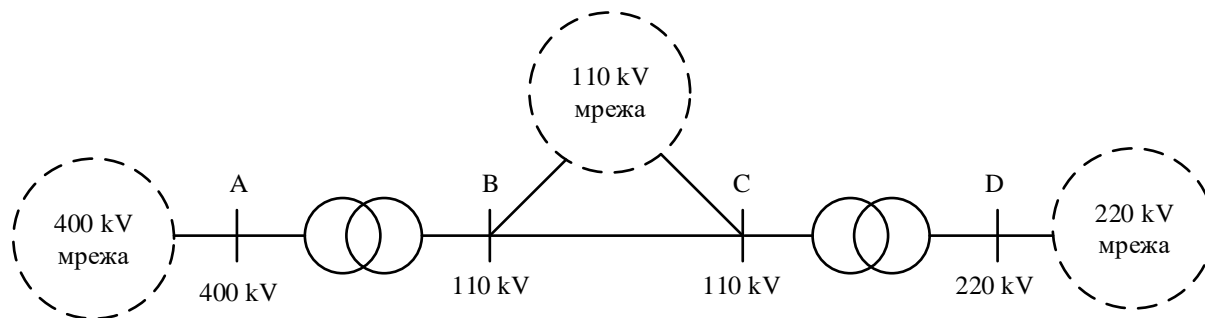


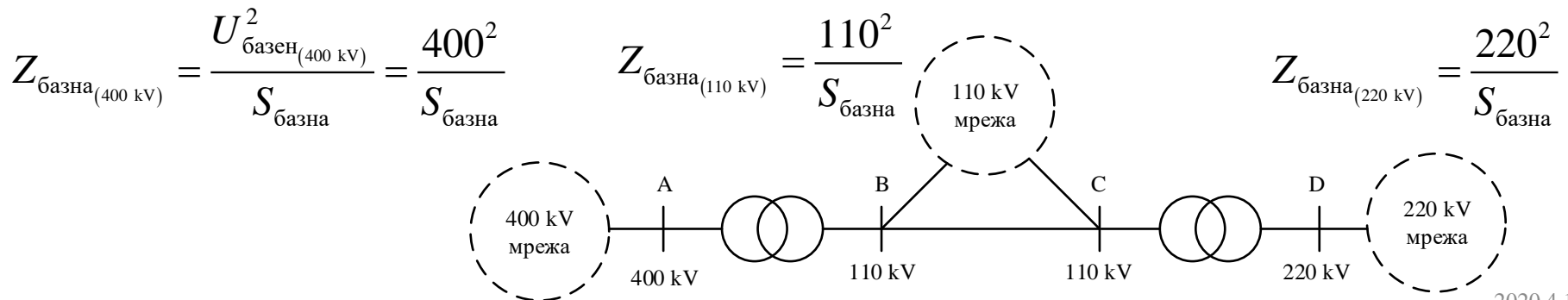
# МОДЕЛИРАЊЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ЕЕС

- Пресметките на напоните во едноставните мрежи, особено ако мрежите се само со еден номинален напон, можат да се направат со претставување на променливите (напони, струи, импеданции и сл.) во природни единици (kV, MVA,  $\Omega$  и тн.)
  - ако системот се состои од повеќе мрежи со различни напонски нивоа работите стануваат посложени
    - големините (импеданции/адмитанции, струи и напони, вклучувајќи го трансформаторот А–В) од 400 kV мрежа ги сведуваме на 110 kV, уважувајќи го преносниот однос на трансформаторот А–В; соодветно сведување ќе се направи и за големините од 200 kV мрежа
      - на тој начин се креира еквивалентна мрежа само од 110 kV елементи и ќе се елиминираат трансформаторите
    - потоа се пресметуваат напоните еквивалентната 110 kV мрежа, а добиените напони, со обратна постапка се претвораат во напони на јазлите во реалните мрежи
    - очигледно е дека оваа постапка е непрактична за мрежи со голем број елементи



# МОДЕЛИРАЊЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ЕЕС

- За сложените мрежи е поедноставно сите големини (напони, струи, импеданции и сл.) да се претворат во единични вредности (per unit, p.u.) во постапка што ќе резултира со еквивалентен модел на ЕЕС што соодветствува на претходниот еквивалентен модел
  - сите елементи од мрежите се претставуваат (како и во претходните случај) со соодветни  $\pi$ -еквивалентни шеми објаснети подоцна
  - за целиот систем се избира една „базна моќност“
    - за ВН мрежи вообичаено се одбира  $S_{\text{базна}} = 100 \text{ MVA}$ , додека за дистрибутивните мрежи  $S_{\text{базна}}$  може да има помала вредност
    - сите инјектирани моќности се изразуваат во p.u. со делење со базната моќност
  - за секое напонско ниво се избира „базен напон“ и тој напон е најдобро да биде еднаков на номиналниот напон на мрежата
    - сите напони на јазлите се изразуваат во p.u. со делење со соодветниот базен напон
  - за секое напонско ниво, врз основа на одбраните базни напони и базната моќност, се пресметува „базна импеданција“ ( $Z_{\text{базна}}$ )
    - сите параметри на водовите и останатите елементи (реактори, кондензаторски батерии и сл.) се изразуваат во p.u. со делење со соодветната базна импеданција (адмитанциите се множат со базната импеданција)



# МОДЕЛИРАЊЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ЕЕС

- на сличен начин, за секое напонско ниво се пресметува „базна струја“ и сите инјектирани струи се изразуваат во р.и. со делење со соодветната базна струја

$$I_{\text{базна}(400 \text{ kV})} = \frac{S_{\text{базна}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{базен}(400 \text{ kV})}} = \frac{S_{\text{базна}}}{\sqrt{3} \cdot 400} \quad I_{\text{базна}(220 \text{ kV})} = \frac{S_{\text{базна}}}{\sqrt{3} \cdot 220} \quad I_{\text{базна}(110 \text{ kV})} = \frac{S_{\text{базна}}}{\sqrt{3} \cdot 110}$$

