

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2008

ÉPREUVE E4.2

Les fontaines du château de Versailles



## DOSSIER RESSOURCES

Vannes MONOVAR – SAPAG .....	Pages 2 et 3
Servomoteurs BERNARD .....	Pages 4 à 7
Relais statiques CARLO GAVAZZI .....	Pages 8 et 9
Démarrateurs moteurs TeSys – SCHNEIDER .....	Pages 10 et 11
Automates WAGO.....	Pages 12 à 16
Switch Fast Ethernet WESTERMO .....	Pages 17 et 18
Fibres optiques ACOLAN.....	Pages 19 et 20

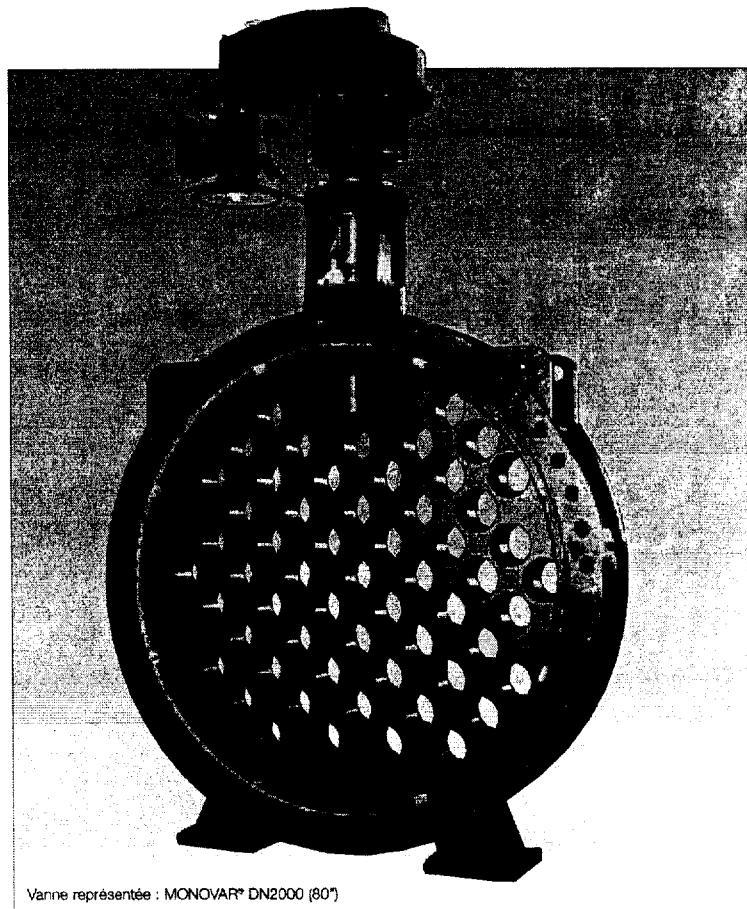


## Vanne de réglage et de régulation multijets MONOVAR®

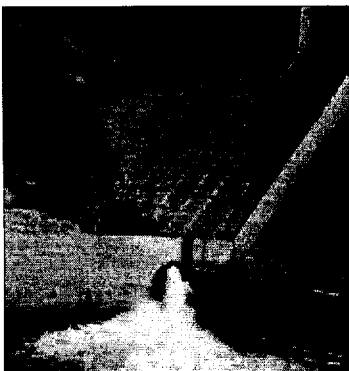
La vanne MONOVAR® la solution intelligente pour le contrôle des fluides.

### Caractéristiques

- Conception simple et rationnelle (brevetée)
- Excellent coefficient de cavitation
- Réglage très précis du débit ou de la pression
- Réglage manuel ou automatique
- Permet la mesure du débit
- Faible encombrement
- Perturbation minimum de l'écoulement
- L'écoulement est fractionné en de multiples jets, également répartis dans toute la section de la conduite, ce qui assure des performances précises et stables.
- Conseillée pour les applications sévères.
- Maîtrise de la perte de charge d'un circuit hydraulique et du réglage d'un débit ou de tout autre grandeur liée à celui-ci, telle que : pression, niveau température.
- Peu sensible à la cavitation, les vibrations, les bruits, fluctuations de pression.
- Adaptée pour les applications à vitesse élevée.
- Recommandée pour les applications avec perte de charge importante.
- Large choix de matériaux.



