

Transformering 2

Indholdsfortegnelse

1.0 Impedanstransformering af RL, side 2

1.1 Impedanstransformering af Ri, side 6

2.0 Eksempel 1 - 4, side 8

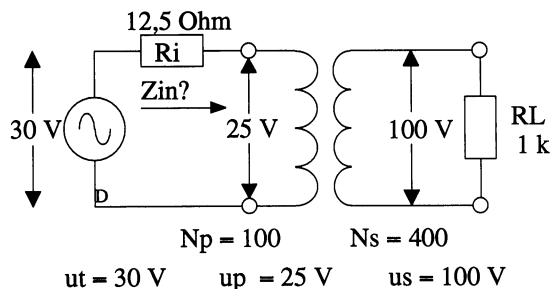
2.1 Facitliste til eksempel 1 - 4, side 10

3.0 Opgaver, side 15

4.0 Facitliste til opgaver, side 19

1.0 Impedanstransformering af RL

Man kan transformere modstande eller impedanser op eller ned efter behov.



Opgaven går ud på at finde Z_{in} .

Generatoren afgiver en tomgangsspænding på 30 V.

Beregn spændingsfaldet over R_i .

$u_{R_i} =$ _____

$u_t = 30 \text{ V}$ og $u_p = 25 \text{ V}$, derfor er der 5 V over R_i .

Hvor stor strøm løber der i primærsiden?

$i_p =$ _____

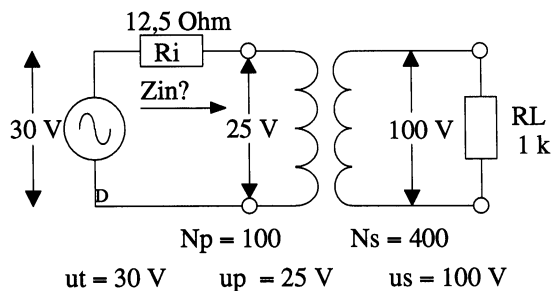
Strømmen i primærsiden kan beregnes, når man kender u_{R_i} og R_i .

$$i_p = \frac{u_{R_i}}{R_i} = \frac{5 \text{ V}}{12,5 \text{ Ohm}} = \underline{\underline{400 \text{ mA}}}$$

Hvor stor strøm løber der i sekundærsiden, og hvilken spænding er der på sekundærsiden?

$i_s =$ _____

$u_s =$ _____



Kendes strømmen i primærsiden og omsætningsforholdet, kan strømmen i sekundærsiden beregnes.

$$i_s = \frac{i_p \times N_p}{N_s} = \frac{400 \text{ mA} \times 100}{400} = \underline{100 \text{ mA}}$$

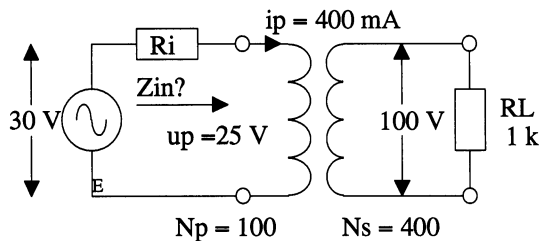
Kendes spændingen på primærsiden og vindingstallene, kan spændingen på sekundærsiden beregnes.

$$u_s = \frac{u_p \times N_s}{N_p} = \frac{25 \text{ V} \times 400}{100} = \underline{100 \text{ V}}$$

Spændingen på sekundærsiden kan også beregnes, når i_s og R_L er fundet.

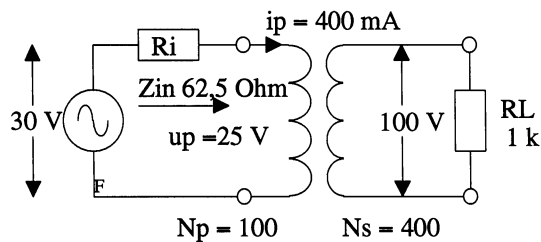
$$u_s = i_s \times R_L = 100 \text{ mA} \times 1 \text{ k}\Omega = \underline{100 \text{ V}}$$

Når spændingen og strømmen på primærsiden er fundet, kan man beregne modstanden transformatoren "ser" ud i. Den benævnes Z_{in} .



