

## Simulazione con **SPEED** e **FLUX**

### Simulazione di motore ad induzione trifase per lavastoviglie e forni

- n° poli: 4
- n° cave statore: 36
- n° barre rotore: 28

# Simulazione con SPEED

PC-IND 4.0 (Consorzio) - C:\LAVORO\FIR\_FIR\_3F\_L1M1

File Data Outline Analysis Tools Options Window Help

Warnings Errors

Shaft radius

Outline Editor

RadSh 15.0000 (x,y)=(-5,462,63,311)

Rad0 15.0000

Rad1 39.7000

Gap 0.3000

Poles 4

Slots 36

LamShape Circle

Rad3 67.5000

S-slot Flared

SD\_S 15.5000

TW\_S 3.6000

SO\_S 2.4000

TGD\_S 0.7800

TGANG\_S 45.0000

SO2 2.4000

FilletSB 1.5000

Lstk 85.0000

Stf 0.9700

TGorSO TGang

R\_Bars 28

NumHoles 0

RHole Round

PCDia 25.0000

HoleDia 4.0000

MConfig Int

DbiCage false

Bar1 Type5

RoShift 0.0000

Edit View Full motor

PC-IND 4.0 (Consorzio) - C:\LAVORO\FIR\_FIR\_3F\_L1M1

File Data Winding Analysis Tools Options Window Help

Warnings Errors

Winding Type

Winding

Slot	Ph.1	Ph.2	Ph.3	Total	SFg	SFn
1	70	0	0	70	0.3354	0.6481
2	70	0	0	70	0.3354	0.6481
3	70	0	0	70	0.3354	0.6481
4	0	-70	70	0.3354	0.6481	
5	0	-70	70	0.3354	0.6481	
6	0	-70	70	0.3354	0.6481	
7	0	70	0	0.3354	0.6481	
8	0	70	0	0.3354	0.6481	
9	0	70	0	0.3354	0.6481	
10	-70	0	0	0.3354	0.6481	
11	-70	0	0	0.3354	0.6481	
12	70	0	0	0.3354	0.6481	
13	0	0	70	0.3354	0.6481	
14	0	0	70	0.3354	0.6481	
15	0	0	70	0.3354	0.6481	
16	0	-70	0	0.3354	0.6481	
17	0	-70	0	0.3354	0.6481	
18	0	-70	0	0.3354	0.6481	
19	70	0	0	0.3354	0.6481	
20	70	0	0	0.3354	0.6481	
21	70	0	0	0.3354	0.6481	
22	0	0	-70	0.3354	0.6481	
23	0	0	-70	0.3354	0.6481	
24	0	0	-70	0.3354	0.6481	
25	0	70	0	0.3354	0.6481	
26	0	70	0	0.3354	0.6481	
27	0	70	0	0.3354	0.6481	
28	0	70	0	0.3354	0.6481	
29	0	70	0	0.3354	0.6481	
30	0	70	0	0.3354	0.6481	
31	0	70	0	0.3354	0.6481	
32	0	70	0	0.3354	0.6481	
33	0	70	0	0.3354	0.6481	
34	0	70	0	0.3354	0.6481	
35	0	70	0	0.3354	0.6481	
36	0	70	0	0.3354	0.6481	

WdgType Lap

CnsqPole true

TC 70

Throw 9

CPP 3.0000

Offset 4

Phase All

Harmonic 0

PC-IND 4.0 (Consorzio) - C:\LAVORO\FIR\_FIR\_3F\_L1M1

File Data Outline Analysis Tools Options Window Help

Warnings Errors

Change the motor view

Outline Editor

BarExt 0.0000

ERType1 Type D

ERODia1 78.0000

ERIDia1 48.0000

ERthk1 10.0000

ERLedge1 0.0000

Rim1 0.0000

ERType2 Type D

ERODia2 78.0000

ERIDia2 48.0000

ERthk2 10.0000

ERLedge2 0.0000

Rim2 0.0000

NRFins1 0

NRFins2 0

NSDuct 0

NRDuct 0

RadSh2 15.0000

RadSh3 15.0000

ShDens 7800.0000

AxExSh1 0.0000

AxExSh2 30.0000

AxExSh3 30.0000

MConfig Int

DbiCage false

Bar1 Type5

RoShift 0.0000

Edit View Axial sect.

PC-IND 4.0 (Consorzio) - C:\LAVORO\FIR\_FIR\_3F\_L1M1

File Data Analysis Eq.Ckt Results Tools Options Window Help

Warnings Errors

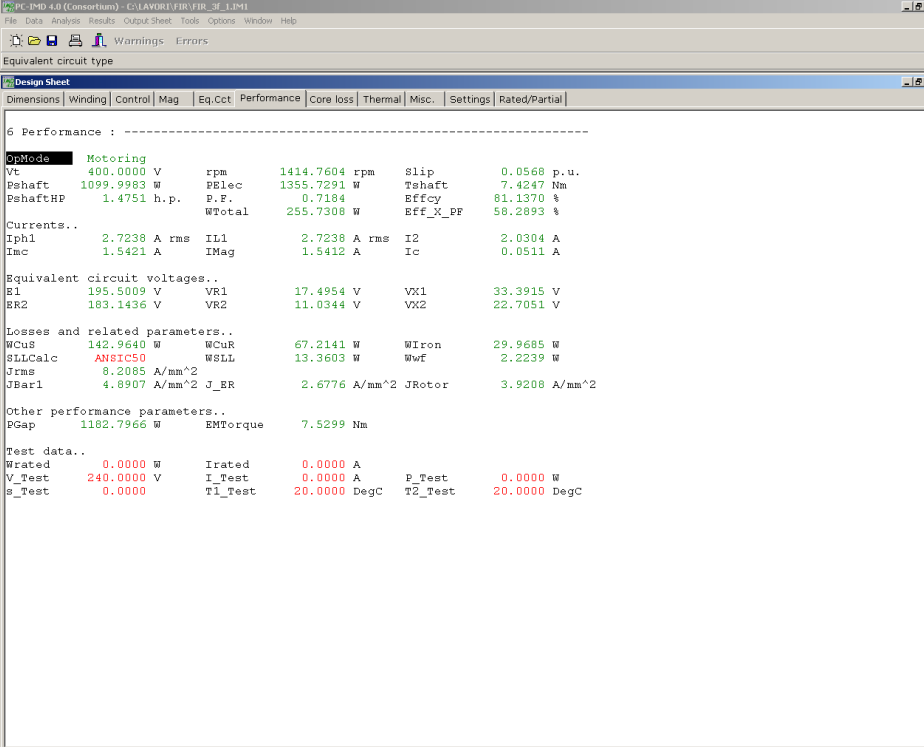
Simulation completed. See Results menu for output data.

