

ANNEXE A

 ***** PROGRAMME DE DIMENSIONNEMENT *****
 ***** MACHINE ASYNCHRONE A FLUX RADIAL *****

 ***** FICHE DES RESULTATS *****

 ***** DONNEES DU CAHIER DES CHARGES *****

Puissance Utile (W)	Pu	5000.00	5000.00
Tension Simple de Phase (V)	V1	380.00	380.00
Nombre de Phases de la Machine	m1	3.00	3.00
Fréquence Alimentation (Hz)	fs	50.00	50.00
Nombre de Paire de Pole	p	2.00	2.00
Vitesse du Champ Tournant (trs/s)	ns	25.00	25.00
Rendement Estime	Eta	0.87	0.87
Facteur de Puissance Estime	Cosfie	0.87	0.87
Coefficient de Dispersion Estime	Kdisp	0.98	0.98
Puissance Absorbée par la Machine (W)	Pabs	5747	5747
Courant de Phase de la Machine (A)	I1	5.795	5.795
Puissance Interne Apparente (VA)	Si	6460.6	6460.6
Const.Forme Induction Non Sinusoïdale	Kfind	4.000	4.000
Facteur Forme induction dans Entrefer	Kf	1.098	1.098
Facteur Forme induction dans Entrefer	Kf	1.087	1.089
Coefficient de Réouverture du Pole	Kfnp	0.703	0.697
Facteur de Géométrie Estime Machine	Landae1	1.200	0.890
Densité Courant Linéaire Estimée(A/m)	A1	21000	21000
Induction magnet.Estimée Entrefer(T)	Bd	0.580	0.580
Longueur virtuelle estimée (m)	lie	0.141	0.098
Pas Polaire estime (m)	Taue	0.118	0.110
Coef.Utilisation estime minimum	Cest1	1.354	2.246
Entrefer Estime (m)	Delta	0.00035	0.00034
Effort Tangentiel Apparent Estime (N/m²)	Sigma	8231.6	13651.1
Nombre Encoche/Pole et /Phase	q1	3	3
Fact.distribution Onde fondamentale	Kd1	0.960	0.960
Coefficient de raccourcissement	Kp1	0.940	0.940

***** PARTIE UNE *****

***** 01 -- CALCULS PRELIMINAIRES *****

Coefficient d'Enroulement	Kw1	0.902	0.902
Nombre Encoches de la machine	Z1	36	36

***** 02 -- DIMENSIONS GEOMETRIQUES *****

Détermination du Diamètre(m)	D1	0.15000	0.14000
------------------------------	----	---------	---------

Annexe

Calcul Pas Polaire (m)	Tauc1	0.12000	0.12000
Longueur virtuelle (m)	lic	0.14100	0.14100
Calcul du Facteur de Géométrie	Landac1	1.200	0.890
Calcul du Coefficient d'Utilisation	Ccal1	1.354	2.246

***** PARTIE DEUX *****

***** DIMENSIONNEMENT DU STATOR *****

***** 01 -- Nombre de Spires Par Phase *****

Surface du Pas Polaire (m²)	Spp1	0.01692	0.01692
Nombre de Spires Par Phase	Nsph11	300.6	300.6
Nombre de Spires choisies Par Phase	NsphCh11	288	288
Nombre total de Conducteurs du stator	z1	1804	1804
Nombre Conducteurs/encoche du stator	Nz1	48	48
Induction Recalculée dans Entrefer (T)	Bdr	0.605	0.605
Induction Recalculée dans Entrefer(T)	Bdr	0.553	0.558
Entrefer Delta--Machines Asynchrone(m)	Deltac1	0.00035	0.00034
Flux Utile Dans Entrefer (Wb)	FluxU	0.00652	0.00652
Flux Utile Dans Entrefer (Wb)	FluxU	0.00658	0.00658
Coefficient de Dispersion	SigH1	0.02249	0.02249
Flux Total (Wb)	FluxT	0.00652	0.00652
Densitélinéaire (A/m)			

