ساده: از سه سیم تشکیل شده

یک مداره (روی یک دکل یک سیستم سه فاز)

باندل: هر کدام از فازها از دو یا سه یا چهار سیم تشکیل شده است. در واقع به جای سه تک سیم، سه دو سیمه، سه سه سیمه و یا سه چهار سیمه داریم.

ساده

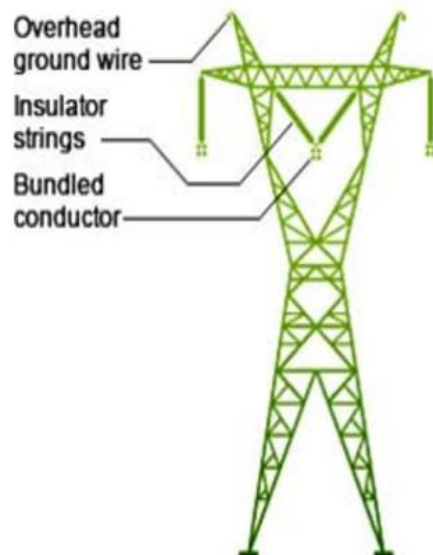
دو مداره (روی یک دکل دو سیستم سه فاز)

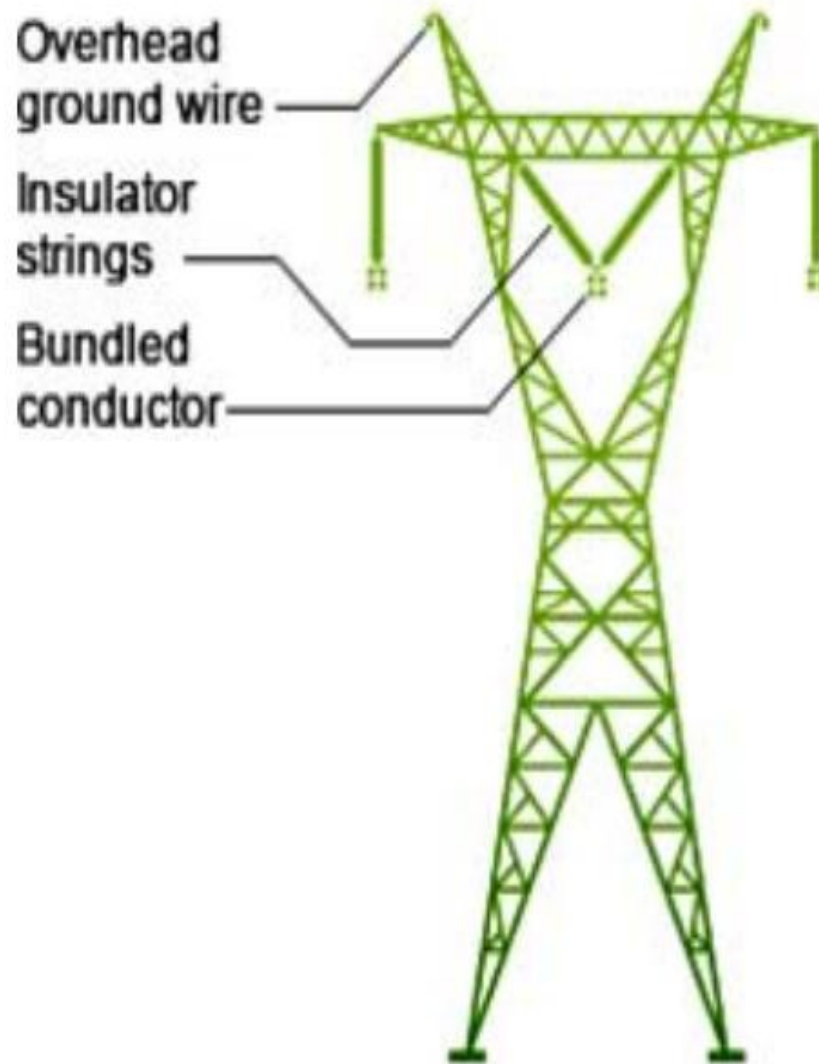
دو سیمه

سه سیمه

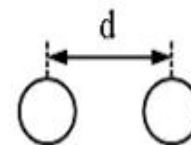
چهار سیمه

باندل

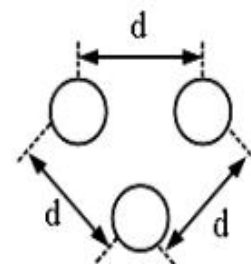




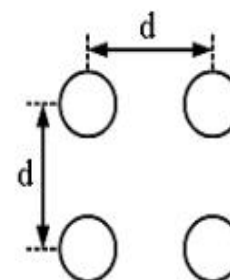
✓ خطوط سه فاز یک مداره



دو سیمه:



سه سیمه:



چهار سیمه:

• انواع هادی ها

➤ جنس هادی ها } مس ← خطوط فشار ضعیف
 آلومینیوم ← خطوط فشار قوی

➤ مزایای مس: هدایت الکتریکی بهتر، قدرت کششی مکانیکی بهتر

➤ مزایای آلومینیوم: معمولاً ارزان تر، سبک تر و به طور نسبی سطح مقطع بزرگ تر



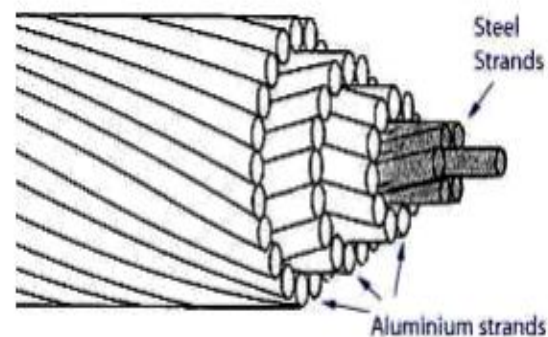