- параметрите на  $\pi$ -еквивалентните шеми на трансформаторите се изразуваат во р.и. на тој начин што се сведуваат на **примарната или секундарната страна** на трансформаторот, користејќи ги соодветните базни импеданции
  - независно од тоа на која страна од трансформаторот ќе бидат сведени овие импеданции/адмитанции, моделот на трансформаторот (во р.и.) ќе биде ист
  - при пресметка на импеданцијата (адмитанцијата) на трансформаторот (во  $\Omega$ , односно  $S$ ) треба да се земе „номиналниот“ напон на примарната или секундарната страна на трансформаторот (во зависност на која страна се сведува импеданцијата)
    - под поимот „номинален“ напон на трансформаторот (за примарната или секундарната страна) се подразбира напонот што произлегува од зададениот преносен однос, а не номиналниот (базен) напон на јазолот
    - на пример, ако преносниот однос е зададен како 405/115, „номинален“ напон на примарната страна е 405 kV, додека „номинален“ напон на секундарната страна е 115 kV
      - соодветните базните напони се 400 и 110 kV **и тие се користат само за пресметка на базната импеданција за изразување на импеданцијата (адмитанцијата) на трансформаторот во р.и.**

# МОДЕЛИРАЊЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ЕЕС

- на пример, ако преносниот однос е зададен како **405/115**, „номинален“ напон на примарната страна е 405 kV, додека „номинален“ напон на секундарната страна е 115 kV
  - соодветните базните напони се 400 и 110 kV **и тие се користат само за пресметка на базната импеданција за изразување на импеданцијата (адмитанцијата) на трансформаторот во р.у.**
  - импеданциите изразени во р.у. не се еднакви затоа што односот на базните напони не е еднаков со преносниот однос
    - » но, надолжните адмитанции од  $\pi$ -еквивалентната шема на трансформаторот во р.у. ќе бидат еднакви!

$$\underline{Z}_{T_{110}} = \frac{j u_k \cdot \frac{U_2^2}{S_{\text{НОМ.}}}}{Z_{\text{базна}_{(110)}}} = j \frac{0.1 \cdot \frac{115^2}{300}}{121} = j \frac{4.4083 (\Omega)}{121 (\Omega)} = j0.036432507 \text{ p.u.}$$

$$m_{1-2} = \frac{405 / 115}{400 / 110} = \frac{3.521739}{3.636364} = 0.968478 \text{ p.u.}$$

$$\underline{Y}_1 = \frac{Y_{T_{110}}}{m_{1-2}} = \frac{1}{0.968478} = -j28.34138 \text{ p.u.}$$

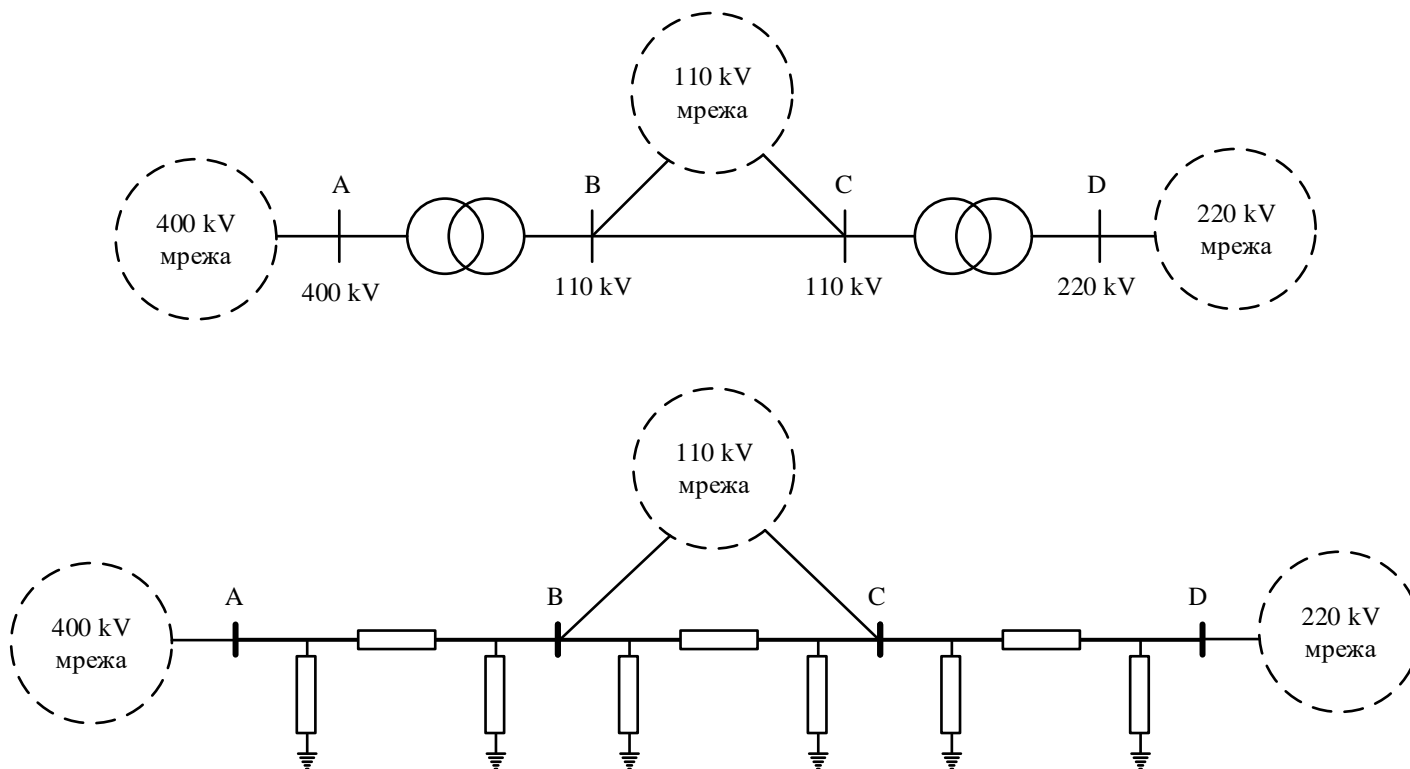
$$\underline{Z}_{T_{400}} = \frac{j u_k \cdot \frac{U_1^2}{S_{\text{НОМ.}}}}{Z_{\text{базна}_{(400)}}} = -j \frac{0.1 \cdot \frac{405^2}{300}}{1600} = -j \frac{54.675 (\Omega)}{1600 (\Omega)} = j0.034171875 \text{ p.u.}$$

$$m_{2-1} = \frac{115 / 405}{110 / 400} = \frac{0.283951}{0.275} = 1.032548 \text{ p.u.}$$

$$\underline{Y}_1 = \frac{Y_{T_{400}}}{m_{2-1}} = \frac{1}{1.032548} = -j28.34138 \text{ p.u.}$$

# МОДЕЛИРАЊЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ЕЕС

- Во еквивалентната мрежа се елиминирани идеалните напонски трансформатори и сите напони (изразени во р.и.) малку се разликуваат од 1
  - пресметаните напони и инјектирани моќности за еквивалентниот модел се претвораат во реалните големини со множење со соодветните базни големини
    - еквивалентниот модел на мрежата може да се гледа и како мрежа со номинален напон од 1 kV во кој сите импеданции и инјектирани моќности (и струи) се соодветно намалени (поделени со базните големини) така што приликите (загубите на напон и моќност во елементите) во еквивалентниот модел одговараат на приликите во реалната мрежа

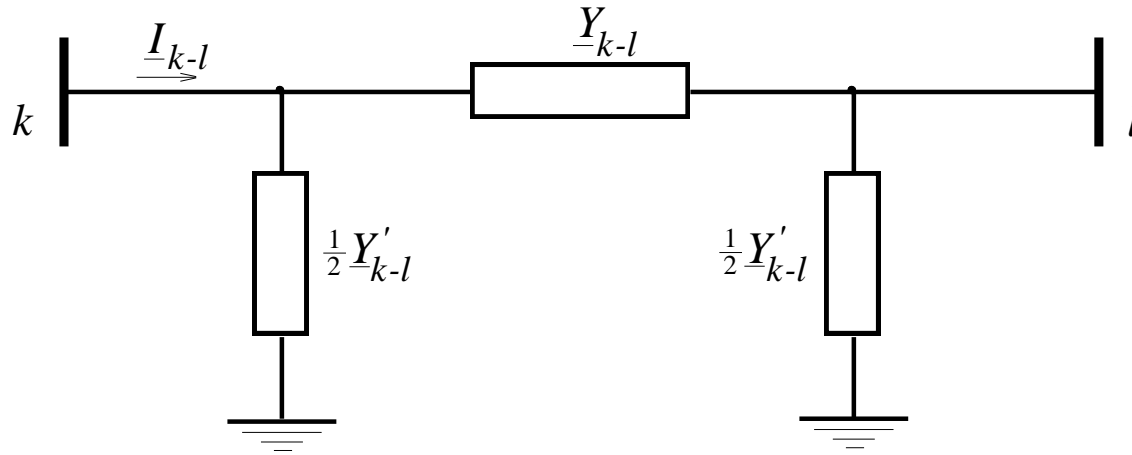


# МОДЕЛИРАЊЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ЕЕС

- Моделирање на елементите од ЕЕС
  - водови и трансформатори со  $\pi$ -заменски шеми
  - потрошувачите и генераторите со инјектирани моќности
    - инјектирана (комплексна) моќност во еден јазол е разлика помеѓу моќностите на изворити и моќностите на потрошувачите приклучени на тој јазол

$$\underline{S}_k = \underline{S}_{k(\text{извори})} - \underline{S}_{k(\text{потрошувачи})} = P_k + jQ_k$$

# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ВОДОВИ

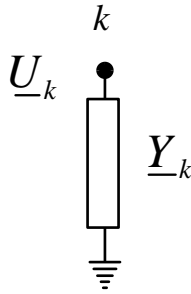


$\underline{Y}_{k-l}$  вкупна надолжна адмитанција на водот за директен редослед

$\underline{Y}'_{k-l}$  вкупна напречна адмитанција на водот за директен редослед

$$\underline{Y} = \begin{bmatrix} \underline{Y}_{k-l} + \frac{1}{2} \cdot \underline{Y}'_{k-l} & -\underline{Y}_{k-l} \\ -\underline{Y}_{k-l} & \underline{Y}_{k-l} + \frac{1}{2} \underline{Y}'_{k-l} \end{bmatrix}$$

# ПРЕТСТАВУВАЊЕ КОНДЕНЗАТОРСКИ БАТЕРИИ И РЕАКТОРИ



$$\underline{Y}_k = G_k + jB_k \approx j \frac{Q_{\text{батерија}}}{U_{\text{батерија}_{\text{ном}}}^2}$$

$Q_{\text{батерија}}$  – номинална моќност на кондензаторската батерија при номинален работен напон

$$\underline{Y}_k = G_k + jB_k = \frac{1}{R_{\text{реактор}}} - j \frac{1}{X_{\text{реактор}}} \approx -j \frac{1}{X_{\text{реактор}}}$$

$R_{\text{реактор}} \approx 0$ ,  $X_{\text{реактор}}$  – активна и реактивна отпорност на реакторот



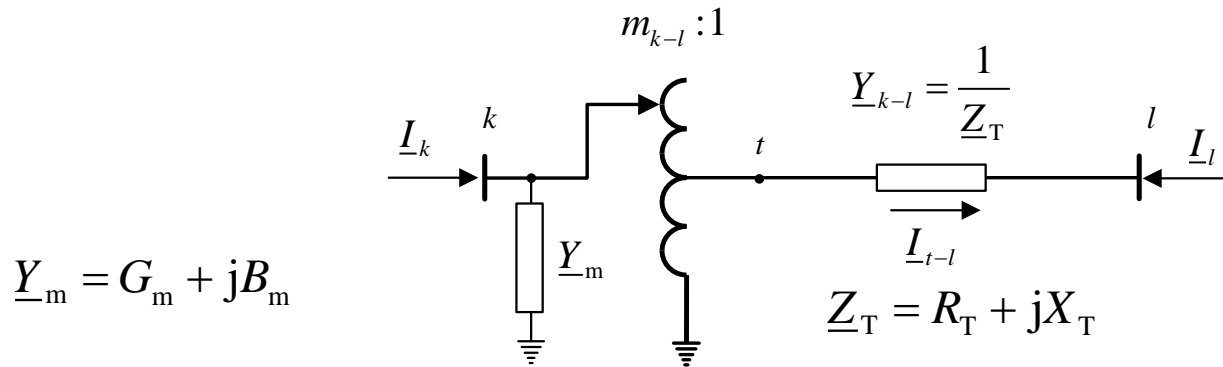
# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ТРАНСФОРМАТОРИ