***** 02 -- Dimensionnement Enroulement Statorique *****

Densite du Courant Statorique (A/mm²)	Jcond1	4000000	3000000
Epaisseur isolant du Conducteur (mm)	Episcd.	0.00020	0.00020
Epaisseur Gaine Protection Bobine Fer(m)	EpG	0.00050	0.00050
Jeu entre conducteurs gaine isolation(m)	Jeu	0.00050	0.00050
Epaisseur des Calles (m)	EpCal.	0.00200	0.00200
Largeur Encoche (m)	LEnc	0.00919	0.01239
Profondeur Encoche (m)	PEnc	0.02433	0.02254
Epaisseur Gorge Encoche (m)	EpgorZd1	0.00200	0.00200
Resistivite Enroulement Stator(Ohm.m)	Rho1	2.15e-008	2.15e-008
Densite Volumique du Cuivre (kG/m³)	GamaCu1	8890	8890
Densite Volumique du Fer (kG/m³)	GamaFe1	7600	7600
Induction Estimee dans Culasse(T)	BCul1	1.200	1.200
Coefficient Remplissage(Foisonnement)	Kr	0.900	0.900

***** 03 --Dimensionnement des encoches statoriques *****

Section Enroulement Statorique (mm²)	Scond1	1.45e-006	1.93e-06
Diametre Conducteur (mm)	Dcond1	0.00135812	0.00156822
Diametre Normalise Choisi (mm)	Dnordc1	0.00155812	0.00176822
Largeur Normalisee Choisi (mm)	Lnordc1	0.00120360	0.00138980
Hauteur Normalisee Choisi (mm)	Hnordc1	0.00120360	0.00138980
Section Normalisée (m²)	Snordc1m	1.45e-006	1.93e-06
Largeur Conducteur isole (mm)	Lcdi	0.001	0.002
Hauteur Conducteur isole (mm)	Hcdi	0.001	0.002
Section Conducteur isole (m²)	Scdism	1.97e-006	2.53e-06

Annexe

Pas dentaire Statorique (m)	Pdz1	0.013	0.013
Profondeur Encoche Calculée (m)	PEnc	0.024	0.023
Facteur de Remplissage Encoche	FREncm	0.600	0.600

***** 04 -- Resistance par Phase du Stator *****

Coefficient Tete de Bobine	KTB	1.300	1.300
Largeur Moyenne Tete de Bobine (m)	lf	0.171	0.171
Long.Moy.(demi-Spire) Conduct.(m)	LmoyCond	0.312	0.312
long.Totale Enroulement Stator (m)	LTCCond1	539.712	539.712
Resistance Phase Enroul.Stator(Ohm)	Rph1m	2.670	2.003

***** 05 -- Reactance de Fuite Totale Par Phase du Stator *****

Permeance Zone Dent.Stator(Unite???)	PermZ1	8.24e-008	7.9e-08
Permeance Flux diff.Stator(Unite???)	PermD1	9.89e-008	1.04e-07
Permeance Tete BobineStator(Unite???)	PermB1	4.99e-008	4.99e-08
React.FuiteTotale/Phase Stator(Ohm)	Xf1	6.021	6.076

***** PARTIE TROIS *****

***** DIMENSIONNEMENT DU ROTOR *****

Nombre de Conducteurs Par Phase du Rotor	Nsph2	0.5	0.5
Nombre Encoches du Rotor	Z2	30	30
Nombre Encoches par Phase	Kq	1	1
Coefficient de Racourcissement	Ks	1	1
Coef Pertes Ventil.-Frottement (pcent)	KPVF	0.0	0.0
Coef Pertes Superf.-Pulsat.Dents (pcent)	KPSup	0.0	0.0
Glissement Estimé (pcent)	Glise	0.040	0.040
Densite de Courant dans Anneau (A/mm²)	JAn	4000000	4000000
Resistivite Al. Enroul.Rotor(Ohm.m)	RhoAl2	3.43e-008	3.43e-08
Densite de Courant Barre (A/mm²)	JBar	4000000	4000000
Densite Volumique Aluminium (kG/m³)	GamaAl2	2700	2700
DensiteVolumiqueFer Rotor (kG/m³)	GamaFe2	7600	7600
Induction Culasse Rotorique (T)	BCul2	0.606	0.605

***** 01 -- Dimensionnement de la Cage du Rotor *****

Pas Dentaire Rotorique (m)	TauZ2	0.014	0.014
FEM a Vide de chaque Barre Rotorique (V)	E2Bar	0.715	0.715
Pertes Vent. et Frottement (W)	PVF	50.000	50.000
Pertes Supplementaires (W)	PSup	25.000	25.000
Courant de Barre Rotorique (A)	IBar	246.325	246.325
Courant dans Anneau Rotorique (A)	IAn	592.378	592.378
Epaisseur Anneau Cage (mm)	EpAn	0.010	0.010
Profondeur Anneau Cage (mm)	ProfAn	0.012	0.012
Longueur moyenne Anneau (mm)	LAn	0.447	0.447

