

TRANSFORMEREN - PARALLELDRIFT

Dagsorden:

Gennemgang af de
overvejelser der er ved
overvejelse af
transformere i
paralleldrift



KELD DÝRMOSE

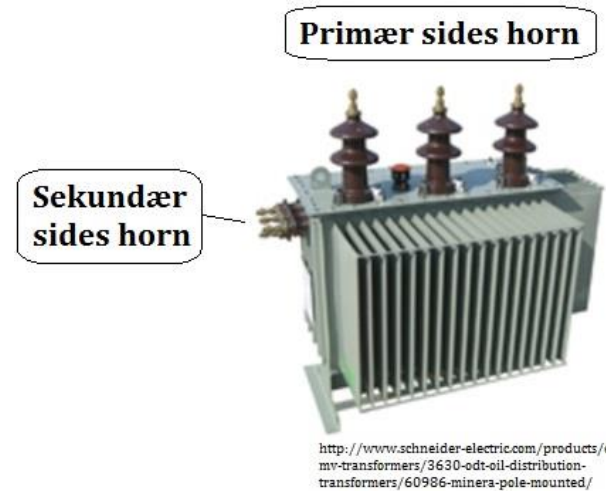
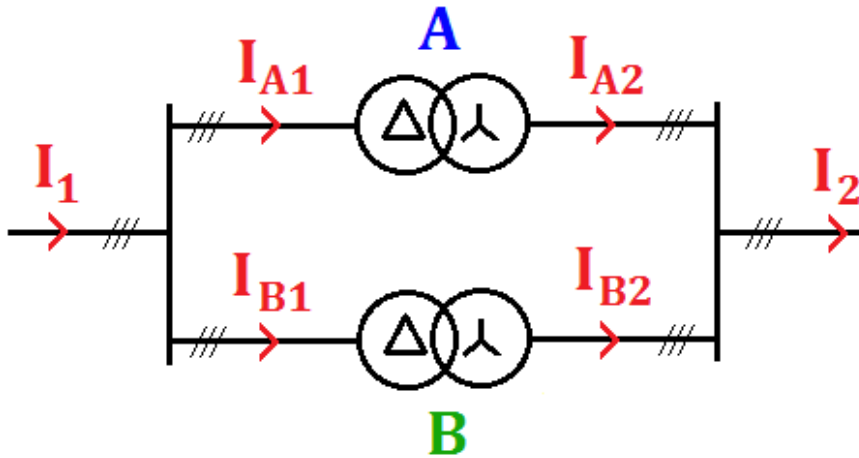


AAMS

Aarhus Maskinmesterskole
Aarhus School of Marine and Technical Engineering

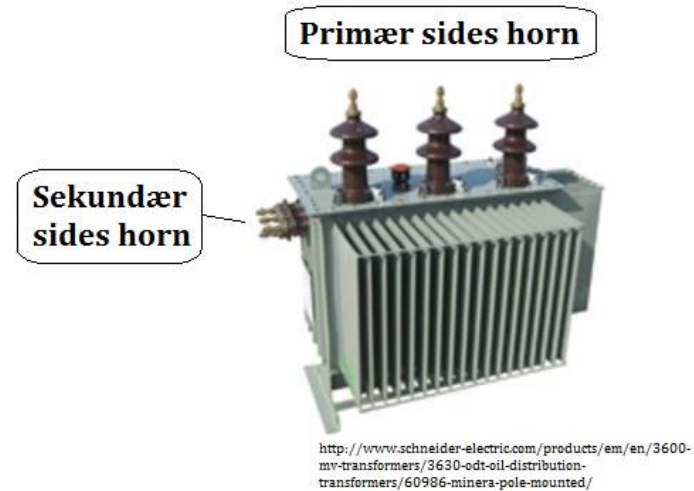
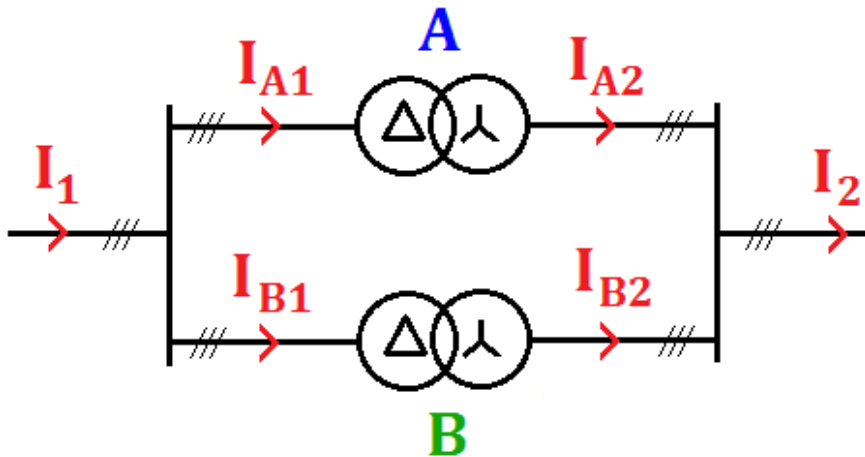
Transformeren - Paralleldrift

Overvejelser ifm. Paralleldrift:



Transformeren - Paralleldrif

Overvejelser ifm. Paralleldrif:



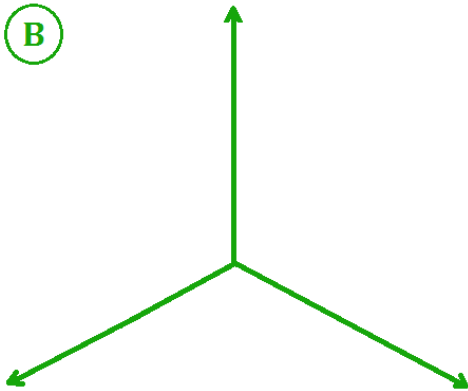
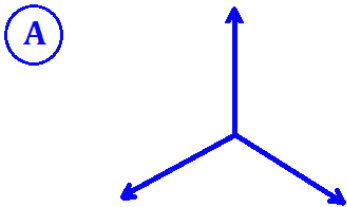
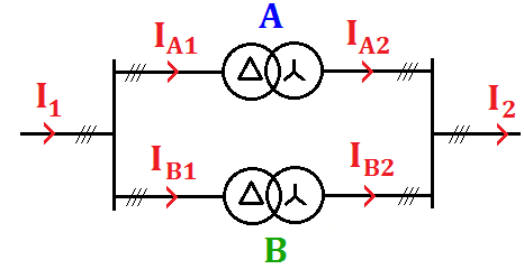
- 1) Omsætningsforholdet (n)
- 2) Koblingscifre / fasebeliggenhed
- 3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K)

Transformeren - Paralleldrif

1) Omsætningsforholdet:

Lad os (alt andet lige) antage at den A har et dobbelt så stort omsætningsforhold (n) som B.