Hvor stor er Z_{in} ?

$Z_{in} =$ _____



$$Z_{in} = \frac{u_p}{i_p} = \frac{25 \text{ V}}{400 \text{ mA}} = \underline{\underline{62,5 \text{ } \Omega}}$$

Der er 25 V over primærviklingen. Strømmen i primærviklingen er 400 mA. Derfor er modstanden i primærsiden 62,5 Ω .

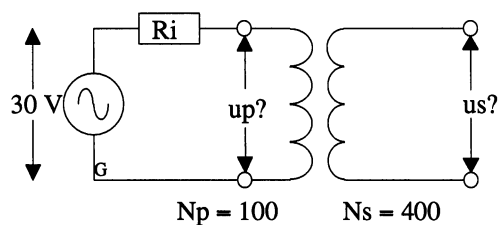
Hvor stammer modstanden på 62,5 Ω fra?

Den stammer fra _____

Transformatorene er tabsfri. Derfor er det R_L , der er transformeret om til primærsiden.

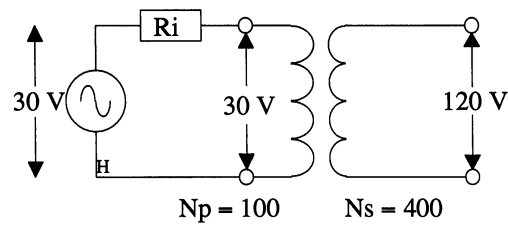
R_L sidder på den vikling med de mange vindinger. Derfor bliver den transformeret ned.

Prøv at beregne spændingerne på primær og sekundær, når R_L fjernes. Transformatoren er tabsfri.



$u_p =$ _____

$u_s =$ _____



Fjernes RL, går der ingen strøm i sekundær. Derfor går der heller ingen strøm i primær.

Når der ikke går strøm i primærsiden, er der intet spændingsfald over R_i . Derfor er der 30 V på primærsiden.

Beregner man volt pr. vinding får man følgende.

$$\text{Volt pr. vinding} = \frac{u_p}{N_p} = \frac{30 \text{ V}}{100} = \underline{0,3 \text{ V}}$$

På sekundærsider er der også 0,3 V pr. vinding.

$$u_s = N_s \times \text{Volt pr. vinding.}$$

$$u_s = 400 \times 0,3 \text{ V} = \underline{120 \text{ V}}$$

Af eksemplet ses, at man kan transformere impedansen på udgangen om til indgangen. Bruges en formel, ser det således ud.

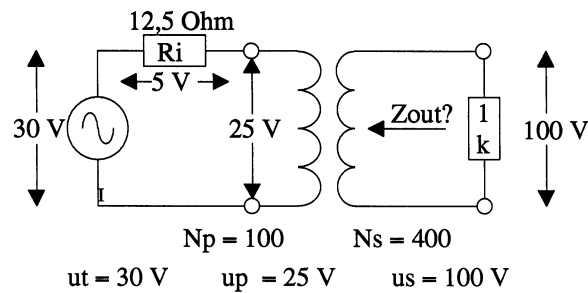
$$m = \frac{N_p}{N_s} = \frac{100}{400} = \sqrt{\frac{Z_p}{Z_s}} = \underline{0,25}$$

Ved omskrivning fås

$$m^2 = \frac{Z_p}{Z_s}$$

$$Z_p = Z_{in} = m^2 \times Z_s = 0,25^2 \times 1 \text{ k}\Omega = \underline{62,5 \Omega}$$

1.1 Impedanstransformering af Ri



Tegningen viser, at generatorens indre modstand er 12,5 Ω .