Induction Motor Per Phase Equivalent Circuit

$I_1 = 2.7252$   
 $I_{mc} = 1.5418$   
 $I_2 = 2.0292$   
 $R_1 = 6.4230$   
 $X_1 = 12.2590$   
 $X_2 = 11.1824$   
 $R_{rb} = 0.0000$   
 $Z_{in} = 60.8146 + j59.0169$   
 $V_1 = 230.9401$   
 $V_{R1} = 17.5038$   
 $V_{X1} = 33.4079$   
 $V_{X2} = 22.6910$   
 $V_{R2} = 194.1469$   
 $R_2 = 5.4345$   
 $S_{lip} = 0.0568$   
 $E_1 = 195.4684$   
 $R_c = 3826.0732$   
 $X_m = 126.8491$   
 $I_c = 0.0511$   
 $I_{Mag} = 1.5410$

**T<sub>gap</sub> = 7.5240 Nm**  
**Effic<sub>y</sub> = 81.2868 %**  
**P.F. = 0.7176**  
**Total loss = 253.5521 W**

# Simulazione con SPEED

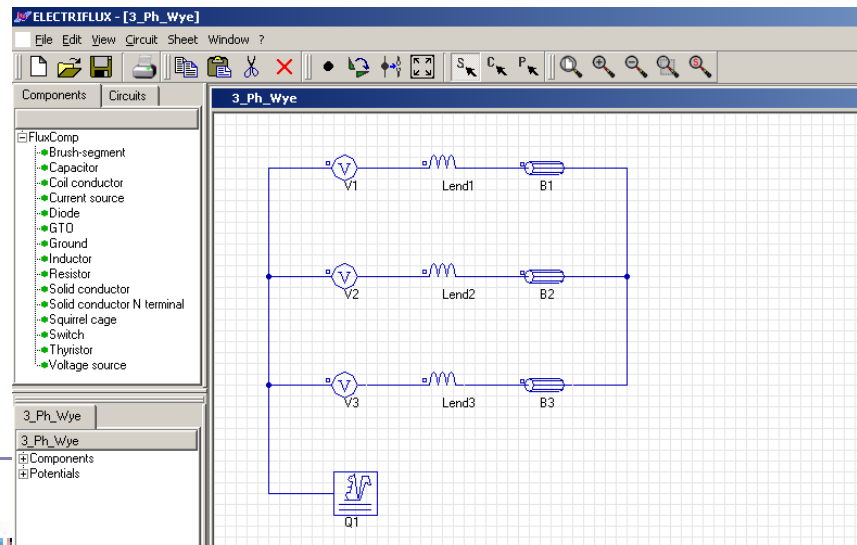
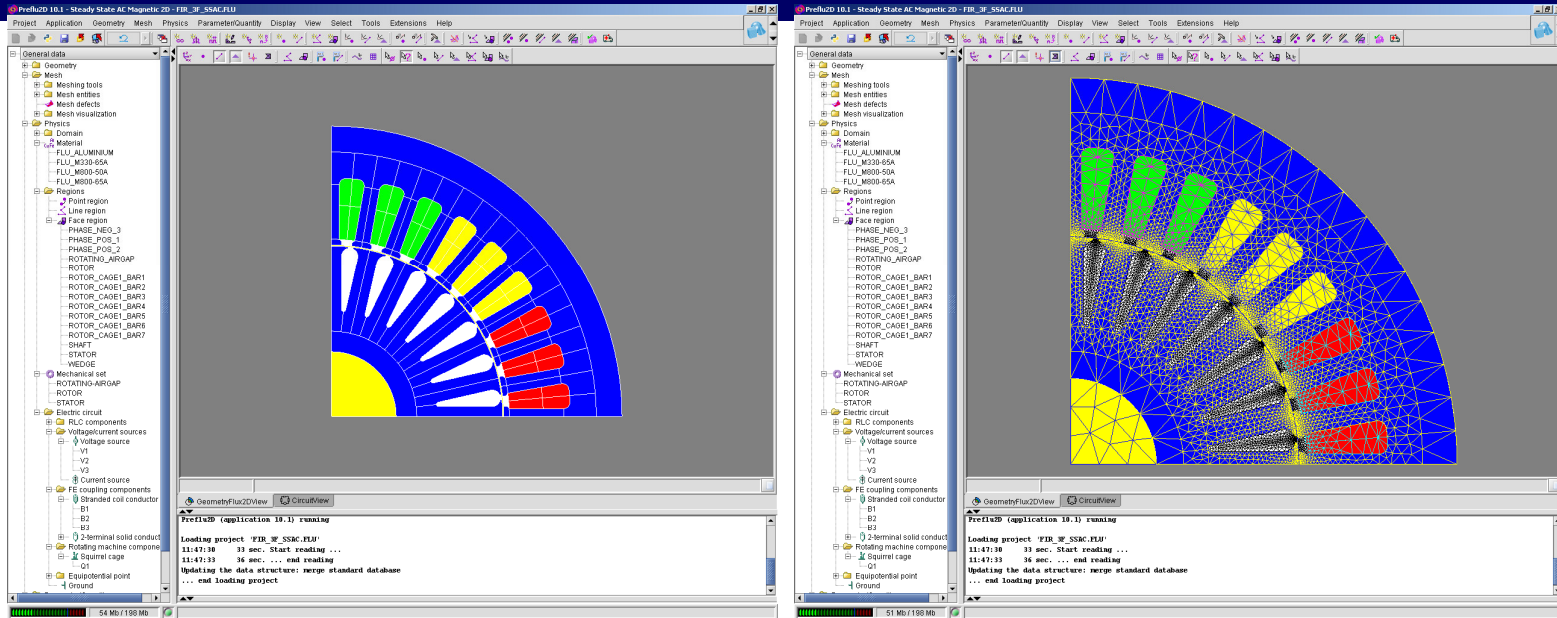


6 Performance :					
Mode	Motoring				
Vt	400.0000 V	rpm	1414.7604 rpm	Slip	0.0568 p.u.
Pshaft	1099.9983 W	PElec	1355.7291 W	Tshaft	7.4247 Nm
PshaftHP	1.4751 h.p.	P.F.	0.7184	Effcy	81.1370 %
		WTotal	255.7308 W	Eff_X_PF	58.2893 %
Currents..					
Iph1	2.7238 A rms	IL1	2.7238 A rms	I2	2.0304 A
Imc	1.5421 A	IMag	1.5412 A	Ic	0.0511 A
Equivalent circuit voltages..					
E1	195.5009 V	VR1	17.4954 V	VX1	33.3915 V
ER2	183.1436 V	VR2	11.0344 V	VX2	22.7051 V
Losses and related parameters..					
WCuS	142.9640 W	WCuR	67.2141 W	WIron	29.9685 W
SLLCalc	ANSIC50	WSLL	13.3603 W	Wwf	2.2239 W
Jrms	8.2085 A/mm <sup>2</sup>				
JBar1	4.8907 A/mm <sup>2</sup> J_ER		2.6776 A/mm <sup>2</sup> J_Rotor		3.9208 A/mm <sup>2</sup>
Other performance parameters..					
PGap	1182.7966 W	EMTorque	7.5299 Nm		
Test data..					
Wrated	0.0000 W	Irated	0.0000 A	P_Test	0.0000 W
V_Test	240.0000 V	I_Test	0.0000 A	T1_Test	0.0000 DegC
s_Test	0.0000	T1_Test	20.0000 DegC	T2_Test	20.0000 DegC