Vektordiagrammerne for sekundærer spændinger, vil i denne situation se ud som følger:

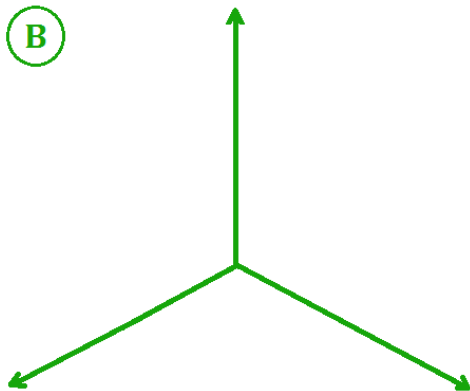
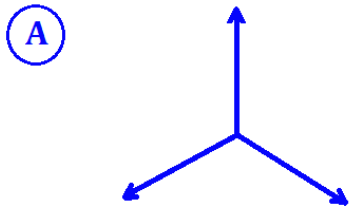
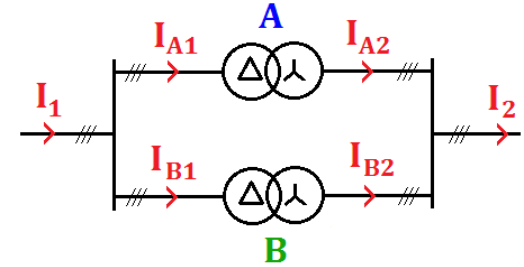


Transformeren - Paralleldrif

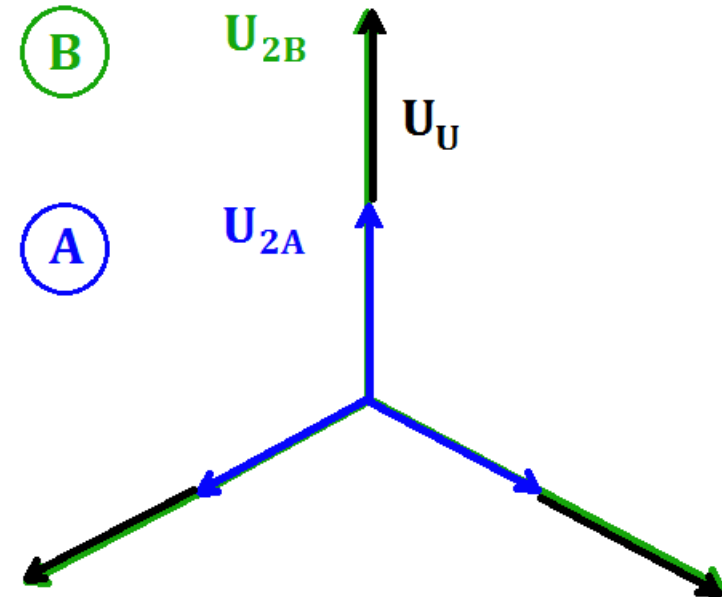
1) Omsætningsforholdet:

Lad os (alt andet lige) antage at den A har et dobbelt så stort omsætningsforhold (n) som B.

Vektordiagrammerne for sekundærer spændinger, vil i denne situation se ud som følger:



Da disse vektorer, elektrisk set, er i samme punkt for hhv. L1, L2 og L3, men bestemt ikke lige store, må spændingsforskellen (U_U) kunne drive en strøm

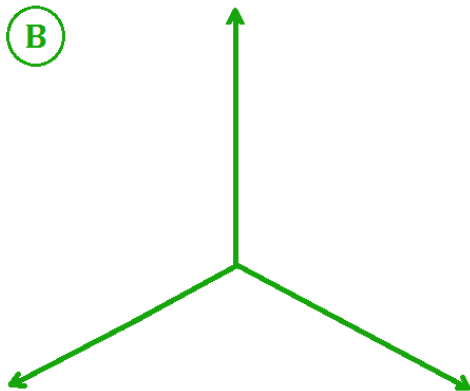
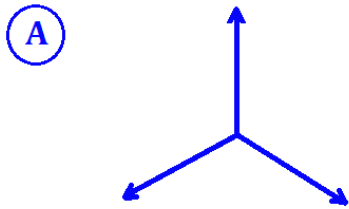
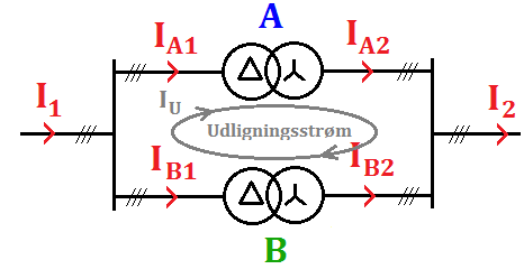


Transformeren - Paralleldrif

1) Omsætningsforholdet:

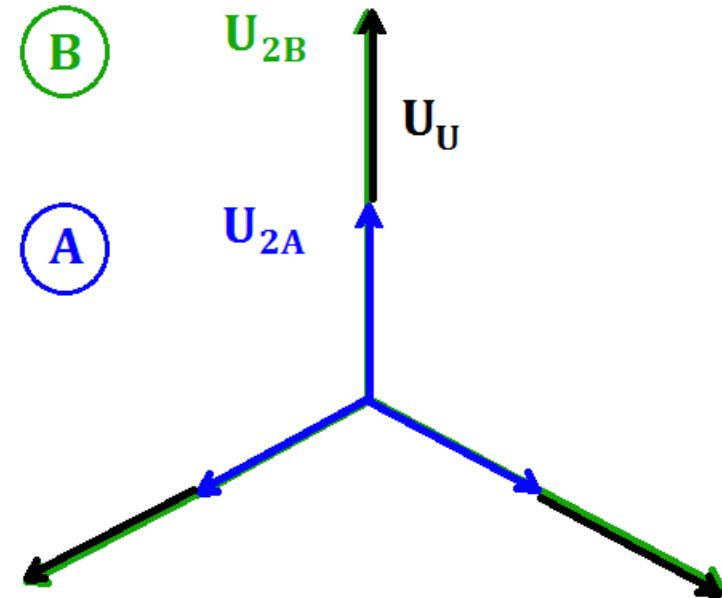
Lad os (alt andet lige) antage at den A har et dobbelt så stort omsætningsforhold (n) som B.

Vektordiagrammerne for sekundærer spændinger, vil i denne situation se ud som følger:



Strømmen som drives af spændingsforskellen (U_U), kaldes en udligningsstrøm (I_U), og den vil cirkulere i parallelforbindelsen. Den kan beregnes ved:

$$I_U = \frac{\vec{U}_{2B} - \vec{U}_{2A}}{\vec{Z}_A + \vec{Z}_B}$$

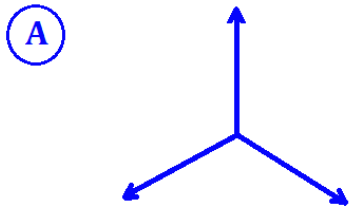
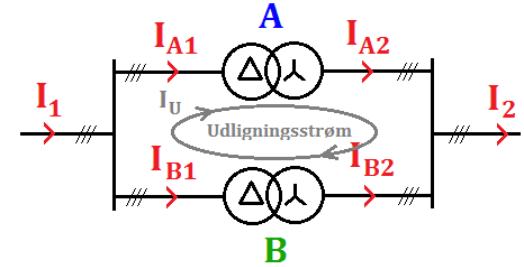


Transformeren - Paralleldrif

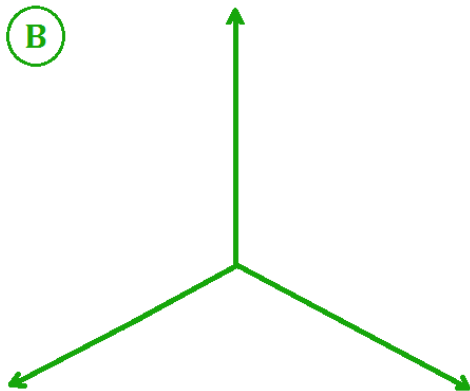
1) Omsætningsforholdet:

Lad os (alt andet lige) antage at den A har et dobbelt så stort omsætningsforhold (n) som B.