- Номиналните напони на енергетските трансформатори, по правило, не се еднакви со номиналните напони на мрежите што тие ги поврзуваат
  - номиналниот напон на страната со понизок напон е за  $\sim 5\%$  повисок од номиналниот напон на јазолот на мрежата (номинален напон на јазолот на кој е приклучена страната со понизок напон)
  - номиналниот напон на повисоката страна е еднаков на номиналниот напон на мрежата (номинален напон на јазолот на кој е приклучена страната со повисок напон)
- Во најголем број случаи, енергетските трансформатори имаат „регулациона склопка“ со која може да се менува преносниот однос
  - промената на преносниот однос, во зависност од конструкцијата на трансформаторот, може да се менува
    - по напон и под оптоварување
    - под напон но без оптоварување на трансформаторот
    - кога трансформаторот не е под напон
  - ако номиналниот преносен однос на трансформаторот се дефинира како однос на номиналните напони на страната со повисок напон (примар) и страната со понизок напон (секундар),  $m_{1-2} = U_1/U_2$ , соодветниот преносен однос, пресметан во единични вредности, е количник на номиналниот преносен однос и односот на базните (номиналните) напони на примарната и секундарната страна
    - ако регулационата склопка е во нулта позиција преносниот однос во р.и. никогаш нема да биде еднаков на 1 ( $m = 1/1.05 \approx 0.952381$ )
    - ако склопката е на позиција  $\Delta m$ , преносниот однос на трансформаторот во р.и. ќе биде еднаков на 1 само ако  $\Delta m =$  разликата на номиналниот напон на секундарната страна и базниот напон на секундарната страна

$$m_{1-2} = \frac{(1 + \Delta m) \cdot U_1}{U_2} \cdot \frac{U_{2\text{базен}}}{U_{1\text{базен}}}$$

# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ТРАНСФОРМАТОРИ

- Трансформаторите можат да се претстават со моделот во кој има идеален трансформатор, но тоа е непрактично за пресметка на матрицата  $\underline{Y}$ 
  - пожелно е надолжната импеданција/адмитанција да биде сведена на страната на која нема регулациона склопка, додека гранката на магнетизирање да се сведе на спротивната страна
  - ако преносниот однос е 1 р.у. јасно е дека идеалниот трансформатор може да се игнорира

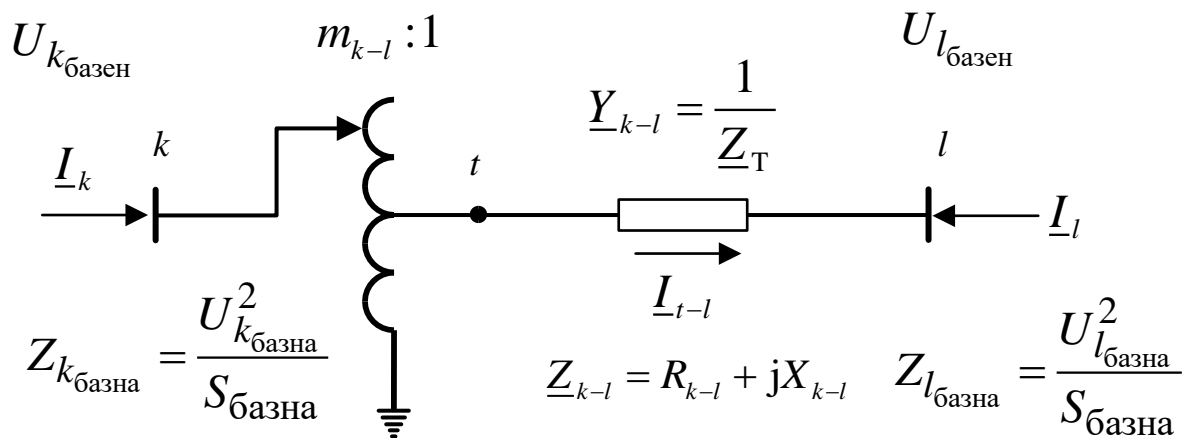


- $m_{k-l}$  е преносен однос на идеалниот трансформатор
- $\underline{Z}_T$  надолжна импеданција на трансформаторот за директен редослед
  - загуби на активна моќност при номинално оптоварување  $\Delta P_{Cu}$
  - загуба на напон при куса врска ( $u_k$ )
- $\underline{Y}_m$  адмитанција на гранката на магнетизирање за директен редослед
  - загуби на активна моќност во магнетното коло ( $\Delta P_{Fe}$ )
  - струја на магнетизирање ( $i_0$ )
- за трансформаторите со голема номинална моќност, најчесто, се занемаруваат гранката на магнетизирање и активната отпорност на надолжната гранка

# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ТРАНСФОРМАТОРИ

- Импеданцијата и адмитанцијата се сведени на страната на која нема регулациона склопка

– при сведувањето за  $U_l$  се смета со номиналниот напон на секундарната намотка



$$m_{k-l} = m = \frac{U_k / U_{k_{\text{базен}}}}{U_l / U_{l_{\text{базен}}}}$$

$$Z_{k-l} = \sqrt{R_{k-l}^2 + X_{k-l}^2} = \frac{u_k \cdot U_l^2}{S_{\text{НОМ.}}} \cdot \frac{1}{Z_{l_{\text{базна}}}}$$