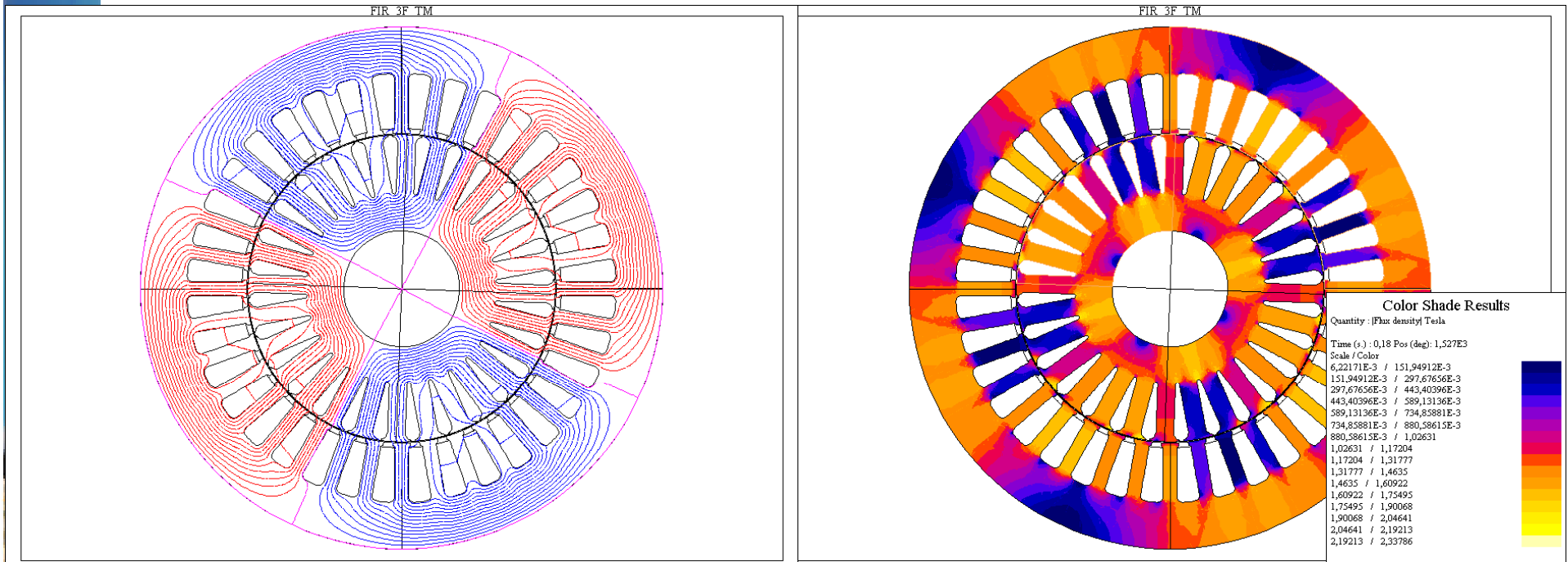
- alimentazione: 400 Vrms – 50 Hz
- velocità: 1414,8 rpm
- scorrimento: 5,7%
- coppia: 7,42 N.m
- potenza out: 1100 W (p.to lavoro)

- potenza in: 1355,7 W
- rendimento: 81,1%
- corrente linea: 2,7 Arms

# Simulazione transient-magnetic con Flux2D



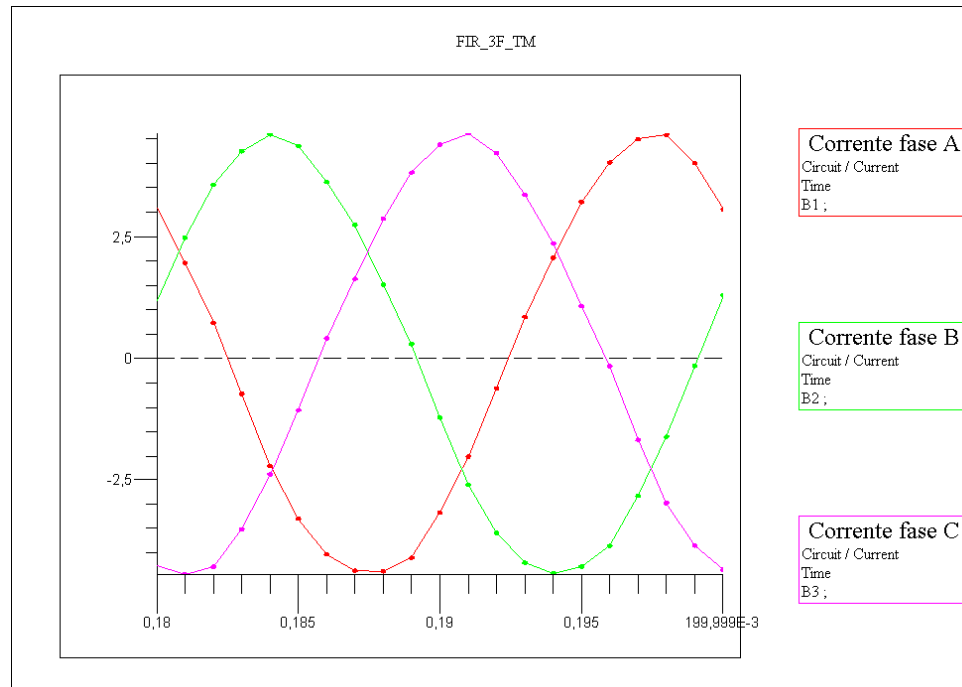
# Simulazione *transient-magnetic* con Flux2D velocità: 1414,8 rpm