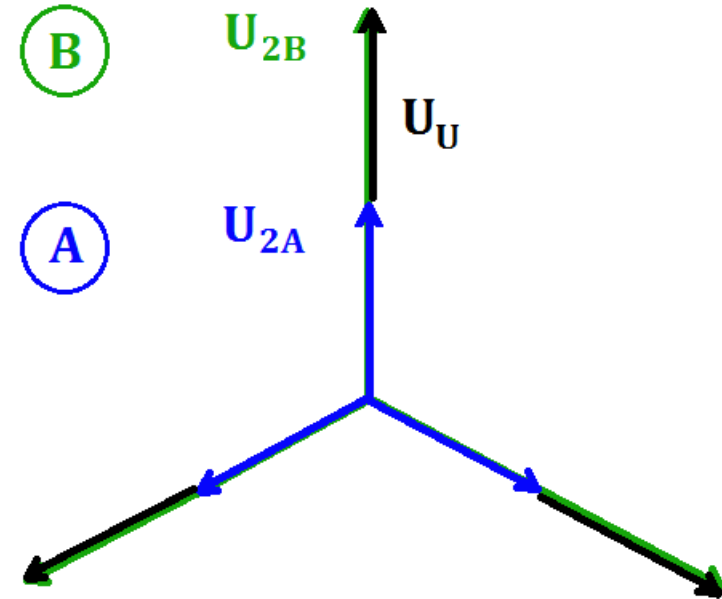
Vektordiagrammerne for sekundærer spændinger, vil i denne situation se ud som følger:



Selv hvis det antages at beskyttelsesudstyr ikke kobler ud, så er denne strøm jo rent spild, og derfor vil man altid sørge for at:



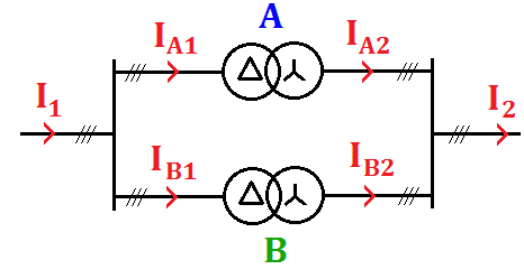
Omsætningsforholdene for to transformere, der ønskes parallelkoblet, er helt det samme!



Transformeren - Paralleldrif

2) Koblingscifre / fasebeliggenhed:

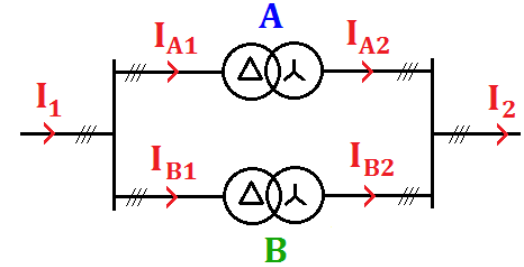
Men selv hvis omsætningsforholdene for A og B er det samme, vil samme spændingsforskel (U_U) opstå, hvis fasebeliggenheden af de to vektordiagrammer ikke er ens:



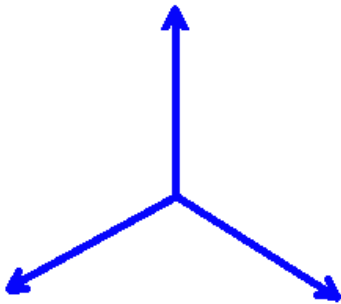
Transformeren - Paralleldrif

2) Koblingscifre / fasebeliggenhed:

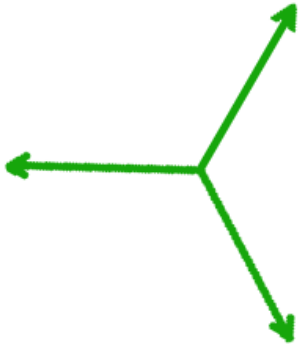
Men selv hvis omsætningsforholdene for A og B er det samme, vil samme spændingsforskel (U_U) opstå, hvis fasebeliggenheden af de to vektordiagrammer ikke er ens:



A



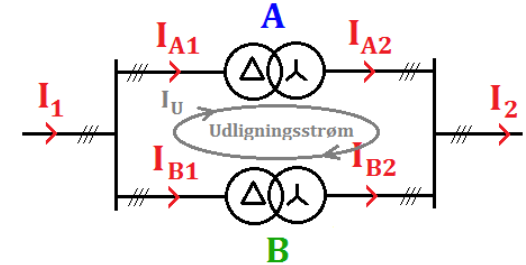
B



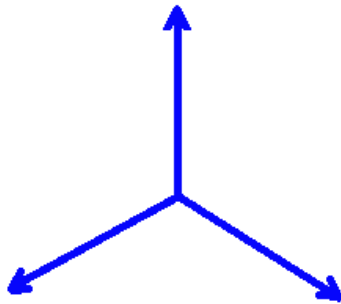
Transformeren - Paralleldrif

2) Koblingscifre / fasebeliggenhed:

Men selv hvis omsætningsforholdene for A og B er det samme, vil samme spændingsforskel (U_U) opstå, hvis fasebeliggenheden af de to vektordiagrammer ikke er ens:



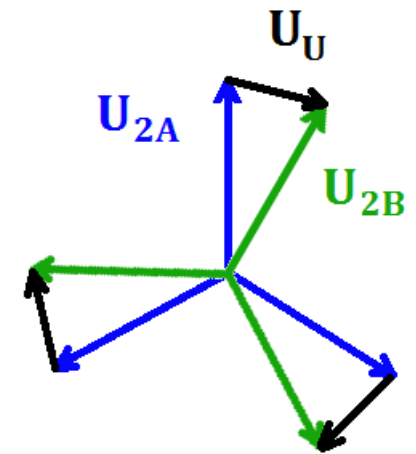
A



Her vil vi få helt samme problem, som før, med en udligningsstrøm, og derfor:

A

B

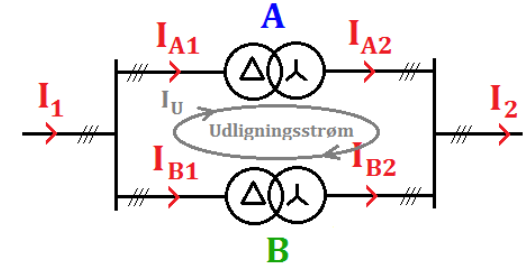


Vil vi altid sørge for, at fasebeliggenheden er ens for to transformere der ønskes parallelkoblet!

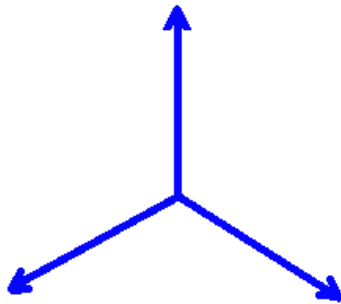
Transformeren - Paralleldrif

2) Koblingscifre / fasebeliggenhed:

Men selv hvis omsætningsforholdene for A og B er det samme, vil samme spændingsforskel (U_U) opstå, hvis fasebeliggenheden af de to vektordiagrammer ikke er ens:



A

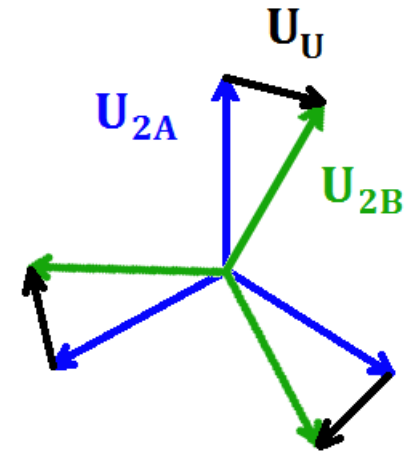


Her vil vi få helt samme problem, som før, med en udligningsstrøm, og derfor:

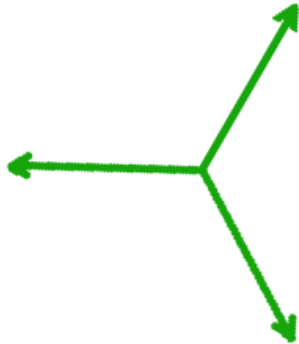
Vil vi altid sørge for, at fasebeliggenheden er ens for to transformere der ønskes parallelkoblet!

