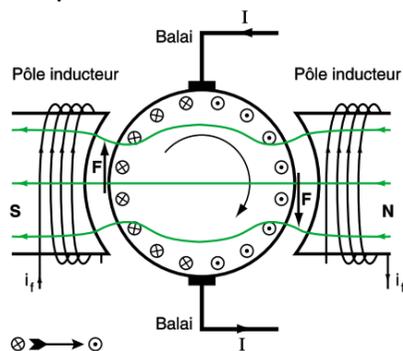
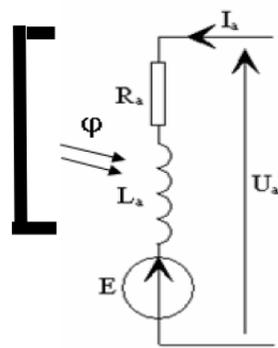


## Machine à courant continu (MCC)

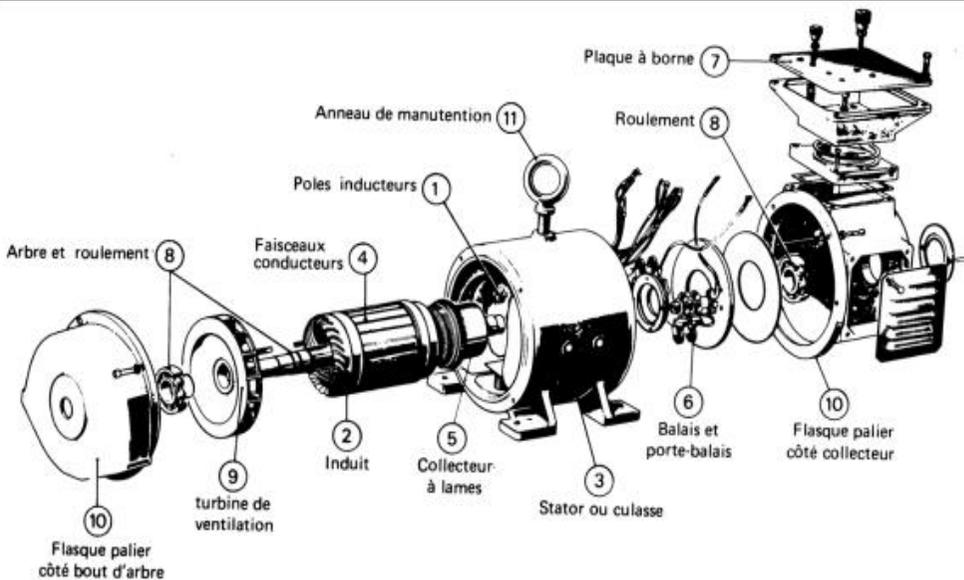
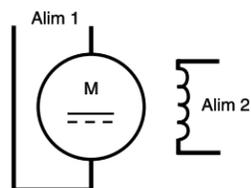
Principe :



MCC à aimants permanents



a : Moteur à excitation séparée



Plaque signalétique

2 102 451 / A  
MADE IN FRANCE

**MOTEUR A COURANT CONTINU**  
**DIRECT CURRENT MOTOR**

TYPE: LSK 1604 S 02	N° 700000/10	9/1992	M	249	kg
Classe / Ins class	H	IM 1001	IP 23	IC 06	
$M_{nom}$ / Rated torque	301 N.m	Altit. 1000 m	Temp. 40 °C		
	<b>kW</b>	<b>min<sup>-1</sup></b>	<b>V</b>	<b>A</b>	<b>V</b>
Nom./Rat.	36,3	1150	440	95,5	360
	3,63	115	44	95,5	360
	36,3	1720	440	95,5	240
T		Système peinture: I		Induit / Arm.	Excit. / Field
○ Service / Duty S1		DE 6312 2RS C3	NDE 6312 2RS C3 ○		

Les caractéristiques électriques sont données pour :

- alimentation en triphasé pont complet
- degré de protection IP 23S
- mode de refroidissement IC 06 (V.F.)
- service continu S1
- température ambiante  $\leq 40^\circ\text{C}$

Masse totale : 285 kg  
 Moment d'inertie : 0,45 kg.m<sup>2</sup>  
 Puissance d'excitation : 1,3 kW  
**269 - 306 N.m**  
 $n_{max\ méca}$  : 4000 min<sup>-1</sup>

