

Packs de l'Offre Modulaire Industrie

Manuel de travaux pratiques
Variation de vitesse et départ moteur



Merlin Gerin

Square D

Telemecanique

Packs de l'Offre Modulaire Industrie

Manuel de travaux pratiques Variation de vitesse et départ moteur

AVERTISSEMENTS

Tous les exemples développés dans ce manuel sont d'ordre pédagogique, et peuvent à ce titre ne pas représenter totalement la réalité. Ils ne doivent donc en aucun cas être utilisés, même partiellement, pour des applications industrielles, ni servir de modèle pour de telles applications.

Les produits présentés dans ce manuel sont à tout moment susceptibles d'évolutions quant à leurs caractéristiques de présentation, de fonctionnement ou d'utilisation. Leur description ne peut en aucun cas revêtir un aspect contractuel.

L'Institut Schneider Formation accueillera favorablement toute demande de réutilisation, à des fins didactiques, des graphismes ou des applications contenus dans ce manuel.

Toute reproduction de cet ouvrage est strictement interdite sans l'autorisation expresse de l'Institut Schneider Formation.

Sommaire général

	<i>Page</i>
1 Travaux pratiques "Pack Variation de Vitesse"	7
2 Travaux pratiques "Pack Départ Moteur"	95
2.1 Présentation de la pédagogie	97
2.2 Travaux pratiques	109

1

Chapitre

Travaux pratiques "Pack Variation de Vitesse"

Consignes aux professeurs

Pour chaque travaux pratiques, il sera nécessaire, soit de fournir à l'élève, la notice de l'oscilloscope, ou de le guider dans l'utilisation de celui-ci.

Pour les oscillogrammes, il sera également nécessaire de les guider, pour optimiser les relevés, le professeur peut pour cela, s'inspirer des corrigés, concernant par exemple les références ou origines des courbes obtenues.

Enfin les points mis en évidence dans le T.P, peuvent faire l'objet de cours, en parallèle des travaux pratiques :

exemple : - le redressement
 - l'asservissement
 - les montages onduleurs
 - etc...

TP1
1/2

Vérifier l'adaptation variateur/réseau

Document professeur

Objectif : L'élève sera capable de :

- S'informer sur les caractéristiques du variateur,
- de mesurer la tension disponible sur le réseau,

puis, d'interpréter ces informations pour conclure à la possibilité du raccordement sur le réseau.

On donne : - Le banc de variation de vitesse,

- Un extrait du guide d'exploitation de l'ALTIVAR, voir CD-Rom (pages «tableaux choix du variateur» et «caractéristiques techniques»),
- Le schéma du banc de variation.

On demande : ■ Relever la référence du variateur de vitesse ALTIVAR :Réponse : *ATV 31 H 018 M2 (exemple pour un ALTIVAR 31)*

■ Quelle est la tension d'alimentation nécessaire a ce variateur ?

D'après le tableau choix du variateur dans le guide d'exploitation :

Réponse :

Tension	Fréquence	Nbr. De phases
<i>200...240v</i>	<i>50/60Hz</i>	<i>monophasé</i>

D'après la plaque signalétique sur le variateur :

Tension	Fréquence	Nbr. De phases
<i>Input V : 200/240V</i>	<i>50/60Hz</i>	<i>Input phase : 1</i>

■ Mesurer la tension disponible sur votre réseau :

Calibre (V) :

Divisions (div) :

Coefficient (V/div) :

Valeur : *230V*

TP1 2/2		Vérifier l'adaptation variateur/réseau	Document professeur
--------------------	--	---	----------------------------

■ Interpréter les résultats :

La tension de sortie du variateur ne sera-t-elle pas plus élevée que sa tension d'alimentation ? Répondre en utilisant le guide de l'utilisateur pages «caractéristiques électriques».

Réponse :

OUI / NON

Justifier la réponse en reproduisant ci-dessous les éléments qui ont permis de répondre (toujours en utilisant la même source).

Caractéristiques électriques :

- *Tension de sortie*

- *Tension maximale égale à la tension d'alimentation*

■ Est il possible d'effectuer le raccordement de ce variateur sur le réseau ?

Réponse :

OUI / NON

TP2
1/2

Vérifier l'adaptation variateur/moteur

Document professeur

Objectif : L'élève sera capable de :

- S'informer sur les caractéristiques du variateur,
- De s'informer sur les caractéristiques du moteur puis, d'interpréter ces informations pour conclure à la possibilité du raccordement sur le réseau,
- Préparer le raccordement du moteur en choisissant son couplage.

On donne : - Le banc de variation de vitesse,

- Un extrait du guide d'exploitation de l'ALTIVAR voir CD-Rom (pages «tableaux choix du variateur» et «caractéristiques techniques»).

On demande : ■ Relever ci-dessous les caractéristiques nécessaires du variateur :

Réponse : d'après la plaque signalétique du variateur

Caractéristique du variateur :

Références : *ATV 31 H 018 M2 (exemple pour un ALTIVAR 31)*Ce variateur peut alimenter un moteur d'une puissance de : *0,18 kW*

■ Relever ci-dessous les caractéristiques nécessaires du moteur :

Réponse :

D'après la plaque signalétique du moteur :

 ΔY : *230/400*kW : *0,18*

■ Conclusion :

Le variateur est-il bien calibré pour alimenter ce moteur ? Justifier votre réponse :

Réponse :

Oui, le variateur peut alimenter ce moteur d'une puissance de 0,18kW.

TP2 2/2	Vérifier l'adaptation variateur/moteur	Document professeur
--------------------	---	----------------------------

■ Quelle sera la tension de sortie du variateur ?

Caractéristiques électriques :

Extrait du guide d'exploitation de l'ALTIVAR.

Caractéristiques électriques

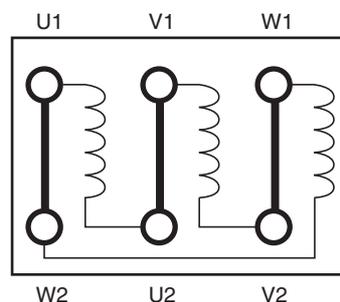
Alimentation	Tension	V	120 - 15% à 240 + 10% <i>monophasé</i> 200 - 15% à 230 + 10% <i>triphase</i> 380 - 15% à 460 + 10% <i>triphase</i>	(Entourer la bonne réponse)
	Fréquence	Hz	50/60 ± 5%	
Tension de sortie		Tension maximale égale à la tension du réseau d'alimentation = 230V + 10% (<i>par exemple</i>) (compléter)		

■ Choix du couplage moteur.

Quel est le couplage moteur à effectuer ?

Réponse : *Triangle (Δ)*

Dessiner ci-dessous le raccordement du bornier du moteur :



TP3
1/2Décoder le schéma fonctionnel du banc
de variation

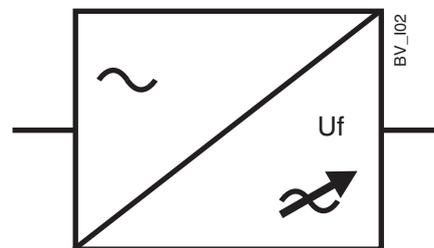
Document professeur

Objectif : L'élève sera capable de :

Décoder le schéma synoptique fonctionnel du banc de variation de vitesse.

On donne : Le cours, le livre de technologie.

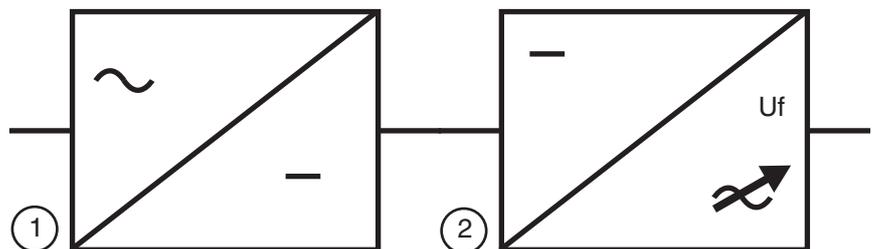
■ Décoder le symbole du convertisseur ci-dessous :



Réponse :

Nom : *Convertisseur de fréquence***Entrée :** *Courant alternatif***Sortie :** *Courant alternatif, tension et fréquence variables*

■ Décoder les symboles ci-dessous :

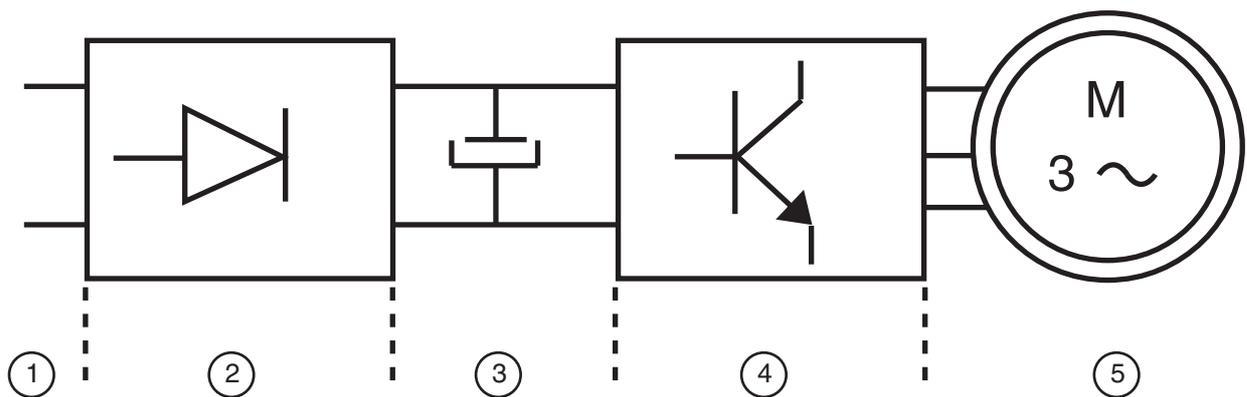


Réponse:

Repère :	Désignation	Fonction :
1	<i>Alimentation monophasée</i>	<i>Alimenter le convertisseur en énergie électrique (U & f constantes)</i>
2	<i>Redresseur</i>	<i>Fournir une tension continue à l'étage suivant</i>

TP3 3/2	Décoder le schéma fonctionnel du banc de variation	Document professeur
------------	--	---------------------

■ Décoder le schéma fonctionnel ci-dessous :



On demande : Identifier les différentes fonctions du schéma fonctionnel dans le tableau ci-dessous :

Repère :	Désignation	Fonction :
1	<i>Alimentation monophasée.</i>	<i>Alimenter le convertisseur en énergie électrique (U & f constantes).</i>
2	<i>Redresseur.</i>	<i>Fournir une tension continue à l'étage suivant.</i>
3	<i>Condensateur.</i>	<i>Filtre la tension redressée.</i>
4	<i>Onduleur à transistor.</i>	<i>Fournir la tension alternative variable.</i>
5	<i>Moteur triphasé.</i>	<i>Alimenté en tension et fréquence variable suivant une loi préétablie (U/f=cte par ex), il fournit une vitesse variable avec un couple constant.</i>

TP4
1/4Décoder le schéma fonctionnel du banc
de variation

Document professeur

Objectif : L'élève sera capable de préparer les schémas de raccordement du variateur,

puis d'effectuer le raccordement du variateur ALTIVAR.

- On donne :**
- Le dossier technique,
 - Un extrait du guide d'exploitation de l'ALTIVAR pages «schéma de raccordement»,
 - Un dessin de l'ensemble des modules du pack.

On demande : ■ Préparer le raccordement du variateur :

Travail à réaliser au crayon, sur le schéma des modules à compléter.

Dessiner le raccordement du «bornier variateur» vers le «bornier moteur». Une page sera dédiée à la partie puissance et une autre à la partie commande.

- Alimentation du moteur,
- Couplage.

Dessiner le raccordement du «bornier variateur» vers le bornier de «commande du variateur»

- Voyant R1,
- Potentiomètre P1.

Raccorder le variateur :

En utilisant le corrigé du schéma précédent.



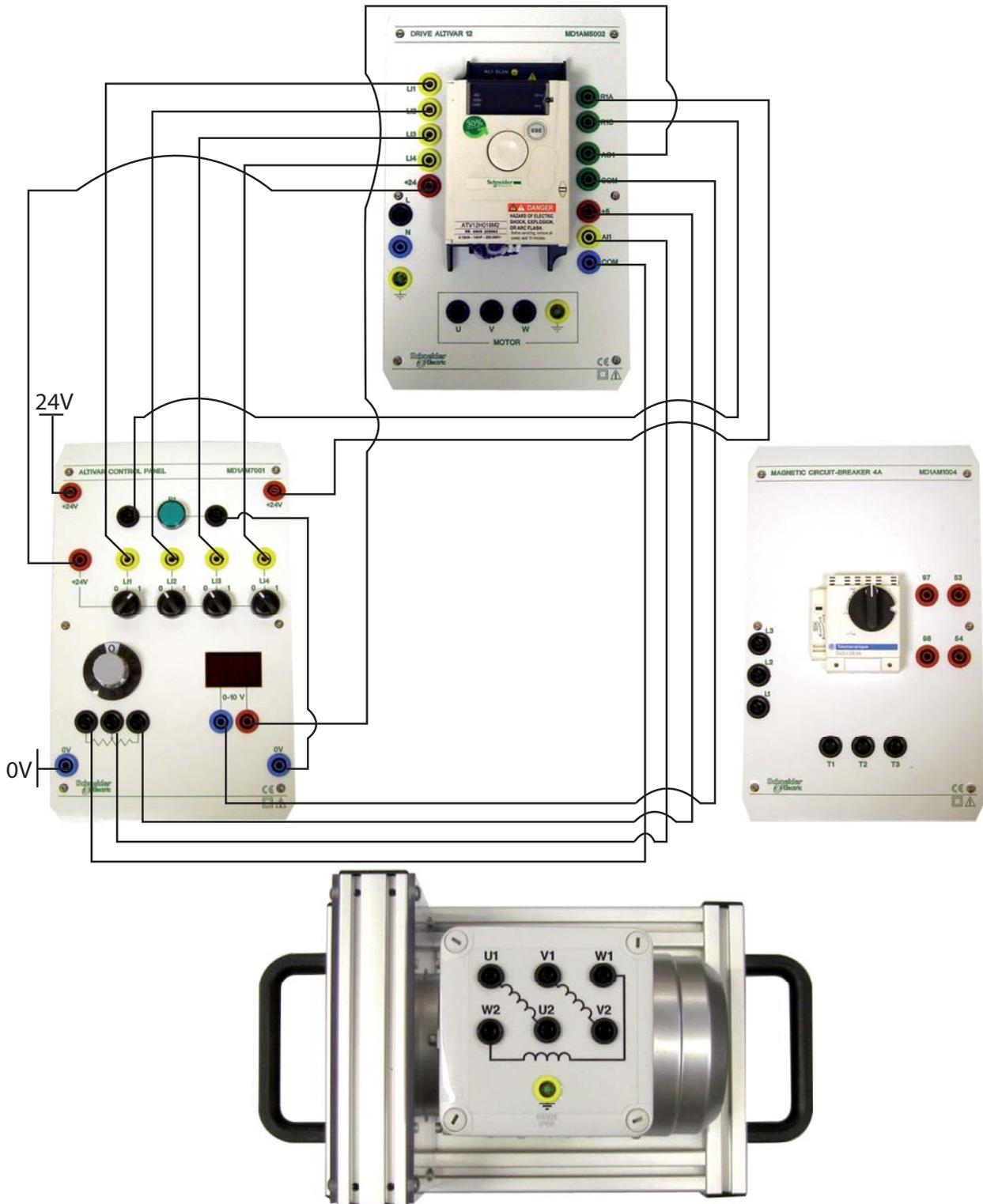
Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.

TP4
2/4

Décoder le schéma fonctionnel du banc de variation

Document professeur

■ Modules ALTIVAR : Câblage de commande

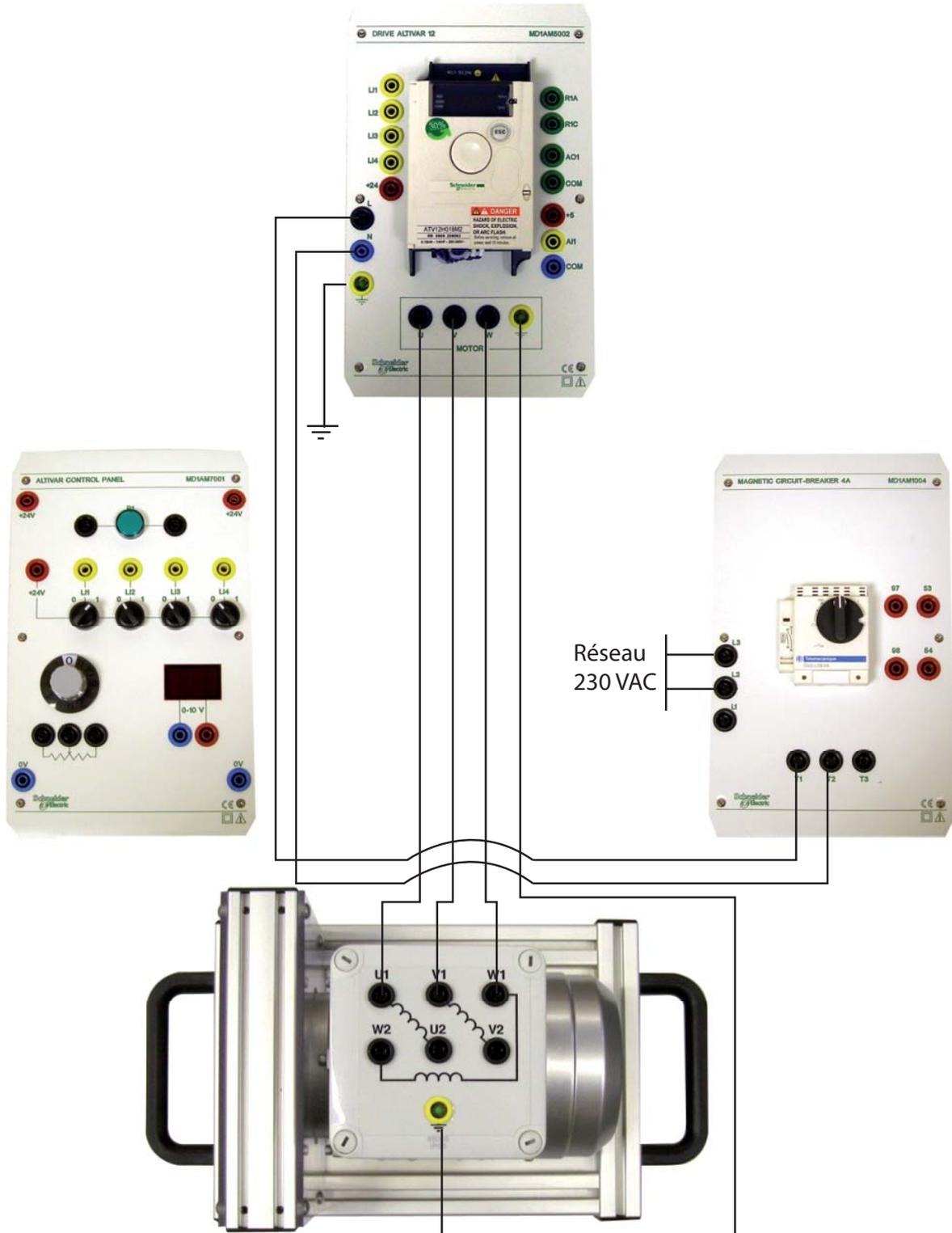


TP4
3/4

Décoder le schéma fonctionnel du banc de variation

Document professeur

■ Modules ALTIVAR : Câblage de puissance

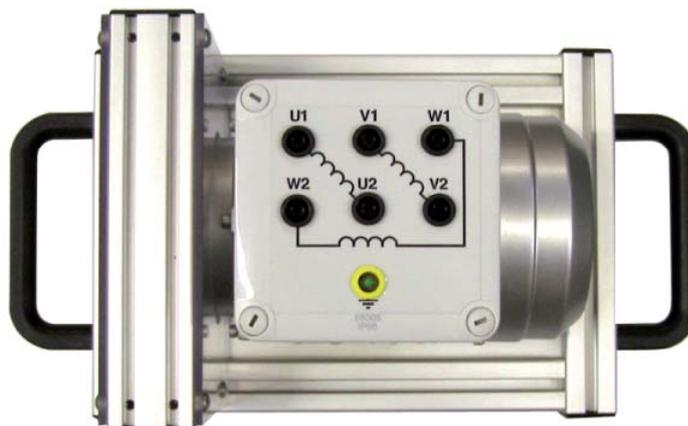
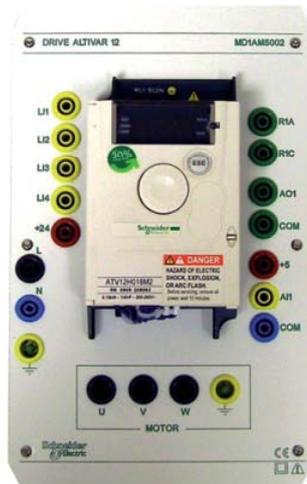


TP4
4/4

Décoder le schéma fonctionnel du banc de variation

Document professeur

■ Document réponse



TP5
1/3

Visualiser U et I moteur

Document professeur

Objectif : L'élève sera capable de :

- Effectuer le raccordement de l'ALTIVAR,
- Visualiser à l'oscilloscope la tension $u = f(t)$ aux bornes U1-V1 du moteur ainsi que le courant en ligne $i = f(t)$,
- Interpréter ces oscillogrammes.

On donne : Les modules du pack variateur de vitesse.

Les mesureurs nécessaires par exemple :

- Sonde différentielle Chauvin Arnoux DP 25,
- Oscilloscope numérique CA 912,
- Table traçante numérique CA 991,
- Pince ampéremétrique Chauvin Arnoux 10-100A CA 912.

Le schéma de câblage des modules du pack variateur.

On demande (pour une fréquence de 50 Hz lue sur l'afficheur du variateur) :

■ Raccorder le variateur :

En utilisant le schéma de raccordement.



Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.

**TP5
3/3**

Visualiser U et I moteur

Document professeur

■ Visualiser a l'oscilloscope la tension $u = f(t)$:

Dessiner le schéma de raccordement du matériel, le faire corriger.

Réaliser le raccordement du matériel, faites le corriger.

■ Visualiser le courant en ligne $i = f(t)$:

Dessiner le schéma de raccordement du matériel, le faire corriger.

Réaliser le raccordement du matériel, le faire corriger.

■ Interpréter les résultats :

Tracer la période T sur les oscillogrammes obtenus.

Vérifier la relation $f = 1/T$ par rapport à la valeur de la fréquence lue sur l'afficheur.

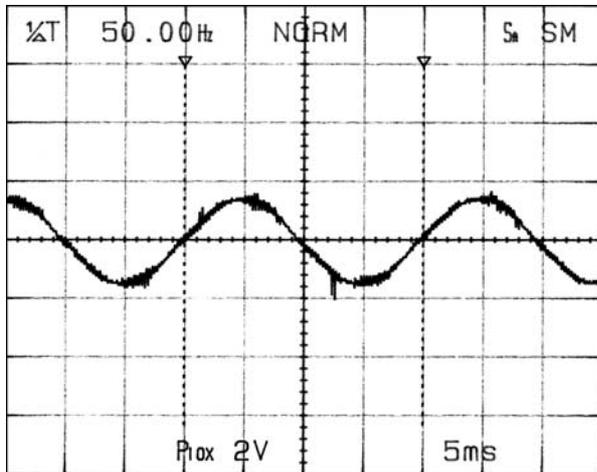
Justifier l'appellation MLI (Modulation de Largeur d'Impulsion).