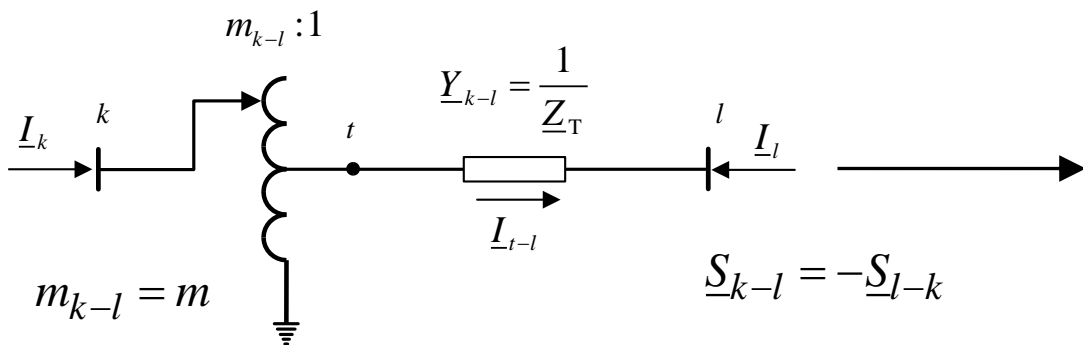
$$R_{k-l} = \frac{\Delta P_{\text{Cu}} \cdot U_l^2}{S_{\text{НОМ.}}^2} \cdot \frac{1}{Z_{l_{\text{базна}}}} \approx 0$$

$$R_{k-l} \rightarrow 0 \Rightarrow Z_{k-l} \approx j \frac{u_k \cdot U_l^2}{S_{\text{НОМ.}}} \cdot \frac{1}{Z_{l_{\text{базна}}}} = j \frac{u_k \cdot U_l^2}{S_{\text{НОМ.}}} \cdot \frac{S_{\text{базна}}}{U_{l_{\text{базна}}}^2}$$

$$\underline{Y}_{k-l} = \frac{1}{\underline{Z}_{k-l}}$$

$$U_k = U_{k_{\text{базен}}} \text{ и } U_l = U_{l_{\text{базен}}} \Rightarrow m_{k-l} = 1$$

# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ТРАНСФОРМАТОРИ



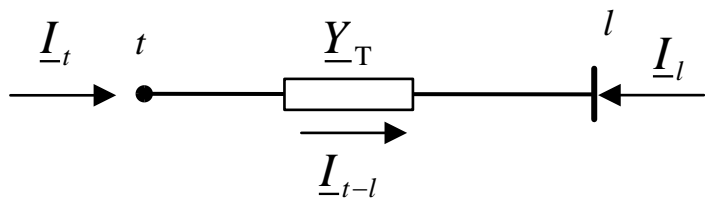
$$\underline{S}_{k-l} = -\underline{S}_{l-k}$$

$$\underline{S}_{k-l} = \underline{U}_k \cdot \underline{I}_k^* \quad \underline{S}_{k-l} = \underline{U}_k \cdot \underline{I}_k'^*$$

$$\underline{S}_{l-k} = \underline{U}_l \cdot \underline{I}_l^* \quad \underline{S}_{l-k} = \underline{U}_l \cdot \underline{I}_l'^*$$

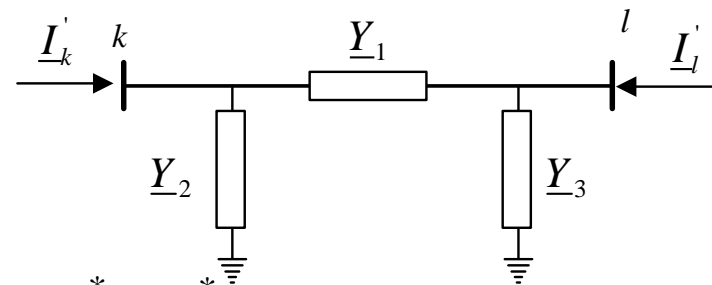
$$\underline{U}_t = \frac{\underline{U}_k}{m_{k-l}} = \frac{\underline{U}_k}{m}$$

$$\underline{I}_k = \frac{\underline{I}_t}{m}$$



$$\begin{bmatrix} \underline{Y}_T & -\underline{Y}_T \\ -\underline{Y}_T & \underline{Y}_T \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{U}_t \\ \underline{U}_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{I}_t \\ \underline{I}_l \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \underline{Y}_T & -\underline{Y}_T \\ -\underline{Y}_T & \underline{Y}_T \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\underline{U}_k}{m} \\ \underline{U}_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{I}_k \cdot m \\ \underline{I}_l \end{bmatrix} \Rightarrow \left( \frac{\underline{U}_k}{m} - \underline{U}_l \right) \cdot \frac{\underline{Y}_T}{m} = \underline{I}_k$$



$$\underline{I}_k^* = \underline{I}_k'^*$$

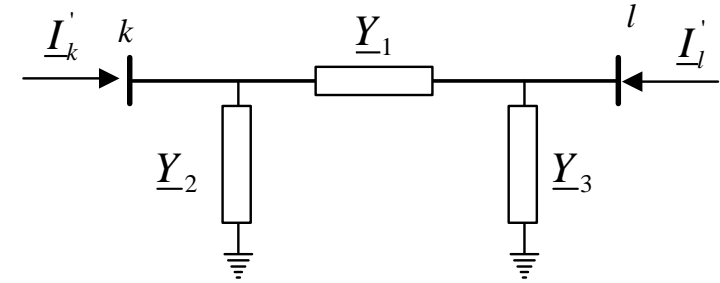
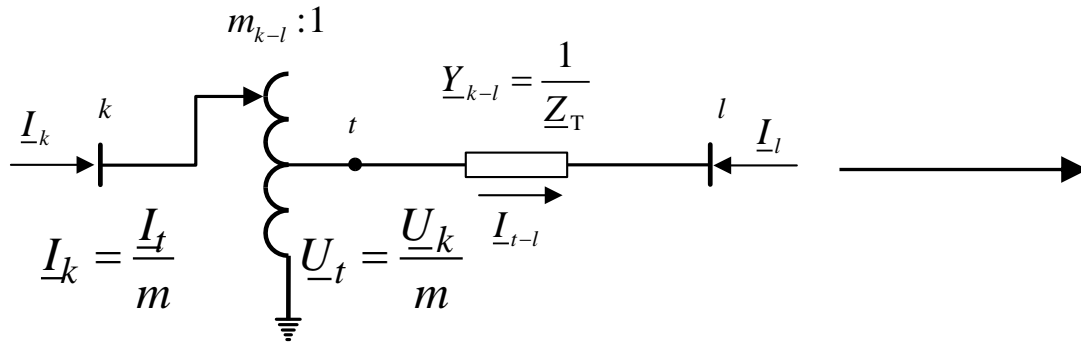
$$\underline{I}_l^* = \underline{I}_l'^*$$