Lexique des abréviations : voir page 86

Calcul de la constante électromagnétique

Calcul de la constante de temps

P	Vitesse de rotation n pour tension d'induit U							$n_{max\ élec}^*$		M	I	$\eta$	L	$R_{115^\circ}$	$U_{max}$	Indice	Délai
	260 V	400 V	420 V	440 V	460 V	500 V	600 V	N.C.	C.								
kW	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	N.m	A	Hors ex-cit.	mH	$\Omega$	V		
20.4	680							1020	1630	287	99	0.79	9.8	0.63	600		
33.6		1050						1570	2510	306	98	0.86	9.8	0.63	600		
34.9			1100					1650	2640	303	96	0.86	9.8	0.63	600		
36.3				1150				1720	2750	301	95.5	0.86	9.8	0.63	600	02	*

**MCC l'incontournable... ce qu'il faut savoir par cœur...**

Les équations

Le schéma bloc

Fonction de transfert par rapport à la tension induit et à une perturbation de couple (Théo superposition)

## Hacheur 4Q et quadrants de fonctionnement

Schéma hacheur

Profil couple / vitesse et quadrants point de vue mécanique

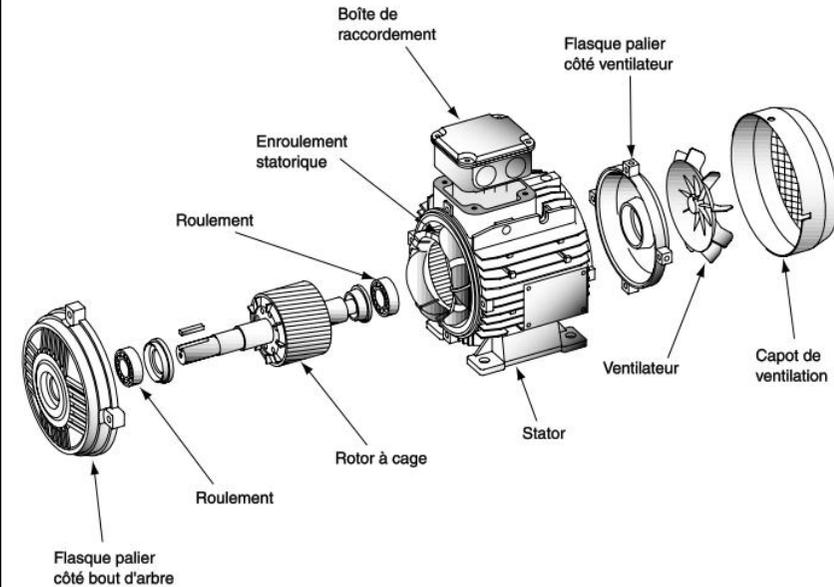
Signaux  $u(t)$  et  $i(t)$ , puissance moyenne  $P$  selon les quadrants électriques