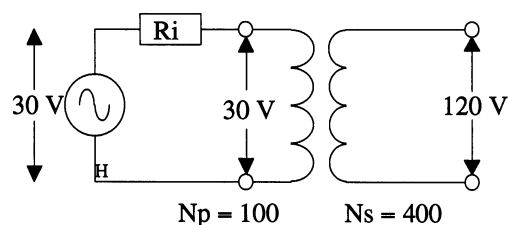
Her vises, hvilken værdi den transformeres om til på udgangen.

$$m = \frac{N_p}{N_s} = \frac{100}{400} = \sqrt{\frac{Z_p}{Z_s}} = \underline{0.25}$$

$$m^2 = \frac{N_p}{N_s} = \frac{Z_p}{Z_s} = \underline{0.25^2}$$

$$Z_{out} = Z_s = \frac{Z_p}{m^2} = \frac{12,5 \text{ Ohm}}{0,25^2} = \underline{200 \Omega}$$

At det er rigtigt, kan vises på følgende måde.



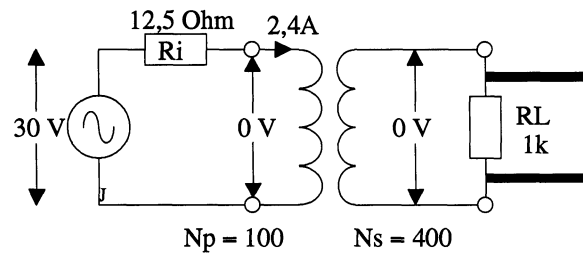
Fjernes RL, går der ingen strøm i sekundærviklingen. Derfor går der ikke strøm i primærviklingen.

På indgangen er der 30 V. Generatorens tomgangsspænding.

Når der er 100 vindinger, er det 0,3 V pr. vinding.

På udgangen er der ligeledes 0,3 V pr. vinding.

Det giver en tomgangsspænding på $400 \times 0,3 \text{ V} = \underline{120 \text{ V}}$.



Kortsluttes R_L , er der 0 V på udgangen. Det er 0 V pr. vinding.
 Når udgangen kortsluttes, er der også 0 V på indgangen.
 Nu kan strømmen i primærviklingen beregnes.

Hvor stor er kortslutningsstrømmen i primærviklingen?

ik primær = _____

$$ik \text{ primær} = \frac{\text{utomgang primær}}{R_i} = \frac{30 \text{ V}}{12,5 \text{ Ohm}} = \underline{2,4 \text{ A}}$$

Kendes kortslutningsstrømmen i primærviklingen, kan kortslutningsstrømmen i sekundærviklingen beregnes.

Hvor stor er kortslutningsstrømmen i sekundærviklingen?

ik sekundær = _____

$$ik \text{ sekundær} = ik \text{ primær} \times m = 2,4 \text{ A} \times 0,25 = \underline{600 \text{ mA}}$$

Kendes tomgangsspændingen og kortslutningsstrømmen, kan R_i' beregnes.

R_i' er R_i omtransformeret til udgangen, her benævnes den Z_{out} .

$$Z_{out} = \frac{\text{utomgang sekundær}}{ik \text{ sekundær}} = \frac{120 \text{ V}}{600 \text{ mA}} = \underline{200 \Omega}$$

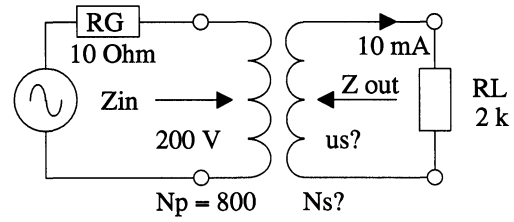
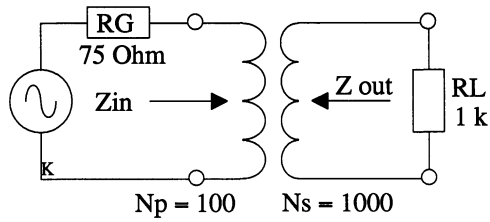
Transformatoren kan omtransformere impedanser fra den ene side til den anden.

Hvor der er flest vindinger, er den største impedans.

Hvor der er færrest vindinger, er den mindste impedans.