Vanne représentée : MONOVAR® DN2000 (80")



Exemple d'application d'une vanne MONOVAR® sur un barrage situé en Californie (USA).

### Applications

Domaine d'application de la vanne MONOVAR®:

- Réseaux d'adduction d'eau (fiabilité, pression, cavitation),
- Réseaux industriels de distribution, de refroidissement, de mélange, etc. (cavitation, sensibilité, pression, fiabilité),
- Têtes de stations de traitement d'eau (réduction du génie civil, cavitation, fiabilité),
- Plats-formes d'essai des laboratoires (sensibilité et absence de perturbations),
- Déchargeurs de pompe ou de turbine (cavitation),
- Prises d'eau de pied de barrage (réduction du génie civil, aération, fiabilité),
- Bout de conduite, décharge libre,
- Remplacement des pompes à vitesse

variable par des pompes à débit et pression constants en combinaison avec la vanne MONOVAR®,

- Applications eau de mer sur demande.

### Caractéristiques techniques

Diamètres	: DN 100 - DN 2000 (4" - 80")
Pression	: 50 bar (725 ps.)
Plage de température	: -50°C à +200°C (-60°F à +390°F)
Raccordement à bride	: EN 1092-1 PN10/16/20/25 ANSI B16.5 classe 150 MSS SP 44 classe 150 AWWA C207 Autres sur demande.

## Vanne de réglage et de régulation multijets MONOVAR®

### Principe de fonctionnement

La simplicité de conception de la vanne MONOVAR® apparaît dans la Figure 1.

Une vanne MONOVAR® se compose d'un corps annulaire (1) et de deux plaques circulaires perforées. La plaque aval (2) est fixe, la plaque amont (3) est mobile. En agissant sur l'arbre, la plaque mobile glisse le long de la plaque fixe. Les deux plaques possèdent les mêmes orifices, en nombre et diamètre, lesquels sont répartis uniformément.

Lorsque la vanne est ouverte, les trous des deux plaques sont face à face. La section de passage est donc optimale.

On obtient la fermeture de la vanne après déplacement de la plaque mobile d'une distance supérieure au diamètre des trous. Ceux de la plaque fixe sont ainsi obturés par la plaque mobile. En régulation, la plaque mobile se trouve en position intermédiaire, ce qui entraîne une obturation partielle de la plaque fixe. Le débit ou la perte de charge sont ainsi maîtrisés.

La vanne peut être manoeuvrée manuellement ou par l'intermédiaire d'un actionneur. Ce dernier peut être pneumatique, hydraulique ou électrique dédié à la régulation.

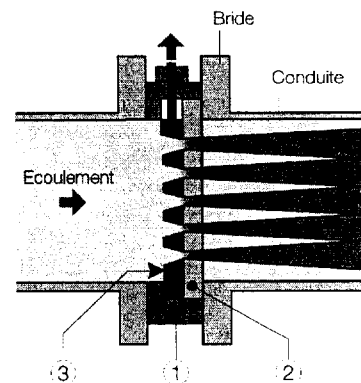


Figure 1

- 1 = Corps annulaire
- 2 = Plaque fixe aval
- 3 = Plaque mobile amont

### Avantages

Le fluide, à la traversée de toute vanne, dissipe une partie de son énergie. Cette perte d'énergie s'accompagne généralement de phénomènes perturbateurs tels que des fluctuations de l'écoulement, des vibrations mécaniques dans la tuyauterie, de la cavitation (formation de bulles de vapeur), des bruits dus à la turbulence ou aux re-fermetures brutales des bulles de vapeur.

