

ESERCIZIO 1 (12 punti)

Un **generatore sincrono** i cui dati sono i seguenti:

$$\begin{aligned} A_n &= 100 \text{ kVA} & V_n &= 400 \text{ V} & \cos\phi_n &= 0.8 & f_n &= 50 \text{ Hz} \\ X_s\% &= 170\% & R_s &= 0.2 \Omega \\ \text{Numero di coppie polari } p &= 2 \\ V_{eccn} &= 500 \text{ V} & I_{eccn} &= 3 \text{ A} \end{aligned}$$

Alimenta un **carico trifase** alla frequenza nominale che assorbe $P = 50 \text{ kW}$ alla tensione $V = 400 \text{ V}$, fattore di potenza pari a $\cos\phi = 0.75$.

Il generatore è mosso da un **motore in corrente continua a eccitazione indipendente** i cui dati principali sono riportati nel seguito:

$$\begin{aligned} P_n &= 120 \text{ kW} & V_n &= 450 \text{ V} \\ R_a\% &= 2.2\% \\ V_{eccn} &= 400 \text{ V} & I_{eccn} &= 1 \text{ A} \\ \text{Velocità nominale } N_n &= 1800 \text{ giri/min} \end{aligned}$$

Determinare i parametri delle due macchine, la tensione di alimentazione di armatura della macchina in corrente continua ipotizzando il circuito di eccitazione sia alimentato in condizioni nominali e il rendimento del sistema.

ESERCIZIO 2 (8 Punti)

Un **trasformatore trifase** di potenza nominale $A_n = 400 \text{ kVA}$ e **rapporto spire** $N_1/N_2 = 173$ collegamento **triangolo-stella**, $f_n = 50 \text{ Hz}$ a è alimentato a **tensione nominale** $V_{1n} = 3000 \text{ V}$, assorbe **al primario** una corrente pari a 60 A a $\cos\phi_1 = 0.85$. La prova di corto circuito e la prova a vuoto hanno fornito i seguenti risultati:

Prova di corto circuito: $v_{cc\%} = 5\%$, $\cos\phi_{cc} = 0.5$

Prova a vuoto: $P_o\% = 0.3\%$, $i_o\% = 1\%$

Si determinino la tensione di alimentazione **del carico collegato al secondario**, la corrente e il fattore di potenza.

ESERCIZIO 3 (10 punti)

Sia dato un **motore asincrono** caratterizzato dai seguenti dati:

$$\begin{aligned} \text{Potenza nominale} & & P_n &= 150 \text{ kW} \\ \text{tensione nominale} & & V_n &= 380 \text{ V} \\ \text{fattore di potenza nominale} & & \cos\phi_n &= 0.85 \\ \text{resistenza statorica} & & R_s &= 12 \text{ m}\Omega \\ \text{numero di coppie polari} & & p &= 4 \\ \text{potenza di assorbimento durante la prova a rotore bloccato (potenza di corto-circuito)} & & P_{cc\%} &= 5\% \\ \text{fattore di potenza di corto circuito} & & \cos\phi_{cc} &= 0.3 \\ \text{potenza assorbita durante la prova a vuoto} & & P_o &= 6 \text{ kW} \\ \text{Corrente assorbita durante la prova a vuoto} & & I_o &= 150 \text{ A} \\ \text{Frequenza nominale} & & f_n &= 50 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Si determinino i parametri del motore asincrono, lo scorrimento del motore quando questo sia alimentato a tensione nominale e sviluppi una potenza meccanica pari a $P_L = 100 \text{ kW}$ e il rendimento.