TP5
3/3

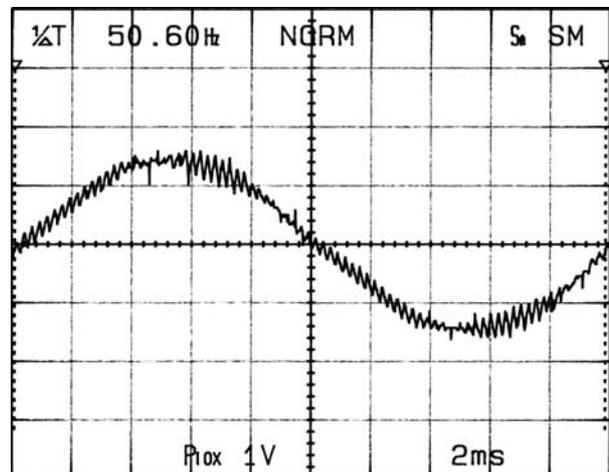
Visualiser U et I moteur

Document professeur

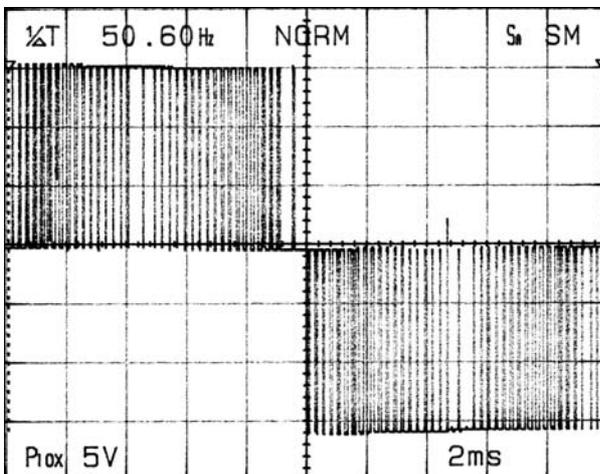
Visualisation du courant moteur



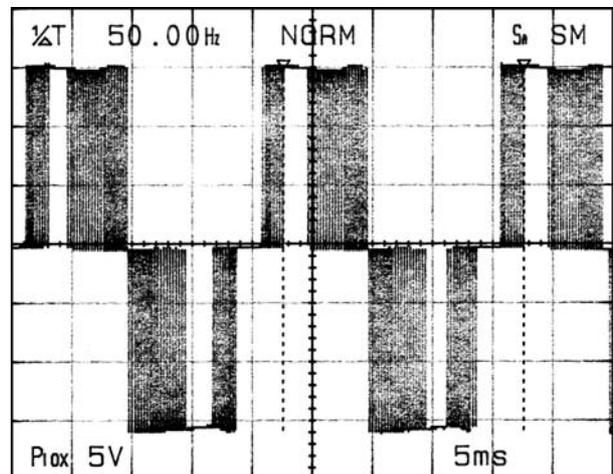
Visualisation du courant moteur



Visualisation de la tension U aux bornes du moteur (U1-V1) Fréquence affichée sur L'ALTIVAR : 50 Hz



Visualisation de la tension U aux bornes du moteur (U1-V1) Fréquence affichée sur L'ALTIVAR : 50 Hz



TP6
1/4Caractéristique $n = g(f)$

Document professeur

Objectif : L'élève sera capable de :

- Effectuer le raccordement de l'ALTIVAR,
- Décoder le logigramme de paramétrage du variateur de vitesse,
- Relever la caractéristique $n = g(f)$,
- Exploiter la caractéristique tracée,

On donne :

- Les modules du pack variateur de vitesse.
- Le guide d'exploitation de l'Altivar (mise en service réglages).
- Les mesureurs nécessaires par exemple :
Tachymètre optique ou mécanique.
- Le schéma de câblage du banc de variation.

On demande : ■ Raccorder les modules du pack variateur de vitesse.
En utilisant le schéma de raccordement.



Faites contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.

■ Faire apparaître la fréquence de rotation sur l'afficheur.

Décoder le guide d'exploitation de l'ALTIVAR pages mise en service, pour faire apparaître la fréquence de rotation du rotor sur l'afficheur.

Réponse :

Faire défiler les dates jusqu'à visualiser rFr (fréquence de rotation) pages mise en service.

TP6 2/4	Caractéristique n = g (f)	Document professeur
--------------------	----------------------------------	----------------------------

■ Relever la caractéristique n = g (f) :

Pour 5 valeurs de fréquences : 10, 20, 30, 40 et 50 Hz, relever la vitesse du rotor nr.

Tracer la caractéristique n = g (f).

On prendra l'échelle suivante : (1cm : 100 tr./min., 1cm : 5 Hz)

n (tr.min)	296	595	901	1197	1497
f (Hz)	10	20	30	40	50

■ En déduire le nombre de pôles du moteur :

Pour calculer le nombre de paires de pôles, compléter le tableau ci-dessous :

Formule de départ : $n = f / p$

(à compléter)

ns : vitesse de synchronisme en tr/sec

f : fréquence en Hertz

p : nombre de paire de pôles

n (tr.sec)	4,9	9,9	15,0	19,9	24,9
f (Hz)	10	20	30	40	50
P = f / n	2,0	2,0	1,9	2,0	2,0

Le nombre de pôles est :

$$2 \times 2 = 4$$

■ Interpréter la caractéristique n = g (f) :

Déterminer graphiquement la fréquence à appliquer pour obtenir une rotation de 1000 tr. / min.

Faire apparaître sur la courbe n = g (f) la construction qui permet d'obtenir le résultat et la fréquence à appliquer au moteur.

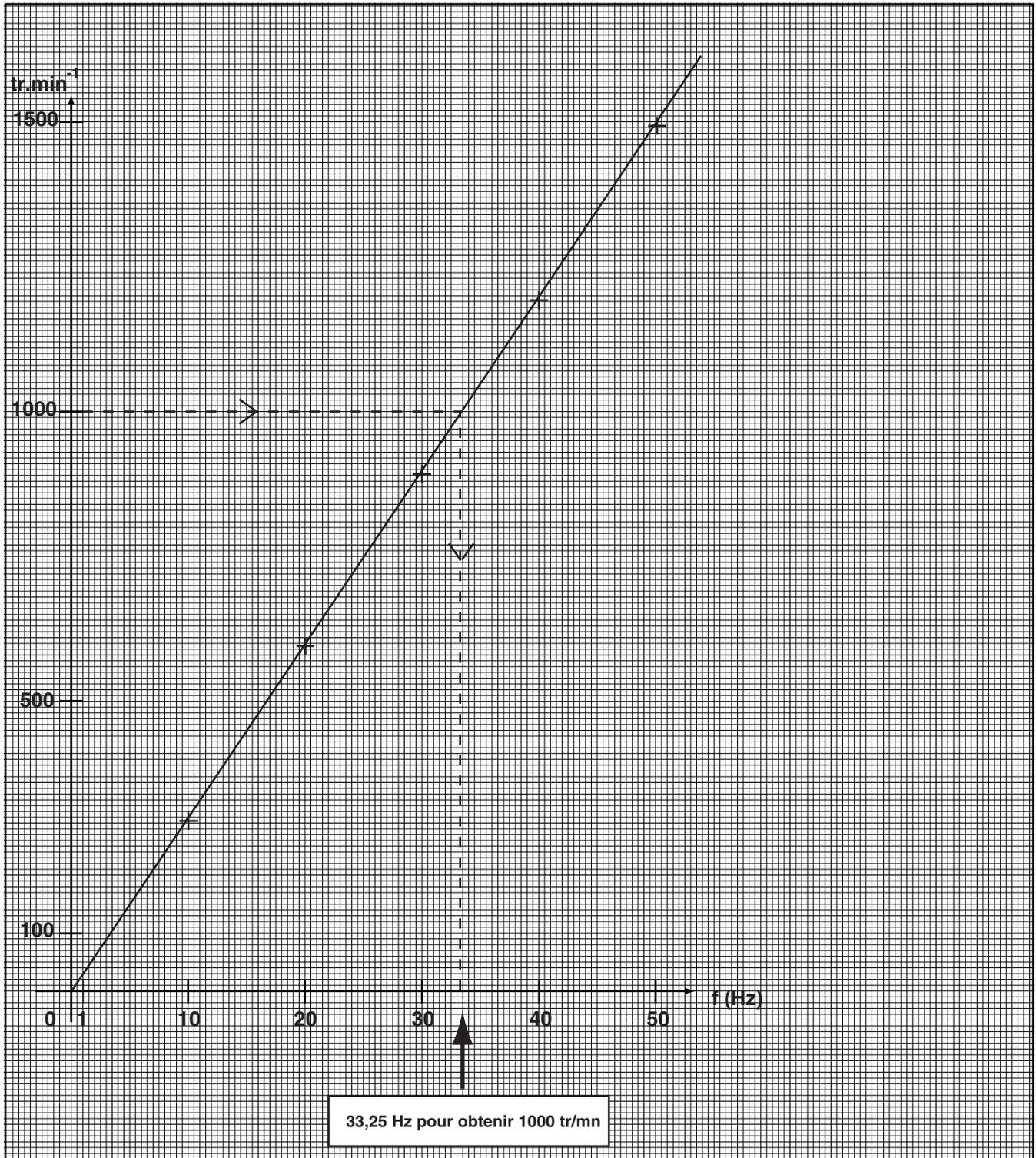
Réponse : $f = 33,25 \text{ Hz}$

■ Vérifier les résultats.

Vérifier expérimentalement les résultats obtenus à la question précédente.

TP6
3/4Caractéristique $n = g(f)$

Document professeur

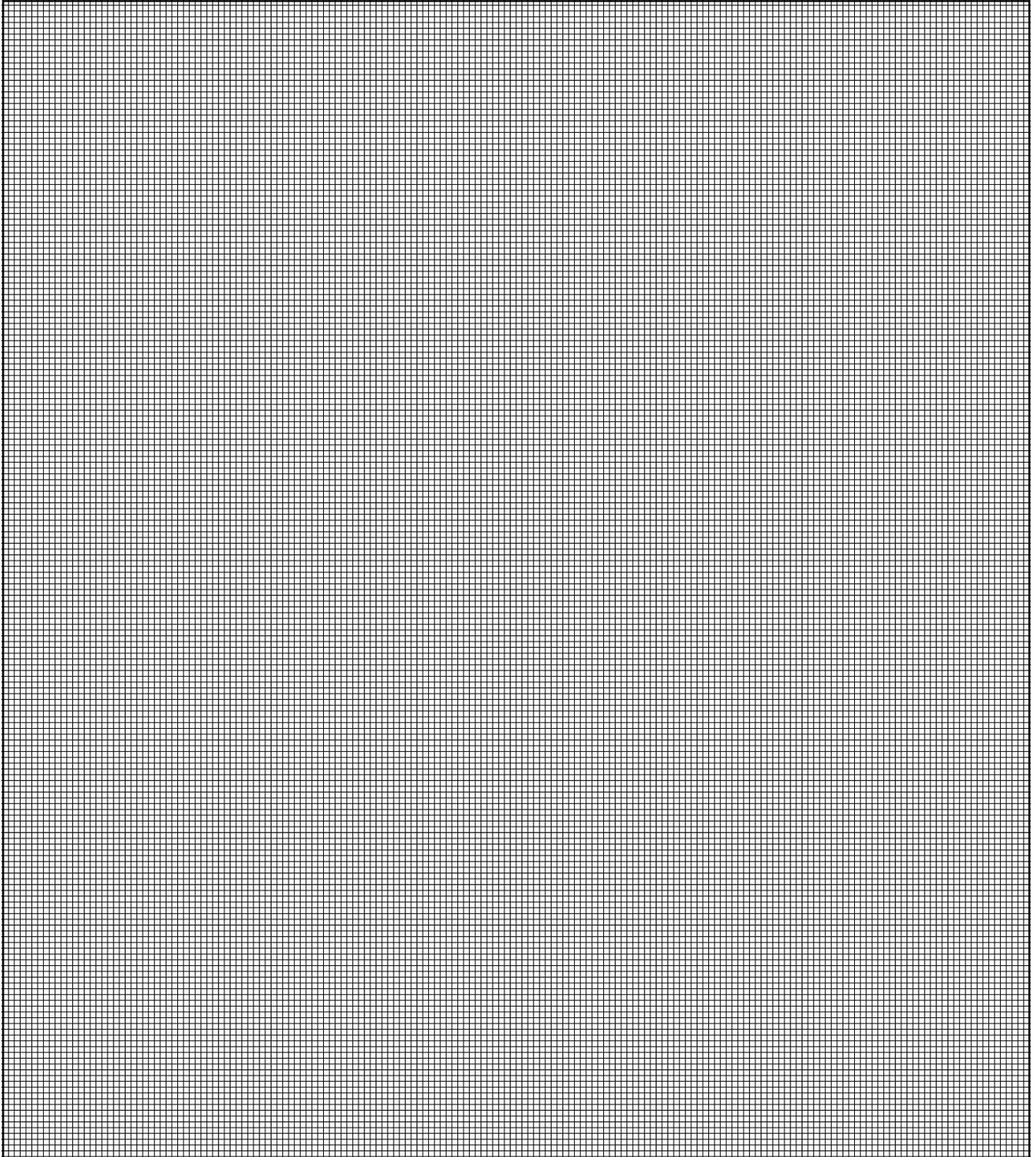


TP6
4/4

Caractéristique $n = g(f)$

Document professeur

■ Document réponse



TP7
1/1

Paramétrage de l'ALTIVAR

Document professeur

- Objectif :**
- L'élève sera capable de :
 - Effectuer le raccordement de l'ALTIVAR,
 - Décoder le chronogramme de paramétrage du variateur de vitesse (rampes d'accélération et de décélération),
 - Paramétrer l'ALTIVAR,
 - Vérifier le paramétrage.

- On donne :**
- Les modules du pack variateur de vitesse,
 - Le guide d'exploitation de l'ALTIVAR (mise en service).
 - Les mesureurs nécessaires par exemple : Tachymètre optique ou mécanique,
 - Le schéma de câblage du variateur.

- On demande :** ■ Raccorder le variateur.

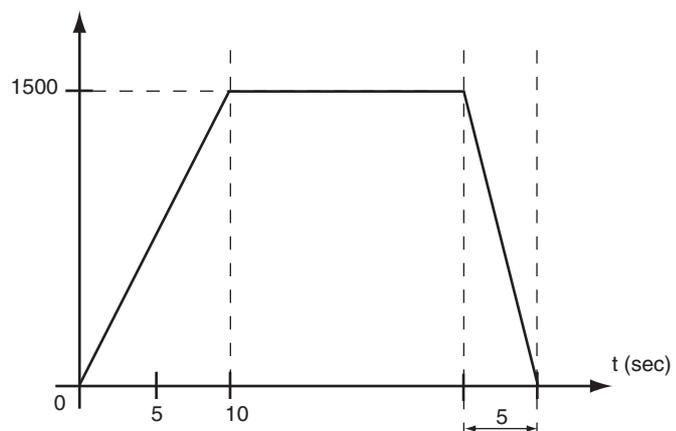
En utilisant le schéma de raccordement.



Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.

- Paramétrer l'ALTIVAR.

Paramétrer l'ALTIVAR pour obtenir un fonctionnement correspondant au chronogramme ci-dessous :



- Vérifier le paramétrage.

Contrôler avec un chronomètre et l'affichage du tachymètre.

TP8
1/5**Caractéristique $f = g$ (U consigne)
Influence de la charge sur la vitesse**

Document professeur

Objectif : L'élève sera capable de :

- Effectuer le raccordement de l'ALTIVAR,
- Décoder le logigramme de paramétrage du variateur de vitesse,
- Relever la caractéristique $f = g$ (U consigne) à vide et en charge,
- Exploiter la caractéristique tracée.

On donne : Les modules du pack variateur de vitesse.

Le guide d'exploitation de l'ALTIVAR (mise en service).

Les mesureurs nécessaires par exemple :

- Voltmètre courant continu,
- Voltmètre courant alternatif,

Le schéma de câblage du variateur.

On demande : ■ Raccorder les modules du pack variateur de vitesse

En utilisant le module de commande variateur, dessiner le raccordement du voltmètre, sur les bornes Ucom et AI1.

En utilisant les indications nécessaires sur le guide d'exploitation de l'ALTIVAR «Bornier contrôle / Schéma de raccordement», choisir le bon calibre pour votre voltmètre.

**Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.**

Réponse:

Voltmètre continu, calibre 10V

TP8
2/5

Caractéristique $f = g$ (U consigne)
Influence de la charge sur la vitesse

Document professeur

■ Relever la caractéristique $f = g$ (U consigne).

□ Paramétrage de l'ALTIVAR.

Sur l'ALTIVAR, paramétrer HSP = 50 Hz et LSP = 0 Hz, en s'aidant du guide d'exploitation de l'ALTIVAR.

□ Relever de la caractéristique $f = g$ (U consigne).

Pour 6 valeurs de U consigne relever la fréquence de rotation n du rotor (s'aider du guide d'exploitation de l'ALTIVAR réglages niveau 1).

Tracer la caractéristique $n = g$ (f).

On prendra l'échelle suivante : (1cm : 2V, 1cm : 10 Hz)

U consigne (V)	0	2	4	6	8	10
F (Hz)	0	10,3	20,7	31,1	41,3	50

■ Observer l'influence de la charge sur la vitesse de rotation :

□ Mesurer la tension d'alimentation du réseau :

Calibre (V) :

Divisions (div) :

Coefficient (V/div) :

Valeur : *230V*

□ Lire sur la plaque signalétique du moteur l'intensité nominale correspondante :

Réponse : *1,1A*

□ Régler l'ALTIVAR.

Paramétrer l'ALTIVAR pour un ITH correspondant à la valeur lue ci-dessus.

□ Afficher le courant moteur.

Régler l'ALTIVAR pour que l'afficheur indique le courant moteur I_C .

TP8
3/5

Caractéristique $f = g$ (U consigne)
Influence de la charge sur la vitesse

Document professeur

Courant absorbé à vide.

Lire le courant absorbé par le moteur, à vide.

Réponse : $I_C r = 0,9A$

Charger le moteur.

Calculer la valeur d'un courant de charge égale à 150% du courant à vide :

Réponse: $0,9 \times 1,5 = 1,35A$

Charger le moteur par serrage progressif (en douceur) du frein jusqu'à obtenir le courant calculé (lu sur l'afficheur).



Le frein serré chauffe, ne pas le laissez chauffer trop longtemps inutilement, prendre les relevés puis arrêter.

Retourner à la lecture de la fréquence de rotation $r F r$.

Recommencer les relevés précédents de $f = g$ (U consigne).

Interpréter les résultats.

Constater :

Réponse:

Malgré la charge, la vitesse de rotation ne change pas pour une même tension de consigne.

■ Interpréter la caractéristique $f = g$ (U consigne) :

Déterminer graphiquement la tension de consigne à appliquer pour obtenir une rotation de 1000 tr. / min.

Faire apparaître sur la courbe $f = g$ (U consigne) la construction qui permet d'obtenir le résultat et la fréquence à appliquer au moteur.

Réponse :

Formule de base : en négligeant le glissement $n = F / p$.

Calcul du nombre de paires de pôles : $p = \frac{F}{n} = \frac{50}{\frac{1500}{60}} = \frac{50}{25} = 2$

TP8
4/5

Caractéristique f = g (U consigne)
Influence de la charge sur la vitesse

Document professeur

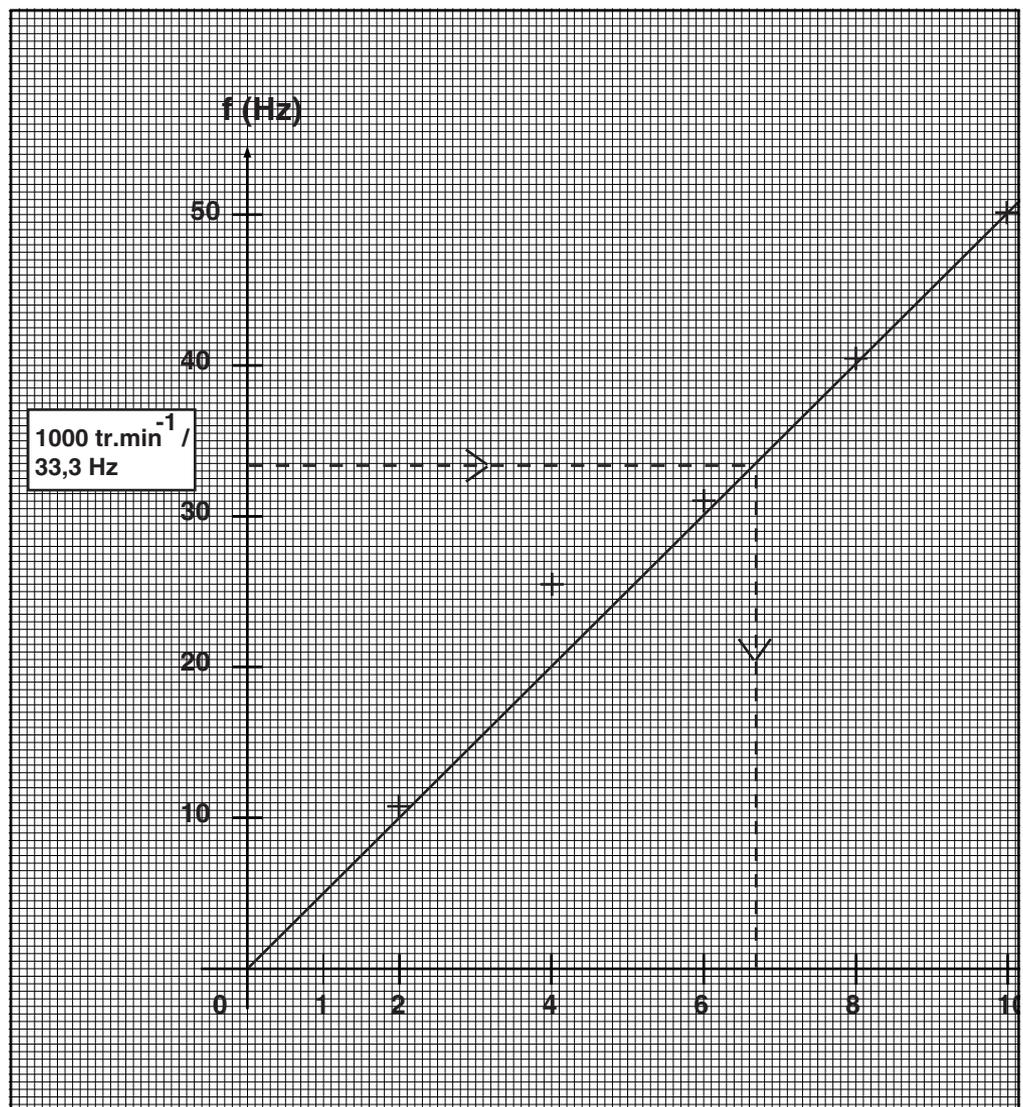
Calcul de la fréquence pour obtenir une vitesse de rotation de 1000tr. / min. :

$$f = p \cdot n = 2 \cdot \frac{1000}{60} = 33,3\text{Hz}$$

Valeur de la tension de consigne obtenue sur le graphique
f = g (U consigne) : 6,7V

■ Vérifier les résultats.