2.0 Eksempel 1 - 4

Beregn følgende.



Eksempel 1

$m =$ _____

$Z_{in} =$ _____

$Z_{out} =$ _____

Eksempel 2

$u_s =$ _____

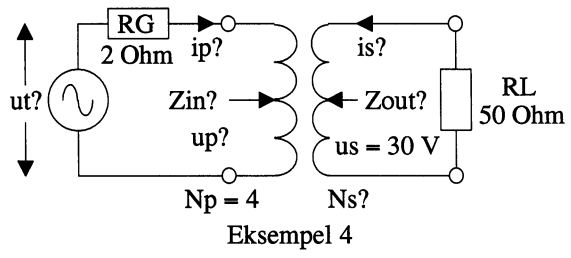
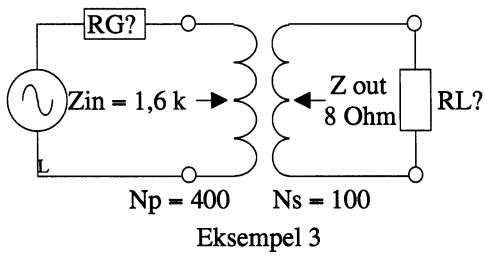
$m =$ _____

Volt pr. vinding = _____

$N_s =$ _____

$Z_{in} =$ _____

$Z_{out} =$ _____



Eksempel 3

$m =$ _____

$R_L =$ _____

$R_G =$ _____

Eksempel 4

Opgaven går bl.a. ud på at beregne N_s , så der er impedanstilpasning mellem R_G og R_L .

$Z_{in} =$ _____

$Z_{out} =$ _____

$m =$ _____

$N_s =$ _____

$u_p =$ _____

$u_t =$ _____

$i_p =$ _____

$i_s =$ _____

Effekten der afsættes i $R_G =$ _____

Effekten der afsættes i $R_L =$ _____

2.1 Facitliste til eksempel 1 - 4

$$m = \frac{N_p}{N_s} = \frac{100}{1000} = \underline{0.1}$$

Når Z_{in} beregnes, skal R_L og transformeres om til indgangen. På indgangen er der kun 100 vindinger. Derfor bliver R_L transformeret ned.

$$Z_{in} = m^2 \times R_L = 0,1^2 \times 1 \text{ k}\Omega = \underline{10 \Omega}$$

Når Z_{out} beregnes, skal R_G transformeres om til udgangen. På udgangen er der flest vindinger, derfor transformeres R_L op.

$$Z_{out} = \frac{R_G}{m^2} = \frac{75 \text{ Ohm}}{0,1^2} = \underline{7.5 \text{ k}\Omega}$$

Eksempel 2

Kender man R_L og strømmen i sekundær, kan u_s beregnes.

$$u_s = i_s \times R_L = 10 \text{ mA} \times 2 \text{ k}\Omega = \underline{20 \text{ V}}$$

$$m = \frac{u_p}{u_s} = \frac{200}{20} = \underline{10}$$

Spændingen og vindingstallet på primær er opgivet. Derfor kan Volt pr. vinding beregnes.

$$\text{Volt pr. vinding} = \frac{u_p}{N_p} = \frac{200 \text{ V}}{800} = \underline{0.25 \text{ V}}$$

$$N_s = \frac{u_s}{\text{Volt pr. vinding}} = \frac{20 \text{ V}}{0,25 \text{ V}} = \underline{\underline{80 \text{ vindinger}}}$$

Eller

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{u_p}{u_s}. \text{ Ved omskrivning fås}$$

$$N_s = \frac{N_p \times u_s}{u_p} = \frac{800 \times 20 \text{ V}}{200 \text{ V}} = \underline{\underline{80 \text{ vindinger}}}$$

Når Z_{in} beregnes, skal R_L transformeres om til indgangen.

$$Z_{in} = m^2 \times R_L = 10^2 \times 2 \text{ k}\Omega = \underline{\underline{200 \text{ k}\Omega}}$$

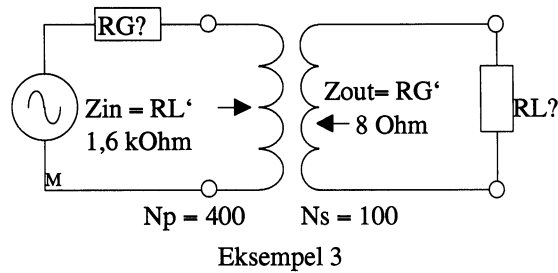
Primær har flest vindinger, derfor bliver R_L transformeret op.