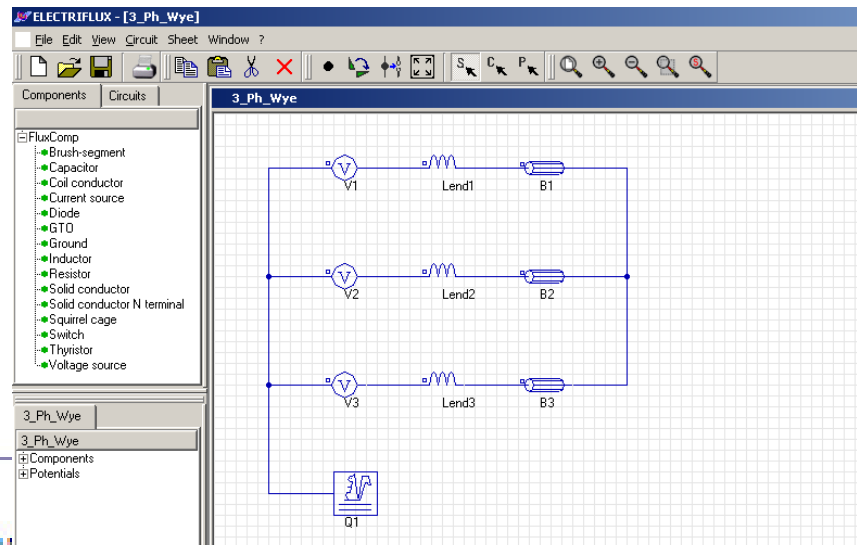
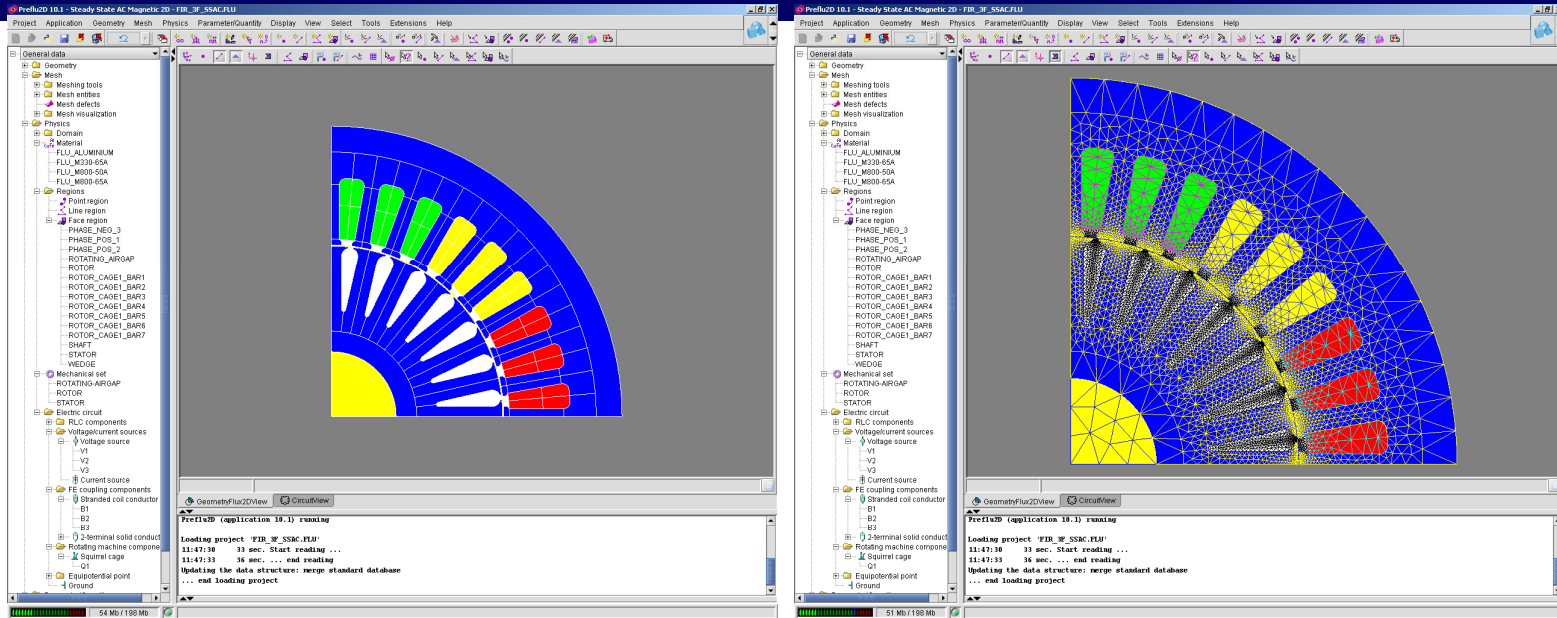
**Coppia:**

**7,31N.m**

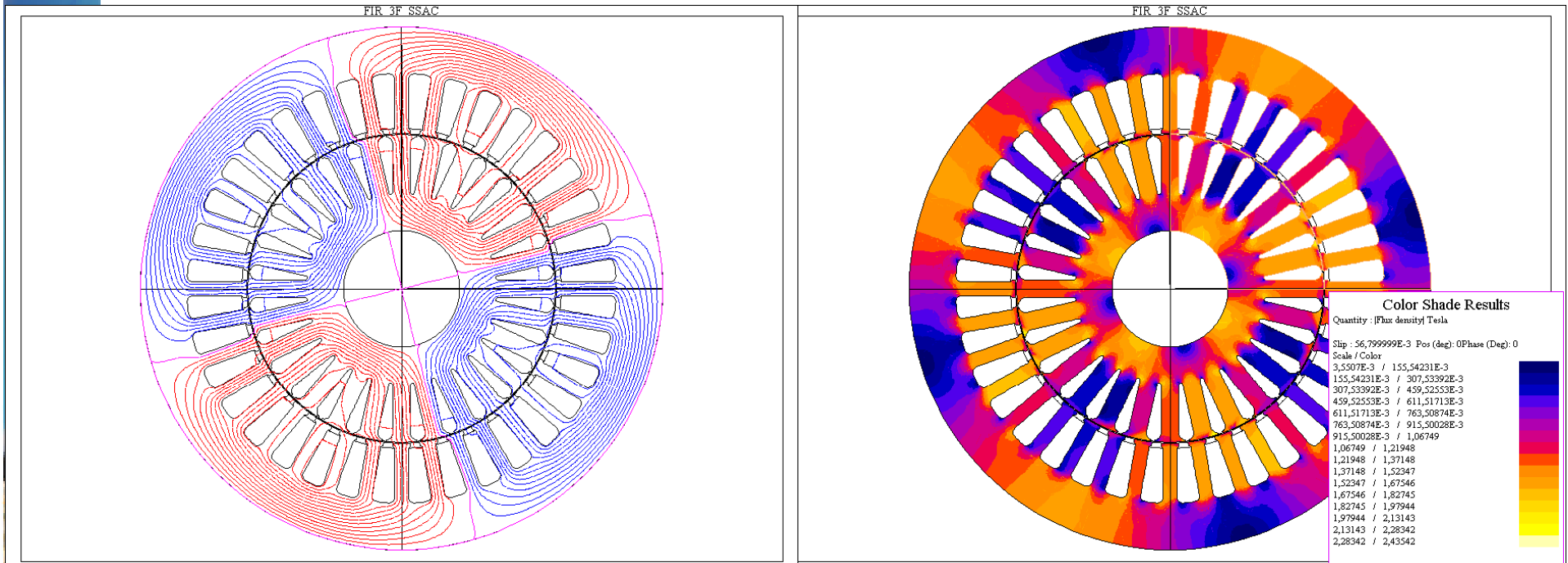
# Simulazione *transient-magnetic* con Flux2D velocità: 1414,8 rpm