Vérifier expérimentalement les résultats obtenus a la question précédente.

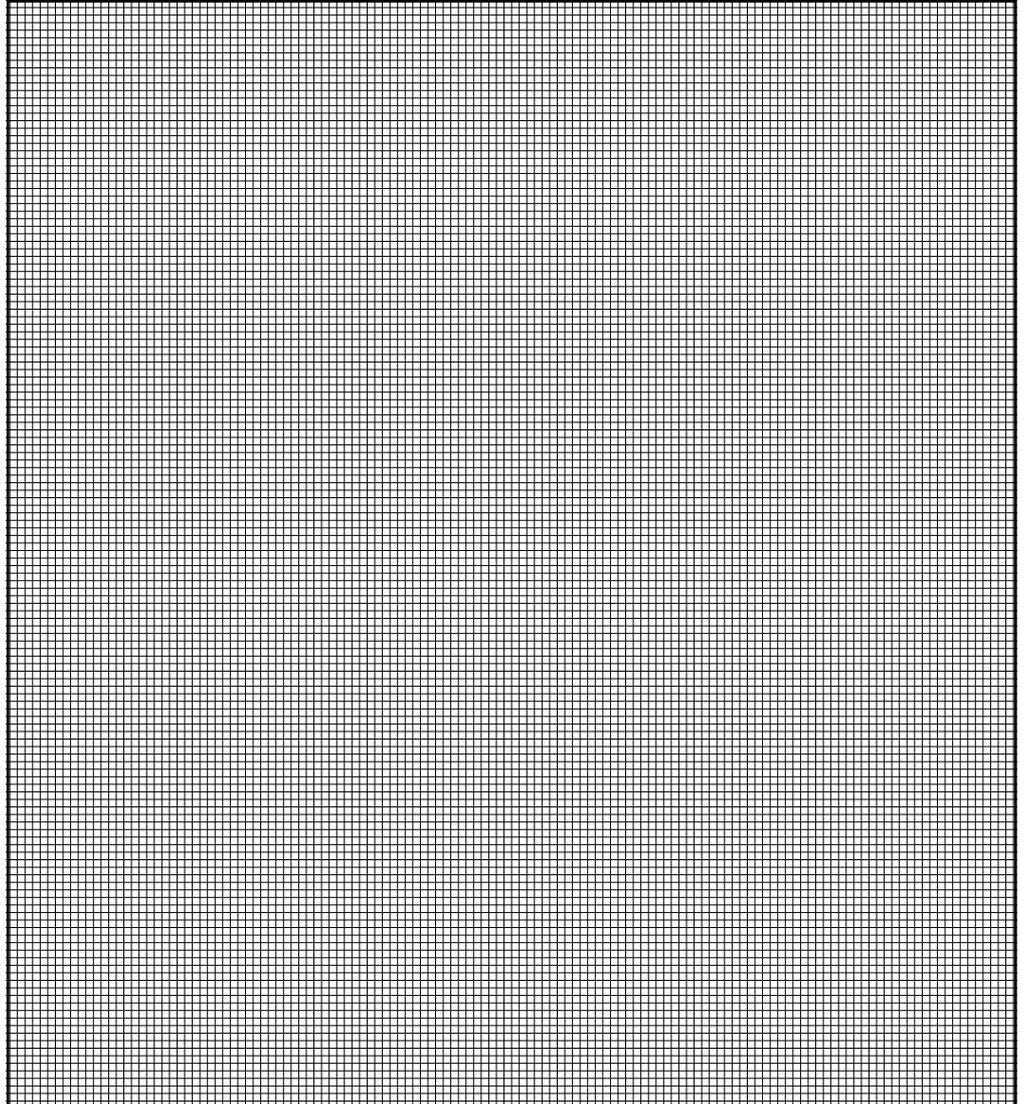


TP8
5/5

Caractéristique $f = g$ (U consigne)
Influence de la charge sur la vitesse

Document professeur

■ Document réponse



TP9
1/4**Remplacer le potentiomètre de référence
par des résistances fixes**

Document professeur

Objectif : L'élève sera capable de :

- Effectuer le raccordement de l'ALTIVAR,
- Décoder le logigramme de paramétrage du variateur de vitesse,
- Analyser un montage potentiométrique.
- Relever la caractéristique $f = g(U \text{ consigne})$, à vide et en charge,
- Exploiter la caractéristique tracée.

On donne : Les modules du pack variateur de vitesse.

Le schéma de câblage des modules du pack variateur.

Le guide d'exploitation de l'ALTIVAR (mise en service).

Les mesureurs nécessaires par exemple :

- Un voltmètre courant continu,
- Un ohmmètre.

Le code des couleurs et les valeurs de résistances de la série E12.

Un support de 2 résistances au carbone.

On demande : ■ Raccorder les modules du pack variateur de vitesse

En utilisant le schéma de câblage du variateur.

**Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension**

■ Paramétrer le convertisseur de fréquence.

Régler : H S P = 50 Hz

L S P = 0 Hz

I t h = 1,1 A

Lire la fréquence de rotation : r F r.

Faire varier la position du potentiomètre, observer que la fréquence de rotation change avec sa position.

TP9 2/4	Remplacer le potentiomètre de référence par des résistances fixes	Document professeur
--------------------	--	----------------------------

■ Mesurer la tension de consigne.

□ Mesurer U (+10v / com).

Mesurer la tension d'alimentation du potentiomètre de référence sur les bornes Com et +10V.

Calibre (V) :

Divisions (div) :

Coefficient (V/div) :

Valeur : *10,7V*

Vérifier que la valeur lue est conforme à celle indiquée par le constructeur (Voir le guide d'exploitation de l'ALTIVAR «bornier de contrôles» et «schéma de raccordement».

Réponse :

Borne	Fonction	Caractéristiques
+10	<i>Alimentation pour potentiomètre de consigne 1 à 10 kW</i>	<i>10V +15% 10V +0 10mA max., protégé</i>

Calcul de la tension max. annoncée par le constructeur :

$$10 + 10 \cdot \frac{15}{100} = 11,5V$$

La valeur de la tension mesurée aux bornes Com est conforme aux limites annoncées

TP9
3/4Remplacer le potentiomètre de référence
par des résistances fixes

Document professeur

- Mesurer U (AI1/ Com).

Mesurer la tension aux bornes du curseur (contact glissant), faire varier sa position et observer que la tension de consigne U (AI1 / Com) commande la vitesse du moteur.

Positionner le potentiomètre pour obtenir une fréquence $f = 20$ Hz, lue sur l'ALTIVAR.

Mesurer alors la tension U (AI1 / Com).

Calibre (V) :

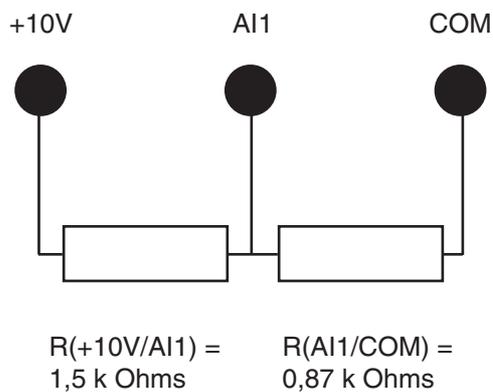
Divisions (div) :

Coefficient (V/div) :

Valeur : 3,9V

- Interpréter les résultats.

- Compléter le schéma ci-dessous.



- Mesurer les résistances.

Couper l'alimentation du banc de variation.

Débrancher le potentiomètre.

Mesurer la résistance totale du potentiomètre $R_t : R_t = 2,26 \text{ k}\Omega$

Mesurer la résistance R (AI1 / Com) = 0,87 kΩ

TP9
4/4

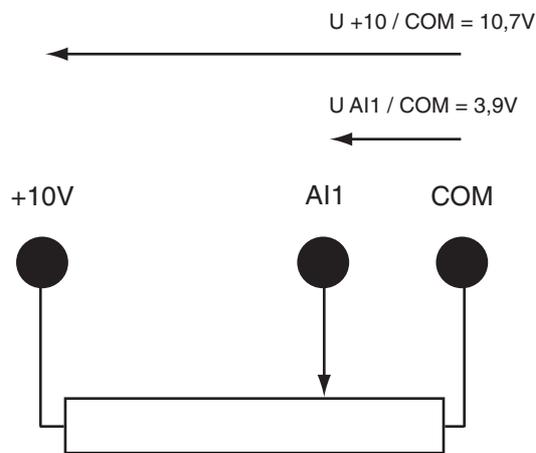
Remplacer le potentiomètre de référence par des résistances fixes

Document professeur

☐ Sélectionner 2 résistances qui remplaceront le potentiomètre.

Remplacer le potentiomètre de référence par 2 résistances R (AI1 / Com) et R (+10v / AI1), choisies dans les valeurs normalisées de la série E12 (la somme des 2 résistors devra être plutôt plus élevée que R_t).

Compléter le schéma ci-dessous :



Calculer la nouvelle résistance totale :

$$R (\text{AI1} / \text{Com}) + R (+10\text{v} / \text{AI1}) = 1,5 + 0,82 = 2,32 \text{ k } \Omega$$

Indiquer le code des couleurs des 2 résistances choisies dans la série E12, tolérances 10% qu'il faudra placer :

Désignation	Valeur	Code des couleurs
R (AI1 / Com)	<i>0,82kΩ</i>	<i>Gris, rouge, marron, argent</i>
R (+10v / AI1)	<i>1,5kΩ</i>	<i>Marron, vert, rouge, argent</i>

Placer les deux résistances sur un support, faire corriger le montage.

Vérifier expérimentalement la qualité du montage : l'essai donne-t-il la fréquence souhaitée ?

Réponse: $f = 20 \text{ Hz}$

TP10
1/10Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

Objectifs : Etre capable :

- De justifier le choix du variateur de vitesse associé au moteur,
- D'effectuer le raccordement d'un convertisseur à un moteur,
- D'effectuer en toute sécurité des mesures pour contrôler le fonctionnement d'un équipement, en particulier l'évolution de la vitesse n en fonction de la fréquence f du signal triphasé de tension émis par le convertisseur en fonction de la tension de commande V_c ,
- D'exploiter des documents constructeurs.

En ayant à votre disposition :

- Le dossier technique ALTIVAR,
- Le guide d'exploitation de l'ALTIVAR,
- Un multimètre,
- Un tachymètre optique ou mécanique,
- Un schéma à compléter.

On demande : ■ Choix du variateur:

Compléter la plaque signalétique suivante, en relevant les informations sur le banc de mesures.

3 ~ mot :	IP : 55					IC : F
Serv : S1	cos φ :					
	0.74					
Δ / Y	Hz	Hp	Kw	rpm	A	Δ / Y
230 / 400V	50	0.5	0.18	1380	1.1 / 0.64	

A partir de cette plaque signalétique et du guide d'exploitation, effectuer le choix du variateur, on précise que le réseau est monophasé 230 V et que l'indice de protection minimum est IP 20.

Préciser :

- Exemple de référence: *ATV31H018M2*
- Sa tension d'alimentation : *200-240 V*
- Sa tension maximale de sortie : *240 V*
- La gamme de fréquence en sortie : *0.5 à 320 Hz*

TP10
2/10

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

En vous aidant du guide, préciser le rôle de chaque groupes de bornes suivants :

+ 10, AI1; COM : *Consigne de vitesse en tension par potentiomètre*

LI1 à LI4 : *Commande des sens de rotation et des vitesses présélectionnées*

R1A - R1B : *contact fermé signalant un défaut variateur*

R1B - R1C : *contact fermé si variateur sous tension sans défaut*

■ Principe de fonctionnement du variateur :

Pour réaliser la variation de vitesse d'un moteur asynchrone, il est nécessaire de modifier un des paramètres suivants, lequel ? fréquence, tension d'alimentation statorique.

Il faut modifier la fréquence.

Donner la formule qui lie f (fréquence électrique en hz) et p (nombre de paires de pôles du moteur) avec n_s (vitesse de synchronisme en tr/s).

$$N_s = f/p$$

Calculer la vitesse de synchronisme d'un moteur asynchrone triphasé 4 pôles, sous une tension d'alimentation de fréquence de 50 Hz.

$$N_s = 50/2 = 25 \text{ tr/s}$$

Calculer la vitesse de ce même moteur avec une fréquence de 20 Hz.

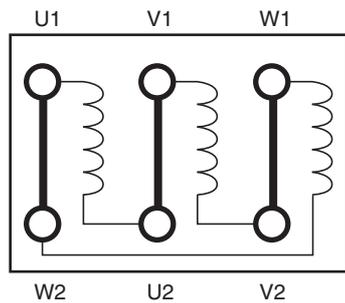
$$N_s = 20/2 = 10 \text{ tr/s}$$

TP10
3/10Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

■ Raccordements :

Compléter la plaque à bornes suivante et justifier le couplage du moteur.

Justification :

Le moteur est un 230/400V, le variateur fournit des tensions de 230V, donc il faut effectuer un couplage triangle, ce qui correspond à la première tension indiquée sur le moteur.

En s'aidant des pages du guide d'exploitation, compléter le schéma (page 6/8), pour obtenir le fonctionnement suivant :

- Allumage du voyant H1 puissance à la mise sous tension du variateur,
- Allumage du voyant H2 défaut, en cas de défaut du variateur,
- Quatre vitesses présélectionnées par LI3 et LI4,
- Variation de vitesse par potentiomètre,
- Sélection possible du sens de rotation par LI1 et LI2.

Faire vérifier le schéma par le professeur.

Effectuer les raccordements sur le banc de mesures. Les faire contrôler.



Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.

**TP10
4/10**

**Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR**

Document professeur

■ Configuration du variateur

□ A l'aide du guide, effectuer la configuration du variateur, comme suit :

lth : In moteur = 2.1	FLG = 33	Uft : L
bFr = 50	IdC à calculer = 0.7 In = 1.5 A	tUn : Yes
Acc = 2 s	SdCl = 0,5 s	UnS : voir moteur = 230 V
Dec = 3 s	UFr = 20	FrS : voir moteur = 50 Hz
Lsp = 0	Sp3 = 300 tr/min = 10 Hz	tFr = 60
Hsp = 50	Sp4 = 1250 tr/min = 41.6 Hz	Bra : yes

Les autres paramètres restent inchangés. Faire vérifier par le professeur.



Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.

□ Procéder aux essais et contrôler physiquement la concordance des vitesses avec les réglages, en utilisant un tachymètre. Préciser les actions effectuées pour obtenir les vitesses ci-dessous ainsi que les différents sens de rotation.

	Action effectuée
Vitesse 1	<i>fermer LI1, laisser LI3 et LI4 ouverts et agir sur le potentiomètre</i>
Vitesse 2	<i>fermer LI3 et laisser ouvert LI4</i>
Vitesse 3	<i>fermer LI4 et laisser ouvert LI3</i>
Vitesse 4	<i>fermer LI3 et LI4</i>
Sens 1	<i>fermer LI1</i>
Sens 2	<i>fermer LI2</i>

TP10
5/10Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

■ Mesures :

On désire maintenant tracer les courbes $f = g(V_c)$ et $n = g(V_c)$, avec V_c tension de commande du variateur, N (vitesse de rotation en tr/min) et f (fréquence de la tension statorique en Hz)

Placer les appareils de mesures sur le banc conformément au tableau ci- dessous :

	Méthode de mesure (ou est réalisée la mesure)
mesure de V_c au voltmètre continu	Bornes com - Ai1
mesure de la vitesse au tachymètre optique	en bout d'arbre moteur
mesure de la fréquence	à l'aide du paramètre FRH de l'afficheur du variateur

Câbler le montage et faire vérifier par le professeur.



Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.

Effectuer les relevés pour les valeurs de fréquences suivantes : 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 Hz.

et compléter le tableau suivant :

F (Hz)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
V_c (V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N (tr/min)	143	293	439	592	743	894	1038	1189	1338	1484

Tracer les courbes sur papier millimétré avec les échelles suivantes :

1 cm = 5 Hz ; 1 cm = 100 tr/min ; 1 cm = 1 V.

(Les coller au dos de cette feuille)

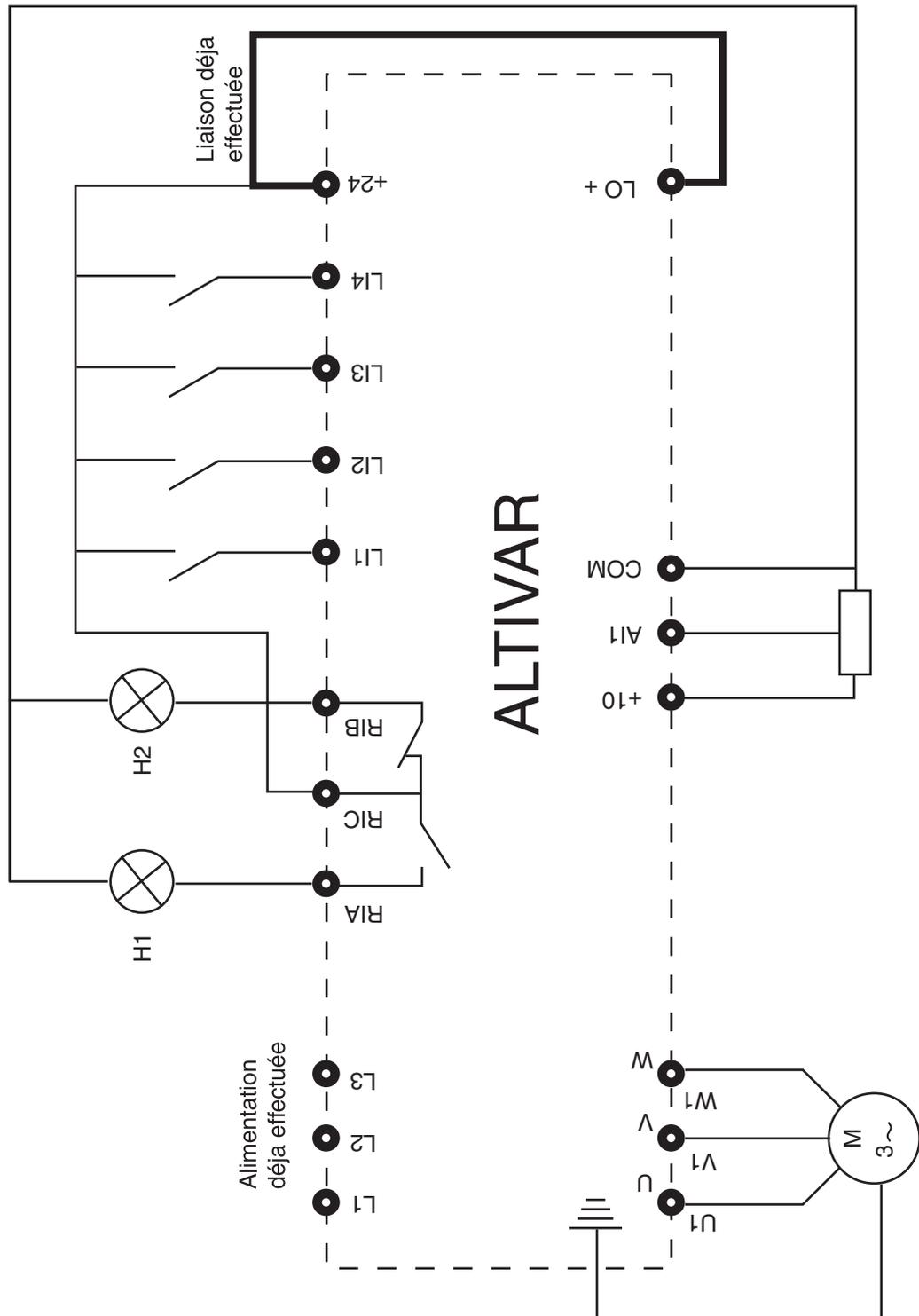
Commenter les courbes obtenues.