از لحاظ پدیده کرونا بهتر است.

➤ پدیده کرونا (corona):

✓ یونیزه شدن هوای اطراف سیم های هادی و پدید آمدن یک هاله نورانی اطراف سیم

➤ هادی رشته ای متداول: A.C.S.R: Aluminum Conductor Steel Reinforced

آلومینیوم تقویت شده با فولاد (هسته مرکزی از رشته های فولادی)



- پارامترهای خط

✓ شامل: R یا مقاومت، L یا اندوکتانس، C یا ظرفیت خازنی و G یا رسانایی

✓ G یا رسانایی، بین هادی ها یا بین هادی ها و زمین: عامل ایجاد جریان نشتی در مقره های خطوط هوایی و در عایق بندی کابل ها

✓ معمولاً از جریان های نشتی به علت ناچیز بودن صرفه نظر می کنند.

• مقاومت خط، R

عوامل مؤثر:

❖ دما (درجه حرارت)

❖ اثر پیچش یا تاباندن رشته ها

❖ اثر پوستی

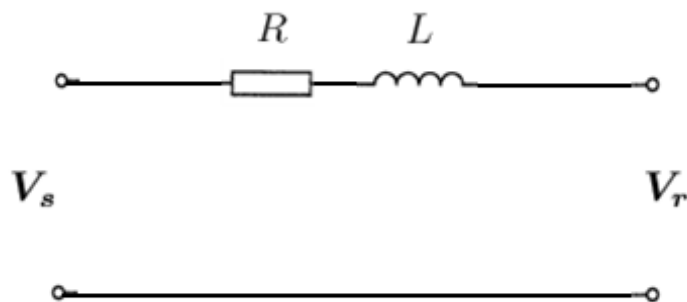
$$R_{dc} = \frac{\rho l}{A}, \quad \rho \text{ : ویژه مقاومت}$$

مدلسازی خطوط انتقال

۱- خط کوتاه

طول خط کمتر از ۸۰ کیلومتر (ولتاژهای کمتر از ۲۰ کیلو ولت)