Når Z_{out} beregnes, skal R_G transformeres om til udgangen.

$$Z_{out} = \frac{R_G}{m^2} = \frac{10 \text{ Ohm}}{10^2} = \underline{\underline{0,1 \Omega}}$$

Sekundær har færrest vindinger, derfor transformeres R_L ned.

Eksempel 3



$$m = \frac{N_p}{N_s} = \frac{400}{100} = \underline{4}$$

Man skal kende Z_{in} og m , når R_L skal beregnes.

Tegningen viser at Z_{in} er 1,6 k Ω . Det er R_L , som er transformeret om til indgangen.

Der er flest vindinger på indgangen. Derfor transformeres R_L op.

Man går ud fra grundformlen for omsætningsforholdet.

$$m = \frac{N_p}{N_s} = \frac{u_p}{u_s} = \frac{i_s}{i_p} = \sqrt{\frac{Z_p}{Z_s}}$$

Her har man kun brug for impedanserne.

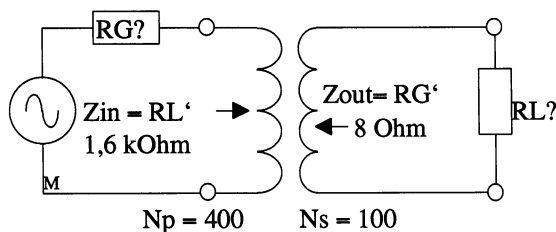
$$m = \sqrt{\frac{Z_p}{Z_s}}. \quad \text{Ved omskrivning fås}$$

$$m^2 = \frac{Z_p}{Z_s} = \frac{R_L'}{R_L}. \quad Z_p \text{ og } Z_s \text{ erstattes her af } R_L' \text{ og } R_L$$

Formlen viser, at omsætningsforholdet for impedanser er m^2 .

$$m^2 = \frac{R_L'}{R_L} \quad \text{Ved omskrivning fås}$$

$$R_L = \frac{R_L'}{m^2} = \frac{1,6 \text{ kOhm}}{4^2} = \underline{100 \Omega}$$



Eksempel 3

Når der regnes med impedanser, skal man kunne se, om der er tale om en op- eller nedtransformering.

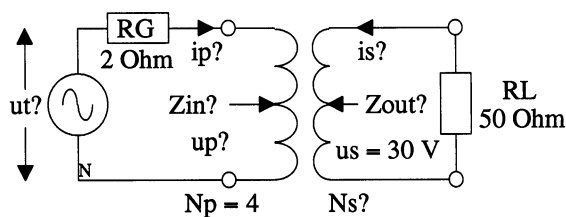
Når R_G beregnes, skal man kende Z_{out} og m .

Tegningen viser, at Z_{out} er 8Ω . Det er R_G , der er transformeret om til udgangen.

Da der er færrest vindinger på udgangen, transformeres R_G ned.

$$R_G = R_G' \times m^2 = 8 \Omega \times 42 = \underline{128 \Omega}$$

Eksempel 4



Eksempel 4

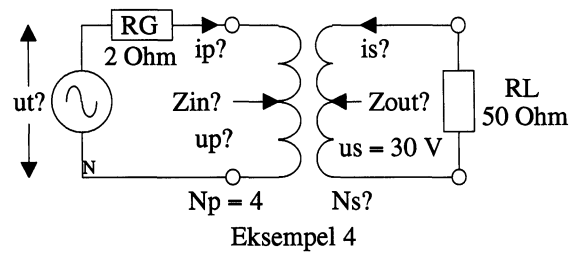
Skal der være impedanstilpasning set fra generatoren, skal generatoren se ind i en impedans, der har samme værdi som R_G .

$$Z_{in} = \underline{2 \Omega}$$

Skal der være impedanstilpasning set fra belastningen, skal generatoren se ind i en impedans, der har samme værdi som R_L .