On observe une proportionnalité entre V_c , F et n

TP10
6/10

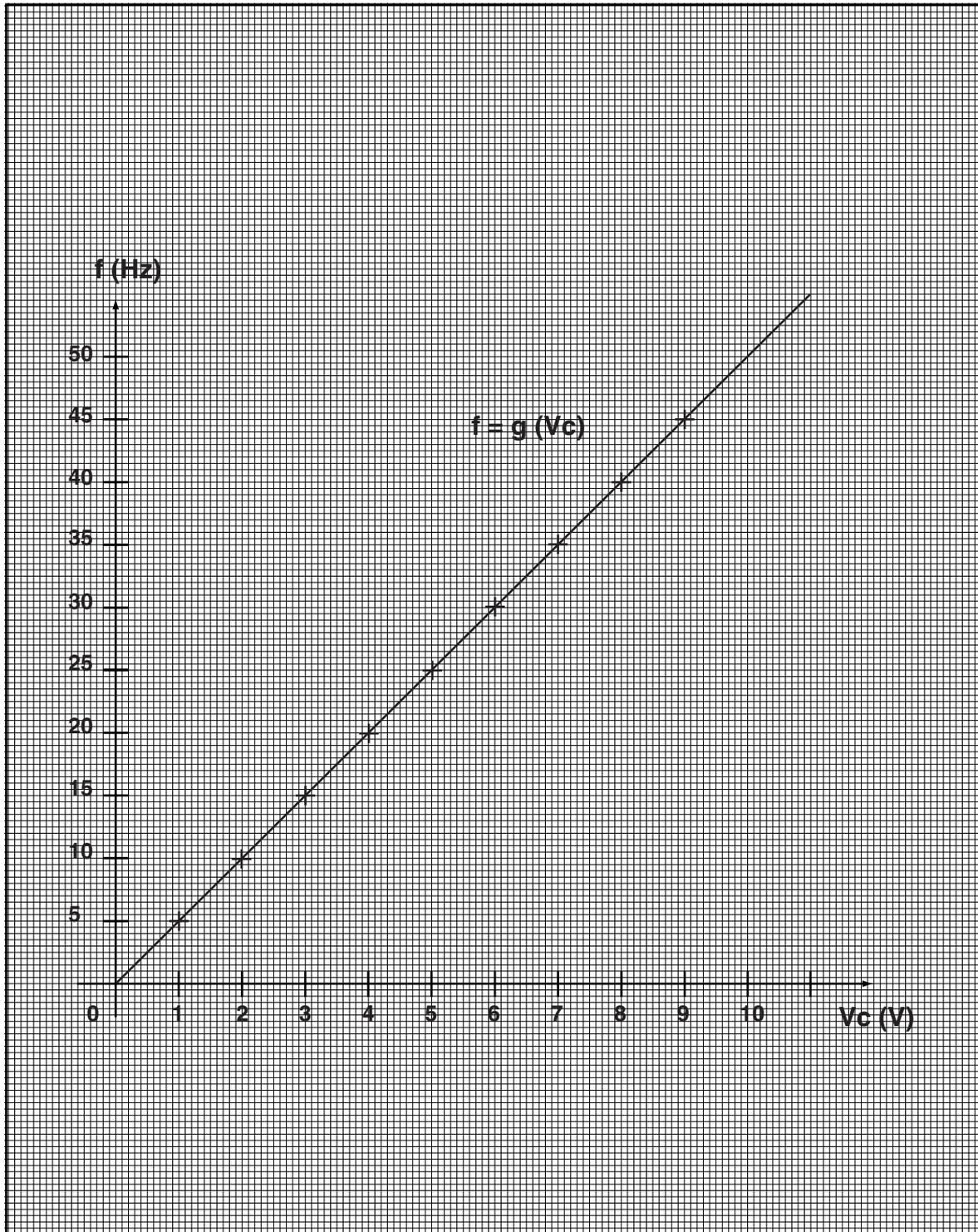
Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur



TP10
7/10Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

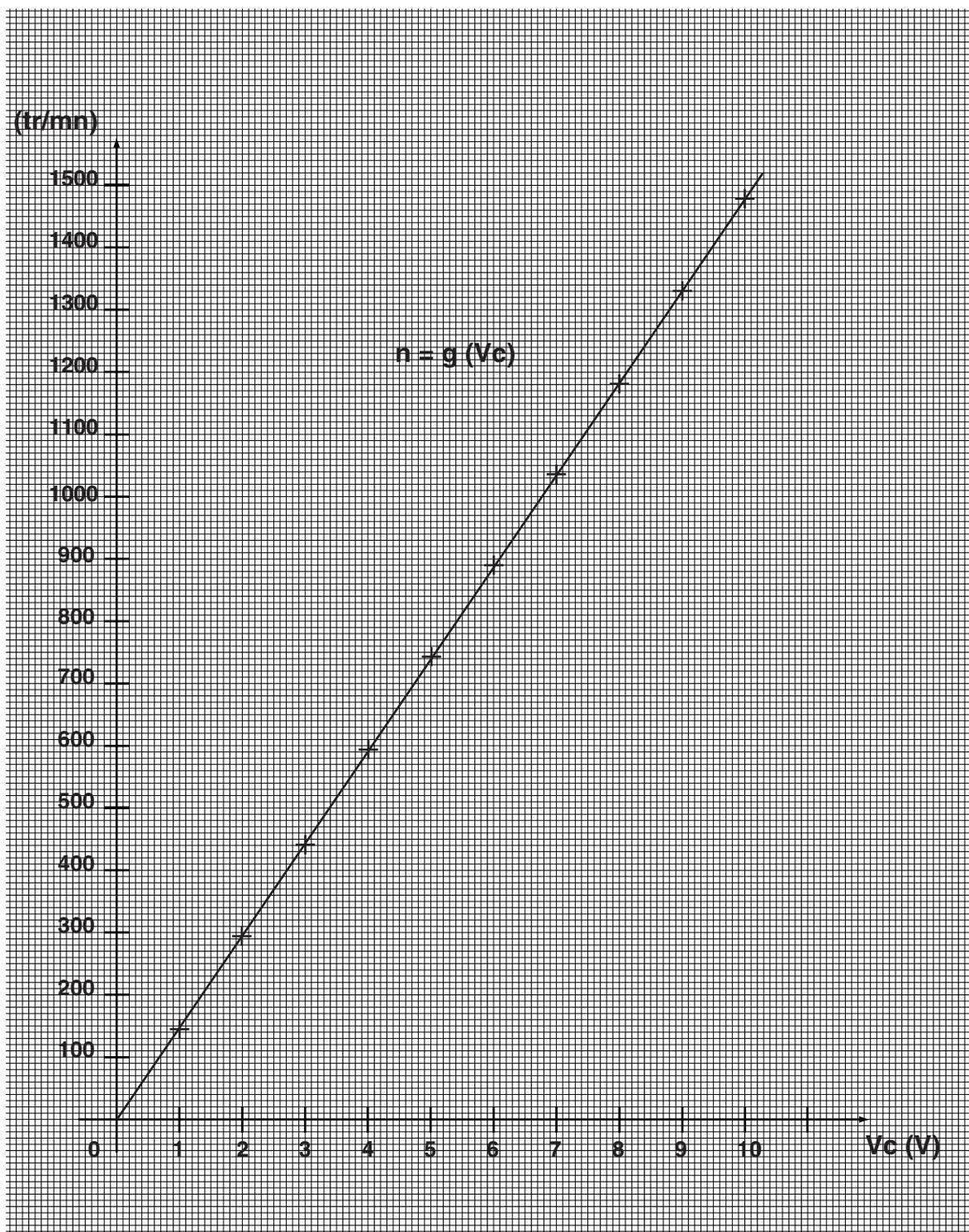
Document professeur



TP10
8/10

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

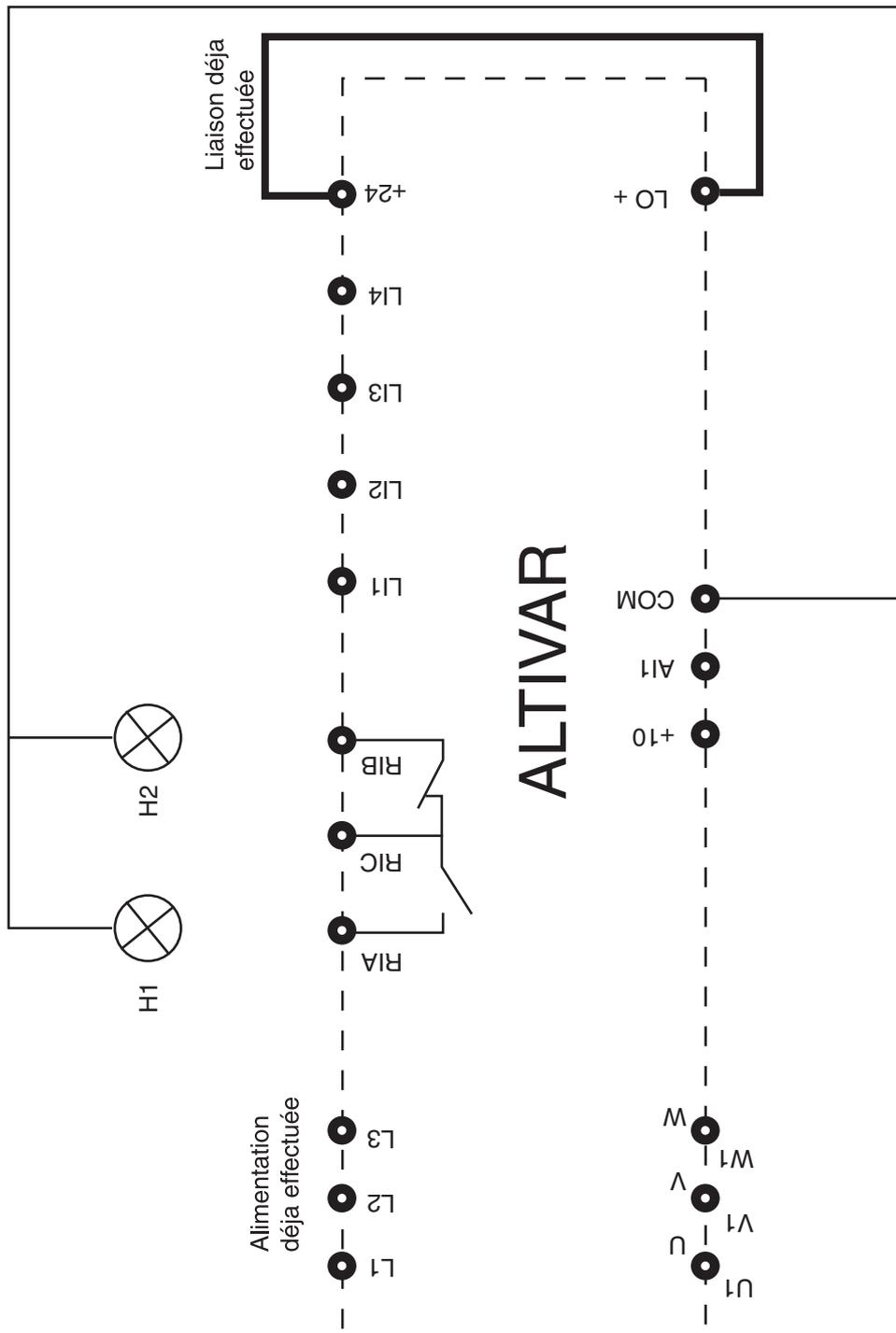


TP10
9/10

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

■ Document réponse

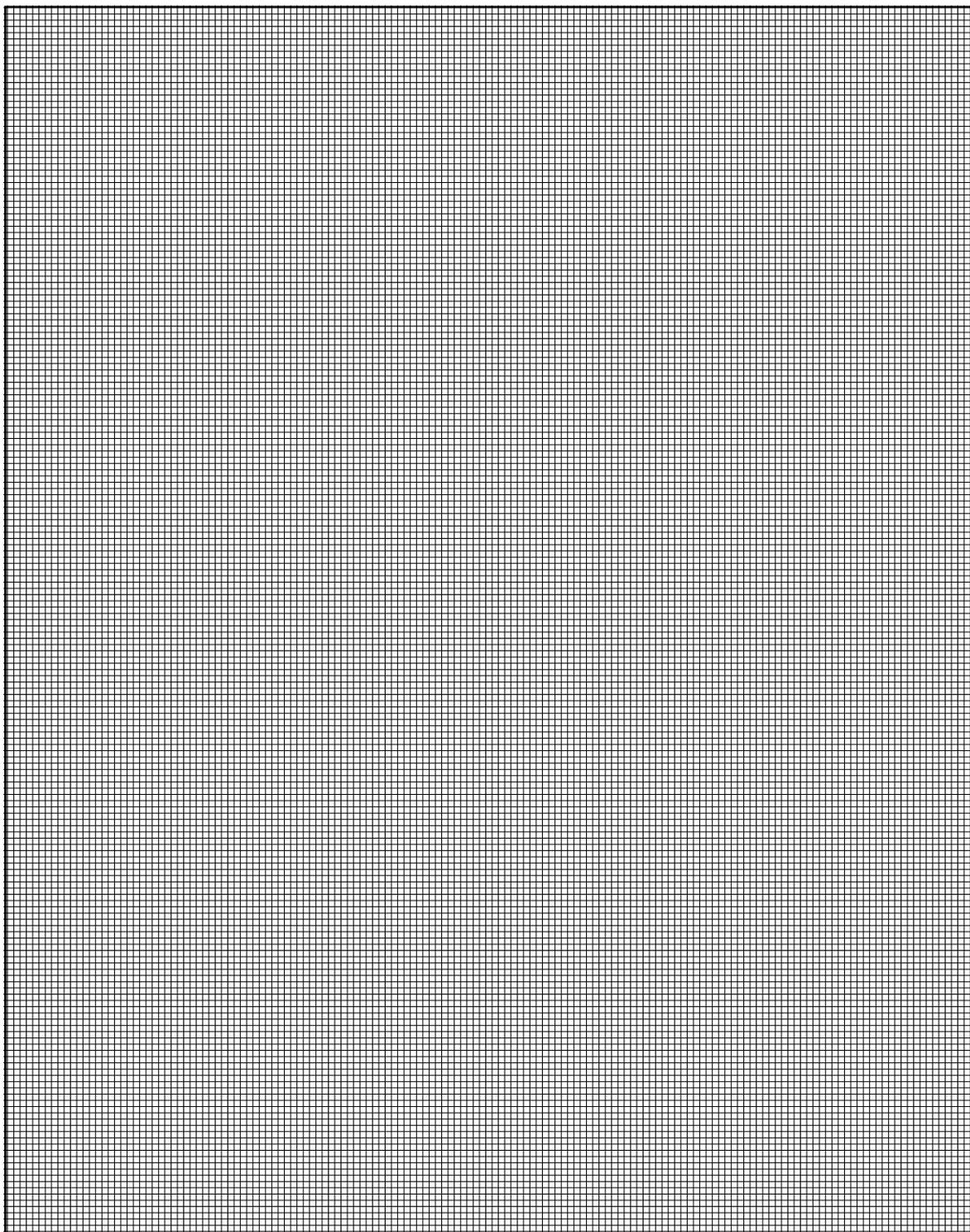


**TP10
10/10**

**Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR**

Document professeur

■ Document réponse



TP11
1/11Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

Objectifs : Etre capable :

- D'étudier l'évolution de la tension U envoyée au moteur et du courant I d'un moteur asynchrone triphasé fonctionnant en charge par rapport à la fréquence f du signal triphasé de tension émis par le convertisseur,
- D'en faire les conclusions concernant la nécessité de modifier le paramètre U/f en fonction de la loi de couple désirée,
- De contrôler la forme des signaux envoyés au moteur asynchrone triphasé à l'aide d'un oscilloscope à mémoire.

En ayant à votre disposition :

- Le dossier technique concernant les raccordements du banc ALTIVAR,
- Le guide d'exploitation de l'ALTIVAR,
- Un oscilloscope numérique,
- Une sonde différentielle,
- Une pince ampéremétrique à effet hall,
- Une table traçante numérique et ses accessoires de raccordement,
- Un multimètre RMS,
- Un tachymètre optique.

On demande : Pour réaliser les essais suivants, il faudra câbler le montage de base (page 5 / 8).

Mettre sous tension le banc en présence du professeur et contrôler que les paramètres LSP et HSP valent respectivement 0 et 50 Hz.

**Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.**

TP11
2/11

**Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR**

Document professeur

■ Essai en charge : tourner le frein, pour obtenir LCR = 1,5 A à 50 Hz.



Veillez à pratiquer les essais rapidement pour éviter l'échauffement excessif du frein.

On considère le moteur en charge.

On demande ici de faire les essais permettant de tracer les courbes suivantes :

$U_{eff} = g(f)$ pour les trois lois de couple, n, L, P (voir modification du paramètre U_{Ft}).

avec U_{eff} : tension de sortie du variateur mesurée au voltmètre RMS.

Pratiquer les mesures pour les fréquences suivantes : 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50

Loi de couple n.

Réaliser les mesures et placer les résultats dans le tableau ci-dessous :

	Mesures	Calculs
f (Hz)	$U_{eff} (V) n$	U_{eff} / f
5	105	21
10	130	13
15	155	10,33
20	170	8,5
25	190	7,6
30	203	6,76
35	215	6,14
40	225	5,62
45	240	5,33
50	250	5

TP11
3/11

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

Loi de couple L : réaliser les mesures et placer les résultats dans le tableau ci-dessous :

	Mesures	Calculs
F (Hz)	Ueff (V) L	Ueff / f
5	85	17
10	116	11,6
15	141	9,4
20	161	8,05
25	181	7,24
30	198	6,6
35	217	6,2
40	230	5,75
45	243	5,4
50	256	5,12

Loi de couple P : réaliser les mesures et placer les résultats dans le tableau ci-dessous :

	Mesures	Calculs
F (Hz)	Ueff (V) P	Ueff / f
5	75	15
10	95	9,5
15	115	7,66
20	135	6,75
25	159	6,36
30	178	5,93
35	198	5,66
40	220	5,5
45	239	5,3
50	255	5,1

TP11
4/11

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

❑ Tracer les 3 courbes sur papier millimétré avec les échelles sui-
vantes : 1 cm = 5 Hz; 1 cm = 10 V. sur une seule feuille mais avec
des couleurs différentes.

❑ Commentez les courbes obtenues concernant le rapport U_{eff}/f et
 U_{eff} .

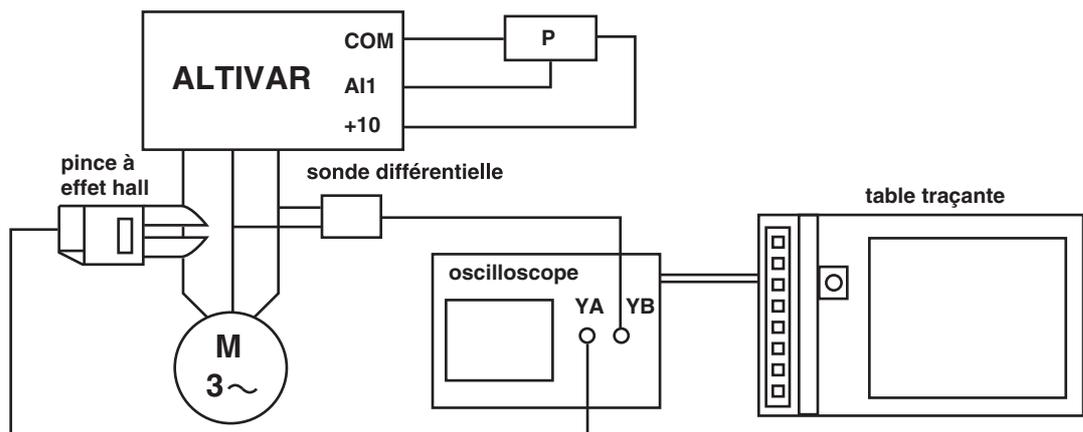
On précise que le paramètre U_{eff}/f correspond au couple moteur.

Commentaire	rapport U_{eff}/f	U_{eff}
	<i>Le rapport U_{eff}/f, est modifié à chaque fois que l'on intervient sur le type de loi de couple ceci, pour s'adapter au couple moteur.</i>	<i>La valeur de la tension efficace envoyée au moteur n'est pas égale à la valeur nominale, pour toutes les fréquences, mais elle varie pour permettre la concordance avec le couple demandé.</i>
	<i>Enfin on constate qu'il tend à rester constant de 25 à 50 Hz.</i>	

■ Etude oscilloscopique:

❑ Visualiser et imprimer séparément les formes du courant dans
une phase et la tension entre deux phases d'alimentation du moteur
pour $f = 50$ Hz en utilisant la pince à effet hall et la sonde différen-
tielle comme sur le montage ci-dessous.

Schéma du montage à réaliser et à faire vérifier par le professeur



Faire vérifier le montage par le professeur après chaque modifica-
tion.

❑ Le courant et la tension moteur ont-ils une forme sinusoïdale ?
préciser si tel n'était pas le cas.

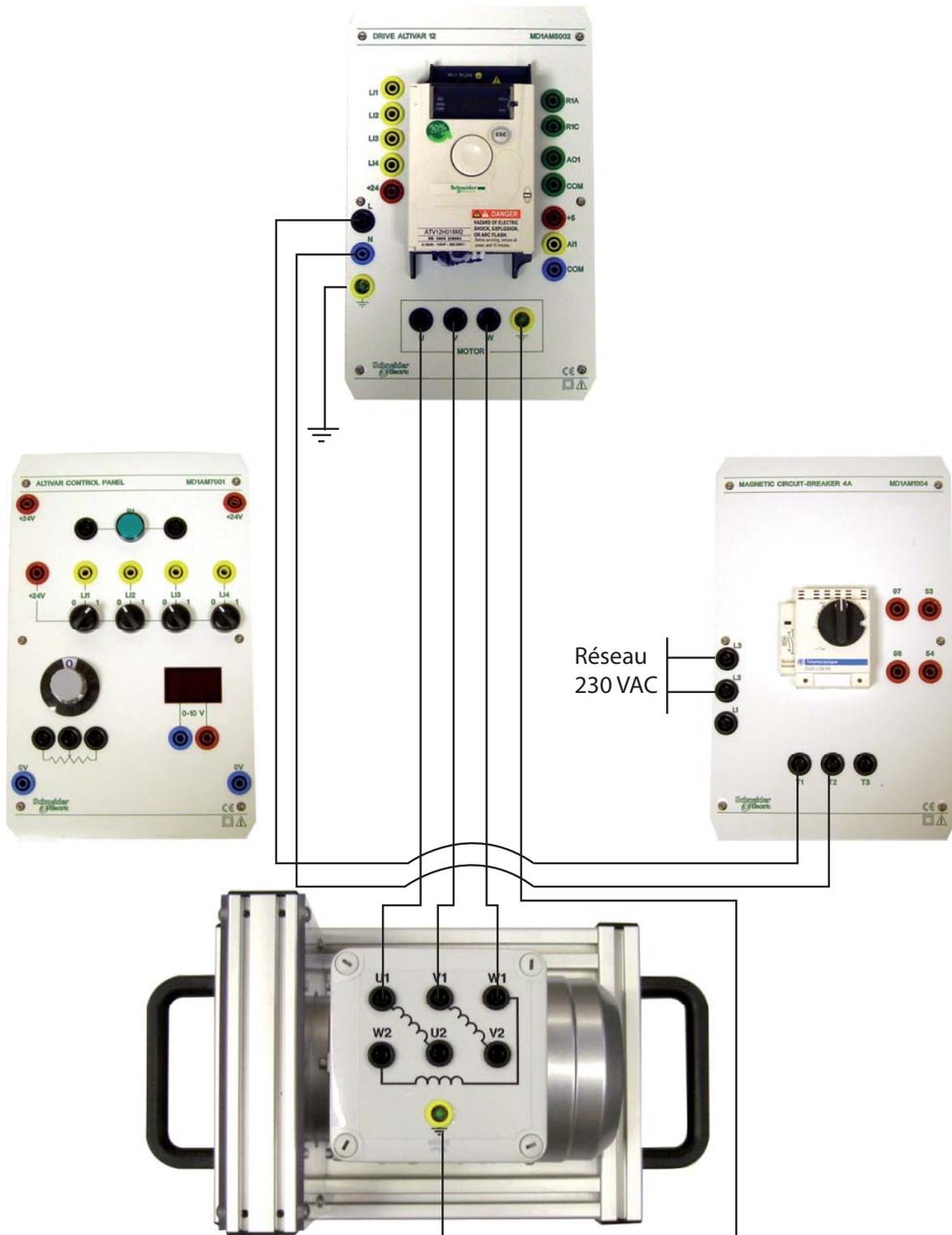
Forme du courant	Forme de la tension
<i>Le courant est sinusoï- dal</i>	<i>La tension est alternative mais pas sinusoïdale</i>