$$\begin{bmatrix} \underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 & -\underline{Y}_1 \\ -\underline{Y}_1 & \underline{Y}_1 + \underline{Y}_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{U}_k \\ \underline{U}_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{I}_k \\ \underline{I}_l \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 & -\underline{Y}_1 \\ -\underline{Y}_1 & \underline{Y}_1 + \underline{Y}_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{U}_k \\ \underline{U}_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{I}_k \\ \underline{I}_l \end{bmatrix} \Rightarrow$$

$$(\underline{Y}_1 + \underline{Y}_2) \cdot \underline{U}_k - \underline{Y}_1 \cdot \underline{U}_l = \underline{I}_k$$

# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ТРАНСФОРМАТОРИ



$$(\underline{U}_k - m \cdot \underline{U}_l) \cdot \frac{\underline{Y}_T}{m^2} = \underline{I}_k \quad (\underline{Y}_1 + \underline{Y}_2) \cdot \underline{U}_k - \underline{Y}_1 \cdot \underline{U}_l = \underline{I}_k$$

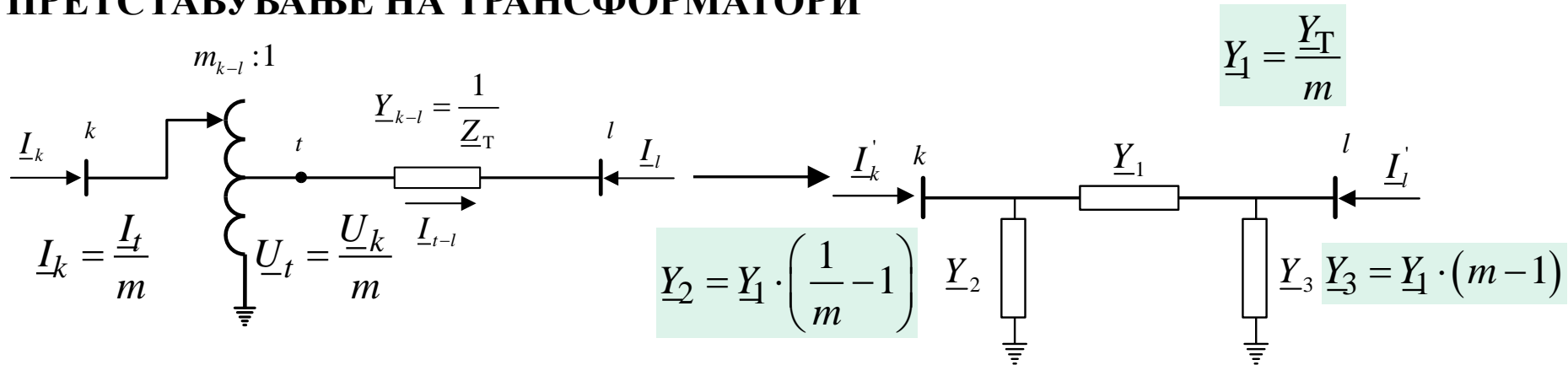
$$\frac{\underline{Y}_T}{m^2} \cdot \underline{U}_k - \frac{\underline{Y}_T}{m} \cdot \underline{U}_l = (\underline{Y}_1 + \underline{Y}_2) \cdot \underline{U}_k - \underline{Y}_1 \cdot \underline{U}_l$$

$$\underline{U}_l \Rightarrow \underline{Y}_1 = \frac{\underline{Y}_T}{m}$$

$$\underline{U}_k \Rightarrow \frac{\underline{Y}_T}{m^2} = \underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 \Rightarrow$$

$$\underline{Y}_2 = \frac{\underline{Y}_T}{m^2} - \underline{Y}_1 = \frac{\underline{Y}_T}{m^2} - \frac{\underline{Y}_T}{m} = \underline{Y}_T \cdot \frac{m-1}{m^2} = \underline{Y}_1 \cdot \frac{m-1}{m} = \underline{Y}_1 \cdot \left( \frac{1}{m} - 1 \right)$$

# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ТРАНСФОРМАТОРИ



$$\begin{bmatrix} \underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 & -\underline{Y}_1 \\ -\underline{Y}_1 & \underline{Y}_1 + \underline{Y}_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{U}_k \\ \underline{U}_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{I}_k \\ \underline{I}_l \end{bmatrix} \Rightarrow$$

$$-\underline{Y}_1 \cdot \underline{U}_k + (\underline{Y}_1 + \underline{Y}_3) \cdot \underline{U}_l = \underline{I}_l$$

$$\underline{U}_l \Rightarrow \underline{Y}_T = (\underline{Y}_1 + \underline{Y}_3) \Rightarrow$$