Omsætningsforholdet kan beregnes, når man kender Z_{in} og Z_{out} .

$$Z_{out} = \underline{50 \Omega}$$



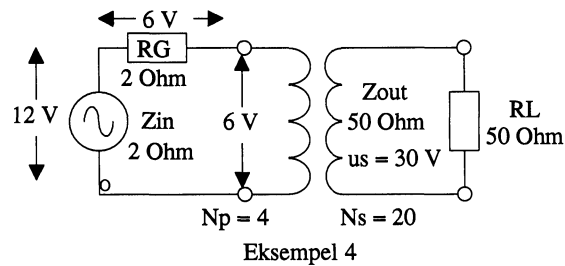
$$m = \sqrt{\frac{Z_{in}}{Z_{out}}} = \sqrt{\frac{2 \text{ Ohm}}{50 \text{ Ohm}}} = \underline{0,2}$$

Kender man m og N_p , kan N_s beregnes.

$$N_s = \frac{N_p}{m} = \frac{4}{0,2} = \underline{20 \text{ vindinder}}$$

Kendes m og u_s , kan u_p beregnes.

$$u_p = m \times u_s = 0,2 \times 30 \text{ V} = \underline{6 \text{ V}}$$



Er der impedanstilpasning på indgangen, er der 6 V over R_G .

$$u_t = u_p + u_{RG} = 6 \text{ V} + 6 \text{ V} = \underline{12 \text{ V}}$$

Kendes R_G og spændingen over R_G , kan i_p beregnes.

$$i_p = \frac{u_{RG}}{R_G} = \frac{6 \text{ V}}{2 \text{ Ohm}} = \underline{3 \text{ A}}$$

Kender man R_L og spændingen over R_L , kan i_s beregnes.

$$i_s = \frac{u_{RL}}{R_L} = \frac{30 \text{ V}}{50 \text{ Ohm}} = \underline{600 \text{ mA}}$$

Kendes strømmen i sekundær og RL, kan effekt i RL beregnes.

$$P_{RL} = i^2 \times R_L = 600 \text{ mA}^2 \times 50 \Omega = \underline{18 \text{ W}}$$

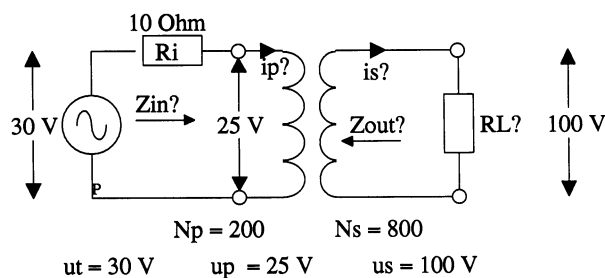
Kender man strømmen i primær og R_G , kan effekt i R_G beregnes.

$$P_{R_G} = i^2 \times R_G = 3 \text{ A}^2 \times 2 \Omega = \underline{18 \text{ W}}$$

Er der impedanstilpasning i et kredsløb, afsættes der samme effekt i generatoren og belastningen.