TP11
6/11

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

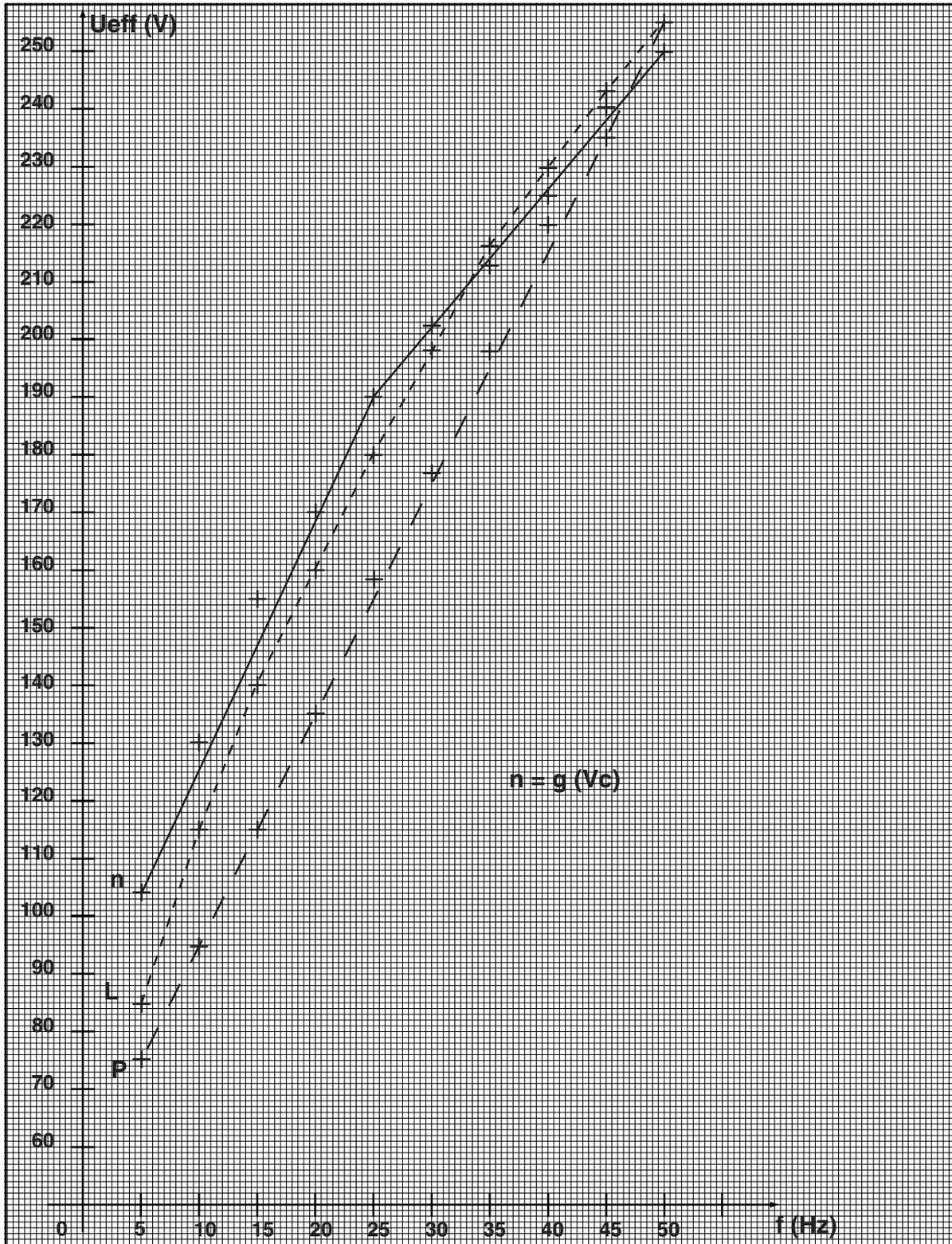
Document professeur

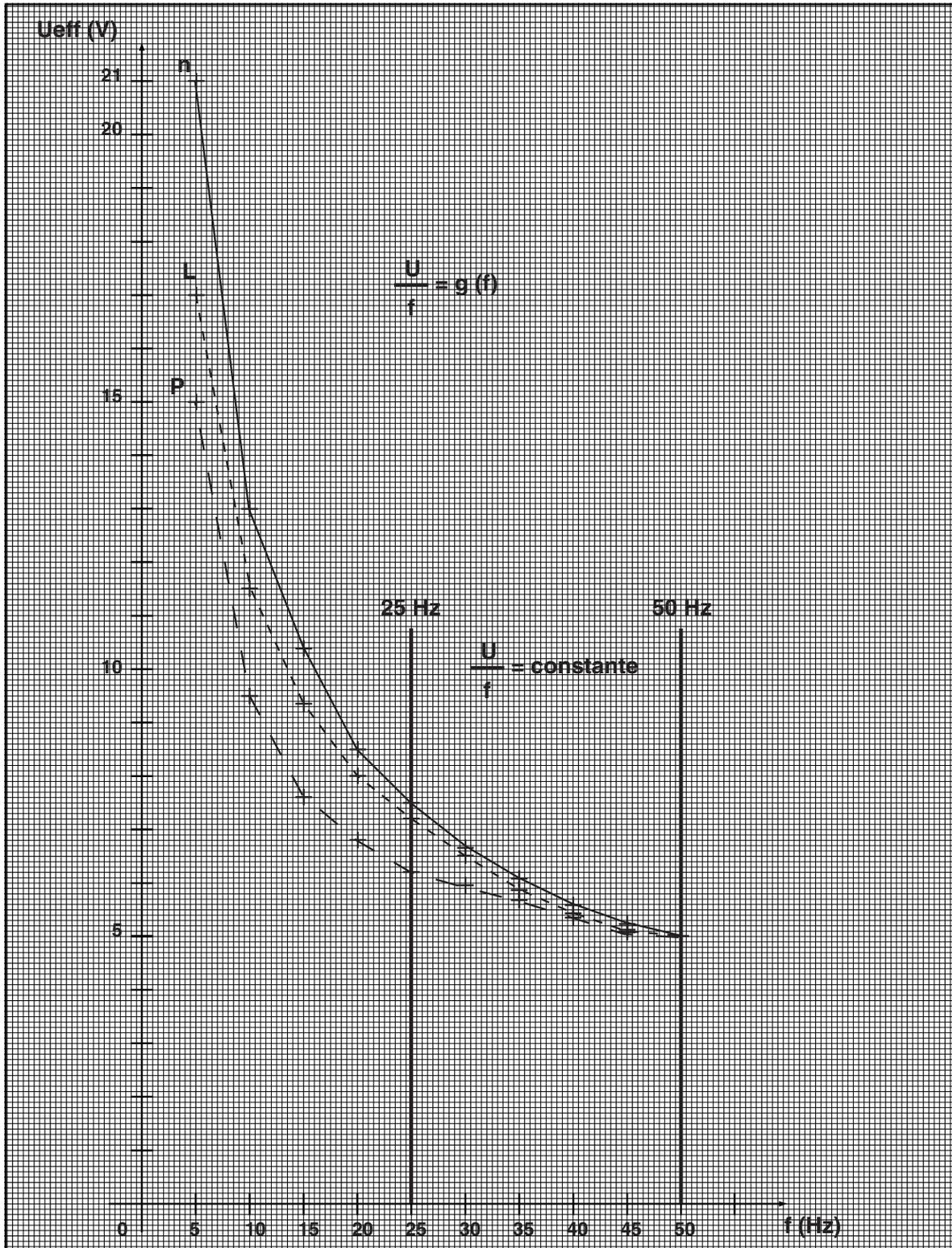
■ Modules ALTIVAR : Câblage de puissance



TP11
7/11Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

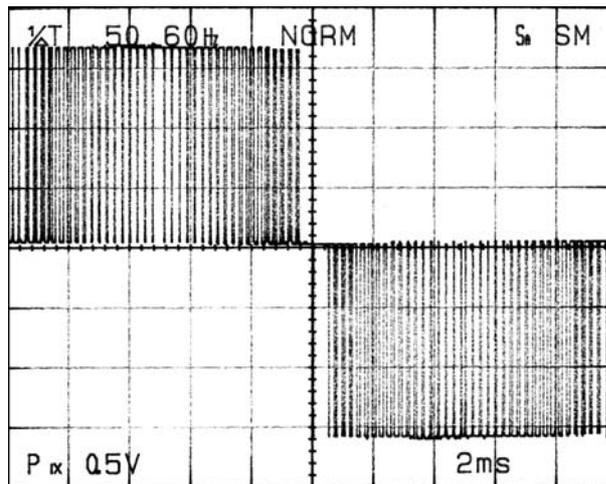
Document professeur



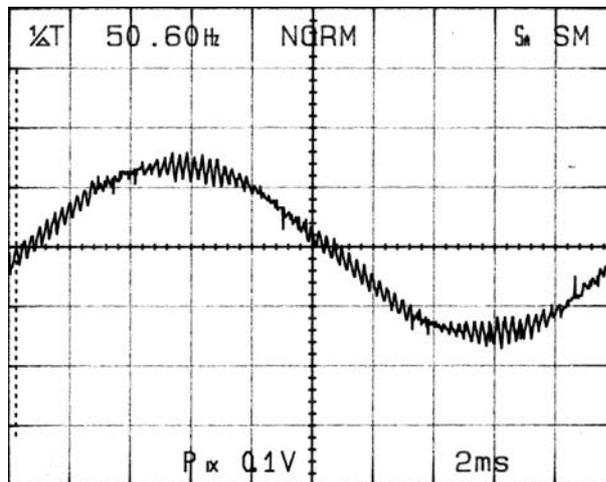


TP11
9/11Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur



Sonde X 200

 $U_m = f(t)$ $f_c = 50 \text{ Hz}$ $\hat{U} = 340 \text{ V}$ 

pince 1000 mV/A

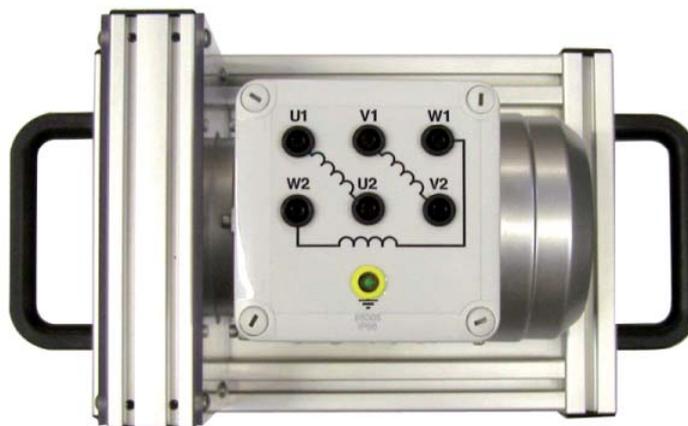
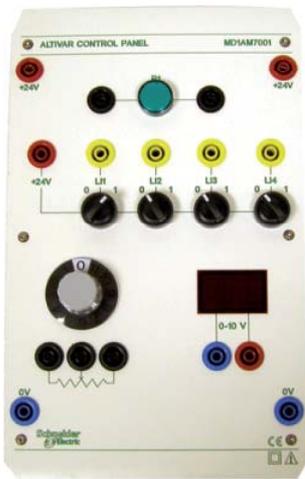
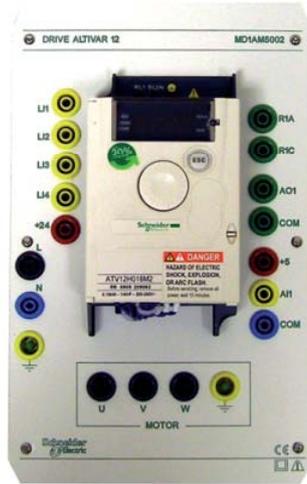
 $I_m = f(t)$ $\hat{I}_m = 1,6 \text{ A}$

TP11
10/11

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

■ Document réponse

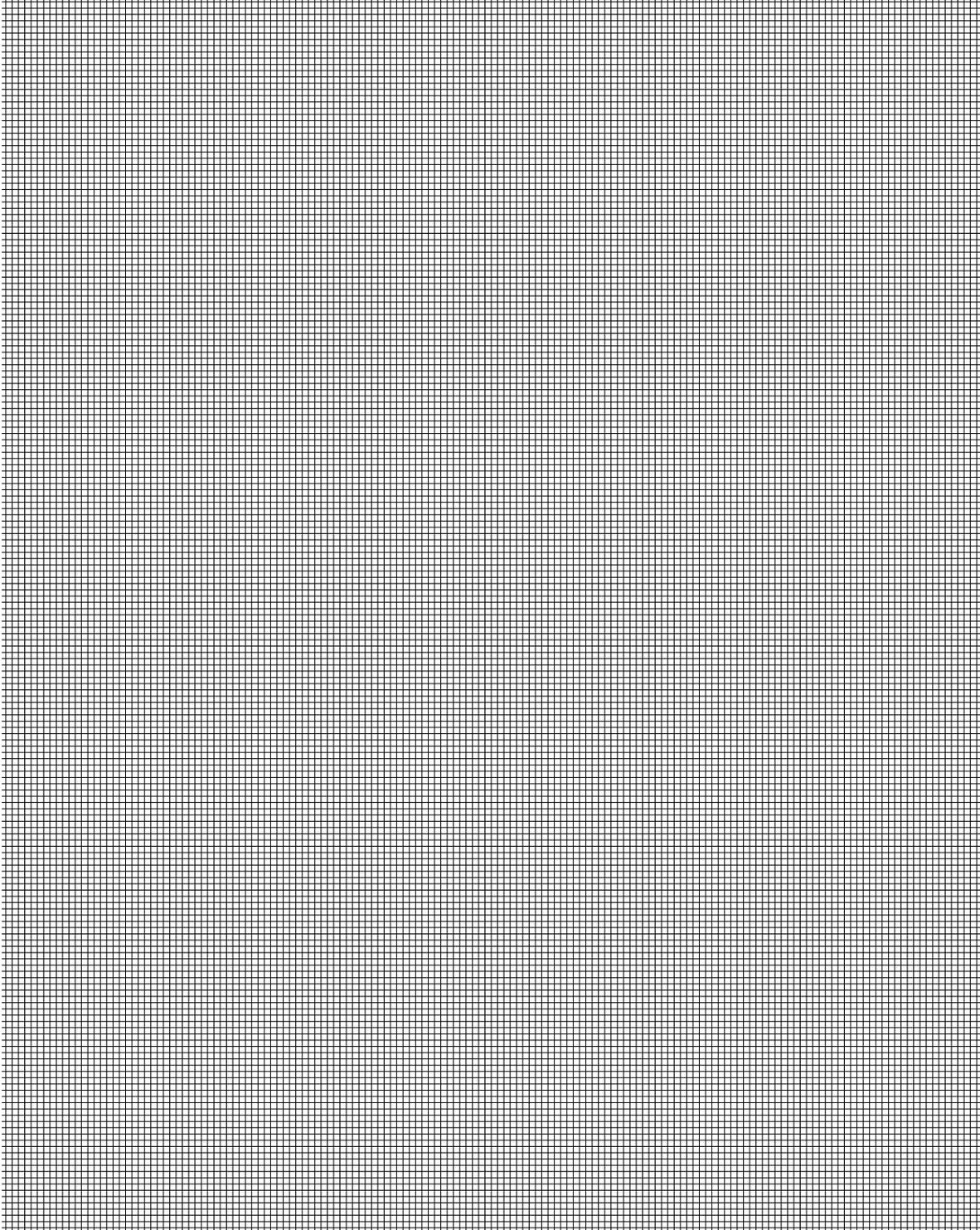


TP11
11/11

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

■ Document réponse



TP12
1/13Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

Objectifs : Etre capable :

- D'exploiter des documents constructeurs,
- De dialoguer avec le variateur par l'intermédiaire de l'ordinateur,
- D'introduire et de modifier des paramètres.

En ayant à votre disposition :

- Le dossier technique ALTIVAR,
- Le guide d'exploitation de l'ALTIVAR,
- Un schéma à compléter,
- Un ordinateur et le logiciel «ALTIVAR»,
- Les accessoires de raccordement entre l'ordinateur et le variateur.

On demande : ■ Configuration du variateur.

On se propose ici d'effectuer la configuration du variateur de vitesse à l'aide du logiciel «ALTIVAR».

Pour cela il est nécessaire, en premier lieu d'effectuer le raccordement du variateur conformément au document page 6/9.

Puis de raccorder (hors tension) l'ordinateur à L'ALTIVAR, par l'intermédiaire de son interface, demander au professeur si nécessaire.

Ensuite, faire vérifier l'ensemble du montage par le professeur.



Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.

Allumer l'ordinateur, ouvrir le programme «ALTIVAR».

TP12
2/13

**Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR**

Document professeur

Suivre les instructions et à l'aide du guide, configurer le variateur selon le tableau ci-dessous

lth : In moteur =	FLG = 33	Uft : L
bFr = 50	IdC à calculer = <i>0,7I_n = 1,5A</i>	tUn : Yes
Acc = 2 s	SdCl = 0,5 s	UnS : voir moteur = 230V
Dec = 3 s	UFr = 20	FrS : voir moteur = 50 Hz
Lsp = 0	Sp3 = 300 tr/min = 10 Hz	tFr = 60
Hsp = 50	Sp4 = 1250 tr/min = 41,6 Hz	Bra : yes

Les autres paramètres restent inchangés.

Procéder aux essais et contrôler physiquement la concordance des vitesses avec les réglages. Vérifier que les actions du tableau ci-dessous entraînent la bonne fonction.

	Action effectuée
Vitesse 1	fermer LI1, laisser LI3 et LI4 ouverts et agir sur le potentiomètre
Vitesse 2	fermer LI3 et laisser ouvert LI4
Vitesse 3	fermer LI4 et laisser ouvert LI3
Vitesse 4	fermer LI3 et LI4
Sens 1	fermer LI1
Sens 2	fermer LI2

Imprimer la configuration complète.

TP12
3/13

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

■ Modifications :

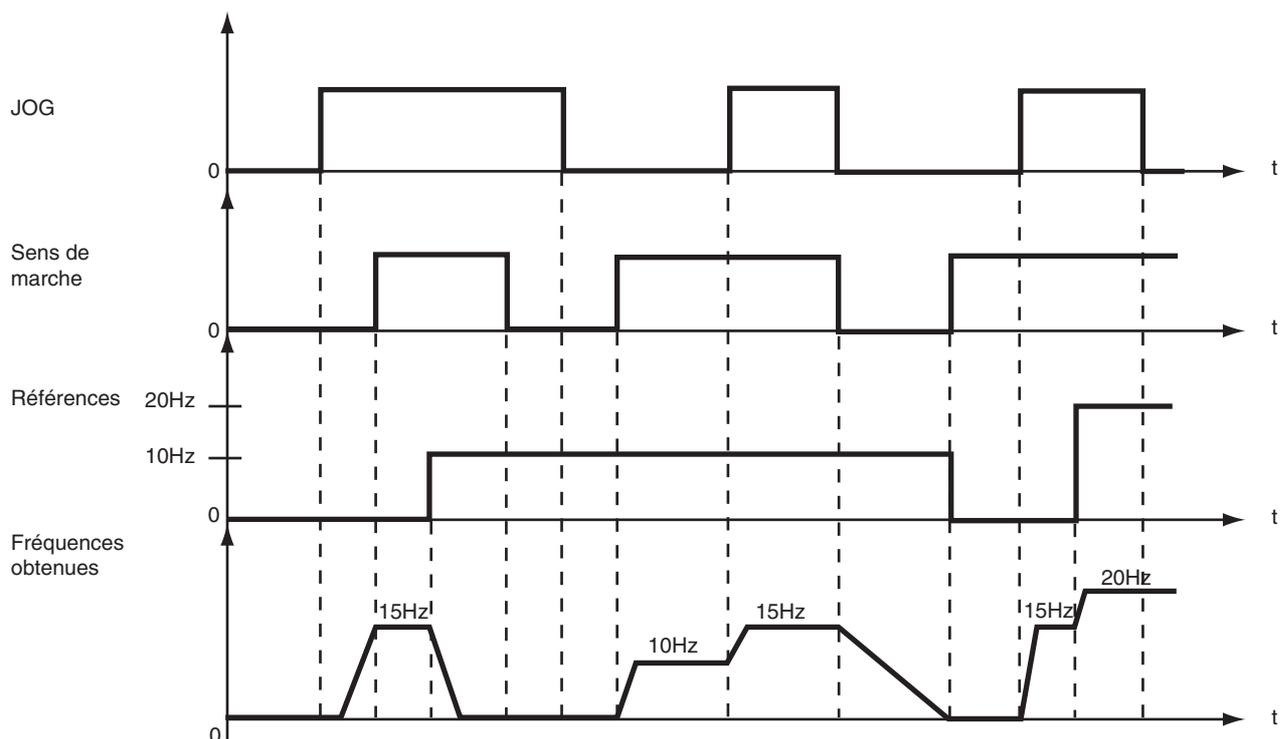
On se propose maintenant, de modifier l'affectation des entrées logiques LI2, LI3, LI4 du variateur, pour cela il sera nécessaire de consulter le guide d'exploitation.

- Configurer l'entrée logique LI2 pour obtenir une marche pas à pas «JOG» de 15 Hz.

Indiquer ci-dessous la procédure à effectuer.

Donner à LI2 le code JOG.

- Effectuer un cycle complet, conformément au chronogramme ci-dessous, et compléter la partie «fréquences obtenues».



- Affecter à l'entrée logique LI3, la fonction «arrêt rapide».

Indiquer la procédure.

Donner à LI3 le code FST.

Tester le fonctionnement, et indiquer ci-dessous, l'intérêt de celui-ci, sur une machine de production.

Pour arrêter rapidement la machine en cas d'arrêt d'urgence.

TP12
4/13

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

■ Affecter à l'entrée logique LI4, la fonction «freinage par injection de courant continu».

Indiquer la procédure.

Donner à LI4 le code DCI

Tester le fonctionnement et indiquer quel en est le principe de fonctionnement ?

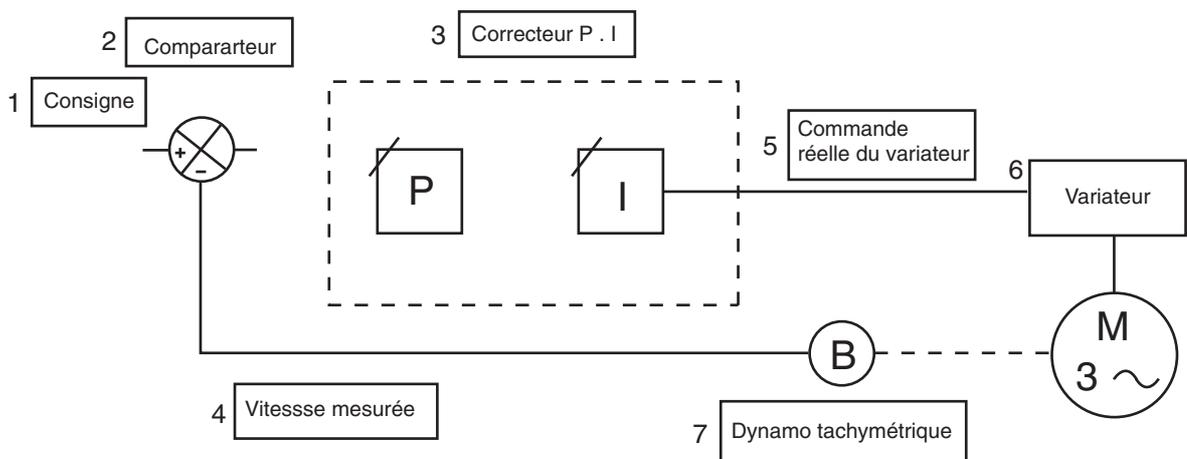
Injecter un courant continu sur les stator du moteur, pour obtenir un champ magnétique fixe et donc provoquer le ralentissement du rotor

■ Régulation de vitesse :

On désire effectuer une régulation de vitesse, en utilisant les entrées analogiques AI1 comme référence et AI2 comme retour vitesse.

□ Compléter les rectangles 1 à 7 du schéma synoptique ci-dessous par les termes suivants :

Consigne, vitesse mesurée, dynamo tachymétrique, commande réelle du variateur, correcteur P.I, comparateur, variateur.



TP12
5/13Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

- Donner l'affectation de l'entrée AI2.

Lui le donner le code PIF

- Il faudrait régler les paramètres, rPG, rIG et Fbs, expliquer la façon dont vous vous y prendriez pour régler ces différents paramètres.

On précise que la dynamo tachymétrique à une résolution de 0,06 V/tr/min

rPg et rIlg correspondent respectivement aux gains proportionnel et intégral qui sont régler afin de d'obtenir une vitesse mesurée se rapprochant le plus possible de la consigne dans le temps le plus court possible.