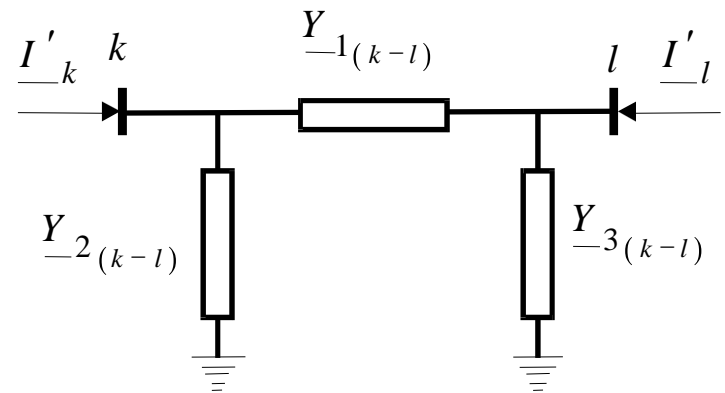
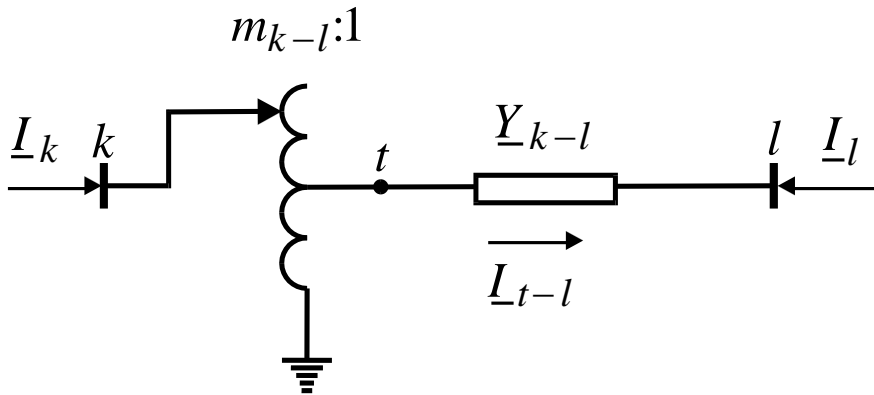
$$\underline{Y}_3 = \underline{Y}_T - \underline{Y}_1 = \underline{Y}_T - \frac{\underline{Y}_T}{m} = \underline{Y}_T \cdot \left(1 - \frac{1}{m}\right) = \underline{Y}_1 \cdot (m - 1)$$

$$\begin{bmatrix} \underline{Y}_T & -\underline{Y}_T \\ -\underline{Y}_T & \underline{Y}_T \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\underline{U}_k}{m} \\ \underline{U}_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{I}_k \cdot m \\ \underline{I}_l \end{bmatrix} \Rightarrow$$

$$-\underline{Y}_T \cdot \frac{\underline{U}_k}{m} + \underline{Y}_T \cdot \underline{U}_l = \underline{I}_l$$

$$\underline{Y} = \begin{bmatrix} \underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 & -\underline{Y}_1 \\ -\underline{Y}_1 & \underline{Y}_1 + \underline{Y}_3 \end{bmatrix} \quad \underline{Y} = \begin{bmatrix} \frac{\underline{Y}_T}{m} + \underline{Y}_T \cdot \frac{m-1}{m^2} & -\frac{\underline{Y}_T}{m} \\ -\frac{\underline{Y}_T}{m} & \frac{\underline{Y}_T}{m} + \underline{Y}_T \cdot \left(1 - \frac{1}{m}\right) \end{bmatrix} = \underline{Y}_T \cdot \begin{bmatrix} \frac{2 \cdot m - 1}{m^2} & -\frac{1}{m} \\ -\frac{1}{m} & 1 \end{bmatrix}$$

# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ТРАНСФОРМАТОРИ



$$\underline{I}'_k = \underline{I}_k$$

$$\underline{I}'_l = \underline{I}_l$$

$$\left. \begin{aligned} \underline{I}_{t-l} &= (\underline{U}_t - \underline{U}_l) \cdot \underline{Y}_{k-l} \\ \underline{U}_t &= \frac{\underline{U}_k}{m_{k-l}} \\ \underline{I}_k &= \frac{\underline{I}_{t-l}}{m_{k-l}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \underline{I}_k = \left( \frac{\underline{U}_k}{m_{k-l}} - \underline{U}_l \right) \cdot \frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}}$$

$$\underline{I}'_k = (\underline{U}_k - \underline{U}_l) \cdot \underline{Y}_{1(k-l)} + \underline{U}_k \cdot \underline{Y}_{2(k-l)}$$

$$\frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}^2} \cdot \underline{U}_k - \frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}} \cdot \underline{U}_l = (\underline{Y}_{1(k-l)} + \underline{Y}_{2(k-l)}) \cdot \underline{U}_k - \underline{Y}_{1(k-l)} \cdot \underline{U}_l$$

$$\frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}^2} \cdot \underline{U}_k = (\underline{Y}_{1(k-l)} + \underline{Y}_{2(k-l)}) \cdot \underline{U}_k$$

$$-\frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}} \cdot \underline{U}_l = -\underline{Y}_{1(k-l)} \cdot \underline{U}_l$$

$$\frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}^2} = (\underline{Y}_{1(k-l)} + \underline{Y}_{2(k-l)})$$

$$\frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}} = \underline{Y}_{1(k-l)}$$

# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ТРАНСФОРМАТОРИ

$$\underline{I}_l = (\underline{U}_l - \underline{U}_t) \cdot \underline{Y}_{k-l} = \left( \underline{U}_l - \frac{\underline{U}_k}{m_{k-l}} \right) \cdot \underline{Y}_{k-l} \quad \underline{I}'_l = (\underline{U}_l - \underline{U}_k) \cdot \underline{Y}_{1(k-l)} + \underline{U}_l \cdot \underline{Y}_{3(k-l)}$$

$$-\frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}} \cdot \underline{U}_k + \underline{Y}_{k-l} \cdot \underline{U}_l = -\underline{Y}_{1(k-l)} \cdot \underline{U}_k + (\underline{Y}_{1(k-l)} + \underline{Y}_{3(k-l)}) \cdot \underline{U}_l$$

$$\underline{Y}_{1(k-l)} = \frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}}$$

$$\underline{Y}_{1(k-l)} + \underline{Y}_{3(k-l)} = \underline{Y}_{k-l}$$

$$\underline{Y}_{1(k-l)} + \underline{Y}_{3(k-l)} = \underline{Y}_{k-l}$$

$$\underline{Y}_{3(k-l)} = \left( 1 - \frac{1}{m_{k-l}} \right) \cdot \underline{Y}_{k-l} = (m_{k-l} - 1) \cdot \underline{Y}_{1(k-l)}$$

$$\frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}^2} = (\underline{Y}_{1(k-l)} + \underline{Y}_{2(k-l)})$$

$$\underline{Y}_{2(k-l)} = \frac{1}{m_{k-l}} \cdot \left( \frac{1}{m_{k-l}} - 1 \right) \cdot \underline{Y}_{k-l} = \left( \frac{1}{m_{k-l}} - 1 \right) \cdot \underline{Y}_{1(k-l)}$$

$$\underline{Y}_{1(k-l)} = \frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}}$$

$$\underline{Y}_{3(k-l)} = (m_{k-l} - 1) \cdot \underline{Y}_{1(k-l)}$$

$$\underline{Y}_{2(k-l)} = \left( \frac{1}{m_{k-l}} - 1 \right) \cdot \underline{Y}_{1(k-l)}$$