# Simulazione steady-state con Flux2D



# Simulazione *steady-state* con Flux2D scorrimento: 5,7%



- coppia: 6,96 N.m  
- corrente linea: 3,4 Arms

# Simulazione con **SPEED** e **FLUX**

## Simulazione di motore ad induzione monofase con condensatore permanente

- n° poli: 4
- n° cave statore: 36
- n° barre rotore: 28

# Simulazione con SPEED

PC-IND 4.0 (Consistent) - C:\LAVORO\FIR\_FIR\_M\_LPM1

File Data Outline Analysis Tools Options Window Help

Shaft radius

Warnings Errors

Outline Editor

RadSh	15.0000	(x,y)=(-5,462,63,311)
Rad0	15.0000	
Rad1	39.7000	
Gap	0.3000	
Poles	4	
Slots	36	
LamShape	Circle	
Rad3	67.5000	
S-slot	Flared	
SD_S	15.5000	
TW_S	3.6000	
SO_S	2.4000	
TGD_S	0.7800	
TGANG_S	45.0000	
SO2	2.4000	
FilletSB	1.5000	
Lstk	85.0000	
Stf	0.9700	
TGorSO	TGang	
R_Bars	28	
NumHoles	0	
RHole	Round	
PCDia	25.0000	
HoleDia	4.0000	
MConfig	Int	
DbiCage	false	
Bar1	Type5	
RoShift	0.0000	
Edit View	Full_motor	

PC-IND 4.0 (Consistent) - C:\LAVORO\FIR\_FIR\_M\_LPM1

File Data Winding Analysis Tools Options Window Help

How aux winding is specified; FullSpec = Full specification

Warnings Errors

Winding

Slot	Ph.1	Ph.2	Total	SFg	SFn
1	36	0	36	0.4472	0.8581
2	38	0	38	0.4720	0.9058
3	38	0	38	0.4720	0.9058
4	0	-58	58	0.3223	0.5992
5	0	+58	58	0.3223	0.5992
6	0	-58	58	0.3223	0.5992
7	0	+58	58	0.3223	0.5992
8	+38	0	38	0.4720	0.9058
9	+38	0	38	0.4720	0.9058
10	-36	0	36	0.4472	0.8581
11	-38	0	38	0.4720	0.9058
12	30	0	30	0.4780	0.9050
13	0	58	58	0.3223	0.5992
14	0	-58	58	0.3223	0.5992
15	0	58	58	0.3223	0.5992
16	0	-58	58	0.3223	0.5992
17	38	0	38	0.4720	0.9058
18	38	0	38	0.4720	0.9058
19	36	0	36	0.4472	0.8581
20	38	0	38	0.4720	0.9058
21	38	0	38	0.4720	0.9058
22	0	+58	58	0.3223	0.5992
23	0	-58	58	0.3223	0.5992

AuxSpec FullSpec  
WdgType Custom  
CnsqPole false  
TC 38  
Throw 9  
CPP 3.0000  
Offset 14  
Phase All  
Harmonic 0

PC-IND 4.0 (Consistent) - C:\LAVORO\FIR\_FIR\_M\_LPM1

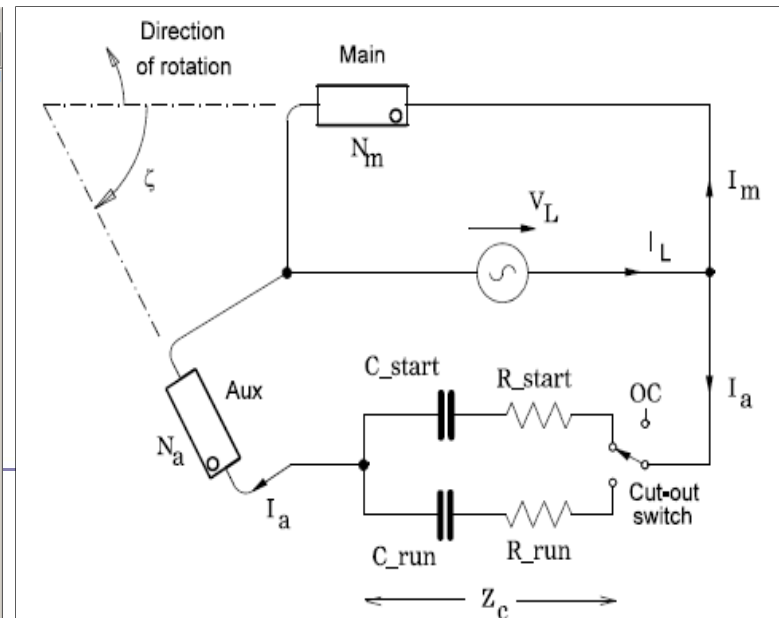
File Data Outline Analysis Tools Options Window Help

Change the motor view

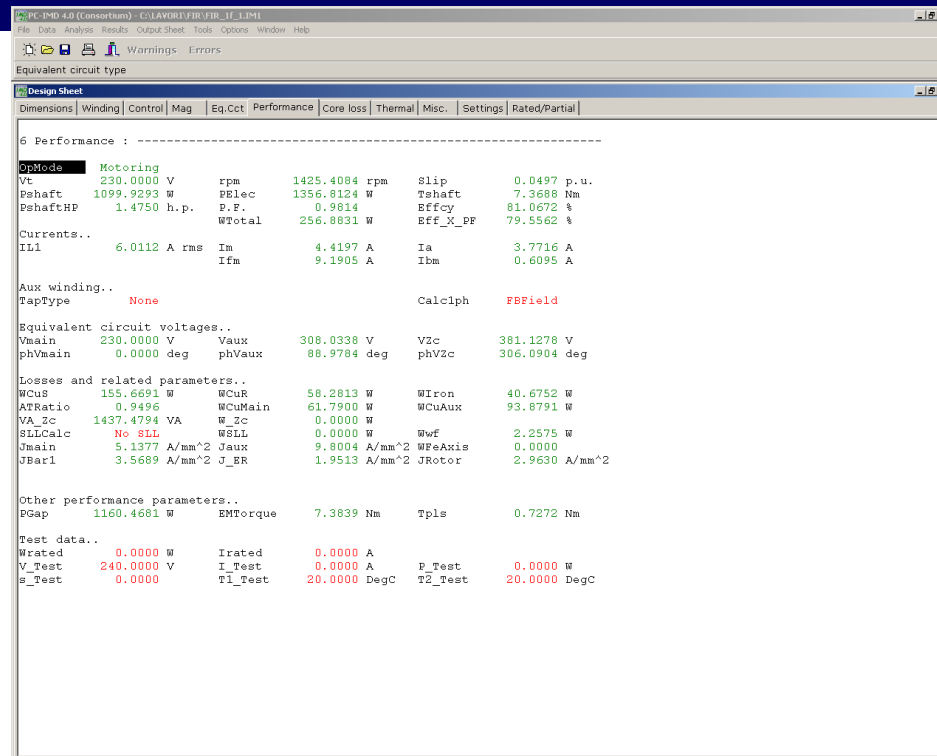
Warnings Errors

Outline Editor

BarExt	0.0000	
ERType1	Type D	
ERODia1	78.0000	
ERIDia1	48.0000	
ERthk1	10.0000	
ERLedge1	0.0000	
Rim1	0.0000	
ERType2	Type D	
ERODia2	78.0000	
ERIDia2	48.0000	
ERthk2	10.0000	
ERLedge2	0.0000	
Rim2	0.0000	
NRFins1	0	
NRFins2	0	
NSDuct	0	
NRDuct	0	
RadSh2	15.0000	
RadSh3	15.0000	
ShDens	7800.0000	
AxExSh1	0.0000	
AxExSh2	30.0000	
AxExSh3	30.0000	
MConfig	Int	
DbiCage	false	
Bar1	Type5	
RoShift	0.0000	
Edit View	Axial sect.	