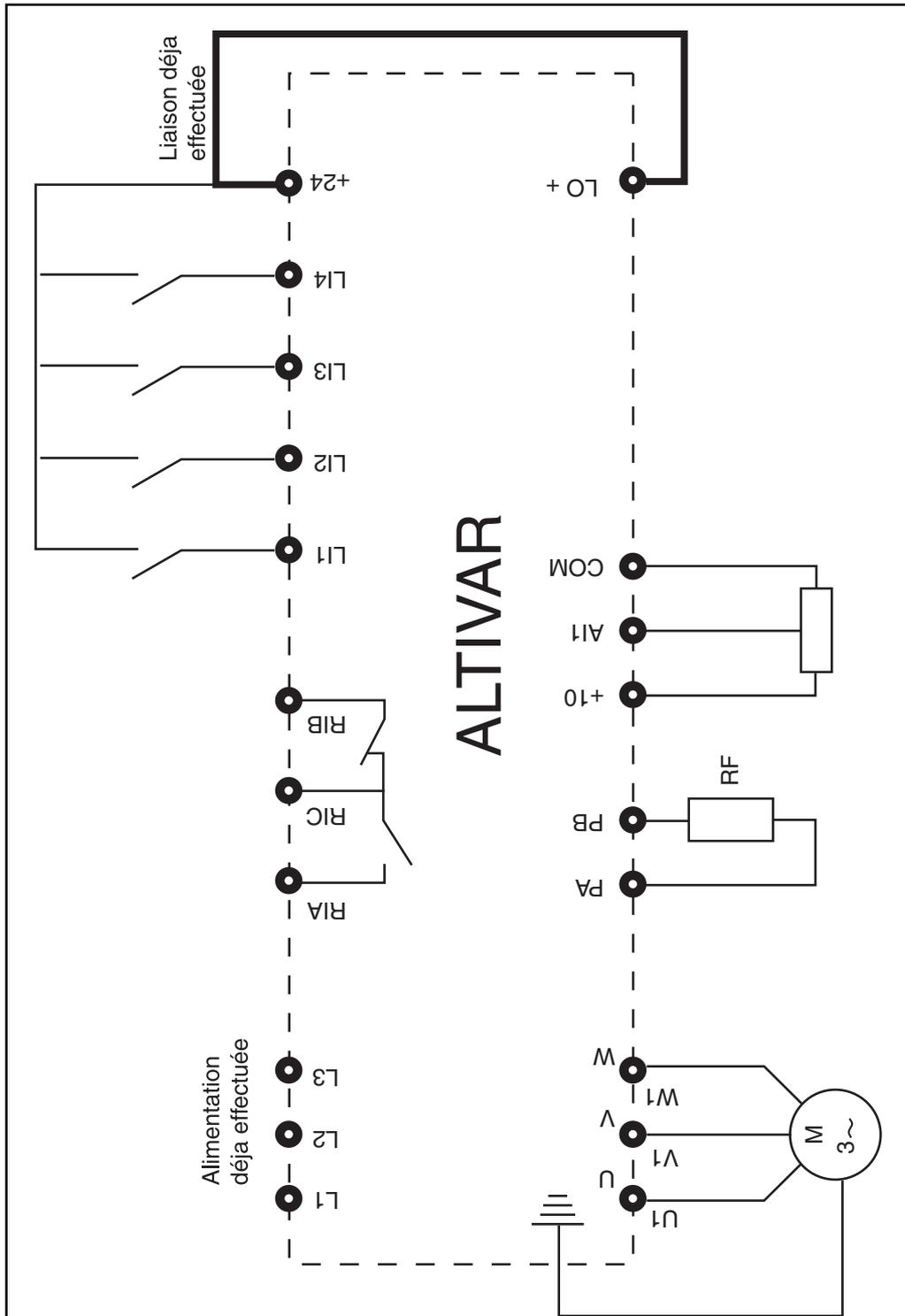
Le paramètre Fbs correspond au multiplicateur à appliquer au retour vitesse afin de pouvoir comparer la consigne et la vitesse mesurée. Si la consigne vaut 10 V, la vitesse doit être de 150 tr/mn, c'est à dire un retour vitesse de 90 V, pour la comparer à la consigne il faut diviser cette valeur par 9 ou la multiplier par 0,111.

Fbs = 0,111

TP12
6/13

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur



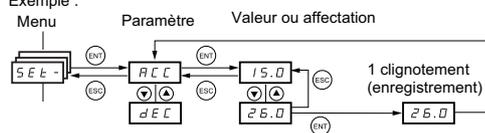
Programmation

Accès aux paramètres des menus

Mémorisation, enregistrement du choix affiché : **ENT**

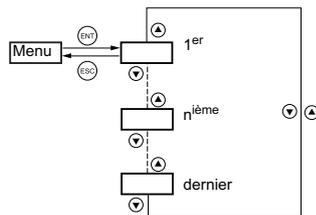
La mémorisation s'accompagne d'un clignotement de l'affichage

Exemple :

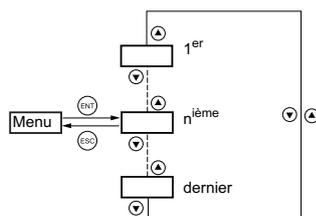


(Paramètre suivant)

Tous les menus sont "déroulants", c'est à dire qu'après le dernier paramètre, si on continue d'appuyer sur **▼**, on accède au premier paramètre, et inversement du premier au dernier si on appuie sur **▲**.



Si on quitte un menu après avoir modifié un paramètre quelconque ($n^{ième}$), et que l'on revient dans ce menu sans être entré dans un autre menu entre temps, on arrive directement sur ce $n^{ième}$ paramètre comme ci dessous. Si entre temps on est entré dans un autre menu ou après une mise hors tension puis sous tension, on accède toujours au premier paramètre du menu comme ci dessus.



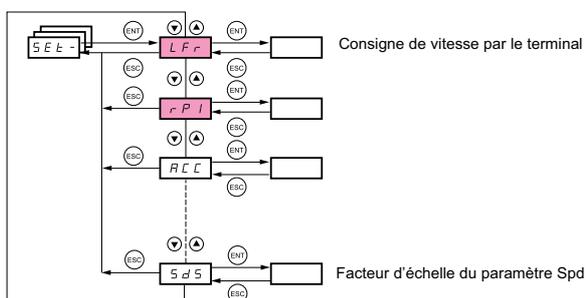
Configuration du paramètre bFr

Ce paramètre n'est modifiable qu'à l'arrêt, sans ordre de marche.

bFr

Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
bFr	Fréquence standard moteur Ce paramètre n'est visible ici qu'à la première mise sous tension. Il reste toujours modifiable dans le menu drC-. 50 Hz : IEC 60 Hz : NEMA Ce paramètre modifie les pré-réglages des paramètres : HSP page 16, Ftd page 19, FrS page 20 et tFr page 22.		50

Menu réglages SEt-



Les paramètres de réglage sont modifiables en marche et à l'arrêt.



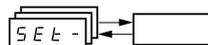
S'assurer que les changements en cours de fonctionnement sont sans danger ; les effectuer de préférence à l'arrêt.



Ces paramètres apparaissent quelles que soient les configurations des autres menus.



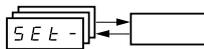
Ces paramètres n'apparaissent que si la fonction correspondante a été sélectionnée dans un autre menu. Lorsqu'ils sont également accessibles et réglables depuis le menu de configuration de la fonction correspondante, pour une programmation plus aisée, leur description est détaillée dans ces menus, aux pages indiquées.



Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
LFr	Consigne de vitesse par le terminal déporté.	0 à HSP	
	Ce paramètre apparaît si LCC = YES page 35 ou si Fr1 / Fr2 = LCC page 33, et si le terminal déporté est connecté. Dans ce cas, LFr est accessible aussi par le clavier du variateur. LFr est réinitialisé à 0 à la mise hors tension.		
rPI	Consigne interne du régulateur PI	Voir page 51	0,0 à 100 %
ACC	Temps de la rampe d'accélération	0,1 à 999,9 s	3 s
	Défini pour accélérer entre 0 et la fréquence nominale FrS (paramètre du menu drC-).		
AC2	2^e temps de la rampe d'accélération	Voir page 38	0,1 à 999,9 s
dE2	2^e temps de la rampe de décélération	Voir page 38	0,1 à 999,9 s
dEC	Temps de la rampe de décélération	0,1 à 999,9 s	3 s
	Défini pour décélérer entre la fréquence nominale FrS (paramètre du menu drC-) et 0. S'assurer que la valeur de dEC n'est pas trop faible par rapport à la charge à arrêter.		
tR1	Arrondi début de rampe accélération type CUS en % du temps total de rampe (ACC ou AC2)	Voir page 37	0 à 100
tR2	Arrondi fin de rampe accélération type CUS en % du temps total de rampe (ACC ou AC2)	Voir page 37	0 à (100-tA1)
tR3	Arrondi début de rampe décélération type CUS en % du temps total de rampe (dEC ou dE2)	Voir page 37	0 à 100
tR4	Arrondi fin de rampe décélération type CUS en % du temps total de rampe (dEC ou dE2)	Voir page 37	0 à (100-tA3)
LSP	Petite vitesse	0 à HSP	0 Hz
	(Fréquence moteur à consigne mini).		
HSP	Grande vitesse	LSP à tFr	bFr
	(fréquence moteur à consigne maxi) : s'assurer que ce réglage convient au moteur et à l'application.		
lth	Protection thermique du moteur - courant thermique maxi	0,2 à 1,5 ln (1)	Selon calibre variateur
	Régler lth à l'intensité nominale lue sur la plaque signalétique moteur. Pour supprimer la protection thermique, voir OLL page 51.		

(1) ln correspond au courant nominal variateur indiqué dans le guide d'installation et sur l'étiquette signalétique du variateur.

Menu réglages SEt-



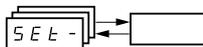
Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
UFR	Compensation RI / Boost de tension - Pour UFT (page 21) = n ou nLd : Compensation RI, - Pour UFT = L ou P : Boost de tension, Permet d'optimiser le couple à très basse vitesse (augmenter UFR s'il y a manque de couple). S'assurer que la valeur de UFR n'est pas trop élevée moteur à chaud (risque d'instabilité). ⚠ Si on modifie UFT (page 21), UFR repasse à son réglage usine (20 %).	0 à 100 %	20
FLG	Gain de la boucle fréquence Paramètre accessible seulement si UFT (page 21) = n ou nLd. Le paramètre FLG ajuste le suivi de la rampe de vitesse en fonction de l'inertie de la machine entraînée. Un excès de gain peut entraîner une instabilité de fonctionnement. 	1 à 100 %	20
StA	Stabilité de la boucle fréquence Paramètre accessible seulement si UFT (page 21) = n ou nLd. Permet d'adapter l'atteinte du régime établi après un transitoire de vitesse (accélération ou décélération) en fonction de la cinématique de la machine. Augmenter progressivement la stabilité pour supprimer les dépassements en vitesse. 	1 à 100 %	20
SLP	Compensation de glissement Paramètre accessible seulement si UFT (page 21) = n ou nLd. Permet d'ajuster la compensation de glissement autour de la valeur fixée par la vitesse nominale moteur. Sur les plaques moteurs, les indications de vitesse ne sont pas forcément exactes. • Si le glissement réglé est < glissement réel : le moteur ne tourne pas à la bonne vitesse en régime établi. • Si le glissement réglé est > glissement réel : le moteur est surcompensé et la vitesse est instable.	0 à 150%	100
IdC	Intensité du courant de freinage par injection de courant continu Voir page 39	0 à In (1)	0,7 In (1)
t dC	Temps total de freinage par injection de courant continu Voir page 39	0,1 à 30 s	0,5 s
t dC I	Temps d'injection de courant continu automatique à l'arrêt. Voir page 41	0,1 à 30 s	0,5 s
S dC I	Intensité du courant d'injection automatique à l'arrêt Voir page 41	0 à 1,2 In (1)	0,7 In (1)
t dC 2	2^e temps d'injection de courant continu automatique à l'arrêt Voir page 41	0 à 30 s	0 s
S dC 2	2^e intensité du courant d'injection automatique à l'arrêt Voir page 41	0 à 1,2 In (1)	0,5 In (1)

(1) In correspond au courant nominal variateur indiqué dans le guide d'installation et sur l'étiquette signalétique du variateur.

(2) Attention, ces réglages sont indépendants de la fonction "injection de courant automatique à l'arrêt".

Ces paramètres n'apparaissent que si la fonction correspondante a été sélectionnée dans un autre menu. Lorsqu'ils sont également accessibles et réglables depuis le menu de configuration de la fonction correspondante, pour une programmation plus aisée, leur description est détaillée dans ces menus, aux pages indiquées.
Ces paramètres sont soulignés apparaissent en réglage usine.

Menu réglages SEt-



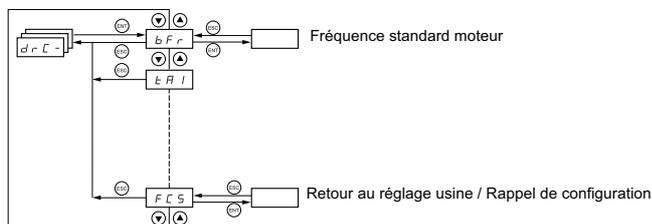
Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
JPF	Fréquence occultée	0 à 500	0 Hz
	Interdit un fonctionnement prolongé sur une plage de fréquence de ± 1 Hz autour de JPF. Cette fonction permet de supprimer une vitesse critique qui entraîne une résonance. Le réglage à 0 rend la fonction inactive.		
JF2	2^e fréquence occultée	0 à 500	0 Hz
	Interdit un fonctionnement prolongé sur une plage de fréquence de ± 1 Hz autour de JF2. Cette fonction permet de supprimer une vitesse critique qui entraîne une résonance. Le réglage à 0 rend la fonction inactive.		
JGF	Fréquence de fonctionnement en marche pas à pas	Voir page 46	0 à 10 Hz
rPG	Gain proportionnel du régulateur PI	Voir page 51	0,01 à 100
rIG	Gain intégral du régulateur PI	Voir page 51	0,01 à 100 / s
FbS	Coefficient multiplicateur du retour PI	Voir page 51	0,1 à 100
PLIC	Inversion du sens de correction du régulateur PI	Voir page 51	nO - YES
rP2	2^e consigne PI présélectionnée	Voir page 51	0 à 100 %
rP3	3^e consigne PI présélectionnée	Voir page 51	0 à 100 %
rP4	4^e consigne PI présélectionnée	Voir page 51	0 à 100 %
SP2	2^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP3	3^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP4	4^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP5	5^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP6	6^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP7	7^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP8	8^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP9	9^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP10	10^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP11	11^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP12	12^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP13	13^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP14	14^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP15	15^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
SP16	16^e vitesse présélectionnée	Voir page 45	0 à 500 Hz
CLI	Limitation de courant	0,25 à 1,5 In (1)	1,5 In (1)
	Permet de limiter le couple et l'échauffement du moteur.		
CL2	2^e limitation de courant	Voir page 55	0,25 à 1,5 In (1)
ELS	Temps de fonctionnement en petite vitesse	0 à 999,9 s	0 (pas de limitation de temps)
	Suite à un fonctionnement en LSP pendant le temps défini, l'arrêt du moteur est demandé automatiquement. Le moteur redémarre si la référence fréquence est supérieure à LSP et si un ordre de marche est toujours présent. Attention, la valeur 0 correspond à un temps non limité.		
rSL	Seuil d'erreur de redémarrage (seuil de "réveil")	Voir page 52	0 à 100 %
UFr2	Compensation RI / Boost de tension moteur 2	Voir page 57	0 à 100 %
FLG2	Gain de la boucle fréquence moteur 2	Voir page 57	1 à 100 %
SLR2	Stabilité moteur 2	Voir page 57	1 à 100 %
SLP2	Compensation de glissement moteur 2	Voir page 57	0 à 150 %

(1)In correspond au courant nominal variateur indiqué dans le guide d'installation et sur l'étiquette signalétique du variateur.



Ces paramètres n'apparaissent que si la fonction correspondante a été sélectionnée dans un autre menu. Lorsqu'ils sont également accessibles et réglables depuis le menu de configuration de la fonction correspondante, pour une programmation plus aisée, leur description est détaillée dans ces menus, aux pages indiquées. Ceux qui sont soulignés apparaissent en réglage usine.

Menu contrôle moteur drC-

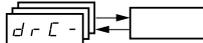


Les paramètres ne sont modifiables qu'à l'arrêt, sans ordre de marche, sauf tUn, qui peut provoquer la mise sous tension du moteur.

Sur le terminal déporté optionnel, ce menu est accessible dans la position du commutateur.

L'optimisation des performances d'entraînement est obtenue :

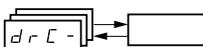
- en entrant les valeurs lues sur la plaque signalétique du moteur dans le menu entraînement,
- en déclenchant un auto-réglage (sur un moteur asynchrone standard).



Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
bFr	Fréquence standard moteur		50
	50 Hz : IEC 60 Hz : NEMA Ce paramètre modifie les pré-réglages des paramètres : HSP page 16, Ftd page 19, FrS page 20 et tFr page 22.		
Un5	Tension nominale moteur lue sur sa plaque signalétique	selon calibre variateur	selon calibre variateur
	ATV31...M2 : 100 à 240 V ATV31...M3X : 100 à 240 V ATV31...N4 : 100 à 500 V ATV31...S6X : 100 à 600 V		
Fr5	Fréquence nominale moteur lue sur sa plaque signalétique	10 à 500 Hz	50 Hz
	 Le ratio $\frac{UnS \text{ (en volts)}}{FrS \text{ (en Hz)}}$ ne doit pas dépasser les valeurs suivantes : ATV31...M2 : 7 maxi ATV31...M3X : 7 maxi ATV31...N4 : 14 maxi ATV31...S6X : 17 maxi Le réglage usine est 50 Hz, remplacé par un pré-réglage de 60 Hz si bFr est mis à 60 Hz.		
nCr	Courant nominal moteur lu sur sa plaque signalétique	0,25 à 1,5 In (1)	selon calibre variateur
n5P	Vitesse nominale moteur lue sur sa plaque signalétique	0 à 32760 RPM	selon calibre variateur
	0 à 9999 RPM puis 10.00 à 32.76 KRPM Si la plaque signalétique n'indique pas la vitesse nominale mais la vitesse de synchronisme et le glissement en Hz ou en %, calculer la vitesse nominale comme suit : • vitesse nominale = vitesse de synchronisme x $\frac{100 - \text{glissement en \%}}{100}$ ou • vitesse nominale = vitesse de synchronisme x $\frac{50 - \text{glissement en Hz}}{50}$ (moteurs 50 Hz) ou • vitesse nominale = vitesse de synchronisme x $\frac{60 - \text{glissement en Hz}}{60}$ (moteurs 60 Hz)		
CD5	Cosinus Phi moteur lu sur sa plaque signalétique	0,5 à 1	selon calibre variateur

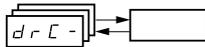
(1) In correspond au courant nominal variateur indiqué dans le guide d'installation et sur l'étiquette signalétique du variateur.

Menu contrôle moteur drC-



Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
r5C	<p>Résistance stator à froid</p> <p>nD : Fonction inactive. Pour applications ne nécessitant pas de hautes performances ou ne tolérant pas d'autoréglage automatique (passage d'un courant dans le moteur) à chaque mise sous tension. InIt : Active la fonction. Pour améliorer les performances à basse vitesse quel que soit l'état thermique du moteur. XXXX : Valeur de résistance stator à froid utilisée, en mΩ. Attention :</p> <ul style="list-style-type: none"> Il est fortement conseillé d'activer cette fonction dans les applications de Levage et Manutention. La fonction doit être activée (InIt) seulement lorsque le moteur est à l'état froid. Lorsque rSC = InIt, le paramètre tUn est forcé à POn. Au prochain ordre de marche la résistance stator est mesurée avec l'autoréglage. Le paramètre rSC passe alors à cette valeur (XXXX) et la conserve, tUn reste forcé à POn. Le paramètre rSC reste à InIt tant que la mesure n'a pas été effectuée. La valeur XXXX peut être forcée ou modifiée par les touches ▲ ▼. 		nO
tUn	<p>Autoréglage de la commande du moteur</p> <p>Il est impératif que tous les paramètres moteurs (UnS, FrS, nCr, nSP, COS) soient correctement configurés avant d'effectuer l'autoréglage. nD : Autoréglage non fait. YES : L'autoréglage est fait dès que possible, puis le paramètre passe automatiquement à dOnE ou nO en cas de défaut (affichage du défaut tnF si tnL = YES (voir page 62)). dOnE : Utilisation des valeurs données par le précédent autoréglage. rUn : L'autoréglage est fait à chaque ordre de marche. POn : L'autoréglage est fait à chaque mise sous tension. L1 à L16 : L'autoréglage est fait lors de la transition 0 → 1 d'une entrée logique affectée à cette fonction. Attention :</p> <p>tUn est forcé à POn si rSC est différent de nO. L'autoréglage s'effectue seulement si aucune commande n'est actionnée. Si une fonction "arrêt roue libre" ou "arrêt rapide" est affectée à une entrée logique, il faut mettre cette entrée à 1 (active à 0). L'autoréglage peut durer 1 à 2 secondes. Ne pas l'interrompre et attendre que l'affichage passe à "dOnE" ou à "nO".</p> <p>⚠ Pendant l'autoréglage le moteur est parcouru par son courant nominal.</p>		nO
tAb	<p>Etat de l'autoréglage (information, non paramétrable)</p> <p>tAb : La valeur par défaut de résistance du stator est utilisée pour commander le moteur. PEnD : L'autoréglage a été demandé mais n'est pas encore effectué. PrOG : Autoréglage en cours. FRIL : L'autoréglage a échoué. dOnE : La résistance stator mesurée par la fonction autoréglage est utilisée pour commander le moteur. SerD : La résistance stator à froid (rSC différent de nO) est utilisée pour commander le moteur.</p>		tAb
ULF	<p>Choix du type de loi tension / fréquence</p> <p>L : Couple constant pour moteurs en parallèle ou moteurs spéciaux P : Couple variable : applications pompes et ventilateurs n : Contrôle vectoriel de flux sans capteur pour applications à couple constant nLd : Economie d'énergie, pour applications à couple variable sans besoin de dynamique importante (comportement voisin de la loi P à vide et de la loi n en charge)</p> <p>Tension</p>		n

Menu contrôle moteur drC-



Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
n r d	Fréquence de découpage aléatoire Y E 5 : Fréquence avec modulation aléatoire n D : Fréquence fixe La modulation de fréquence aléatoire évite les bruits de résonance éventuels qui pourraient survenir à une fréquence fixe.		YES
S F r	Fréquence de découpage (2) La fréquence est réglable pour réduire le bruit généré par le moteur. Si la fréquence est réglée à plus de 4 kHz, en cas d'échauffement excessif le variateur diminue automatiquement la fréquence de découpage, et la rétablit lorsque sa température est redevenue normale.	2,0 à 16 kHz	4 kHz
b F r	Fréquence maximale de sortie Le réglage usine est 60 Hz, remplacé par un pré-réglage à 72 Hz si bFr est mis à 60 Hz.	10 à 500 Hz	60 Hz
S r F	Suppression du filtre de la boucle de vitesse n D : Le filtre de la boucle de vitesse reste actif (évite les dépassements de consigne). Y E 5 : Le filtre de la boucle de vitesse est supprimé (pour applications avec positionnement, entraîne un temps de réponse réduit, avec dépassement de consigne possible).		nO
S C 5	Sauvegarde de la configuration (1) n D : Fonction inactive S E r I : Effectue une sauvegarde de la configuration en cours (sauf le résultat de l'autoréglage) en mémoire EEPROM. SCS repasse automatiquement à nO dès que la sauvegarde est effectuée. Cette fonction permet de conserver une configuration en réserve en plus de la configuration en cours. Dans les variateurs sortis d'usine la configuration en cours et la configuration en sauvegarde sont initialisées à la configuration usine. • Si l'option terminal déporté est connectée au variateur, les choix suivants apparaissent en plus : F I L 1 , F I L 2 , F I L 3 , F I L 4 (fichiers disponibles dans la mémoire EEPROM du terminal déporté pour sauvegarder la configuration en cours). Ils permettent de stocker 1 à 4 configurations différentes, qui peuvent ainsi être conservées, voire transférées dans d'autres variateurs de même calibre. SCS repasse automatiquement à nO dès que la sauvegarde est effectuée.		nO
F C 5	Retour au réglage usine / Rappel de configuration (1) n D : Fonction inactive r E C I : La configuration en cours devient identique à la configuration sauvegardée précédemment par SCS = Strl. rECI n'est visible que si une sauvegarde a été faite. FCS repasse automatiquement à nO dès que cette action est effectuée. I n I : La configuration en cours devient identique au réglage usine . FCS repasse automatiquement à nO dès que cette action est effectuée. • Si l'option terminal déporté est connectée au variateur, les choix suivants apparaissent en plus, à condition que les fichiers correspondants de la mémoire EEPROM du terminal déporté aient été chargés (0 à 4 fichiers) : F I L 1 , F I L 2 , F I L 3 , F I L 4 . Ils permettent de remplacer la configuration en cours par une des 4 configurations que le terminal déporté peut contenir. FCS repasse automatiquement à nO dès que cette action est effectuée. Attention : Si l'affichage n R d apparaît pendant un court instant avant le passage à nO, c'est que le transfert de configuration est impossible et n'a pas été effectué (calibres de variateurs différents par exemple). Si l'affichage n E r apparaît pendant un court instant avant le passage à nO, c'est qu'il y a eu un défaut de transfert de configuration; il faut alors nécessairement effectuer un réglage usine par InI. Dans les deux cas vérifier la configuration à transférer avant de réessayer.		nO
	Pour être pris en compte, rECI, InI et FL1 à FL4 nécessitent un appui prolongé (2 s) de la touche ENT.		