A

B



B

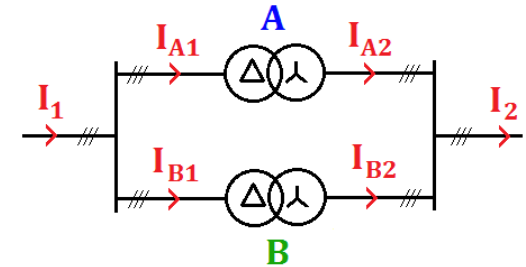


Men hvordan kan vi sikre det?

Transformeren - Paralleldrif

2) Koblingscifre / fasebeliggenhed:

En transformer er altid oplyst med et såkaldt koblingsciffer:



Bogstaver med stort betyder primær side, og bogstavet (D eller d), betyder trekantkobling

n står for at stjernepunktet er ført ud til et selvstændigt horn (hvortil man kan koble nulleleder og beskyttelsesleder)

Dyn 5

Y eller y står for stjernekobling, og da lille bogstav her, er det sekundærsiden

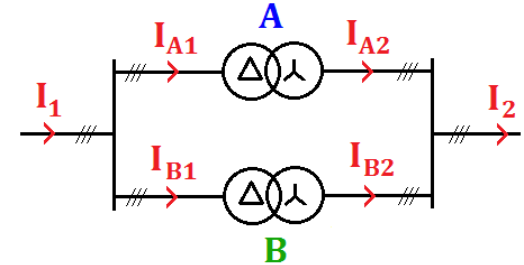
5-tallet er fasebeliggenheden af sekundær sidens fasespænding, set på en ur-skala, givet at fasespændingen på primærsiden for samme fase står på kl. 12

Eksempel på almindeligt koblingsciffer:

Transformeren - Paralleldrif

2) Koblingscifre / fasebeliggenhed:

En transformer er altid oplyst med et såkaldt koblingsciffer:



Bogstaver med stort betyder primær side, og bogstavet (D eller d), betyder trekantkobling

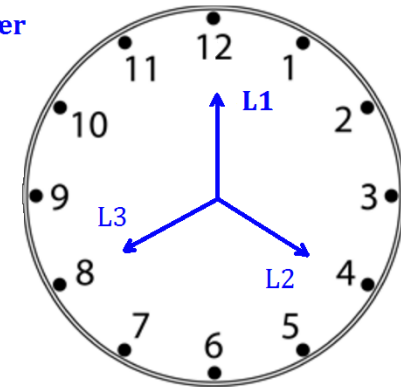
n står for at stjernepunktet er ført ud til et selvstændigt horn (hvortil man kan koble nulleder og beskyttelsesleder)

Dyn 5

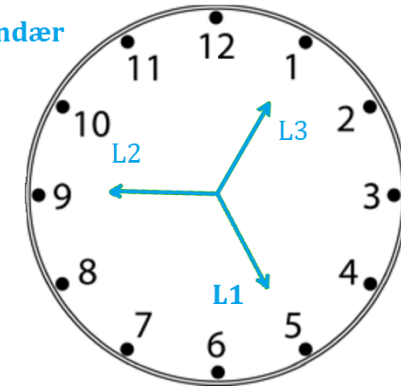
Y eller y står for stjernekobling, og da lille bogstav her, er det sekundærsiden

5-tallet er fasebeliggenheden af sekundær sidens fasespænding, set på en ur-skala, givet at fasespændingen på primærsiden for samme fase står på kl. 12

Primær side



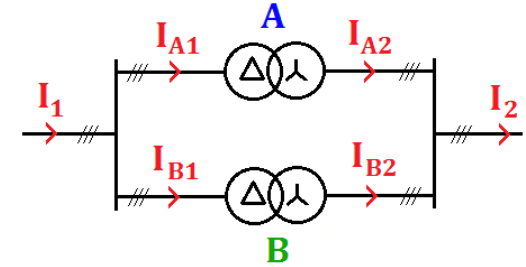
Sekundær side



Transformeren - Paralleldrif

2) Koblingscifre / fasebeliggenhed:

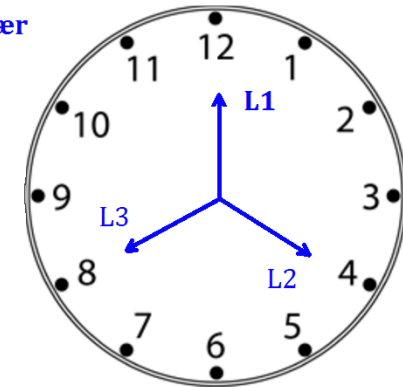
En transformer er altid oplyst med et såkaldt koblingsciffer:



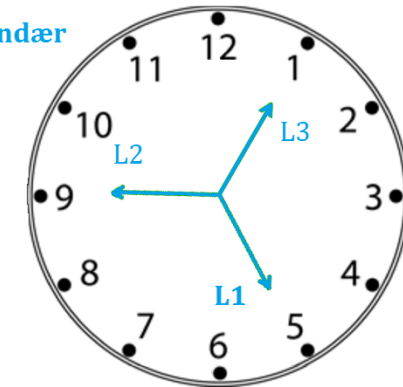
Bogstaver med stort betyder primær side, og bogstavet (D eller d), betyder trekantkobling

n står for at stjernepunktet er ført ud til et selvstændigt horn (hvortil man kan koble nulleleder og beskyttelsesleder)

Primær side



Sekundær side



Dyn 5

Y eller y står for stjernekobling, og da lille bogstav her, er det sekundærsiden

5-tallet er fasebeliggenheden af sekundær sidens fasespænding, set på en ur-skala, givet at fasespændingen på primærsiden for samme fase står på kl. 12

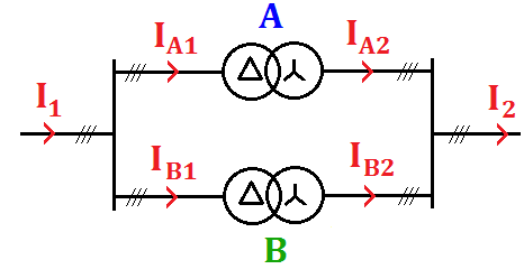
Eksempel på almindeligt koblingsciffer:

Transformere der ønskes parallelkoblede skal altså have samme koblingscifre (eller kunne kobles som om de havde):

Transformeren - Paralleldrif

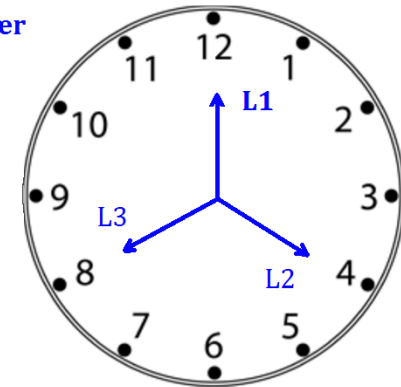
2) Koblingscifre / fasebeliggenhed:

Kort om koblingsmuligheder:

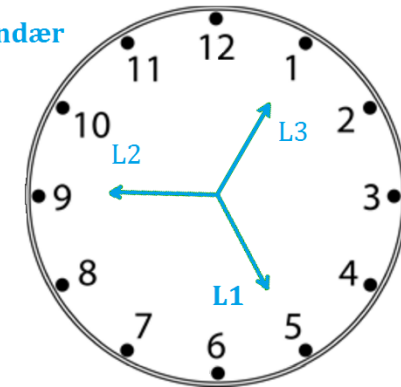


Koblingsgruppe →	III	IV
Ændring mellem <ul style="list-style-type: none"> • Dy 1 & Dy 11 • Dy 7 & Dy 5 kan ske ved at vende polaritet på primær side	Dy 1 Dy 7	Dy 11 Dy 5
	Ændring mellem <ul style="list-style-type: none"> • Dy 1 & Dy 7 kan ske ved at vende polaritet på sekundær side	Ændring mellem <ul style="list-style-type: none"> • Dy 11 & Dy 5 kan ske ved at vende polaritet på sekundær side

Primær side



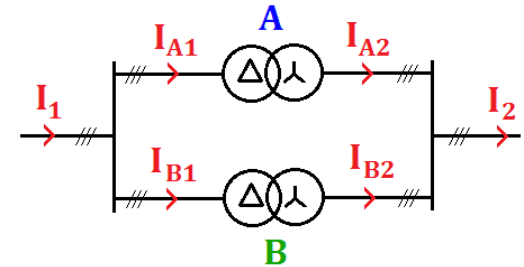
Sekundær side



Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Hvis vi nu forestiller os at vi har to transformere med samme omsætningsforhold og koblingscifre, men forskellige mærkeeffekter (S_N) – **hvad ville der så ske?**

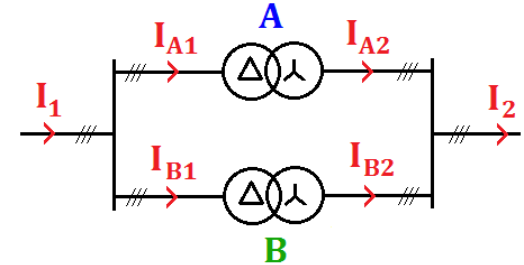


Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Hvis vi nu forestiller os at vi har to transformere med samme omsætningsforhold og koblingscifre, men forskellige mærkeeffekter (S_N) – hvad ville der så ske?

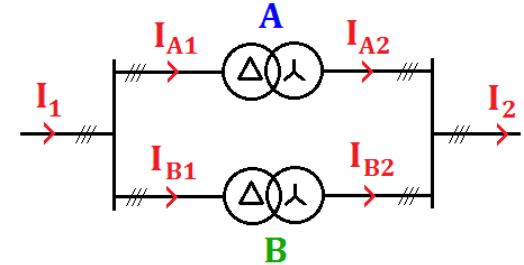
Hvis e_K og φ_K er ens for de to transformere, vil mærkeeffekten ikke betyde noget rent driftsmæssigt. Begge transformere vil, til samme tid, have samme belastningsgrad. Belastningsstrømmene vil ikke være de samme for de to, men begge vil f.eks. være 50 % belastet på samme tidspunkt – **hvordan kan det så være?**



Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Hvis vi nu forestiller os at vi har to transformere med samme omsætningsforhold og koblingscifre, men forskellige mærkeeffekter (S_N) – hvad ville der så ske?



Hvis e_K og φ_K er ens for de to transformere, vil mærkeeffekten ikke betyde noget rent driftsmæssigt. Begge transformere vil, til samme tid, have samme belastningsgrad. Belastningsstrømmene vil ikke være de samme for de to, men begge vil f.eks. være 50 % belastet på samme tidspunkt – hvordan kan det så være?

Som du måske husker, så er den pct. kortslutningsspænding e_K netop den andel af mærkespændingen, som man i et kortslutningsforsøg skal skrue primærspændingen op til, for at få fuldlaststrømmen til at løbe, og hvis denne spænding er den samme for de to transformere, må de også være fuldt belastet på samme tid, når de er påtrykt deres mærkespænding!

Lad mig lige vise et hurtigt eksempel på dette:

Side 17

AAMS

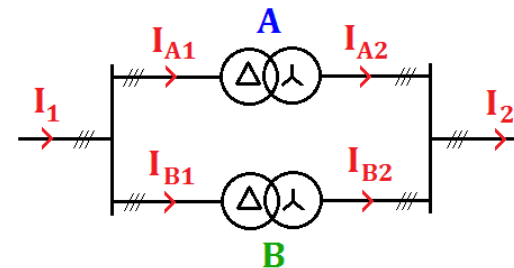
Aarhus Maskinmesterskole
Aarhus School of Marine and Technical Engineering

Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Lad os antage, at vi har to transformere (A og B) med forskellige mærkeeffekter, men ellers ens. Lad os antage at:

$$U_{N1} = 10 \text{ kV}, \quad e_K = 3 \% \text{ for begge}$$



Transformeren - Paralleldrif

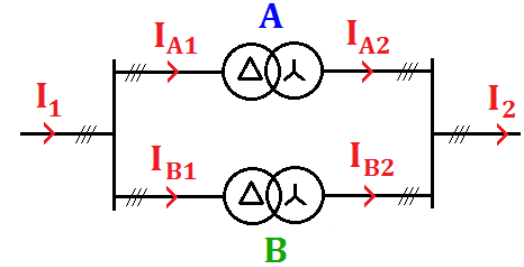
3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Lad os antage, at vi har to transformere (A og B) med forskellige mærkeeffekter, men ellers ens. Lad os antage at:

$$U_{N1} = 10 \text{ kV}, \quad e_K = 3 \% \text{ for begge}$$

Transformer A ($S_N = 100 \text{ kVA}$)

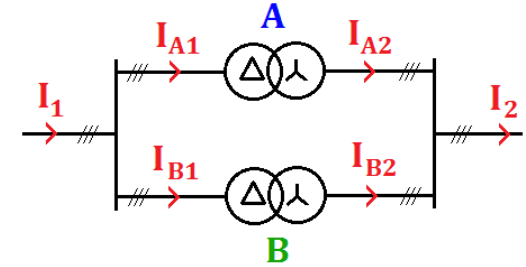
Transformer B ($S_N = 50 \text{ kVA}$)



Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Lad os antage, at vi har to transformere (A og B) med forskellige mærkeeffekter, men ellers ens. Lad os antage at:



$$U_{N1} = 10 \text{ kV}, \quad e_K = 3 \% \text{ for begge}$$

Transformer A ($S_N = 100 \text{ kVA}$)

$$I_{1/1} = \frac{S_{NA}}{\sqrt{3} \cdot U_{N1}} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 10000} = 5,77 \text{ A}$$

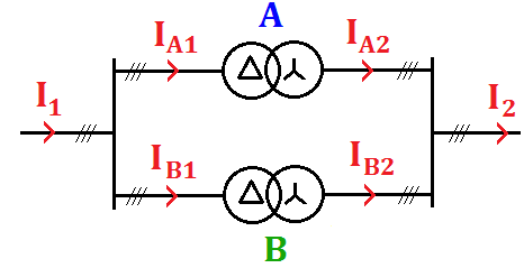
Transformer B ($S_N = 50 \text{ kVA}$)

$$I_{1/1} = \frac{S_{NB}}{\sqrt{3} \cdot U_{N1}} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 10000} = 2,89 \text{ A}$$

Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Lad os antage, at vi har to transformere (A og B) med forskellige mærkeeffekter, men ellers ens. Lad os antage at:



$$U_{N1} = 10 \text{ kV}, \quad e_K = 3 \% \text{ for begge}$$

Transformer A ($S_N = 100 \text{ kVA}$)

$$I_{1/1} = \frac{S_{NA}}{\sqrt{3} \cdot U_{N1}} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 10000} = 5,77 \text{ A}$$

$$Z_{1A} = \frac{U_{K1}}{I_{1/1}} = \frac{0,03 \cdot 10000}{\sqrt{3} \cdot 5,77} = 30 \Omega$$

Transformer B ($S_N = 50 \text{ kVA}$)

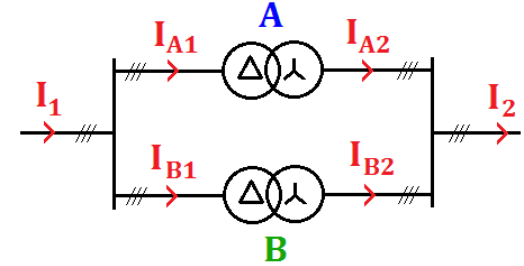
$$I_{1/1} = \frac{S_{NB}}{\sqrt{3} \cdot U_{N1}} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 10000} = 2,89 \text{ A}$$

$$Z_{1B} = \frac{U_{N1}^2}{S_N} \cdot \frac{e_K}{100} = \frac{10000^2}{50000} \cdot 0,03 = 60 \Omega$$

Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Lad os antage, at vi har to transformere (A og B) med forskellige mærkeeffekter, men ellers ens. Lad os antage at:



$$U_{N1} = 10 \text{ kV}, \quad e_K = 3 \% \text{ for begge}$$

Transformer A ($S_N = 100 \text{ kVA}$)

$$I_{1/1} = \frac{S_{NA}}{\sqrt{3} \cdot U_{N1}} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 10000} = 5,77 \text{ A}$$

$$Z_{1A} = \frac{U_{K1}}{I_{1/1}} = \frac{0,03 \cdot 10000}{\sqrt{3} \cdot 5,77} = 30 \Omega$$

Transformer B ($S_N = 50 \text{ kVA}$)

$$I_{1/1} = \frac{S_{NB}}{\sqrt{3} \cdot U_{N1}} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 10000} = 2,89 \text{ A}$$

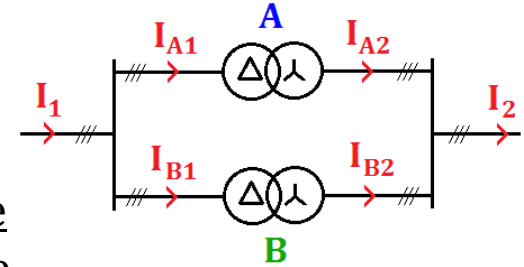
$$Z_{1B} = \frac{U_{N1}^2}{S_N} \cdot \frac{e_K}{100} = \frac{10000^2}{50000} \cdot 0,03 = 60 \Omega$$

Dvs. at når mærkeeffekten er dobbelt så stor, er fuldlaststrømmen dobbelt så stor fordi impedansen halvt så stor - derfor har de altid samme belastningsgrad!
(når e_K ellers er ens for de to)

Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Inden vi lige afslutter med et eksempel på lastdeling, hvis e_K ikke er ens for de to parallelkoblede transformere, så lad os lige vende betydningen af kortslutningsvinklen φ_K

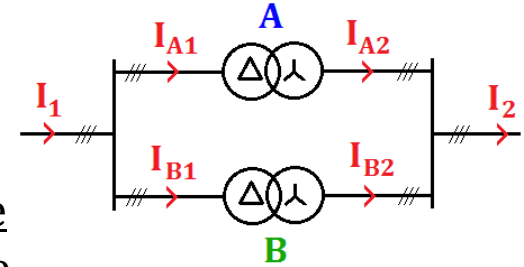


Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Inden vi lige afslutter med et eksempel på lastdeling, hvis e_K ikke er ens for de to parallelkoblede transformere, så lad os lige vende betydningen af kortslutningsvinklen φ_K

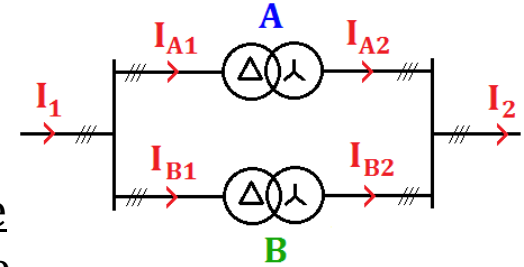
Lad os forestille os, at vi har to (ellers) identiske transformere, med samme S_N , e_K , n og koblingscifre, **men forskellige φ_K**



Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

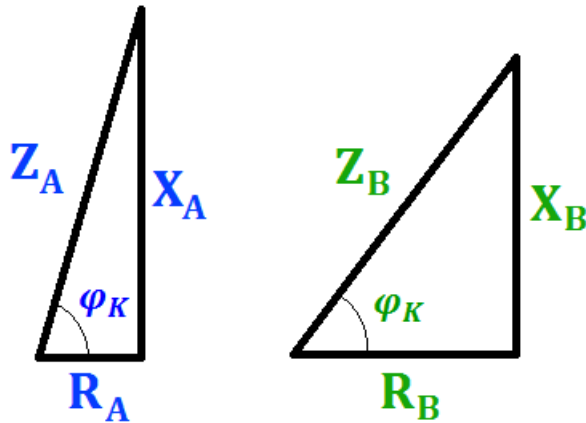
Inden vi lige afslutter med et eksempel på lastdeling, hvis e_K ikke er ens for de to parallelkoblede transformere, så lad os lige vende betydningen af kortslutningsvinklen φ_K



Lad os forestille os, at vi har to (ellers) identiske transformere, med samme S_N , e_K , n og koblingscifre, **men forskellige φ_K**

Disse to transformere må have præcis samme impedans (og dermed samme $I_{1/1}$)

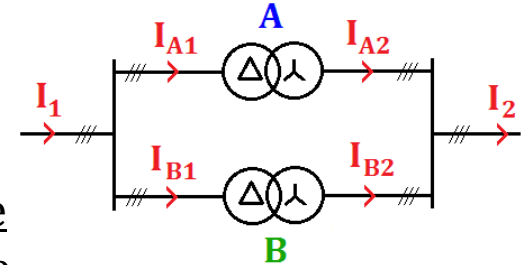
$$Z_A = Z_B$$



Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

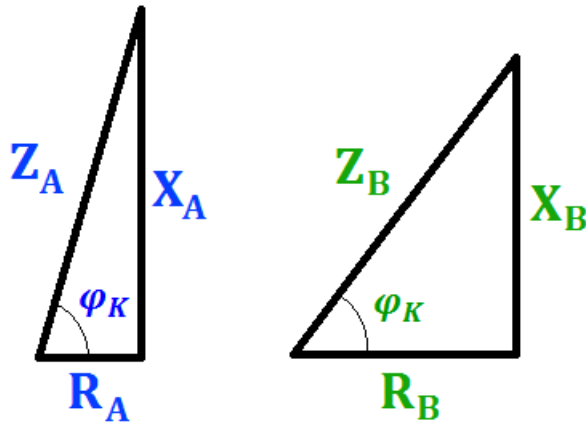
Inden vi lige afslutter med et eksempel på lastdeling, hvis e_K ikke er ens for de to parallelkoblede transformere, så lad os lige vende betydningen af kortslutningsvinklen φ_K



Lad os forestille os, at vi har to (ellers) identiske transformere, med samme S_N , e_K , n og koblingscifre, **men forskellige φ_K**

Disse to transformere må have præcis samme impedans (og dermed samme $I_{1/1}$)

$$Z_A = Z_B$$



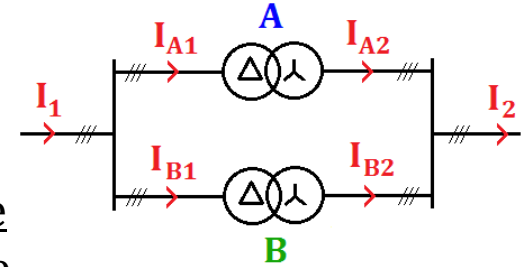
Set fra tilgangsklemmerne (primær), og ud mod forbrugeren, må netspændingerne påtrykt A og B "se" samme impedans, men ikke samme faseforskydning, da φ_K jo ikke er ens.