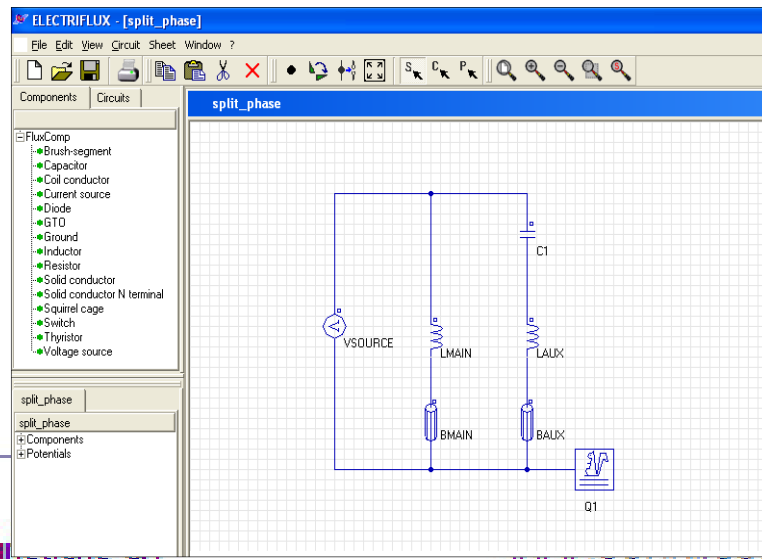
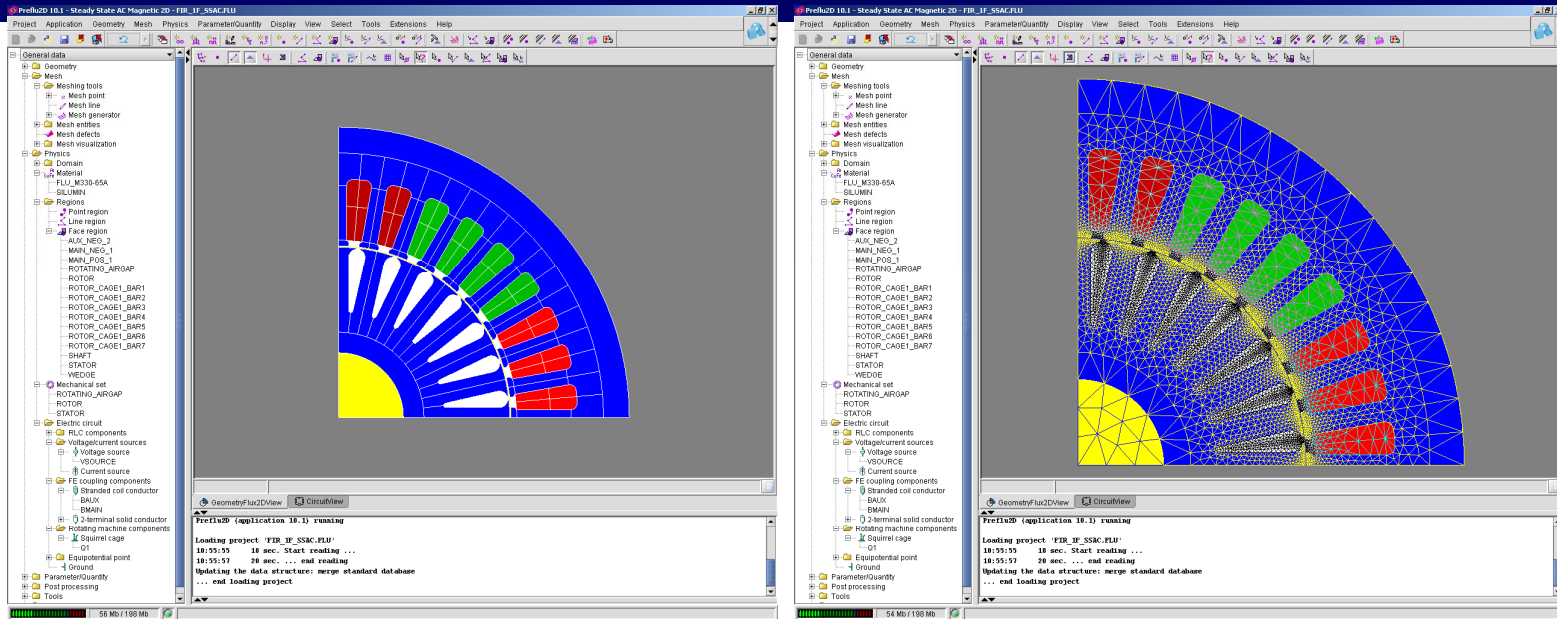
# Simulazione con SPEED



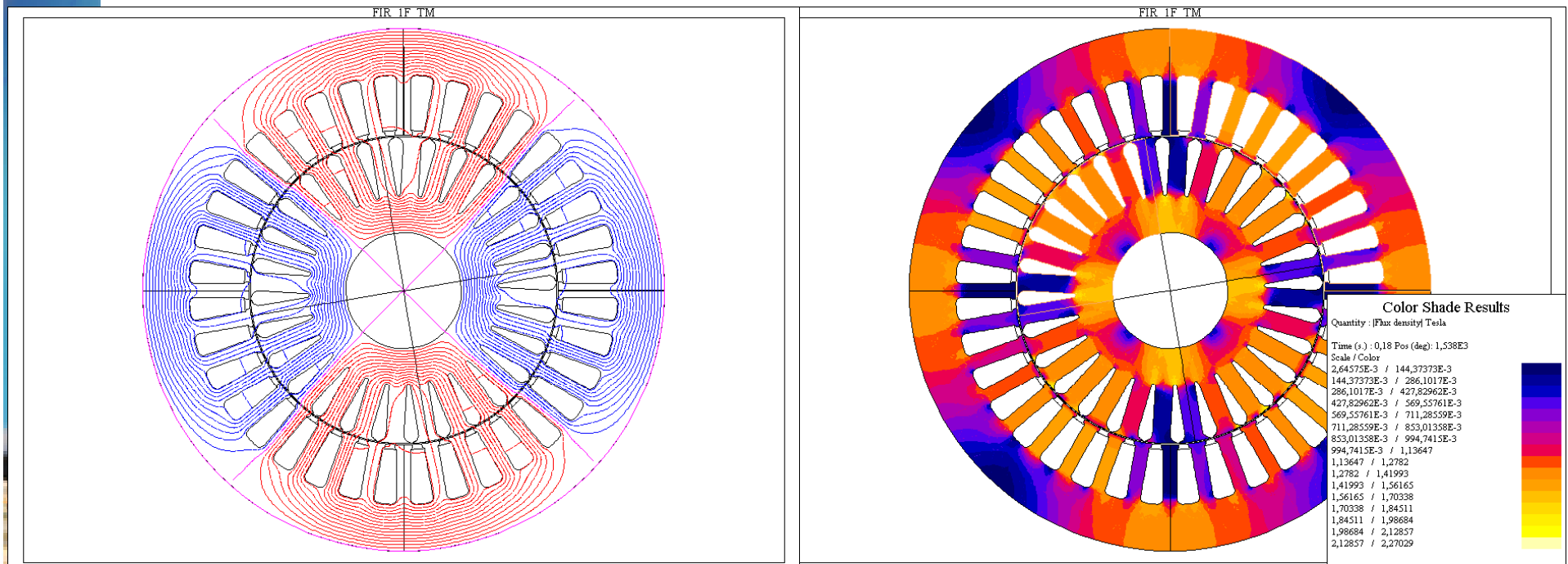
- alimentazione: 230 Vrms – 50 Hz
- velocità: 1425,4 rpm
- scorrimento: 5,0%
- coppia: 7,37 N.m
- potenza out: 1100 W (p.to lavoro)