## Machine : asynchrone triphasée

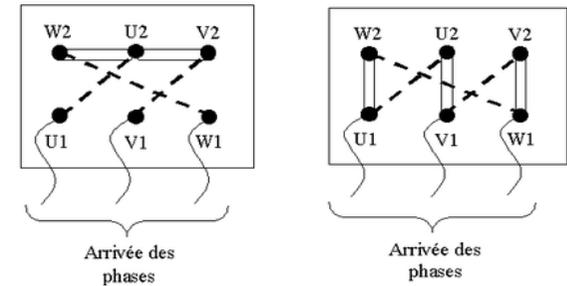
### Principe Champ tournant



### Constitution et technologie



### Plaque à bornes et couplages



### Relations de base

**Lecture de tableau :**  
**Exemple du moteur 1,1kW :**  
**Référence**

**Nombre de pôles :**

**Glissement nominal :**

**Pabs Nom**

**IP 55 - 50 Hz - Classe F - ΔT 80 K - 230 V Δ / 400 V Y et 400 V Δ - S1 - Classe IE2**

Type	Puissance nominale			Vitesse nominale			Moment nominal			Intensité nominale			Facteur de puissance			Rendement CEI 60034-2-1 2007			Courant démarrage/ Courant nominal		Moment démarrage/ Moment nominal		Moment maximum/ Moment nominal		Moment d'inertie
	$P_N$	$N_N$	$M_N$	$I_{N(400V)}$	$\cos \varphi$	$\eta$	$I_d / I_n$	$M_d / M_n$	$M_v / M_n$	$J$															
	kW	$\text{min}^{-1}$	N.m	A	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4	kg.m <sup>2</sup>								
<b>LS 56 M*</b>	0.09	2860	0.3	0.44	0.55	0.45	0.40	54.0	45.2	37.1	5.0	5.3	5.4	0.00015											
<b>LS 56 M*</b>	0.12	2820	0.4	0.5	0.60	0.55	0.45	58.7	54	45.2	4.6	4.0	4.1	0.00015											
<b>LS 63 M*</b>	0.18	2790	0.6	0.5	0.75	0.65	0.55	67.4	66.9	59.3	5.0	3.3	2.9	0.00019											
<b>LS 63 M*</b>	0.25	2800	0.9	0.7	0.75	0.65	0.55	67.8	67.3	59.2	5.4	3.2	2.9	0.00025											
<b>LS 71 L*</b>	0.37	2800	1.3	1.0	0.80	0.70	0.60	68.4	67.6	63.9	5.2	3.3	3.9	0.00035											
<b>LS 71 L*</b>	0.55	2800	1.9	1.3	0.80	0.70	0.55	75.7	75.2	71.1	6.0	3.2	3.1	0.00045											
<b>LSES 80 L</b>	0.75	2860	2.5	1.7	0.83	0.77	0.65	77.6	77.3	75.4	6.0	2.4	3.0	0.00073											

**Courant de démarrage :**

**Couple maximal :**

**Couple de démarrage :**

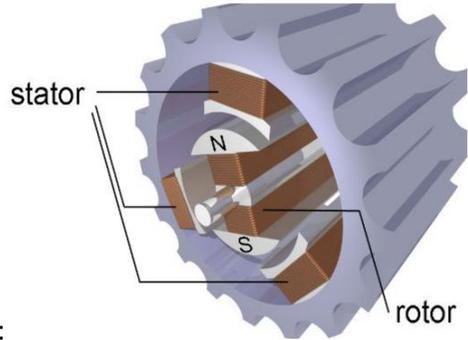
<b>MAS : Caractéristique couple = f(vitesse) naturelle</b>	<b>Caractéristique couple = f(glissement)</b>	<b>Pilotage à <math>U/f = \text{constante}</math></b>
Schéma d'association avec un onduleur triphasé de tension	Pilotage pleine onde et spectre	
	Pilotage MLI et spectre	

<b>MAS : modèle d'une phase</b>	<b>Expression du couple électromagnétique (démarche à maîtriser par cœur...)</b>	
<b>Couple au démarrage</b>	<b>Couple à faible glissement</b>	<b>Couple maxi</b>

**Quadrants et signaux  $u(t)$  et  $i(t)$  des 3 phases**

## Machine synchrone : Brushless ou synchrone autopiloté

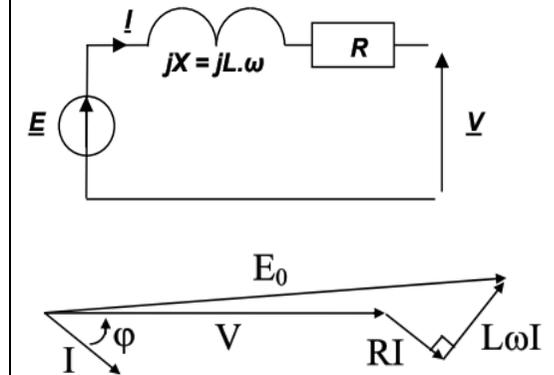
Principe (rotor bobiné)