***** 02 -- Calcul Resistance Equivalente par Phase du Rotor *****

Resistance Anneau a 75°C (Ohm)	RAn	1.57e-006	1.57e-006
Epaisseur Barre Cage (mm)	EpBar	0.009	0.009
Profondeur Barre Cage (mm)	ProfBar	0.009	0.009
Longeur Barre Cage (mm)	LBar	0.162	0.162
Resistance de la Barre a 75°C (Ohm)	RBar	9e-005	9e-005
Resist.Equival./Phase Rotor 75°C(Ohm)	Rph2	9.76e-005	9.76e-05

***** 03 -- Calcul Reactance de Fuites Totale du Rotor *****

Permeance Zone Dentaire Rotorique	PermZ2	1.2e-007	1.2e-007
Permeance Flux differentiel Rotorique	PermD2	7e-007	7.4e-007
PermeanceTete de Bobine Rotorique	PermB2	1.2e-007	1.2e-007
Reactance Totale du Rotor (Ohm)	Xf2	0.000147	0.000153

***** PARTIE QUATRE *****

***** CALMCUL DU POIDS TOTAL DU MOTEUR *****

***** 01 -- Calcul du Poids Total du Stator *****

Epaisseur Culasse Stator (m)	EpCul1	0.022	0.022
DiametreExterieur Culasse Stator (m)	DExCul1	0.249	0.245
Poids Fer Culasse du Stator (kG)	PFeCul1	15.180	14.909
Poids Fer Zone dentaire du Stator(kG)	PFeZd1	5.365	4.958
Pas de encoche (m)	TauEnc	0.013	0.013
Facteur de Raccourcissement 11Enc/12Enc	FRac	0.778	0.778
Poids de Cuivre du Stator (kG)	PCul1m	6.951	9.268
Poids Total du Stator (kG)	PT1	27.496	29.135

***** 02 -- Calcul du Poids Total du Rotor *****

Poids des Barres (kG)	PBar	0.806	0.806
Poids des Anneaux Radiaux (kG)	PAn	0.350	0.350
Poids du Fer Zone Dentaire Rotorique(kG)	PFeZd2	2.179	2.180
Epaisseur de la Culasse Rotorique (m)	EpCul2	0.043	0.043
Poids de la Culasse Rotorique (kG)	PCul2	11.347	11.351
Diametre de Arbre (m)	Darbre	0.045	0.045
Poids du Fer arbre (kG)	PfeAr	2.951	2.951
Poids Total du Rotor Cage Radiale (kG)	PT2	17.633	17.638

***** 03 -- POIDS TOTAL DU MOTEUR *****

POIDS TOTAL DU MOTEUR (kG)	PTM	48.618	50.262
PUISSANCE MASSIQUE DU MOTEUR (kW/kG)	PMASM	0.103	0.099

***** 04 -- INERTIE TOTALE DU MOTEUR *****

***** FACTEUR de QUALITE ET RENDEMENT *****

***** MACHINE ASYNCHRONE A FLUX RADIAL *****

***** 01 -- Resistance Totale Ramenee au Stator *****

Permeabilite du vide	Mu0	1.3e-006	1.3e-006
Coef.de Reduction de la machine	Kred	26988.2	26988.2
Resist. Rotor Ramenee au Stator(Ohm)	Rr21	2.63324	2.63331
Resist. TotaleRamenee au Stator(Ohm)	RTot	5.37614	4.70670

***** 02 -- Reactance TotaleRamenee au Stator *****

Reactance Rotor Ramenee au Stator (Ohm)	Xf21	4.23222	4.39862
Reactance TotaleRamenee au Stator (Ohm)	XfTot	10.37032	10.59332