مدل RL خط



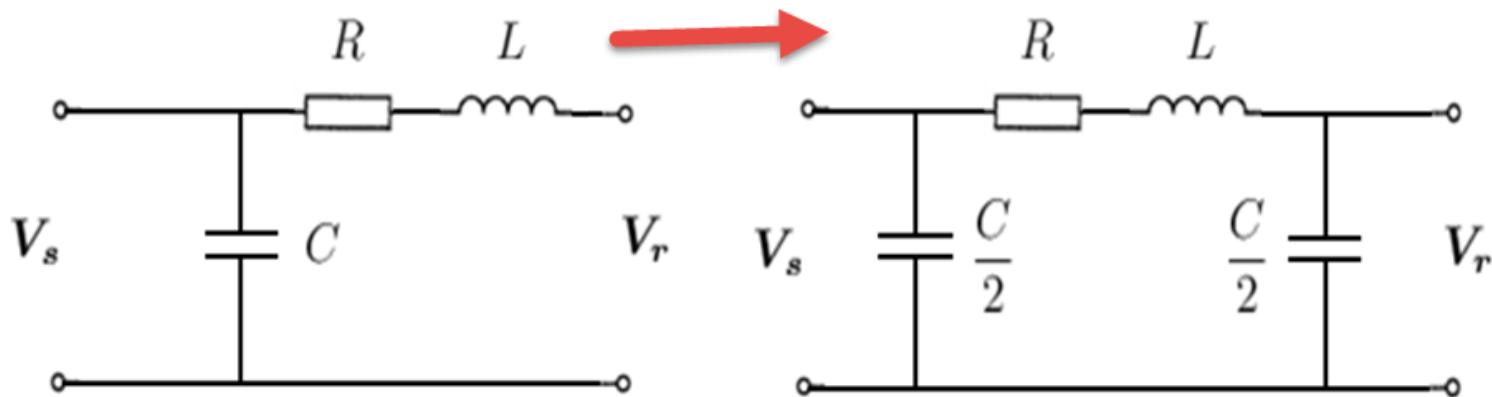
مدار معادل مقاومت و سلف

مدلسازی خطوط انتقال

۱- خط متوسط

طول خط بین ۸۰ تا ۲۴۰ کیلومتر (ولتاژهای بین ۲۰ تا ۱۰۰ کیلو ولت)

در ولتاژهای بالاتر و خطوط طولانی‌تر، اثر خازن شنت قابل توجه است.