(1)SCS et FCS sont accessibles depuis plusieurs menus de configuration, mais ils concernent l'ensemble de tous les menus et paramètres.
(2)Paramètre également accessible dans le menu réglage SEI-.

TP13
1/10Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

Objectif : Etre capable :

- De justifier le choix du variateur de vitesse associé au moteur,
- D'analyser le circuit de puissance interne du variateur,
- D'effectuer en toute sécurité des mesures pour contrôler le fonctionnement d'un équipement, en particulier l'évolution de la vitesse n en fonction de la fréquence f du signal triphasé de tension émis par le convertisseur en fonction de la tension de commande V_c ,
- D'exploiter des documents constructeurs.

En ayant à votre disposition :

- Le dossier technique ALTIVAR,
- Le guide d'exploitation de l'ALTIVAR,
- Un multimètre,
- Un tachymètre optique ou mécanique,
- Un schéma à compléter page 6 / 8.

On demande ■ Choix du variateur:

Compléter la plaque signalétique suivante, en relevant les informations sur le banc de mesures.

3 ~ mot:	IP : 55					IC : F
Serv : S1	cos φ :					
	0.74					
Δ / Y	Hz	Hp	Kw	rpm	A	Δ / Y
230 / 400V	50	0.5	0.18	1380	1.1 / 0.64	

TP13
2/10

**Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR**

Document professeur

A partir de cette plaque signalétique et du guide d'exploitation, effectuer le choix du variateur, on précise que le réseau est monophasé 230 V et que l'indice de protection minimum est IP 20.

Préciser :

Exemple de référence : *ATV31H018M2*

Sa tension d'alimentation : *200-240V*

Sa tension maximale de sortie : *240V*

La gamme de fréquence en sortie: *0.5 à 320 Hz*

En vous aidant du guide page «bornier contrôle», préciser le rôle de chaque groupes de bornes suivants :

+ 10, AI1 ; COM : *Consigne de vitesse en tension par potentiomètre*

LI1 à LI4 : *Commande des sens de rotation et des vitesses préselectionnées*

R1A - R1B : *contact fermé signalant un défaut variateur*

R1B - R1C : *contact fermé si variateur sous tension sans défaut*

■ Principe de fonctionnement du variateur :

Pour réaliser la variation de vitesse d'un moteur asynchrone, il est nécessaire de modifier un des paramètres suivants, lequel ? fréquence, tension d'alimentation statorique.

Il faut modifier la fréquence

Donner la formule qui lie f (fréquence électrique en hz) et p (nombre de paires de pôles du moteur) avec n_s (vitesse de synchronisme en tr/s).

$$N_s = f/p$$

Calculer la vitesse de synchronisme d'un moteur asynchrone triphasé 4 pôles, sous une tension d'alimentation de fréquence de 50 Hz.

$$N_s = 50/2 = 25 \text{ tr/s}$$

TP13
3/10Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

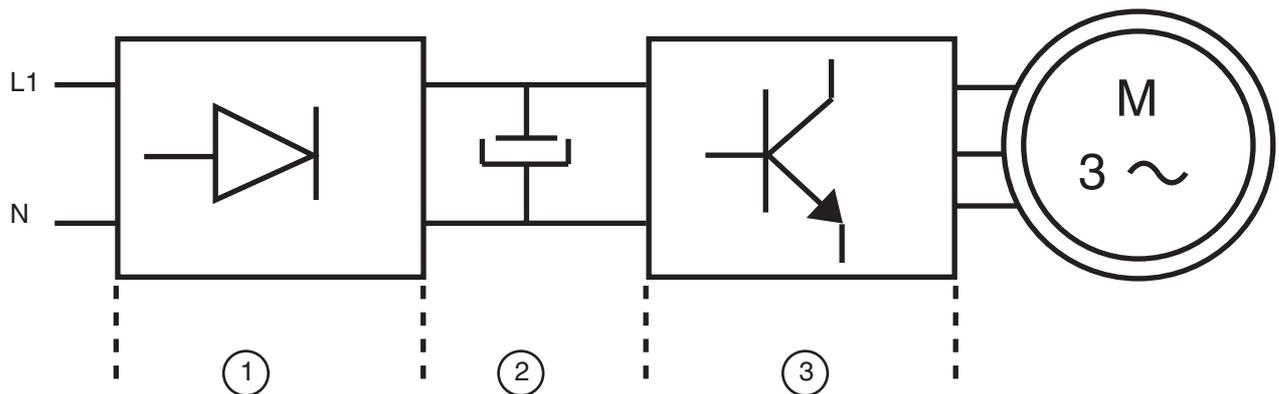
Calculer la vitesse de ce même moteur avec une fréquence de 20 Hz.

$$N_s = 2/2 = 10 \text{ tr/s}$$

■ Principe de la variation de vitesse :

Le synoptique ci-dessous représente les principaux éléments composants un variateur de vitesse.

En vous aidant de la face avant du banc de mesure et du guide d'exploitation, donner le nom, la fonction et la composition des parties 1 à 3.



Nom :	Nom :	Nom :
<i>Redresseur</i>	<i>Filtre</i>	<i>Onduleur</i>
Fonction :	Fonction :	Fonction :
<i>Obtenir une tension redressée, (unidirectionnelle)</i>	<i>Obtenir une ondulation nulle de la tension</i>	<i>Obtenir une tension alternative de fréquence variable</i>
Composition :	Composition :	Composition :
<i>Pont de graetz de 4 ou 6 diodes</i>	<i>Condensateur</i>	<i>Pont de 6 transistors et 6 diodes de roues libres</i>

TP13
4/10

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

On remarque que l'alimentation se réalise en monophasé et que la sortie moteur est en triphasé, comment est ce rendu possible, quel en est l'intérêt ?

Comme on désire obtenir une tension redressée par le montage redresseur, celui-ci peut-être composé de 4 diodes seulement.

L'intérêt est de pouvoir travailler avec des moteurs asynchrones triphasés, en ne disposant que d'un réseau monophasé.

Quelle est la limite de puissance de ce type d'alimentation ? Voir guide. Quelle peut-être la raison de cette limitation ?

La limite de puissance est de 2,2 KW

Au dessus de cette valeur, il serait sûrement nécessaire de placer un condensateur de filtrage trop important et qui prendrait trop de place.

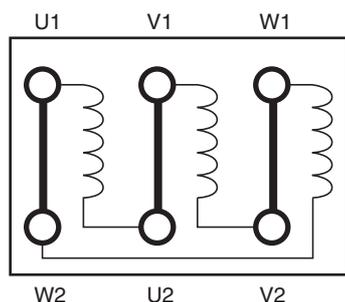
■ Partie mesures

On désire maintenant tracer les courbes $f = g(V_c)$ et $n = g(V_c)$, avec V_c tension de commande du variateur

Proposer une méthode de mesure, ainsi que la liste du matériel, en indiquant si la tension est continue ou alternative.

	Méthode de mesure (ou est réalisée la mesure)	matériel utilisé + continu ou alternatif
mesure de V_c	Bornes COM - Ai1	voltmètre continu
mesure de la vitesse	en bout d'arbre moteur	Au tachymètre optique et bande réfléchissante sur le rotor
mesure de la fréquence	A l'afficheur, paramètre FRH	

Compléter le schéma par les appareils de mesure, donner et justifier en particulier le couplage du moteur.



Justification :

Le moteur est un 230/400V, le variateur fournit des tensions de 230V, donc il faut effectuer un couplage triangle, ce qui correspond à la première tension indiquée sur le moteur.

TP13
5/10Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

Câbler le montage et faire vérifier par le professeur.



Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.

Effectuer les relevés pour les valeurs de fréquences suivantes : 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 Hz.

et compléter le tableau suivant :

F (hz)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Vc (V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N (tr/min)	143	293	439	592	743	894	1038	1189	1338	1484

Tracer les courbes sur papier millimétré avec les échelles suivantes :

1 cm = 5 Hz ; 1 cm = 100 tr/min ; 1 cm = 1 V.

Commenter les courbes obtenues.

Il y a proportionnalité entre Vc, F et n.

Observe-t-on une vitesse du moteur très largement inférieure au calcul, prendre par exemple, la valeur de vitesse de synchronisme obtenue, pour une fréquence de 25 Hz par calcul, puis la comparer avec la vitesse réelle du moteur, peut-on parler de compensation de glissement ?

Calcul de Ns pour F = 25 Hz.

$$n = 25/2 = 12,5 \text{ tr/s} : 750 \text{ tr/min}$$

Valeur de N mesurée pour F = 25 Hz = 745 tr/min

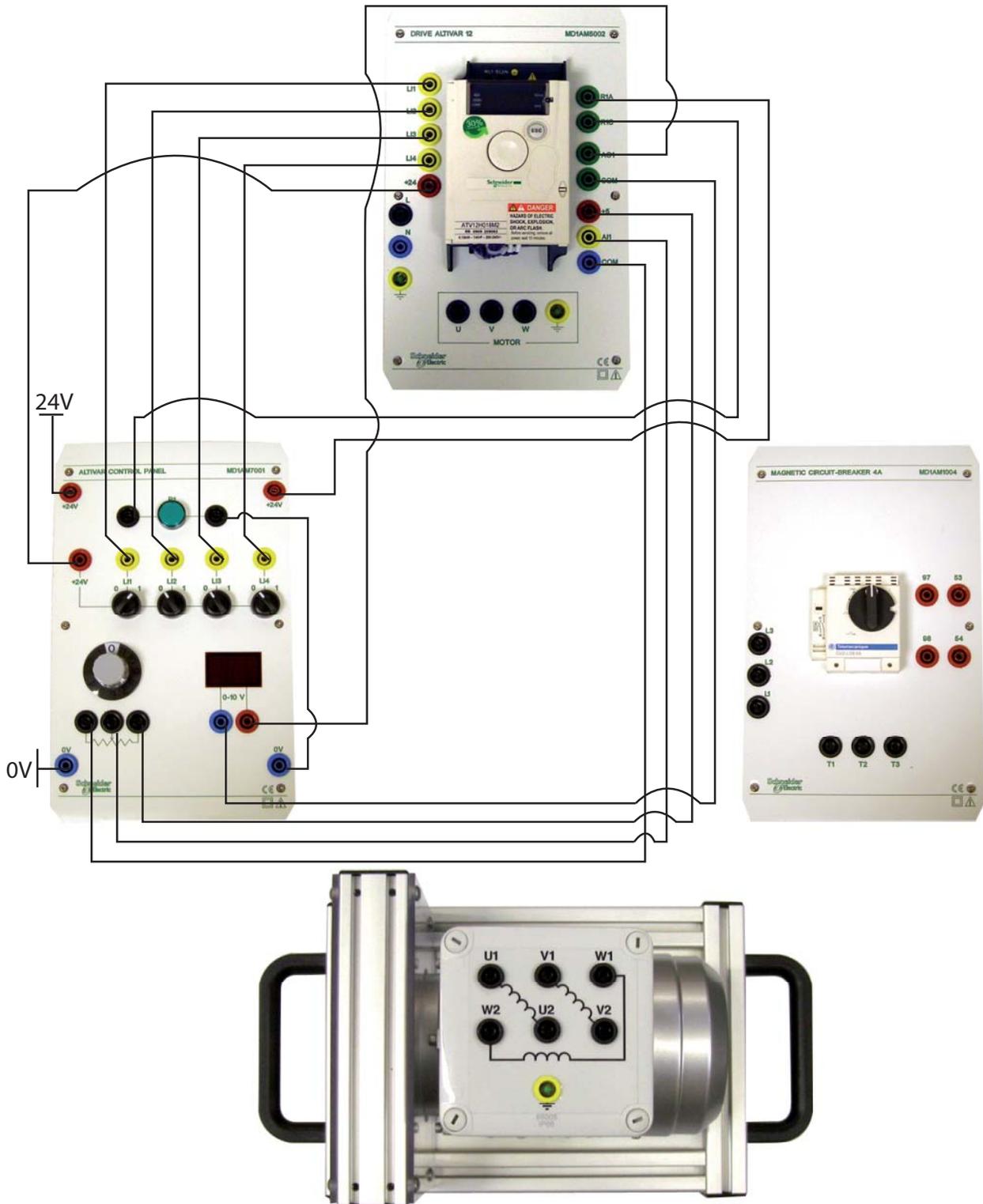
Comparaison et conclusion : *Les vitesses sont pratiquement égales car le variateur compense le glissement en envoyant au moteur une fréquence légèrement supérieure.*

TP13
6/10

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

■ Modules ALTIVAR : Câblage de commande

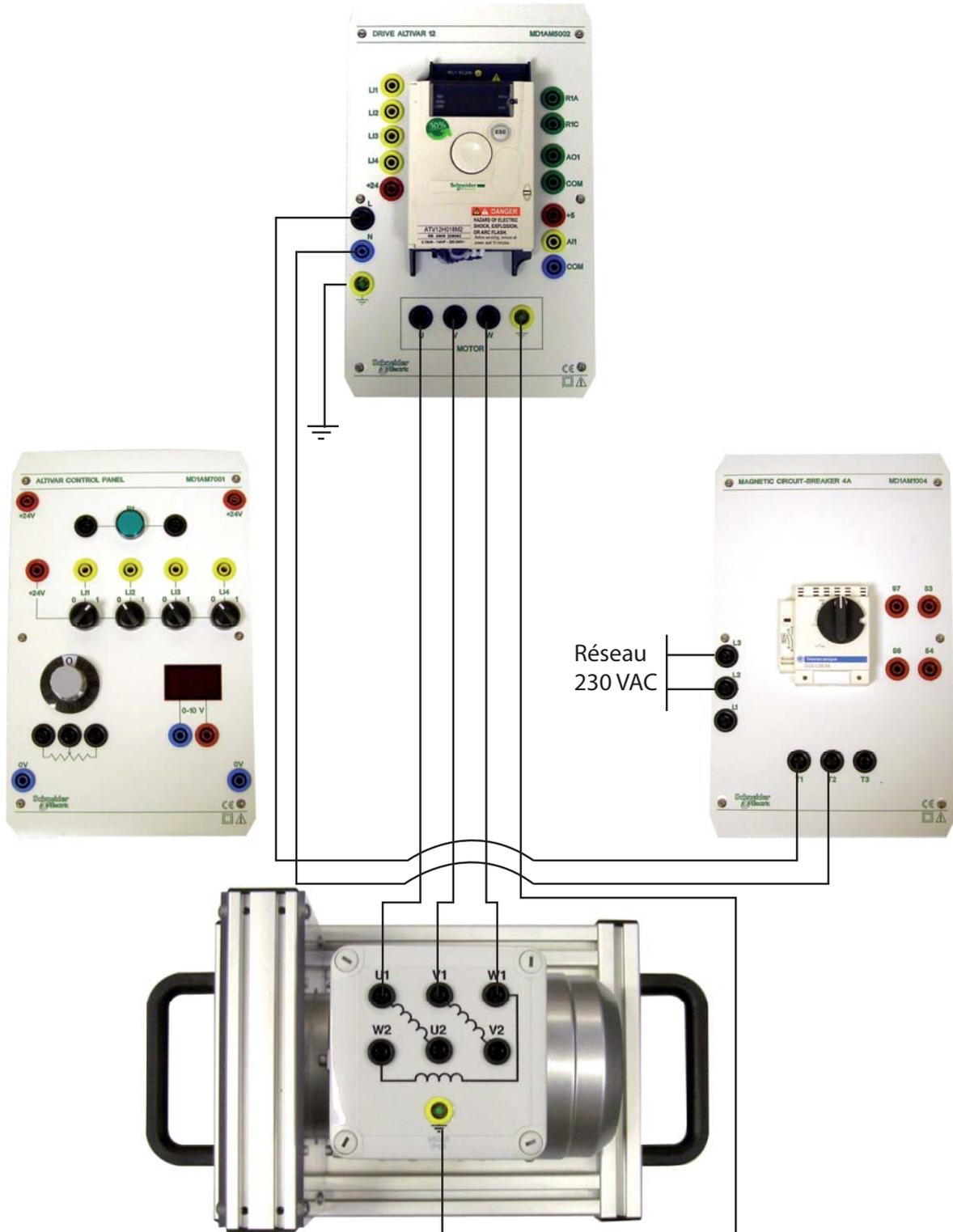


TP13
7/10

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

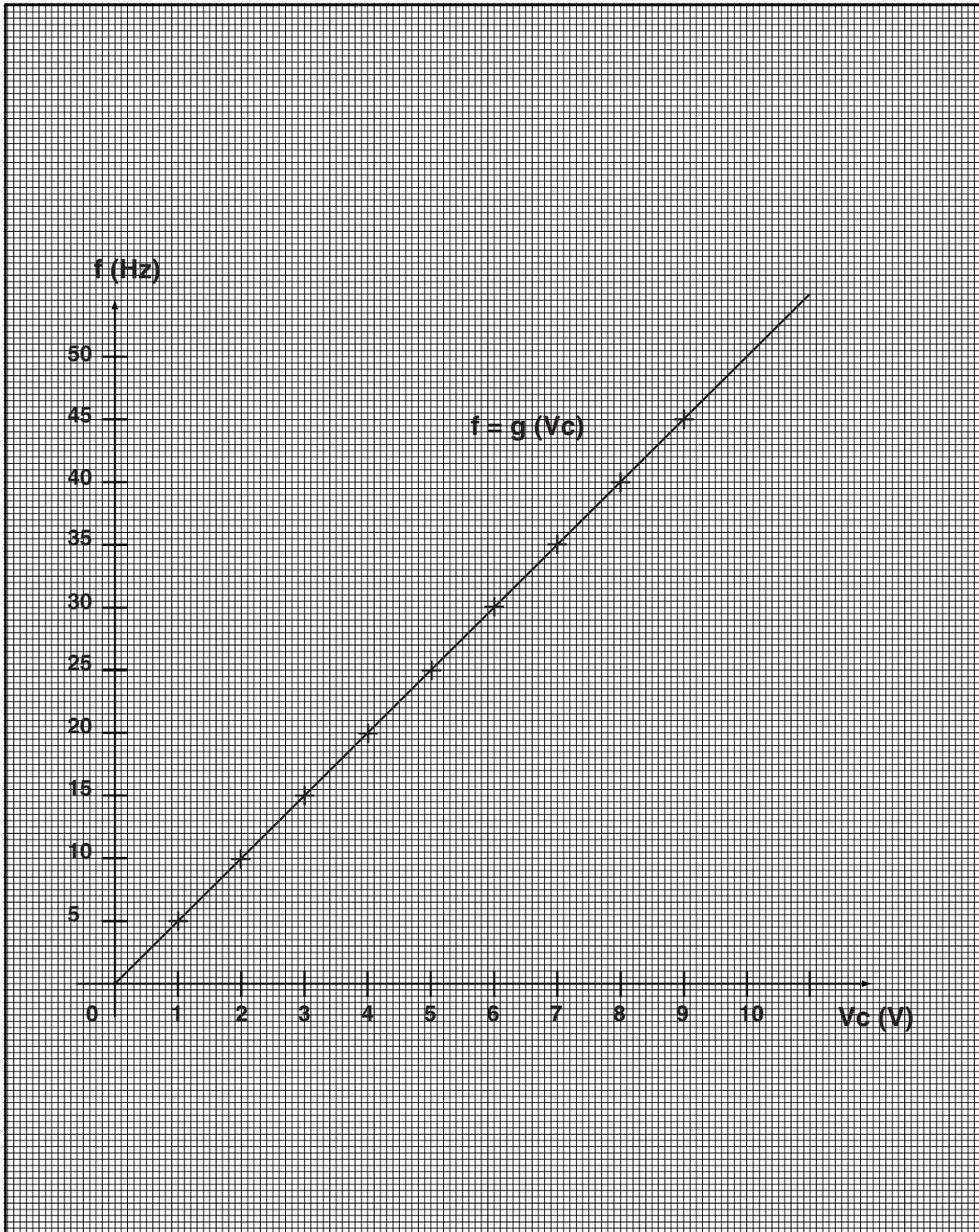
■ Modules ALTIVAR : Câblage de puissance