***** 03 -- FORCES MAGNETO-MOTRICES DANS LA MACHINE *****

FMM dans la Zone Entrefer (At)	FmmDelta	391.3	384.0
Induction B a 1/3 tete dent stator (T)	BdZ13	1.248	1.197
FMM Zone Dentaire Statorique (At)	FmmZ1	31.5	26.2
Induction recalculée Culasse Stator (T)	BCulr1	1.200	1.200
FMM dans la Zone Culasse Statorique (At)	FmmCul1	96.1	94.6
Induction B 2/3 tete dent Rotor (T)	BdZ23	1.586	1.565
FMM dans la Zone Dentaire Rotorique (At)	FmmZ2	66.3	59.1
Induction recalculée Culasse Rotor (T)	BCulr2	0.606	0.605
FMM dans la Zone Culasse Rotorique (At)	FmmCul2	10.9	10.9
FMM Totale/Paire de Poles (At)	FmmTot	596.1	574.9
Coefficient de Saturation Calcule	KSAT	1.150	1.150
Coefficient de Saturation Calcule	KSAT	1.323	1.287
Coefficient de Saturation Total	KSATot	1.323	1.287
Courant Magnetisant du Stator Im (A)	Im	1.700	1.639
Courant de Court Circuit Stator (A)	I1cc	33.164	33.420
Angle Dephasage Courant Court-Circuit	fiCC	62.597	66.044
Couple de DemarrageTstart (Nm)	Tstart	53.7	54.9
Couple Nominal Tn (Nm)	Tn	33.2	33.2

***** PARTIE SIX *****

***** CALCUL DU RENDEMENT *****

***** 01 -- PERTES TOTALES DANS LE FER *****

Pertes Dans le Fer du Stator (W)	PFerStat	147.9	140.3
Pertes Dans le Fer du Rotor (W)	PFerRot	31.8	31.1
PERTES TOTALES DANS LE FER (W)	PFerTot	179.6	171.4

***** 02 -- PERTES TOTALES Par PULSATION DU FLUX *****

Pertes Pulsation/Flux Fer du Stator(W)	Ppuls1	0	0
Pertes Pulsation/Flux Fer du Rotor (W)	Ppuls2	50.000	50.000
PERTES TOTALES Par PULSATION DU FLUX (W)	PpulsTot	50.000	50.000

***** 03 -- PERTES TOTALES -- CUIVRE DANS MACHINE *****

Pertes Cuivre Enroul. du Stator (W)	PCuivre1	269.0	201.7
Pertes Cuivre Cage du Rotor (W)	PCuivre2	177.6	177.6
PERTES TOTALES-CUIVRE DANS MACHINE (W)	PCuivreTot	446.6	379.3

***** 04 -- PERTES TOTALES -- FROTTEMENT/VENTILLATION *****

Pertes Frottement/Ventil.(W)	PFrotVent	50.0	50.0
------------------------------	-----------	------	------

***** 05 -- SOMME DES PERTES DANS MACHINE *****

Somme des Pertes dans la Machine (W)	SumPer	726.206	650.740
--------------------------------------	--------	---------	---------

***** 06 -- RENDEMENT DE LA MACHINE *****

Rendement de la Machine en (pcent)	RendM	0.873	0.885
------------------------------------	-------	-------	-------

***** PARTIE SEPT *****

***** PARAMETRES POUR ELABORATION DU DIAGRAMME DU CERCLE *****

Courant actif a vide (A)	Iact0	0.174	0.167
Courant a vide (A)	I0	1.709	1.648
Angle de Dephasage a vide (Degre)	fi0	84.139	84.155
Glissement Nominal 1 (pcent)	GliseN	3.361	3.361
Facteur de Puissance Nominal	Cosfi	0.867	0.855
Angle de Dephasage Nominal (Degre)	fi1	29.907	31.195
Facteur de Puissance Maximal	CosfiMax	0.902	0.906
Coef. de Surchage au Demarrage	CSurch	6.3	6.4

***** PARTIE HUIT *****

***** CALCUL DE VERIFICATION DES PROPORTIONS *****

Produit Rendement Facteur de Puissance	PETAFP	0.757	0.757
Rapport Courant a vide/Courant Nominal	RT1	0.29489	0.28437
Section Totale Conducteurs Stator (m²)	STotCond1	0.00250329	0.00333771
Section Totale Conducteurs Stator (m²)	STotCond2	0.00235223	0.00235223

***** PARTIE NEUF *****

***** DETERMINATION PARAMETRES SCHEMA EQUIVALENT *****

Inductance de Fuite Stator (H)	Isf1	0.01917	0.01934
Induct.Fuite Rotor Ramenee au Stator(H)	lfr21	0.01266	0.01319
Puissance Reactive a vide (VAR)	Q0	1937.9	1868.8
Inductance Propre Phase du Stator (H)	Ls1	0.71153	0.73783
Inductance Mutuelle Stator - Rotor (H)	M	0.69237	0.71849