Dans la MONOVAR®, grâce à la division de l'écoulement en de nombreux petits jets (plusieurs dizaines d'orifices par plaque, répartis sur toute la surface), cette dissipation s'opère dans les meilleures conditions. Il en résulte :

- la réduction des fluctuations de l'écoulement du fait de l'énergie réduite de chaque jet et de la faible dimension caractéristique de la turbulence induite de ces jets. De plus, les perturbations ne se propagent que sur une faible longueur en aval de la vanne, ce qui permet la réduction de la distance minimale généralement recommandée entre une vanne et l'organe le plus proche : débitmètre, turbine...
- Un nombre de début de cavitation meilleur que celui des vannes classiques.
- Un excellent comportement en présence de cavitation car celle-ci est reportée au sein du fluide (cavitation de mélange), loin des parties vitales de la vanne (contrairement aux vannes classiques où la cavitation apparaît sur l'obturateur, le siège, les tourillons, etc.). Il n'y a également pas, dans les conditions prévues d'utilisation, de formation de poches de vapeur, ce qui réduit les risques de pulsation de pression.

Enfin, la MONOVAR® n'a pas de tendance naturelle à l'ouverture ou à la fermeture, ce qui est, en général, un facteur positif de sécurité.

### Conditions limites d'utilisation

#### • Température

En exécution standard, la température d'utilisation doit rester comprise entre 0 et 80°C.

Le recours à des matériaux appropriés pour les joints permet à ceux-ci de conserver leur étanchéité jusqu'à 200°C. Les joints en élastomère et plastomère satisfont des températures basses jusqu'à -50°C.

Ces limites de température, résultant de la technologie de construction, sont indicatives et doivent être modulées en fonction de la nature et de la pression du fluide véhiculé.

#### • Pression maximale :

PN64 : DN 100  
 PN40 : DN 150  
 PN25 : DN 200 à DN 600  
 PN16 : DN 700 à DN 800  
 PN10 : DN 900 à DN 2000

#### • Etanchéité

La vanne n'est pas étanche à la bulle puisqu'il est recommandé d'installer une vanne d'isolement (en amont) de la MONOVAR®, ou d'installer celle-ci entre deux vannes d'isolement. Choix à faire en fonction de la configuration.

- La MONOVAR® est unidirectionnel. Merci de bien vouloir nous contacter en cas de reflux.

$$QF = 0,3 \times DN \times \sqrt{\Delta P}$$

QF : Débit de fuite en m<sup>3</sup>/h  
 DN : Diamètre de la vanne en m  
 ΔP : Pression d'utilisation en mCE

( mCE : mètre de colonne d'eau )  
 ( 1 bar = 10,193 mCE )

## BERNARD

L. Bernard fabrique une gamme complète de servomoteurs électriques pour l'automatisation des vannes tout ou rien et de régulation ainsi que des ventelles utilisées dans divers secteurs de l'industrie.

Les servomoteurs Bernard sont réalisés avec des moyens de production modernes dans plusieurs usines basées en Europe. Le système qualité de l'entreprise est certifié ISO9001-2000.

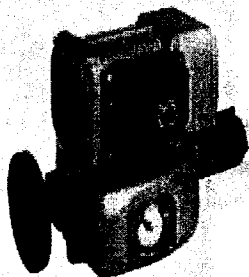
Les produits Bernard sont approuvés et qualifiés par d'importants organismes tels que CSA, LCIE, Germanischer Lloyds, GOST Russie, INERIS, ...

Un support technique local de qualité est garanti par un réseau de filiales et de représentants situés partout dans le monde.

### QUART DE TOUR DIRECT

#### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- Conception compacte et robuste.
- Couples de 35 à 4.000 Nm.
- Protection IP67 en standard, IP68 sur demande.
- Versions antidéflagrantes (ATEX-NEMA).
- Service Tout ou Rien et positionnement Classe III.
- Commandes électroniques intégrées optionnelles.



### QUART DE TOUR COMBI

#### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

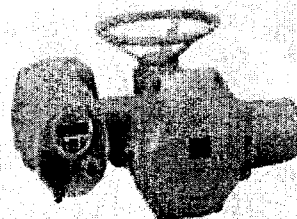
- Couples de 1.000 to 100.000 Nm
- Protection IP67 en standard, IP68 sur demande.
- Versions antidéflagrantes (ATEX-NEMA).
- Service Tout ou Rien et positionnement Classe III.
- Commandes électroniques intégrées optionnelles.