- potenza in: 1356,8 W
- rendimento: 81,1%
- corrente linea: 6,0 Arms
- corrente main: 4,4 Arms
- corrente aux: 3,8 Arms

# Simulazione transient-magnetic con Flux2D

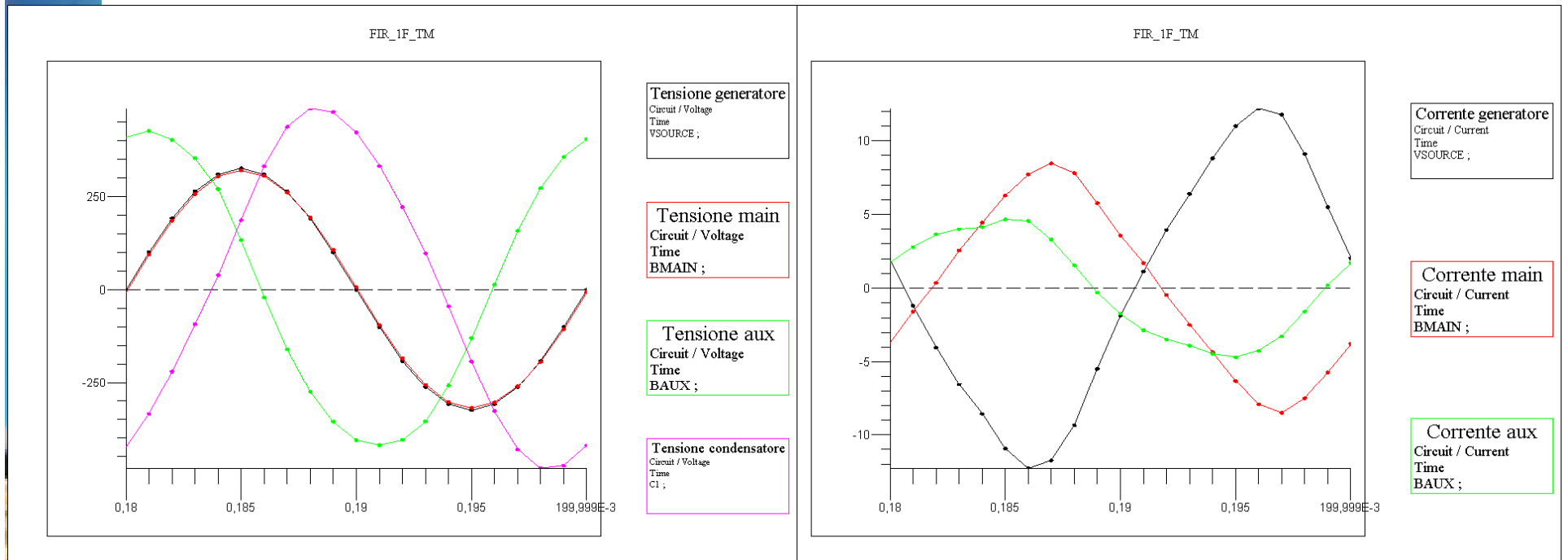


# Simulazione *transient-magnetic* con Flux2D velocità: 1425,4 rpm

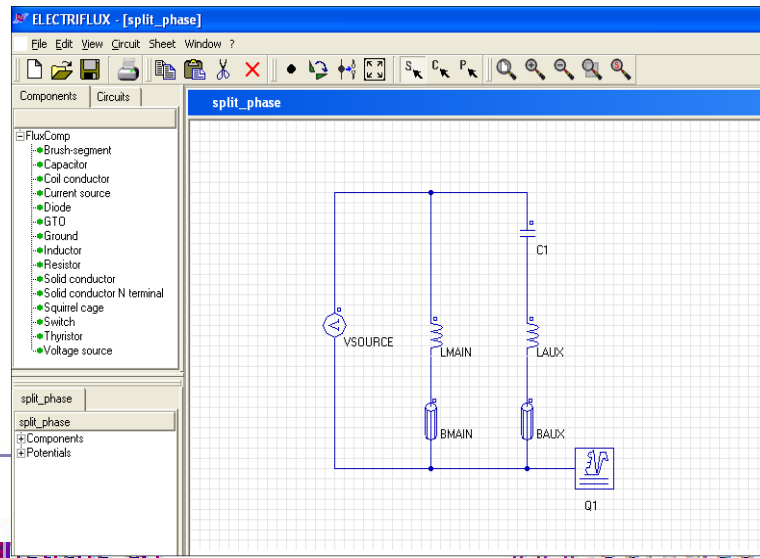
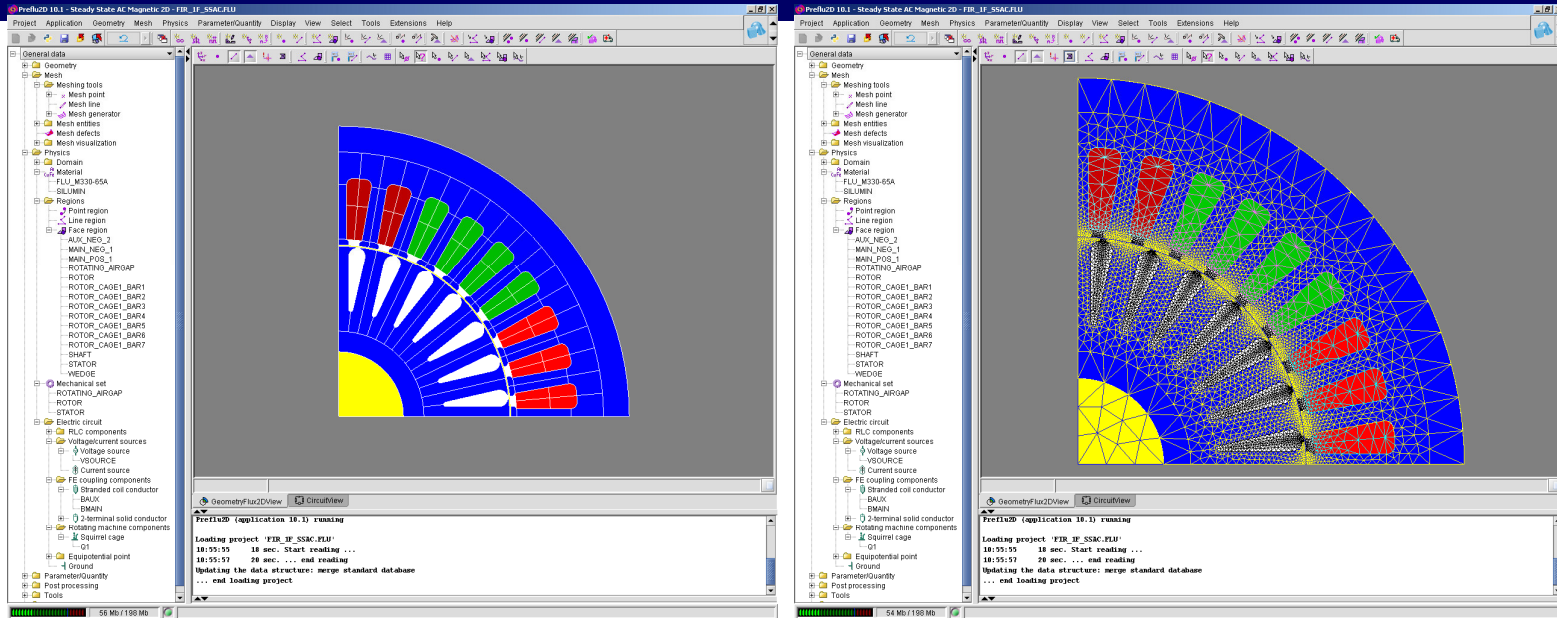