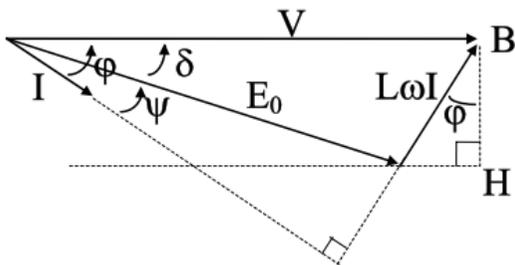
Stator et rotor à aimant



Modèle en convention générateur et tracé de Fresnel



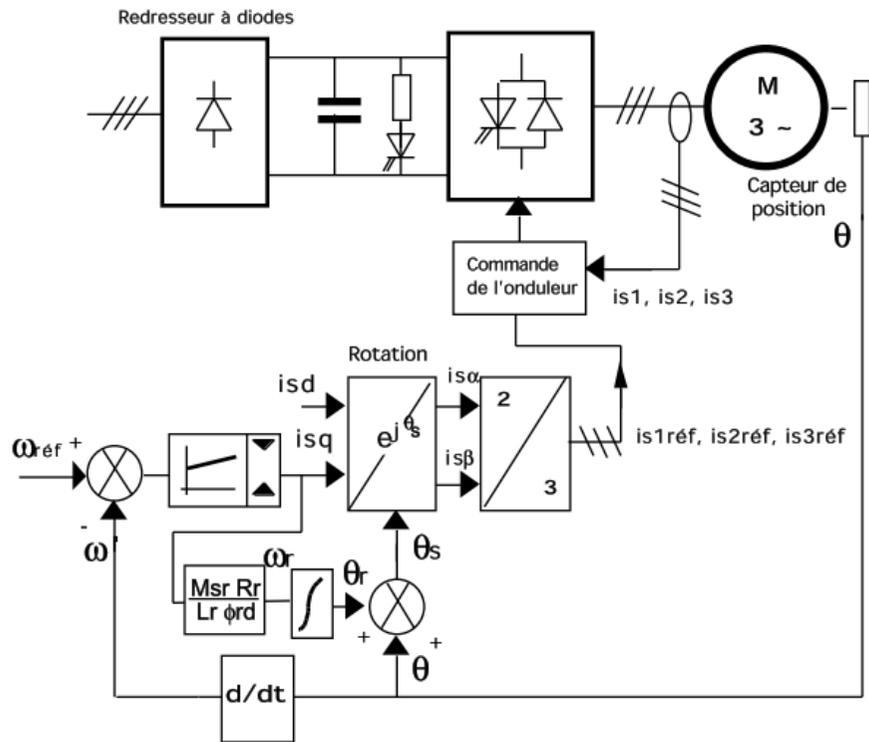
Tracé de Fresnel en moteur



Expressions de la puissance électromagnétique

Expressions du couple électromagnétique

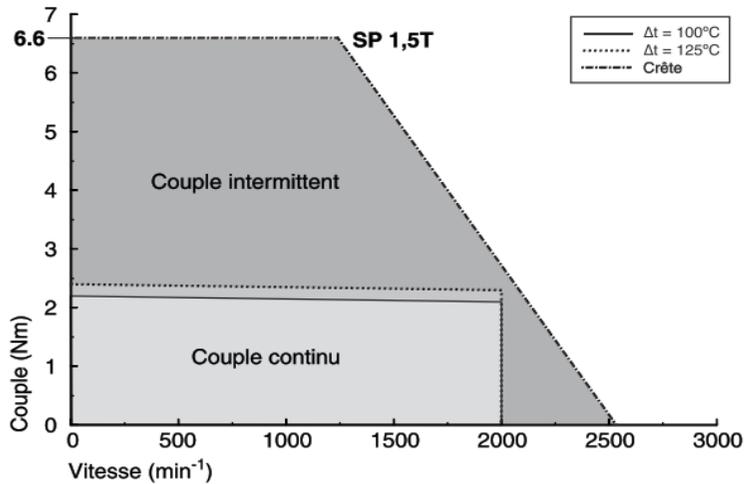
**Autopilotage d'une machine synchrone (BRUSHLESS) schéma de structure**



**Principe de pilotage**

**Zones de fonctionnement thermique**

**Unimotor 75UMB200**



- (1) *Couple nominal en service continu.*
- (2) *Couple crête en service intermittent limité par le variateur SP2T.*
- (3) *Couple crête en service intermittent délivrable par le moteur avec un variateur SP 3,5 T.*
- (4) *Limite de vitesse.*