### MULTITOURS

#### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

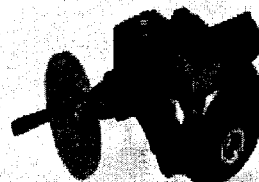
- Couples de 60 à 16.000 Nm
- Protection IP68 en standard.
- Versions Antidéflagrantes (ATEX-NEMA).
- Service Tout ou Rien et positionnement Classe III.
- Optimiser la maintenance préventive de la vanne avec les fonctions avancées de l'INTELLI+ (courbes de couple, ...).



### REGULATION

#### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- Service : 100%.
- Différents modèles adaptés à :
  - Régulation classe II : vitesse standard, haute précision.
  - Régulation classe I : vitesse élevée, très haute précision.
- Mouvements : quart de tour, linéaire, multitours et bielle.
- Commandes électroniques adaptées au service 100%.



### RETOUR PAR RESSORT

#### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- Sécurité positive avec retour par ressort.
- Mise en position de sécurité de la vanne rapide et sans choc.
- Ne nécessite aucune maintenance particulière.
- Protection IP67 en standard.
- Versions antidéflagrantes (ATEX-NEMA).



# Classification de régulation Bernard

Un servomoteur électrique de régulation doit être adapté au rythme de fonctionnement que lui impose la boucle de régulation. Suivant le rythme ou la fréquence de fonctionnement nécessaire la technologie du servomoteur et son coût, seront différents. Ce choix doit être fait parmi 3 classes de servomoteurs de régulation

## ■ CLASSE III : POSITIONNEMENT

- Le servomoteur est capable d'atteindre une position intermédiaire avec une précision de 2 % ou mieux
- Le moteur peut effectuer 1200 démarrages / heure avec un service de fonctionnement de 50 %, soit un démarrage toutes les 3 secondes. Cette cadence de démarrages moteur permet à la régulation de stabiliser une position mais ne doit pas être maintenue en permanence.
- Le servomoteur est conçu pour changer, en moyenne, 360 fois par jour de position.

*Technologie :* un servomoteur Classe III est sélectionné parmi la gamme des servomoteurs tout ou rien.

*Remarque :* Dans le cas d'une cadence de fonctionnement différente, nous consulter.

## ■ CLASSE II : REGULATION

- Le servomoteur est capable d'atteindre une position intermédiaire avec une précision de 1% ou mieux.
- Le moteur peut effectuer 1800 démarrages / heure avec un service de fonctionnement de 100 %.
- Le servomoteur est conçu pour changer de position en permanence toutes les 2 ou 3 secondes

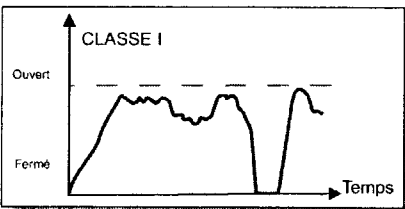
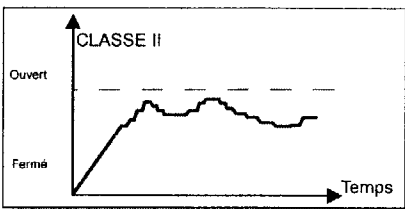
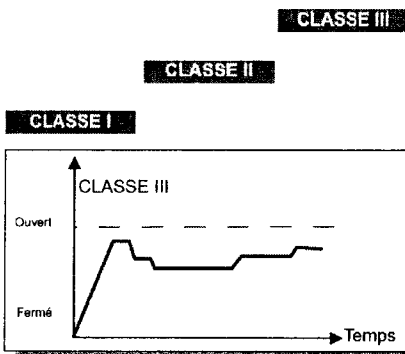
*Technologie :* Servomoteur à rendement mécanique élevé, moteur spécial régulation, contacteur statique.

## ■ CLASSE I : REGULATION RAPIDE

- Le servomoteur est capable d'atteindre une position intermédiaire avec une précision de 0,5% ou mieux.
- Le servomoteur permet une grande vitesse de déplacement.
- Le servomoteur est conçu pour changer de position en permanence.