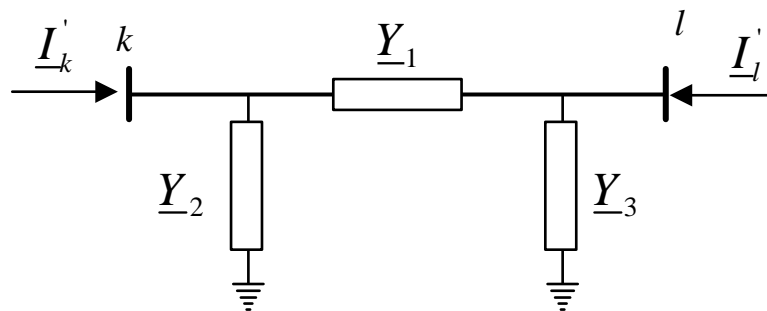
# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ТРАНСФОРМАТОРИ

- Адмитанцијата  $\underline{Y}_2$  е на страната од која е идеалниот напонски трансформатор

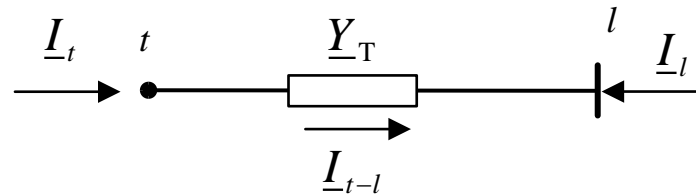
$$\underline{Y}_{1(k-l)} = \frac{\underline{Y}_{k-l}}{m_{k-l}}$$

$$\underline{Y}_{3(k-l)} = (m_{k-l} - 1) \cdot \underline{Y}_{1(k-l)}$$

$$\underline{Y}_{2(k-l)} = \left( \frac{1}{m_{k-l}} - 1 \right) \cdot \underline{Y}_{1(k-l)}$$

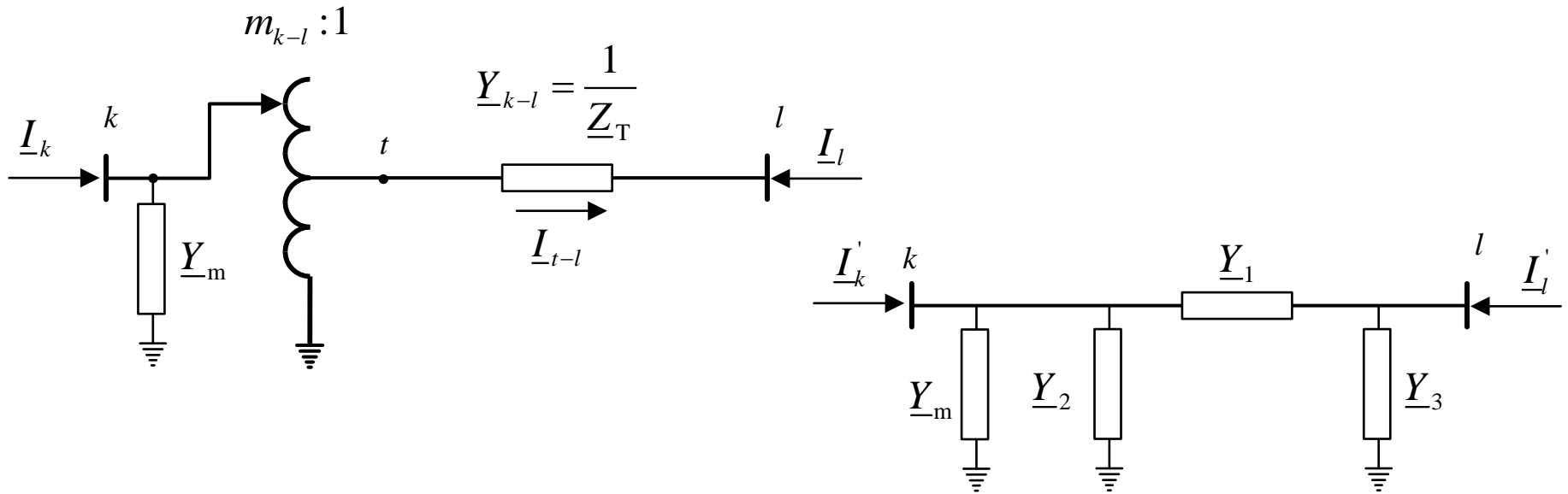


$$m_{k-l} = 1 \Rightarrow \begin{cases} \underline{Y}_{1(k-l)} = \underline{Y}_{k-l} \\ \underline{Y}_{2(k-l)} = 0 \\ \underline{Y}_{3(k-l)} = 0 \end{cases}$$



# ПРЕТСТАВУВАЊЕ НА ТРАНСФОРМАТОРИ

- Ако за трансформаторите треба да се уважи гранката на магнетизирање нејзината адмитанција се изразува во единични вредности со множење со базната импеданција за јазолот кон кој таа гранка е поврзана
  - $B_m$  има негативна вредност затоа што е од индуктивен карактер



$$\underline{Y}_m = G_m + jB_m = \frac{\Delta P_{Fe}}{U_{k_{НОМ.}}^2} - j \cdot i_0 \cdot \frac{S_{НОМ.}}{U_{k_{НОМ.}}^2} \quad (\text{S}) \quad \underline{Y}_m = G_m + jB_m = Z_{k_{базна}} \cdot \left( \frac{\Delta P_{Fe}}{U_{k_{НОМ.}}^2} - j \cdot i_0 \cdot \frac{S_{НОМ.}}{U_{k_{НОМ.}}^2} \right) \quad (\text{p.u.})$$