**Exemple de données**

Taille moteur	75		
Toutes versions (min <sup>-1</sup> )	A	B	C
Couple permanent au calage (Nm)	1,2	2,2	3,1
Couple crête (Nm)	3,6	6,6	9,3
Inertie élevée (kgcm <sup>2</sup> )	1,2	1,6	2,1
Inertie standard (kgcm <sup>2</sup> )	0,3	1,0	1,5
Masse (kg)	3,0	3,7	4,4
Cste de temps thermique du bobinage tc (sec)	81	74	94
Cogging maxi (Nm)	0,02	0,03	0,04

Vitesse nominale : 2 000 min<sup>-1</sup>

Kt nom/chaud (Nm/A) 2,4/2,1  
Ke nom/chaud (V/k min<sup>-1</sup>) 147/129

**Précision de positionnement (usage d'un capteur de position résolveur ou codeur incrémental)**

**C1.1 - INTRODUCTION**

Un servomoteur ne peut fonctionner que s'il est équipé d'un capteur de position/vitesse.

Le très haut niveau de performances généralement requis par un système servo, dépend de la rigidité mécanique du système, afin de permettre des gains très élevés et une

large bande passante sans risque d'instabilité. La résolution et la précision du capteur de position sont également essentielles.

L'Unimotor propose un large choix de capteurs de position compatibles avec l'Unidrive SP, le Digimax et le MultiAx.

Le tableau ci-dessous permet de sélectionner le capteur le plus adapté à l'application.

Type de capteur	Type de moteur	$\Delta T$ moteur °C	Résolution	Précision de position	Absolu/non volatile	Multi tour disponible	Commentaires
Résolveur	UM	125	1,3 minute d'arc 16384 impuls./tour	40 min réparti	Oui	Non	Utilisation avec Unidrive SP et module SM resolver. Adapté aux températures élevées et aux environnements difficiles.
Codeur incrémental avec voies de commutation 4096 ppt en quadrature	UM $\leq$ 3000 min <sup>-1</sup>	100	1,3 minute d'arc 16384 impuls./tour	$\pm$ 60 sec	Non	Non	Convient à la plupart des applications. Performances maximum jusqu'à 1 min <sup>-1</sup> Bande passante: 300 kHz.

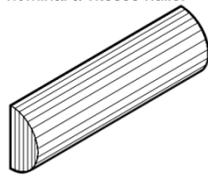
**Refroidissement**

**A1.4 - ECHANGE THERMIQUE DES CARTERS DE MOTEUR À AILETTES RADIALES**

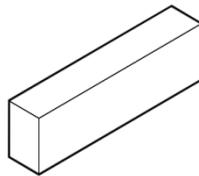
L'une des caractéristiques les plus importantes d'un moteur électrique réside dans sa valeur nominale de couple par unité de volume du moteur. De plus, les servomoteurs doivent fournir le couple nominal à vitesse nulle.

Or, l'adaptation d'une ventilation forcée sur le moteur, entraîne un certain nombre de contraintes et pénalise l'encombrement général, souvent critique sur un système servo. La conception du moteur doit donc permettre une convection naturelle par toutes les parties externes avec un minimum de déclassement selon les conditions d'utilisation.

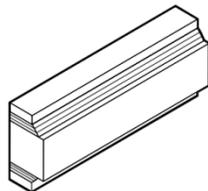
La conception à ailettes radiales de l'Unimotor, issue d'une modélisation mathématique de la dynamique des fluides spécialement élaborée pour ce projet, permet d'atteindre cet objectif.



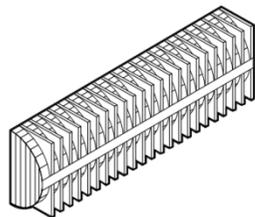
Carter cylindrique



Carter carré



Carter conventionnel



Carter à ailettes radiales

Figure 1. Les moteurs à convection naturelle présentent une surface de châssis relativement régulière. Le châssis est de forme cylindrique ou rectangulaire ou un mélange des deux. Les illustrations ci-dessus montrent des demi-sections transversales des différents types de moteurs utilisés lors de la modélisation.

L'ajout d'ailettes sur une surface accroît la dissipation : les radiateurs en sont un exemple quotidien.

**Modèles thermiques des machines (rotor chaud / rotor froid)**