**Coppia: 7,49 N.m**

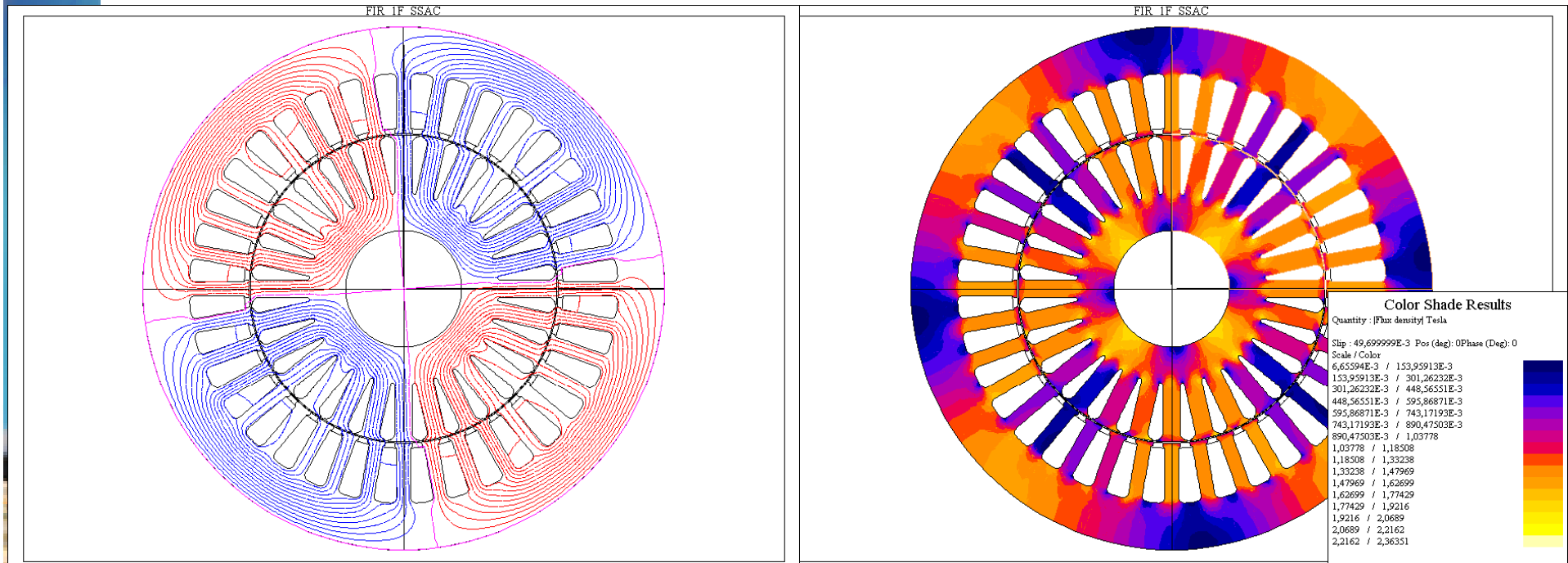
# Simulazione *transient-magnetic* con Flux2D velocità: 1425,4 rpm



# Simulazione steady-state con Flux2D



# Simulazione *steady-state* con Flux2D scorrimento: 5,0%



- coppia: 7,59 N.m
- corrente linea: 6,2 Arms
- corrente main: 4,9 Arms
- corrente aux: 3,9 Arms

# Commenti

## ■ Trifase

### Speed

Deviazione nel calcolo delle correnti : -2,8 %

Deviazione nel calcolo della coppia: < 1 % %

### Flux

#### **Magnetodinamico**

Deviazione nel calcolo delle correnti : < +2,8 %

Deviazione nel calcolo della coppia: -5,8 %

#### **Transiente magnetico**

Deviazione nel calcolo delle correnti : +14,3 %

Deviazione nel calcolo della coppia: - 1,3 %

# Commenti

## ■ Monofase

### Speed

Deviazione nel calcolo delle correnti :  $-1 \% \div -7 \%$

Deviazione nel calcolo della coppia:  $-3,5 \%$

### Flux

#### **Magnetodinamico**

Deviazione nel calcolo delle correnti :  $-1 \div +11 \%$

Deviazione nel calcolo della coppia:  $1 \%$

#### **Transiente magnetico**

Deviazione nel calcolo delle correnti :  $-10 \% \div +21\%$

Deviazione nel calcolo della coppia:  $-1.5 \%$

# Commenti

## ■ Tempi di lavoro

### Speed

Preparazione modello: 1 ora  
Tempo di calcolo : 0 minuti

### Flux

Preparazione modello: 2 ore  
Tempo di calcolo: < 1 minuto (magnetodinamico) - 40 minuti (transiente)

# Commenti

## ■ Benefit

### Speed

- Tempo di calcolo
- Schema di avvolgimento di immediata comprensione
- Elenco dei risultati immediatamente disponibili

### Flux

- Geomertie non standard
- Tempo di calcolo (magnetodinamico)
- Approfondimento della conoscenza della macchina (analisi della saturazione, della distribuzione delle grandezze, transitori ...)
- Per i Brushless a MP: accuratezza dei risultati in caso di analisi della oscillazione di coppia di riluttanza (cogging).

# Commenti

- Limiti delle “demo”

Conoscenza accurata dei materiali utilizzati  
Temperatura delle parti  
Accuratezze delle misure