*Technologie :* Servomoteur à rendement mécanique élevé, moteur de type courant continu sans balai à asservissement de vitesse.

Electronique de puissance de type M.L.I. (modulation en largeur d'impulsion)electronics.

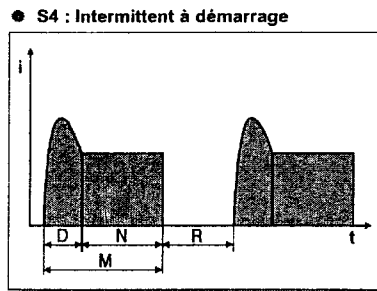


Critères	CLASSE III POSITIONNEMENT	CLASSE II REGULATION	CLASSE I REGULATION RAPIDE
Type de régulation			
Précision	< 2%	< 1%	< 0.5%
Nombre maxi de démarrages en heure	1200	1800	Non limité
Service de fonctionnement	50 %	100 %	100 %
Changements de position : moyenne/jour	360	sans objet	sans objet
Régulation d'un système sensible ou instable	Déconseillé	Oui	Oui

# Notion de service moteur

Le choix d'un type de fonctionnement détermine la sélection d'un moteur. La norme CEI 34-1 définit les types de service moteur standard.

- **S1 : Service permanent**  
- Fonctionnement à charge constante d'une durée suffisante pour que l'équilibre thermique soit atteint.
- **S2 : Temporaire**  
- Temps de fonctionnement court, refroidissement total entre chaque démarrage.
- **S3 : Intermittent périodique**  
- Dans ce service, le courant de démarrage n'affecte pas de façon significative l'échauffement.  
  
- A faire suivre du temps de fonctionnement maxi.
- **S4 : Intermittent à démarrage**
- **S5 : Identique à S4, mais avec freinage électrique**
- **S6 : Ininterrompue à charge intermittente**  
- Le moteur ne s'arrête pas. La charge est intermittente.
- **S7 : Ininterrompue à démarrage et freinage**  
- Identique à S5, mais sans temps de repos.
- **S8 : Ininterrompue périodique à changements liés de vitesse et de charge**  
- Identique à S7, mais avec des changements de vitesse.
- **S9 : Service à variations non périodiques de charge et de vitesse**
- **S10 : Service à régimes constants distincts**  
- Service comprenant au plus quatre valeurs distinctes de charge. Chaque valeur est appliquée pour que l'équilibre thermique se fasse.



- Suite de cycle comprenant :
  - une période de démarrage D,
  - une période de régime constant N,
  - une période de repos R.

A faire suivre du facteur de marche en % :

$$\frac{M}{M + R} \times 100$$

ainsi que du nombre de démarrages par heure.

- **S5 : Identique à S4, mais avec freinage électrique**

## ■ APPLICATION AU SERVOMOTEUR

Un servomoteur fonctionne en service S4. Le facteur de marche (%) et le nombre de démarrages/heure (d/h) complètent les conditions de fonctionnement.

Pour un servomoteur dit "tout ou rien" (non régulation) le nombre de d/h est faible, par contre le temps de fonctionnement peut être long. Le facteur de marche est prépondérant pour l'échauffement moteur. Une ouverture de vanne en 3 mn nécessite un arrêt de 7 mn (service 30%).

Pour un servomoteur de régulation le nombre de démarrages est important et l'échauffement dû à chaque démarrage est prépondérant devant le temps de fonctionnement (facteur de marche). On retiendra donc surtout comme critère le nombre de démarrages/heure.