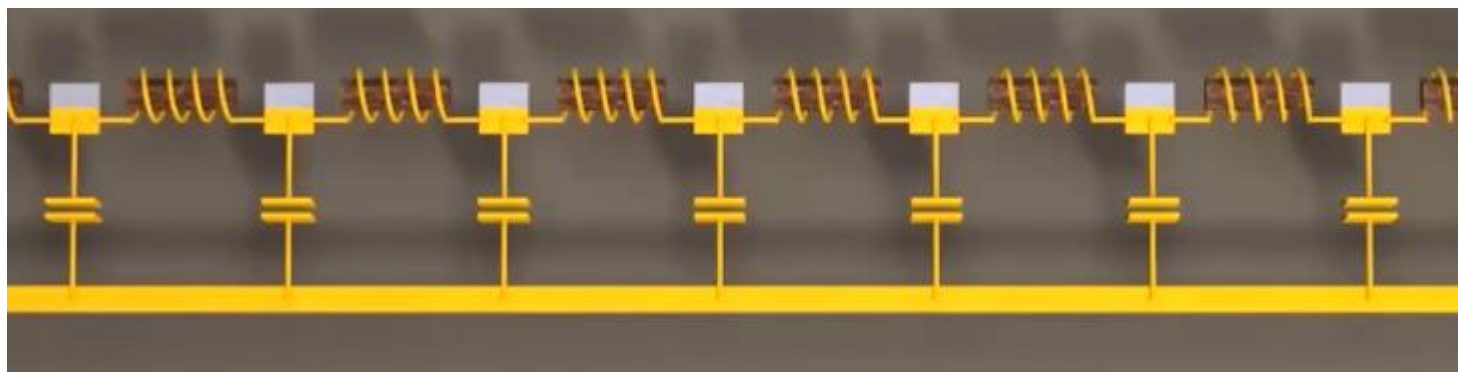


مدار معادل مقاومت، سلف و خازن

مدلسازی خطوط انتقال

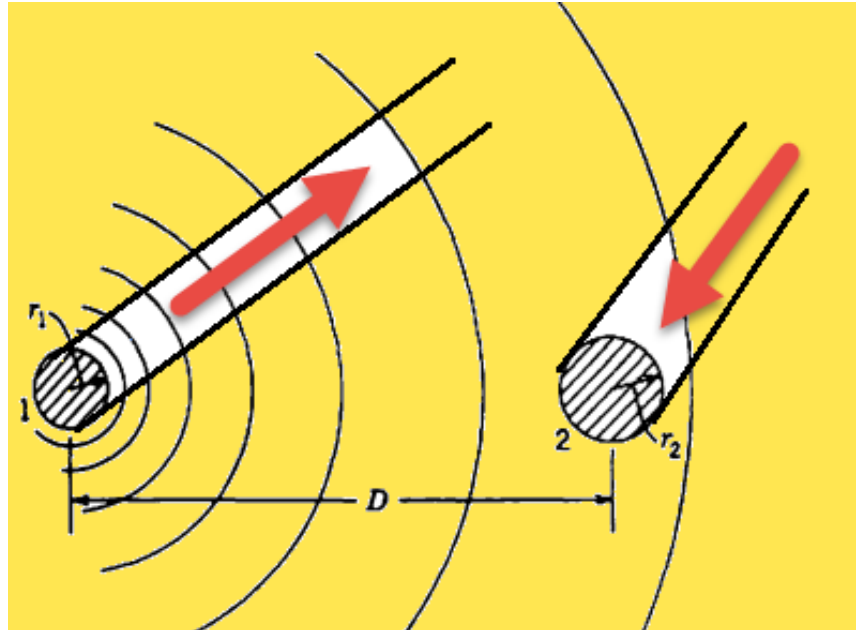
۱- خط بلند

طول خط بزرگتر از ۲۴۰ کیلومتر (ولتاژهای بزرگتر از ۱۰۰ کیلو ولت)



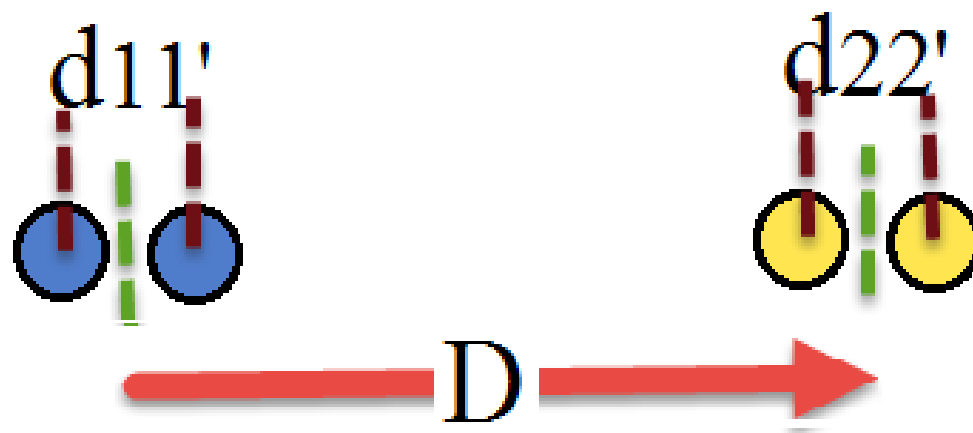
مدار معادل مقاومت، سلف و خازن

محاسبه اندوکتانس خط تکفاز دو سیمه



$$L_2 = 2 * 10^{-7} \ln\left(\frac{D}{r_2'}\right)$$
$$L_1 = 2 * 10^{-7} \ln\left(\frac{D}{r_1'}\right)$$
$$\underline{L_{total} = L_1 + L_2}$$
$$r' = 0.7788r$$

محاسبه اندوکتانس خط تکفاز دو سیمه _ باندل دوتایی



$$L_1 = 2 * 10^{-7} \ln \left(\frac{GMD_1}{GMR_1} \right)$$

$$GMD = \sqrt[4]{r' d \cdot r' d} = \sqrt[2]{r' d}$$

$$L_2 = 2 * 10^{-7} \ln \left(\frac{GMD_2}{GMR_2} \right)$$

$$GMR = \sqrt[4]{d_{12} d_{12'} d_{1'2} d_{1'2'}}$$