Og derfor vil strømmene de to transformere levere (I_{A2} og I_{B2}) heller ikke være i fase.

Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

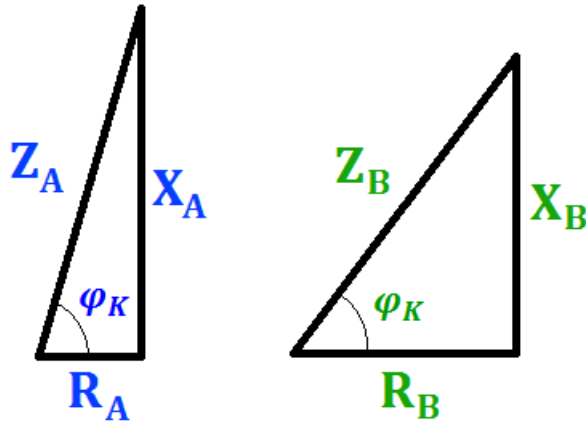
Inden vi lige afslutter med et eksempel på lastdeling, hvis e_K ikke er ens for de to parallelkoblede transformere, så lad os lige vende betydningen af kortslutningsvinklen φ_K



Lad os forestille os, at vi har to (ellers) identiske transformere, med samme S_N , e_K , n og koblingscifre, **men forskellige φ_K**

Disse to transformere må have præcis samme impedans (og dermed samme $I_{1/1}$)

$$Z_A = Z_B$$

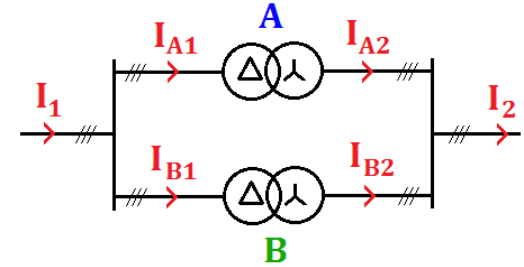


Og når strømmene som A og B leverer ikke er i fase, skal de hver for sig leverer en lidt større strøm for at leverer samme belastningsstrøm (I_2), end hvis de havde været i fase ($\varphi_{KA} = \varphi_{KB}$)
Derfor er belastningsmuligheden for parallelkoblingen mindre hvis $\varphi_{KA} \neq \varphi_{KB}$

Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

Et afsluttende eksempel på lastdeling, hvis e_K ikke er ens.



To parallelkoblede transformeren (A og B) har følgende data ($U_{N2} = 400 \text{ V}$):

Transformer A ($S_N = 200 \text{ kVA}$)

$$e_K = 4\%, \quad \varphi_K = 80^\circ$$

$$I_{1/1} = \frac{S_{NA}}{\sqrt{3} \cdot U_{N2}} = \frac{200000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 289 \text{ A}$$

$$Z_{2A} = \frac{U_{K2}}{I_{1/1}} = \frac{0,04 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 289} = 32 \text{ m}\Omega$$

Transformer B ($S_N = 200 \text{ kVA}$)

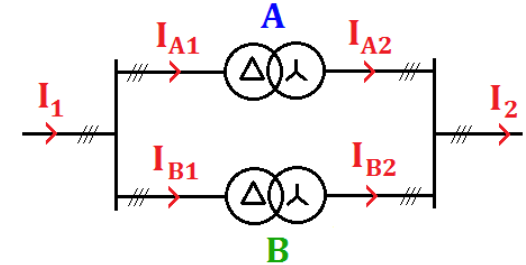
$$e_K = 6\%, \quad \varphi_K = 80^\circ$$

$$I_{1/1} = \frac{S_{NB}}{\sqrt{3} \cdot U_{N2}} = \frac{200000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 289 \text{ A}$$

$$Z_{2B} = \frac{U_{N2}^2}{S_N} \cdot \frac{e_K}{100} = \frac{400^2}{200000} \cdot 0,06 = 48 \text{ m}\Omega$$

Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):



Transformer A ($S_N = 200 \text{ kVA}$)

$$e_K = 4 \%, \quad \varphi_K = 80^\circ$$

$$I_{1/1} = \frac{S_{NA}}{\sqrt{3} \cdot U_{N2}} = \frac{200000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 289 \text{ A}$$

$$Z_{2A} = \frac{U_{K2}}{I_{1/1}} = \frac{0,04 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 289} = 32 \text{ m}\Omega$$

Transformer B ($S_N = 200 \text{ kVA}$)

$$e_K = 6 \%, \quad \varphi_K = 80^\circ$$

$$I_{1/1} = \frac{S_{NB}}{\sqrt{3} \cdot U_{N2}} = \frac{200000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 289 \text{ A}$$

$$Z_{2B} = \frac{U_{N2}^2}{S_N} \cdot \frac{e_K}{100} = \frac{400^2}{200000} \cdot 0,06 = 48 \text{ m}\Omega$$

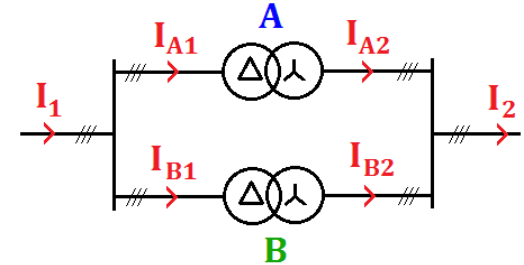
Spørgsmålet er nu om jeg kan finde ud af lastfordelingen mellem de to transformere, hvis jeg ved at $I_2 = 550 \text{ A} \angle 36^\circ$? (og om en af dem evt. er overbelastet)

Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

For at svare på det, skal man forstå følgende sammenhæng:

$$\vec{I}_{A2} \cdot \vec{Z}_{A2} = \vec{I}_{B2} \cdot \vec{Z}_{B2} = \vec{I}_2 \cdot \vec{Z}_P$$



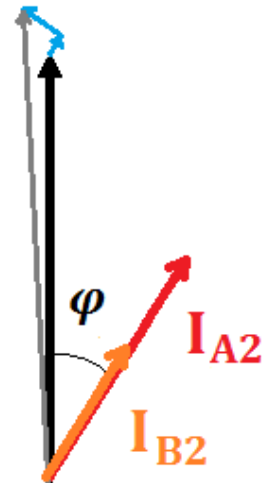
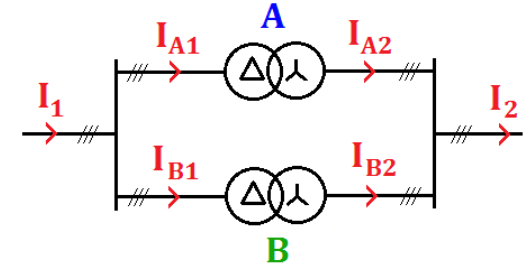
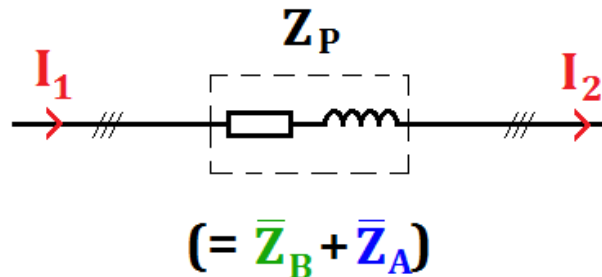
Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