Si utilizzi nella risoluzione la caratteristica meccanica linearizzata.

```

clc
clear all
%ESE1
%dati

An=100e3
cosfin=0.8
Vn=400
xs=170/100
fn=50
Rs=0.2
Veccn=500
Ieccn=3
%dati carico
PL=50e3
VL=400
cosfiL=0.75
p=2

%dati motore in cc
Pncc=120e3
Vncc=450
racc=2.2/100
Veccncc=400
Ieccncc=1
Nncc=1800
%parametri sincrono
In=An/(sqrt(3)*Vn)
Xs=xs*Vn/(sqrt(3)*In)
IL=PL/(sqrt(3)*VL*cosfiL)
%calcolo della E
Ere=VL/sqrt(3)+Rs*IL*cosfiL+Xs*IL*sin(acos(cosfiL))
Eim=-Rs*IL*sin(acos(cosfiL))+Xs*IL*cosfiL
E=sqrt(Ere^2+Eim^2)
%calcolo della En
Eren=Vn/sqrt(3)+Rs*In*cosfin+Xs*In*sin(acos(cosfin))
Eimn=-Rs*In*sin(acos(cosfin))+Xs*In*cosfin
En=sqrt(Eren^2+Eimn^2)
%calcolo della Vecc
Vecc=(E/En)*Veccn
%calcolo della potenza meccanica
Pmecc=PL+3*Rs*IL^2
omega=2*pi*fn/p
T=Pmecc/omega
%motore cc parametri
Incc=Pncc/(Vncc*(1-racc))
Racc=racc*Vncc/Incc
omncc=Nncc*2*pi/60
kcc=(Vncc-Racc*Incc)/(omncc)
Iacc=T/kcc
Tncc=kcc*Incc
Vacc=kcc*omega+Racc*Iacc

```

$$\text{Recc} = \text{Veccn} / \text{Ieccn}$$

$$\text{rend} = \text{PL} / ((\text{Vecc}^2 / \text{Recc}) + \text{Vacc} * \text{Iacc} + \text{Veccncc} * \text{Ieccncc})$$

$$\text{An} =$$

100000

$$\text{cosfin} =$$

0.8000

$$\text{Vn} =$$

400

$$\text{xs} =$$

1.7000

$$\text{fn} =$$

50

$$\text{Rs} =$$

0.2000

$$\text{Veccn} =$$

500

$$\text{Ieccn} =$$

3

$$\text{PL} =$$

50000

$$\text{VL} =$$

400

$\cos fiL =$

0.7500

$p =$

2

$Pncc =$

120000

$Vncc =$

450

$racc =$

0.0220

$Veccncc =$

400

$Ieccncc =$

1

$Nncc =$

1800

$In =$

144.3376

$Xs =$

2.7200

$IL =$

96.2250

Ere =

418.4934

Eim =

183.5697

E =

456.9842

Eren =

489.5930

Eimn =

296.7580

En =

572.5091

Vecc =

399.1065

Pmecc =

5.5556e+04

omega =

157.0796

T =

353.6777

Incc =

272.6653

Racc =

0.0363

omncc =

188.4956

kcc =

2.3348

Iacc =

151.4807

Tncc =

636.6198

Vacc =

372.2500

Recc =

166.6667

rend =

0.8659

Published with MATLAB® R2017a

```

%ese2
clc
clear all
%dati trafo
An=400e3
ks=173
V1n=3000
V1=V1n
I1=60
cosfi1=0.85
vcc=5/100
cosficc=0.5
po=0.3/100
io=1/100

%dati carico
V1=V1n
I1=60
cosfi1=0.85

%svolgimento
kt=ks/sqrt(3)
V2n=V1n/kt
I1n=An/(sqrt(3)*V1n)
I2n=An/(sqrt(3)*V2n)
Po=po*An
Io=io*I1n
Vcc=vcc*V2n
Ro=V1n^2/Po
cosfio=Po/(sqrt(3)*V1n*Io)
Qo=Po*tan(acos(cosfio))
Xo=V1n^2/Qo
Pcc=sqrt(3)*Vcc*I2n*cosficc
Qcc=Pcc*tan(acos(cosficc))
Rcc=Pcc/(3*I2n^2)
Xcc=Rcc*tan(acos(cosficc))
%applico Boucherot
P1=sqrt(3)*V1*I1*cosfi1
Q1=P1*tan(acos(cosfi1))
PB=P1-Po
QB=Q1-Qo
VB=V1
IB=sqrt(PB^2+QB^2)/(sqrt(3)*VB)
IBB=kt*IB
PC=PB-3*Rcc*IBB^2
QC=QB-3*Xcc*IBB^2
IC=IBB
VC=sqrt(PC^2+QC^2)/(sqrt(3)*IC)
cosfiC=PC/(sqrt(3)*VC*IC)

An =