3.0 Opgaver

Opgave 1



$m =$ _____

$i_p =$ _____

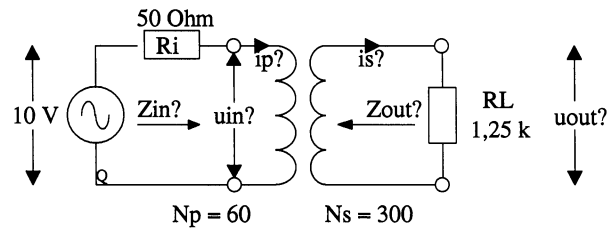
$i_s =$ _____

$R_L =$ _____

$Z_{in} =$ _____

$Z_{out} =$ _____

Opgave 2



$m =$ _____

$Z_{in} =$ _____

$Z_{out} =$ _____

$u_{in} =$ _____

$u_{out} =$ _____

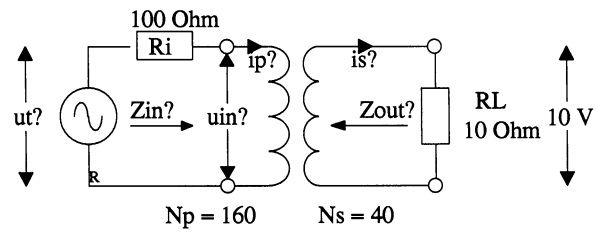
$i_p =$ _____

$i_s =$ _____

$P_{R_i} =$ _____

$P_{R_L} =$ _____

Opgave 3



$m =$ _____

$Z_{in} =$ _____

$Z_{out} =$ _____

$u_{in} =$ _____

$i_s =$ _____

$i_p =$ _____

$u_t =$ _____

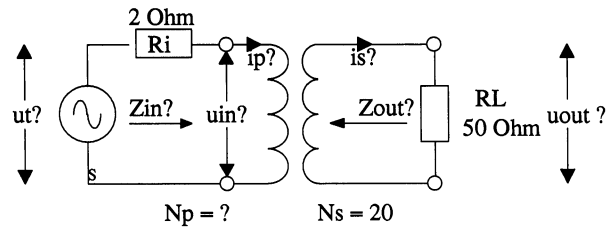
$P_{R_i} =$ _____

$P_{R_L} =$ _____

Hvor mange vindinger skal der være på sekundær, hvis der skal være impedanstilpasning?

N_s er ca. _____

Opgave 4



Der skal være impedanstilpasning mellem generatoren og R_L . Effekten der afsættes i $R_L = 12,5 \text{ W}$. Beregn følgende.

$$m = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$Z_{in} = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$Z_{out} = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$u_{out} = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$i_s = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$N_p = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$u_{in} = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$i_p = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$u_t = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$P_{R_i} = \underline{\hspace{15cm}}$$

4.0 Facitliste.

Opgave 1

$$m = 0,25$$

$$i_p = 500 \text{ mA}$$

$$i_s = 125 \text{ mA}$$

$$R_L = 800 \ \Omega$$

$$Z_{in} = 50 \ \Omega$$

$$Z_{out} = 160 \ \Omega$$

Opgave 2

$$m = 0,2$$

$$Z_{in} = 50 \ \Omega$$

$$Z_{out} = 1,25 \text{ k}\Omega$$

$$u_{in} = 5 \text{ V}$$

$$u_{out} = 25 \text{ V}$$

$$i_p = 100 \text{ mA}$$

$$i_s = 20 \text{ mA}$$

$$P_{Ri} = 500 \text{ mW}$$

$$P_{RL} = 500 \text{ mW}$$

Opgave 3

$$m = 4$$

$$Z_{in} = 160 \ \Omega$$

$$Z_{out} = 6,25 \ \Omega$$

$$u_{in} = 40 \text{ V}$$

$$i_s = 1 \text{ A}$$

$$i_p = 250 \text{ mA}$$

$$u_t = 250 \text{ mA}$$

$$P_{Ri} = 6,25 \ \Omega$$

$$P_{RL} = 10 \ \Omega$$

$$N_s = 50,6 \text{ vindinger}$$

Opgave 4

$$m = 0,2$$

$$Z_{in} = 2 \ \Omega$$

$$Z_{out} = 50 \ \Omega$$

$$u_{out} = 25 \text{ V}$$

$$i_s = 500 \text{ mA}$$

$$N_p = 4 \text{ vindinger}$$

$$u_{in} = 5 \text{ V}$$

$$i_p = 2,5 \text{ A}$$

$$u_t = 10 \text{ V}$$

$$P_{Ri} = 12,5 \text{ W}$$