**Class II - Quarter-Turn**  
**Classe II - Quart de Tour**

**3 PH 400 V 50 Hz**



**Class II - Multiturn**  
**Classe II - Multitours**

**3 PH 400 V 50 Hz**

*S4 motor Duty rating 100% / Moteur S4 service 100%*

Max torque	Permanent torque	Type	Operating time	Flange	Power	Speed	Current rated	Current start	Cos	Efficiency
Couple max	Couple permanent	Type	Temps de manoeuvre	Bride	Puissance	Vitesse	In	Id	Cos	Rendement
N.m	N.m		s / 90°	ISO	kW	rpm tr/min	A	A	φ	%
<b>DIRECT QUARTER-TURN</b>										
100	50	OAP	30	F05 / 07	0,03	1500	0,3	0,5	0,5	30%
100	50	OAP	60	F05 / 07	0,03	1500	0,3	0,5	0,5	30%
250	125	MAS1	30	F10	0,03	1500	0,3	0,5	0,5	30%
250	125	MAS1	60	F10	0,03	1500	0,3	0,5	0,5	30%
500	250	MAS4	30	F10	0,06	1500	0,3	0,8	0,4	35%
500	250	MAS4	60	F10	0,06	750	0,6	0,9	0,4	40%
1000	500	MBS2	30	F12	0,10	1500	0,5	1,4	0,8	33%
1000	500	MBS2	60	F12	0,06	1500	0,3	0,8	0,8	35%
1000	500	MBS2	120	F12	0,06	750	0,6	0,9	0,4	40%
<b>MULTI-TURN + GEARBOX QUARTER-TURN COMBIS</b>										
1000	500	MA/4,8 RS102	156	F12	0,06	1500	0,3	0,7	0,8	35%
1000	500	MA/9 RS102	83	F12	0,06	1500	0,3	0,7	0,8	35%
1000	500	MA/18 RS102	42	F12	0,10	1500	0,3	1,2	0,8	33%
2500	1250	MA/4,8 RS252	375	F16	0,06	1500	0,3	0,7	0,8	35%
2500	1250	MA/9 RS252	200	F16	0,06	1500	0,3	0,7	0,8	35%
2500	1250	MA/18 RS252	100	F16	0,10	1500	0,3	1,2	0,8	33%
2500	1250	MA/27 RS252	67	F16	0,10	1500	0,3	1,2	0,8	33%
3200	2000	MB/13 RS432	83	F16	0,22	1500	0,7	2,6	0,6	60%
4000	2000	MB/7 RS432	154	F16	0,22	1500	0,7	2,6	0,6	60%
4000	2000	MB1/13 RS432	83	F16	0,37	1500	1,2	4,6	0,8	59%
4000	2000	MB1/23 RS432	47	F16	0,37	1500	1,2	4,6	0,8	59%
6000	3000	MB/7 RS600	343	F16	0,22	1500	0,7	2,6	0,6	60%
6000	3000	MB/13 RS600	185	F16	0,22	1500	0,7	2,6	0,6	60%
6000	3000	MB/23 RS600	104	F16	0,22	1500	0,7	2,6	0,6	60%
7200	4000	MB/43 RS1825G	160	F25	0,22	1500	0,7	2,6	0,6	60%
12000	6400	MB/23 RS1825G	300	F25	0,22	1500	0,7	2,6	0,6	60%
12000	6400	MB1/43 RS1825G	160	F25	0,37	1500	1,2	4,6	0,8	59%
18000	9000	MB1/23 RS1825G	300	F25	0,37	1500	1,2	4,6	0,8	59%
20000	10500	MB1/43 RS3030G	222	F30	0,37	1500	1,2	4,6	0,8	59%
30000	15000	MB1/23 RS3030G	415	F30	0,37	1500	1,2	4,6	0,8	59%
45000	18000	MC/23 RS5035	209	F35	0,50	1500	1,4	7,5	0,8	60%
50000	25000	MC/52 RS5035G	277	F35	0,50	1500	1,4	7,5	0,8	60%