For at svare på det, skal man forstå følgende sammenhæng:

$$\vec{I}_{A2} \cdot \vec{Z}_{A2} = \vec{I}_{B2} \cdot \vec{Z}_{B2} = \vec{I}_2 \cdot \vec{Z}_P$$

Hvis spændingen på primær – og sekundær side er identiske for de to transformere, skal strømmen gange impedansen give det samme for begge transformere (Ohms lov), men det må også gælde for den ækvivalerede parallelimpedans:



Transformeren - Paralleldrif

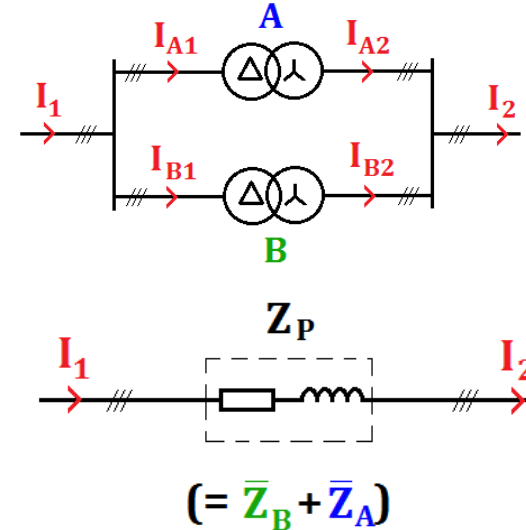
3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

$$\vec{I}_{A2} \cdot \vec{Z}_{A2} = \vec{I}_{B2} \cdot \vec{Z}_{B2} = \vec{I}_2 \cdot \vec{Z}_P$$

Da jeg kun kender de to transformeres impedanser, samt belastningstrømmen, er jeg nødt til at finde parallelimpedansen:

$$Z_P \angle \varphi_P = ((Z_{2A} \angle \varphi_A)^{-1} + (Z_{2B} \angle \varphi_B)^{-1})^{-1} \Rightarrow$$

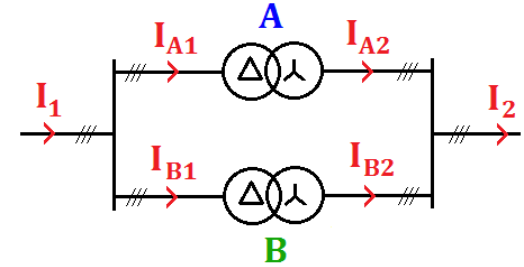
$$Z_P \angle \varphi_P = ((0,032 \angle 80)^{-1} + (0,048 \angle 80)^{-1})^{-1} = \mathbf{19,2 \text{ m}\Omega \angle 80^\circ}$$



Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

$$\vec{I}_{A2} \cdot \vec{Z}_{A2} = \vec{I}_{B2} \cdot \vec{Z}_{B2} = \vec{I}_2 \cdot \vec{Z}_P$$



Nu er det blot at lave to ligninger, og finde de to belastningsstrømme:

$$\vec{I}_{A2} \cdot \vec{Z}_{A2} = \vec{I}_2 \cdot \vec{Z}_P \quad \Rightarrow \quad \vec{I}_{B2} \cdot \vec{Z}_{B2} = \vec{I}_2 \cdot \vec{Z}_P \quad \Rightarrow$$

$$\vec{I}_{A2} = \frac{(550 \angle -36) \cdot (0,0192 \angle 80)}{(0,032 \angle 80)} \Leftrightarrow \quad \vec{I}_{B2} = \frac{(550 \angle -36) \cdot (0,0192 \angle 80)}{(0,048 \angle 80)} \Leftrightarrow$$

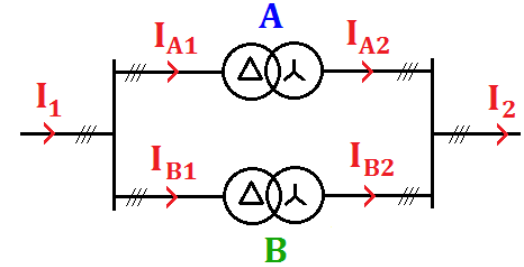
$$\vec{I}_{A2} = 330 \text{ A } \angle -36$$

$$\vec{I}_{B2} = 220 \text{ A } \angle -36$$

Transformeren - Paralleldrif

- 3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):

$$\vec{I}_{A2} \cdot \vec{Z}_{A2} = \vec{I}_{B2} \cdot \vec{Z}_{B2} = \vec{I}_2 \cdot \vec{Z}_P$$



Nu er det blot at lave to ligninger, og finde de to belastningsstrømme:

$$\vec{I}_{A2} \cdot \vec{Z}_{A2} = \vec{I}_2 \cdot \vec{Z}_P \quad \Rightarrow \quad \vec{I}_{B2} \cdot \vec{Z}_{B2} = \vec{I}_2 \cdot \vec{Z}_P \quad \Rightarrow$$

$$\vec{I}_{A2} = \frac{(550 \angle -36) \cdot (0,0192 \angle 80)}{(0,032 \angle 80)} \Leftrightarrow \quad \vec{I}_{B2} = \frac{(550 \angle -36) \cdot (0,0192 \angle 80)}{(0,048 \angle 80)} \Leftrightarrow$$

$$\vec{I}_{A2} = 330 \text{ A } \angle -36$$

$$\vec{I}_{B2} = 220 \text{ A } \angle -36$$

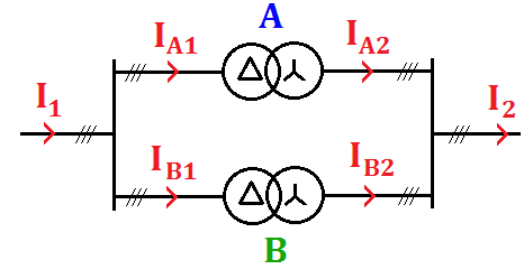
Så alene fordi $e_{KA} = 4\%$ og $e_{KB} = 6\%$ er

transformer A overbelastet, mens transformer B ikke er!

(Begges fuldlaststrømme var 289 A – mindste e_K overbelastes først!)

Transformeren - Paralleldrif

3) Den pct. kortslutningsspænding (e_K) og kortslutningsvinklen (φ_K):



Resumerende om kortslutningsvinklen (φ_K):

Forskelle i φ_K er ingen forhindring for paralleldrif.

Men selv om det heller ikke medfører en skævhed i belastningsgraden mellem A og B, så må begge transformere yde relativt mere for at leverer en strøm (I_2), end de ville have kunnet, hvis de havde haft samme φ_K , og derfor er det ønskeligt at have samme φ_K ved paralleldrif

Resumerende om den pct. Kortslutningsspænding (e_K):

Forskelle i e_K er ingen forhindring for paralleldrif.

Men da det fører til skævheder i belastningsgraden mellem de to transformere er det ikke ønskeligt.

Når den ene transformer "rammer" sin fuldlaststrøm, er den anden (største e_K) ikke fuldt belastet, og det er vel dårlig udnyttelse af kapacitet