```

400000

$ks =$

173

$Vln =$

3000

$Vl =$

3000

$I1 =$

60

$cosfil =$

0.8500

$vcc =$

0.0500

$cosficc =$

0.5000

$po =$

0.0030

$io =$

0.0100

$Vl =$

3000

$I_1 =$

60

$\cos\phi_1 =$

0.8500

$k_t =$

99.8816

$V_{2n} =$

30.0356

$I_{1n} =$

76.9800

$I_{2n} =$

7.6889e+03

$P_o =$

1200

$I_o =$

0.7698

$V_{cc} =$

1.5018

$R_o =$

7500

$\cos\phi_o =$

0.3000

$$Qo = 3.8158e+03$$

$$Xo = 2.3586e+03$$

$$Pcc = 1.0000e+04$$

$$Qcc = 1.7321e+04$$

$$Rcc = 5.6383e-05$$

$$Xcc = 9.7659e-05$$

$$P1 = 2.6500e+05$$

$$Q1 = 1.6423e+05$$

$$PB = 2.6380e+05$$

$$QB = 1.6042e+05$$

$$VB = 3000$$

$IB =$

59.4190

$IBB =$

5.9349e+03

$PC =$

2.5785e+05

$QC =$

1.5010e+05

$IC =$

5.9349e+03

$VC =$

29.0241

$cosfiC =$

0.8642

Published with MATLAB® R2017a

```

clear all
clc
%ESE 3
%dati macchina asincrona
Pn=150e3;
Vn=380;
n=4;
f=50;
Rs=12e-3;
cosfin=0.85
Io=2;
Po=3400;

pcc=5/100
cosficc=0.3
Po=6e3
Io=150

PL=100e3

%parametri
Pcc=pcc*Pn
Pfe=Po-3*Rs*Io^2
Rfe=Vn^2/Pfe
cosfio=Pfe/(sqrt(3)*Vn*Io)
Qfe=Pfe*tan(acos(cosfio))
Xo=Vn^2/Qfe
In=(Pn+Pfe+Pcc)/(sqrt(3)*Vn*cosfin);
Rr=(Pcc-3*Rs*In^2)/(3*In^2)
Qcc=Pcc*tan(acos(cosficc));
Xcc=Qcc/(3*In^2)
%calcolo coppia
K=n*Vn^2/(Rr*2*pi*f)
om=2*pi*f
A=K*om/n
B=-A
C=PL
s1=(-B-sqrt(B^2-4*A*C))/(2*A)
s2=(-B+sqrt(B^2-4*A*C))/(2*A)
omegam=om/n*(1-s1)
%calcolo della corrente assorbita dall'asincrono
Ir_m1=(Vn/(sqrt(3)))/(sqrt((Rs+Rr/s1)^2+(Xcc)^2))
Ptot=PL+3*(Rs+Rr)*Ir_m1^2
Qtot=3*Xcc*Ir_m1^2
P_m1=Ptot+Pfe
Q_m1=Qtot+Qfe
fi_m1=atan(Q_m1/P_m1)
cosfi_m1=cos(fi_m1)
sinfi_m1=sin(fi_m1)
I_m1=(sqrt(P_m1^2+Q_m1^2))/(sqrt(3)*Vn)
rend=PL/P_m1

```

$\cos fin =$

0.8500

$pcc =$

0.0500

$\cos ficc =$

0.3000

$Po =$

6000

$Io =$

150

$PL =$

100000

$Pcc =$

7500

$Pfe =$

5190

$Rfe =$

27.8227

$\cos fio =$

0.0526

$Qfe =$

9.8590e+04

$X_o =$

1.4646

$R_r =$

0.0176

$X_{cc} =$

0.0940

$K =$

1.0469e+05

$\omega_m =$

314.1593

$A =$

8.2220e+06

$B =$

-8.2220e+06

$C =$

100000

$s_1 =$

0.0123

$s_2 =$

0.9877

$\omega_{gam} =$

77.5727

$I_{r_m1} =$

152.2203

$P_{tot} =$

1.0205e+05

$Q_{tot} =$

6.5345e+03

$P_{m1} =$

1.0724e+05

$Q_{m1} =$

1.0512e+05

$f_{i_m1} =$

0.7754

$\cos f_{i_m1} =$

0.7141

$\sin f_{i_m1} =$

0.7000

$I_{m1} =$

228.1683

$rend =$

0.9324

Published with MATLAB® R2017a