*S4 motor Duty rating 100% / Moteur S4 service 100%*

Max torque	Permanent torque	Type	Speed	Flange	Power	Speed	Current rated	Current start	Cos	Efficiency
Couple max	Couple permanent	Type	Vitesse	Bride	Puissance	Vitesse	In	Id	Cos	Rendement
N.m	N.m		rpm tr/min	ISO	kW	rpm tr/min	A	A	φ	%
40	20	MA/27	27	F10	0,06	1500	0,3	0,8	0,8	35%
50	25	MA/18	18	F10	0,06	1500	0,3	0,7	0,8	35%
60	30	MA/9	9	F10	0,06	1500	0,3	0,7	0,8	35%
60	30	MA4/18	18	F10	0,10	1500	0,5	1,4	0,8	33%
60	30	MA4/27	27	F10	0,10	1500	0,5	1,2	0,8	33%
70	40	MB/43	43	F14	0,22	1500	0,7	3	0,6	60%
80	40	MA/4,8	4,8	F10	0,06	1500	0,3	0,8	0,8	35%
100	50	MA/2,5	2,5	F10	0,06	1500	0,3	0,7	0,8	35%
130	80	MB/23	23	F14	0,22	1500	0,7	3	0,6	60%
150	80	MB1/43	43	F14	0,37	1500	1,2	4	0,8	53%
170	100	MB/13	13	F14	0,22	1500	0,7	3	0,7	73%
200	150	MB1/23	23	F14	0,37	1500	1,2	4	0,8	59%
240	150	MC/52	52	F16	0,50	1500	1,4	7,6	0,8	60%
250	200	MB1/13	13	F14	0,37	1500	1,2	4	0,8	53%
280	170	MB/4	4	F14	0,22	1500	0,7	3	0,7	73%
300	120	MB/7	7	F14	0,22	1500	0,7	3	0,7	73%
360	200	MC/34,5	34,5	F16	0,50	1500	1,4	7,6	0,8	60%
400	250	MB1/7	7	F14	0,37	1500	1,2	4	0,8	53%
400	250	MC/23	23	F16	0,50	1500	1,4	7,6	0,8	60%
500	250	MB1/4	4	F14	0,37	1500	1,2	4	0,8	53%



# Schéma de câblage standard

## S50000 Classe II

**SERVOMOTEURS AVEC LIMITEUR D'EFFORT**

Bornes moteur (voir tableau ci dessous)

1-3 Bornes moteur (voir tableau ci dessous)

4 Contact limiteur d'effort sens de rotation I

5-6 Contact limiteur d'effort sens de rotation II

7-8 Contact limiteur d'effort sens de rotation I

9 Contact limiteur d'effort sens de rotation II

**FONCTION DES CONTACTS**  
 Sens de rotation  
 I) sens antihoraire (cas général pour l'ouverture)  
 II - sens horaire (cas général pour la fermeture)

\*Les contacts du limiteur d'effort donnent un contact fugitif  
 \*Les fins de course donnent un contact maintenu

10-12 Fin de course sens de rotation I

13-15 Fin de course sens de rotation II

40-41 Protection thermique moteur

Sens de rotation standard observé côté opposé à la bride de fixation SM.

**SERVOMOTEUR SANS LIMITEUR D'EFFORT**

Bornes moteur (Voir tableau ci dessous)

10-12 Fin de course sens de rotation I

13-15 Fin de course sens de rotation II

40-41 Protection thermique moteur

**FONCTION DES CONTACTS**  
 Sens de rotation  
 I) sens antihoraire (cas général pour l'ouverture)  
 II - sens horaire (cas général pour la fermeture)

Sens de rotation standard observé côté opposé à la bride de fixation SM.

**OPTIONS**

16-18 Potentiomètre

20-22 Fin de course suppl. sens de rotation I

23-25 Fin de course suppl. sens de rotation II

29 Résistance de chauffage

38 Sécurité debrayage volant (standard sur les MA, MB, MAS, MBS)

64 Contact clignotant (Servomoteur en marche)

46-48 Second potentiomètre

Transmetteur électronique de position TAM 4-20 mA  
 12 à 32VCC  
 2 FILS

Alim. transmetteur 12 à 32VCC  
 3 ou 4 FILS

**MOTEUR ALTERNATIF TRIPHASE**

NOTA: TRI sens direct = Sens II

**ALTERNATIF MONOPHASE**

1 M  
 2 C  
 3 SENS I

1 M  
 2 C  
 3 SENS II

**COURANT CONTINU**

1 M  
 2 C  
 3 SENS I

1 M  
 2 C  
 3 SENS II

**VERSION ANTIDÉFLAGRANTE EEXed**  
 Th: Protection thermique intégrée au bobinage

40 Th 41

1 2 3

Boîte à bornes moteur indépendante.  
 Le condensateur est livré séparément (monophasé)