TP13
8/10

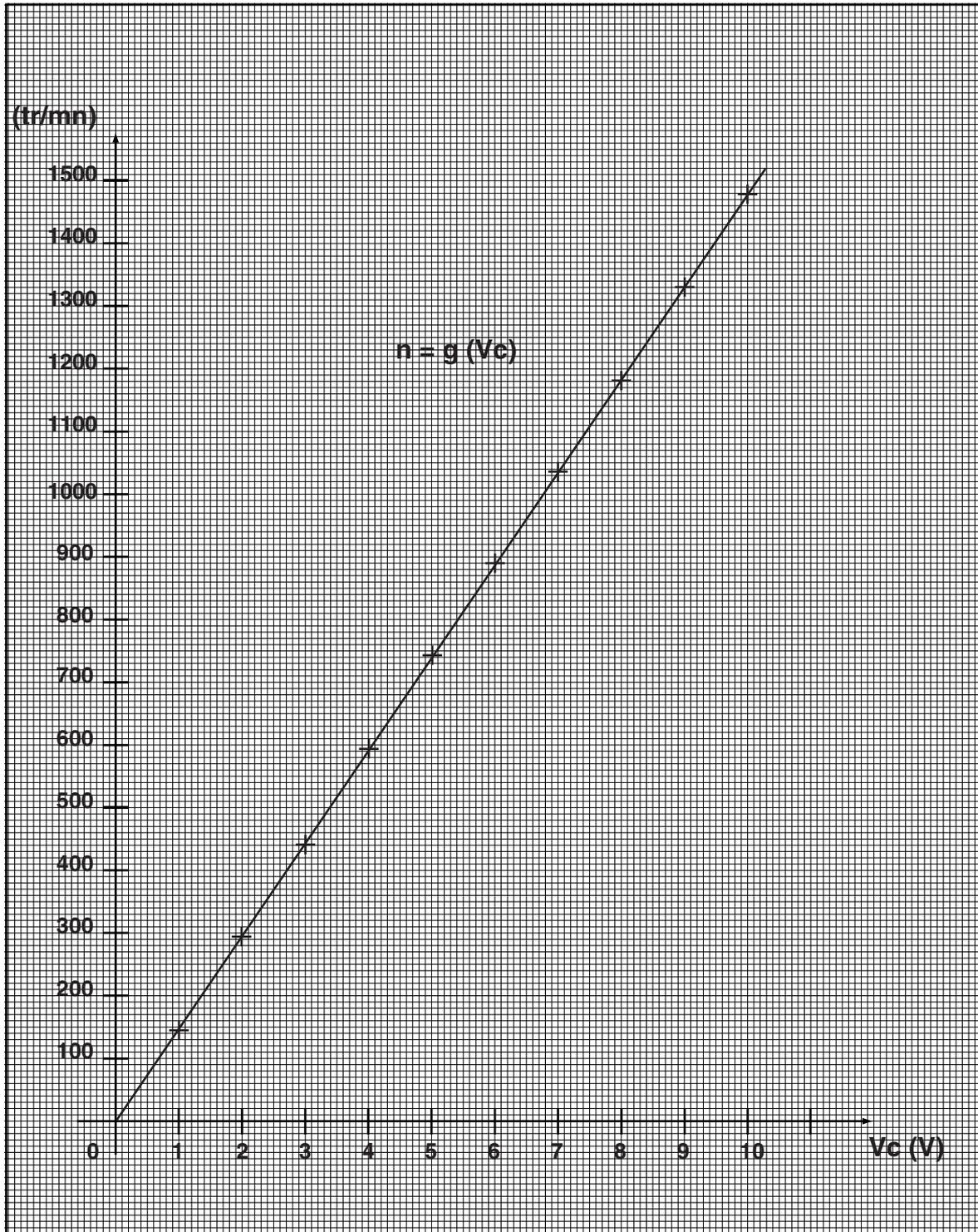
Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur



TP13
9/10Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

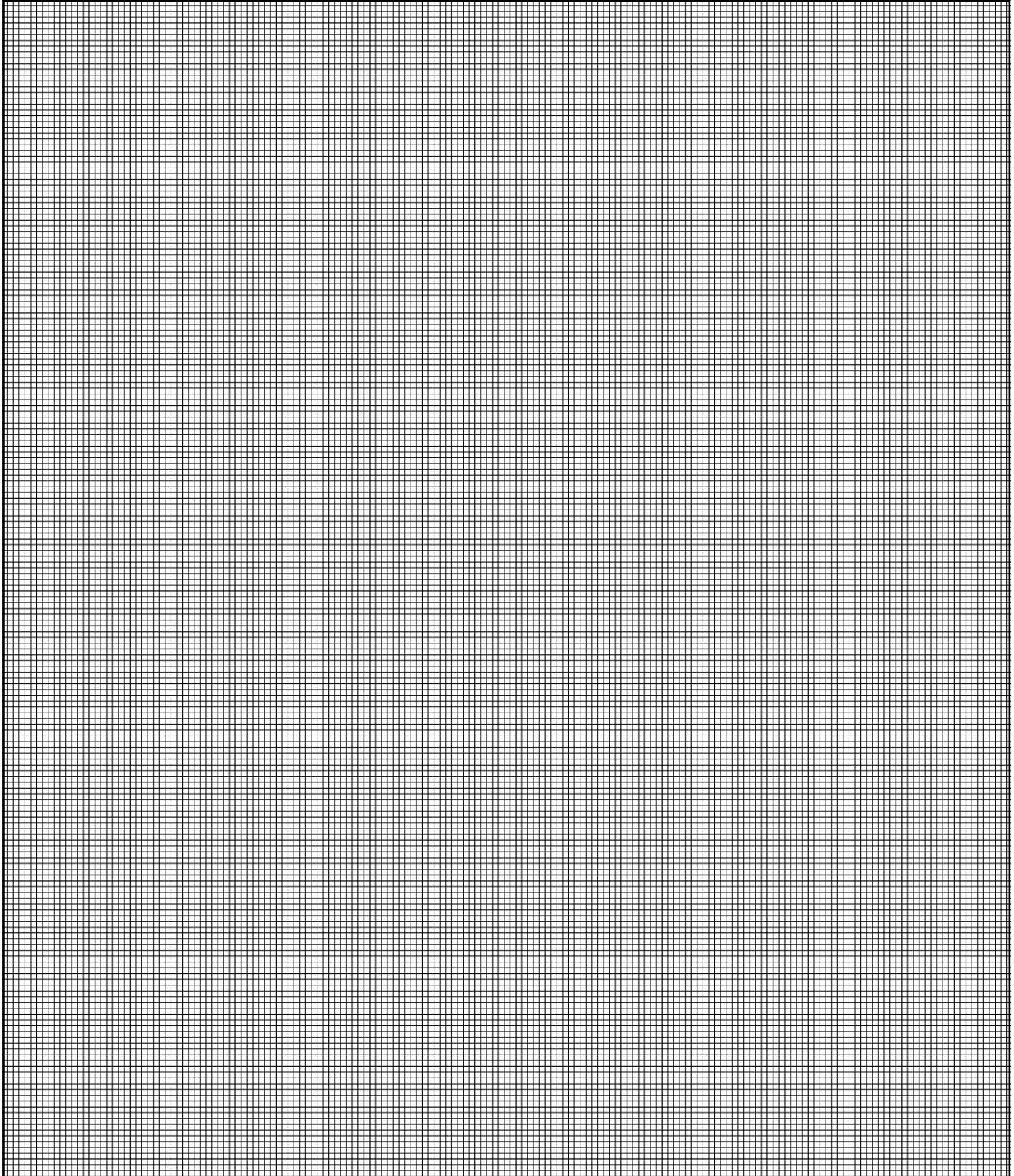


**TP13
10/10**

**Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR**

Document professeur

■ Document réponse



TP14
1/8Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

Objectifs : Etre capable :

- D'effectuer les réglages externes au variateur,
- De vérifier à l'aide de mesurages pertinents, les performances attendues du système de modulation,
- D'exploiter des documents constructeurs.

Pré-requis : Connaissance sur le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone triphasé.

- En ayant à votre disposition :**
- Le dossier technique ALTIVAR,
 - Le guide d'exploitation de l'ALTIVAR,
 - Un oscilloscope numérique,
 - Une sonde différentielle,
 - Une pince ampéremétrique à effet Hall,
 - Une table traçante numérique et ses accessoires de raccordement,
 - Un multimètre RMS,
 - Un tachymètre optique ou mécanique,

On demande : ■ Raccordements

Procéder aux raccordements du banc conformément au document page 5/9 et 6/7.



Faire contrôler et corriger le câblage avant la mise sous tension.

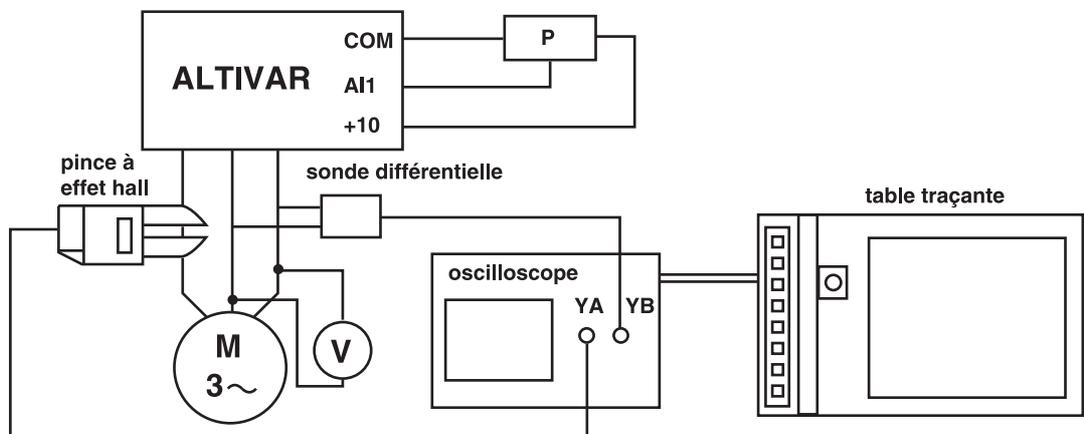
TP14
2/8

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

■ Mesures

□ Compléter le schéma de branchement ci-dessous, à l'aide des appareils de mesures disponibles, afin de permettre la visualisation de la tension aux bornes du moteur et le courant absorbé et la mesure de la tension efficace de la tension aux bornes du moteur.



Faire vérifier par le professeur.

- Pour $n = 1500$ tr/min et $n = 750$ tr/min
 - Visualiser et relever l'oscillogramme de la tension et du courant.
 - Mesurer la tension aux bornes du moteur.
- Sur les deux oscillogrammes, mesurer et indiquer:
 - Les calibres de la sonde et de la pince,
 - La fréquence du courant absorbé par le moteur,
 - L'amplitude maximale de la tension aux bornes du moteur.

TP14
3/8Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

A partir des deux relevés précédents, indiquez les deux paramètres que la commande M.L.I permet de varier.

Dans quel but fait-on varier ces deux paramètres ?

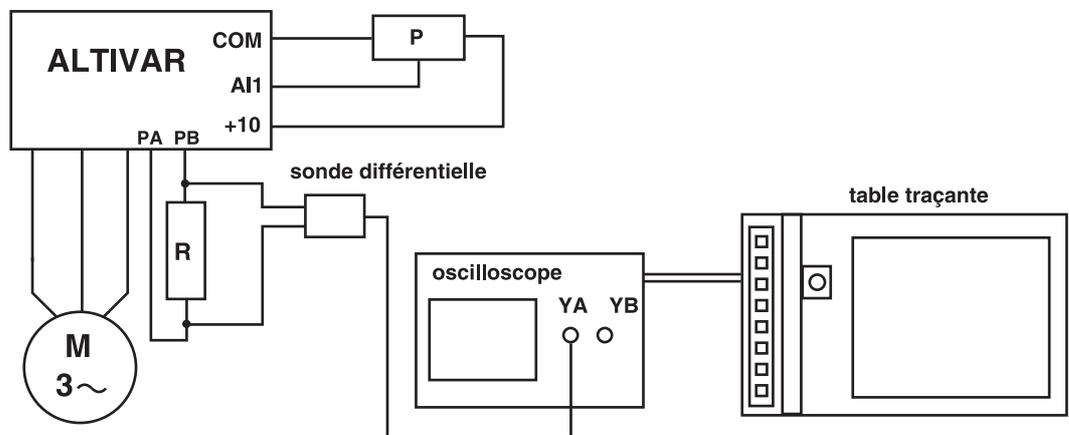
Les deux paramètres modifiés sont U efficace et la fréquence.

Dans le but de s'adapter au mieux au couple moteur.

A l'aide du guide d'exploitation pages «mise en service», régler :

- la décélération à 0,1 seconde,
- La grande vitesse HSP à 70 Hz,
- Le paramètre BRA à «no».

Compléter le schéma ci-dessous, pour visualiser UR: tension aux bornes de la résistance de dissipation.



Effectuer le relevé de $UR = f(t)$ pour le décélération de 0,1 s

Expliquer l'allure globale de $UR = f(t)$

Mesurer et indiquer sur l'oscillogramme:

- UR crête,
- T: période,
- t: temps de conduction,
- La valeur du paramètre DEC,
- Le calibre de la sonde.

TP14
4/8

**Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR**

Document professeur

La résistance ne dissipe de l'énergie que de manière cyclique, grâce à la commande du transistor IGBT, ce ci afin de l'imiter les échauffements

$$UR \text{ crête} = 380V$$

$$T = 6 \text{ ms}$$

$$t = 1 \text{ ms}$$

Sachant que la résistance de dissipation du banc est égale à 100 W, calculer :

- IR crête
- PR Moy : la puissance moyenne dissipée dans la résistance pendant la décélération.

$$IR \text{ crête} = 380 / 100 = 3,8 A$$

$$PR_{moy} = I_{max} \cdot \frac{t}{T} = UR \cdot IR \cdot \frac{t}{T} = 380 \cdot 3,8 \cdot \frac{1}{6} = 240W$$

Effectuer la même manipulation pour un réglage de décélération de 0,3 seconde et refaire toutes les questions précédentes.

$$UR \text{ crête} = 380V$$

$$T = 26 \text{ ms}$$

$$t = 1 \text{ ms}$$

$$IR \text{ crête} = 380 / 100 = 3,8 A$$

$$PR_{moy} = 380 \cdot 3,8 \cdot \frac{1}{26} = 55,5W$$

Comparer les résultats des mesures des deux questions précédentes, justifier les différences.

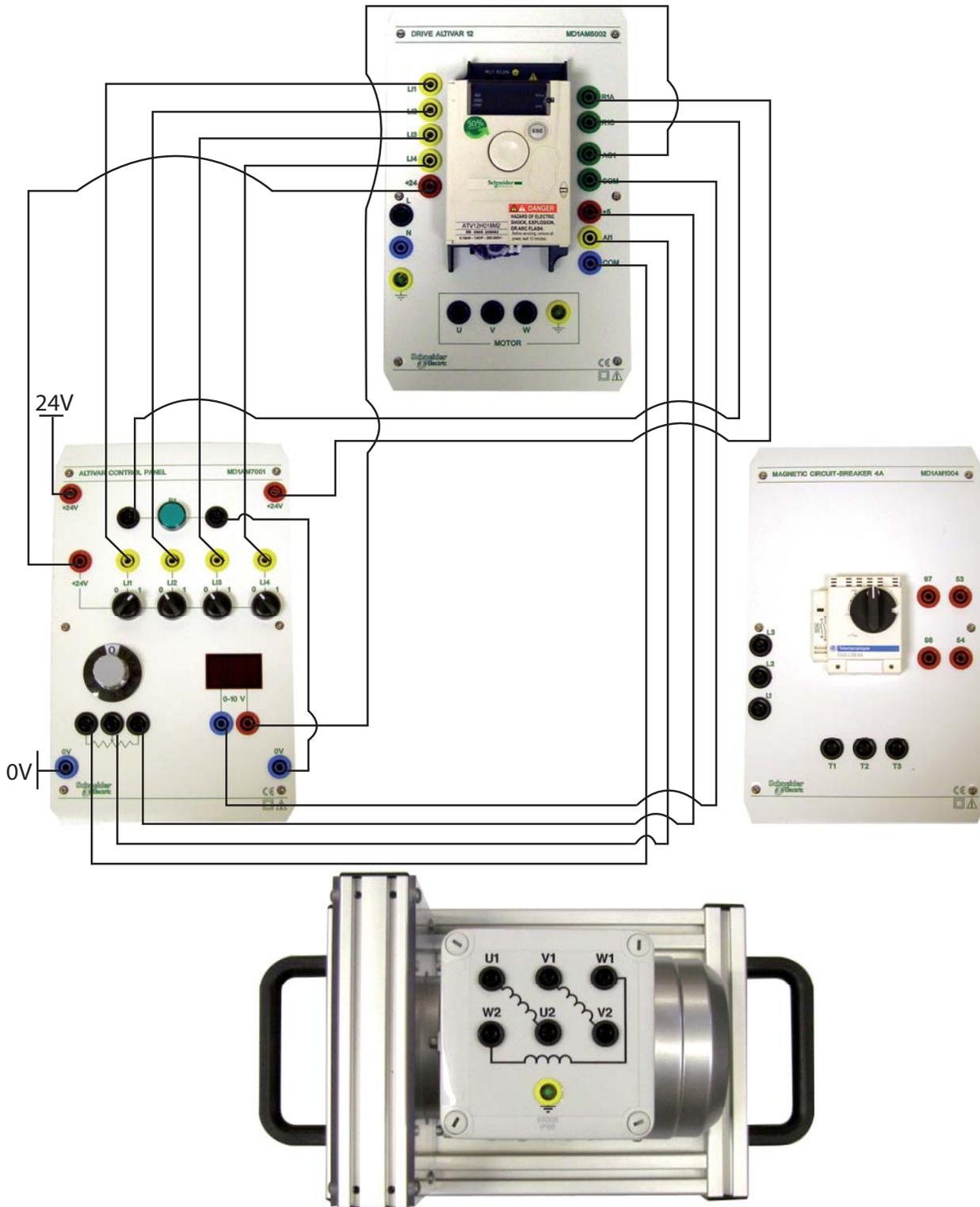
On constate que la résistance de freinage dissipe une puissance moyenne nettement inférieure lorsque l'on décélère plus lentement, ceci est du au fait que dans ce cas, le dépassement de la tension sur le condensateur se produit moins souvent.

TP14
5/8

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

■ Modules ALTIVAR : Câblage de commande

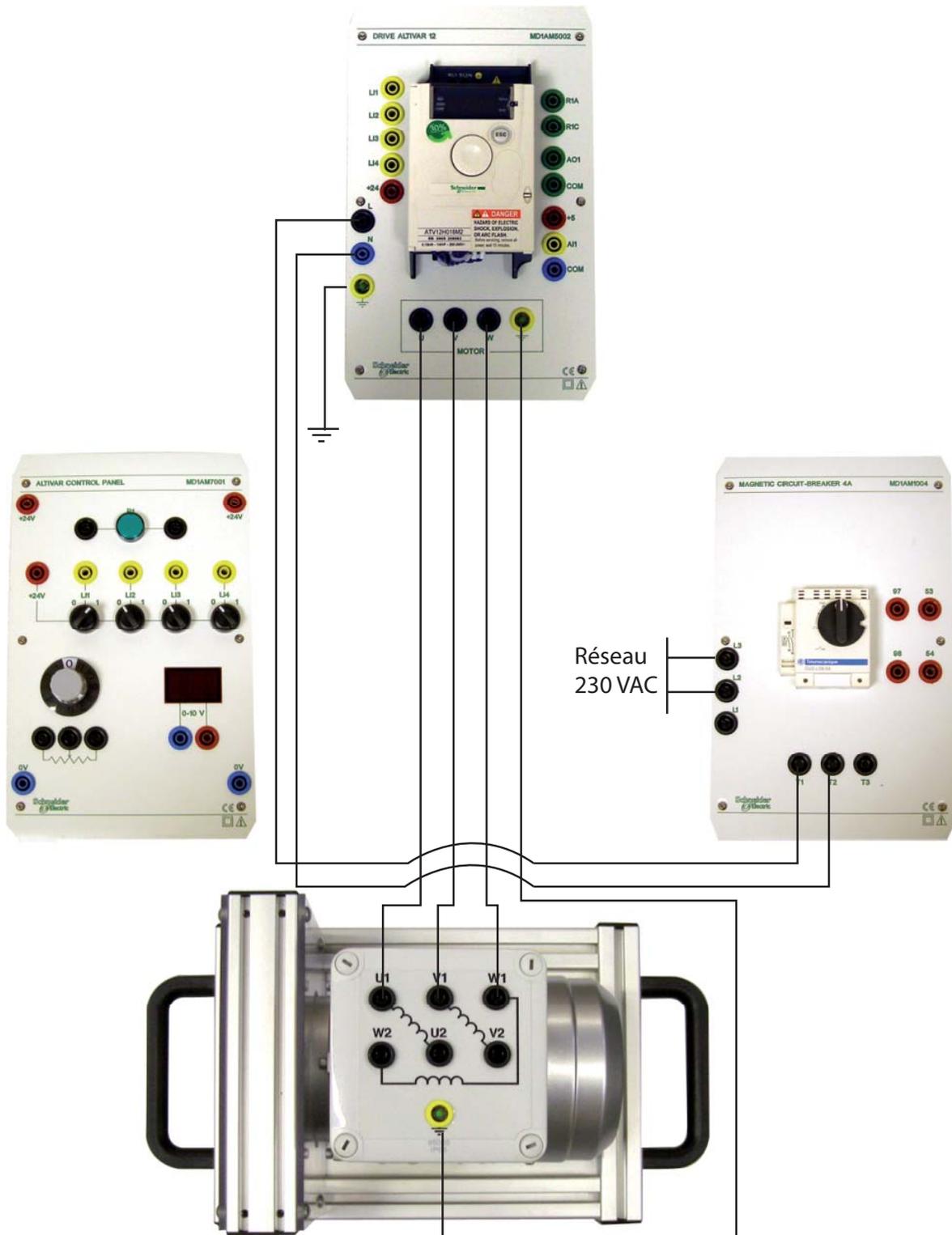


TP14
6/8

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

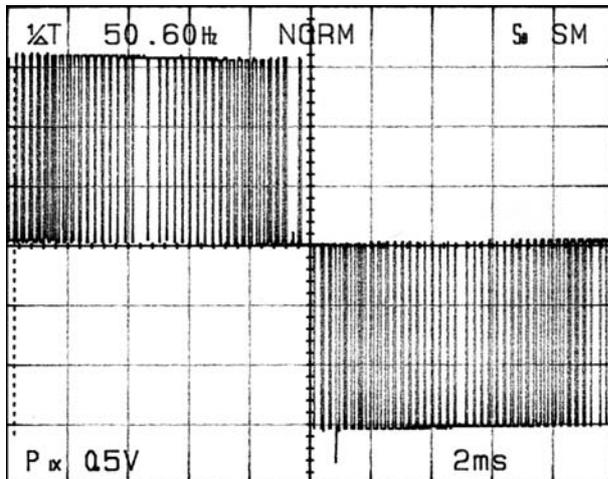
■ Modules ALTIVAR : Câblage de puissance



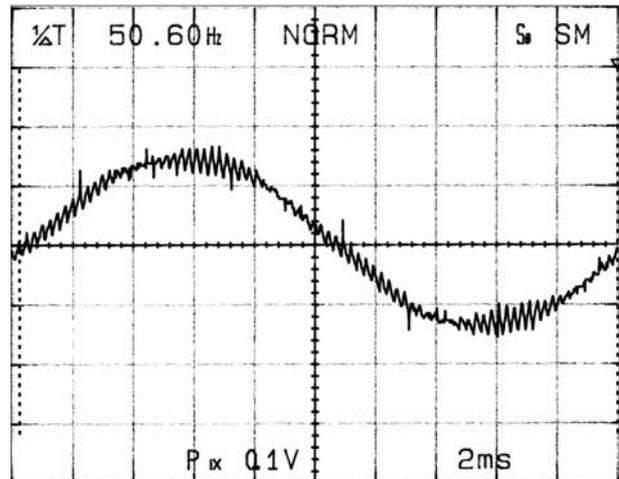
TP14
7/8Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur

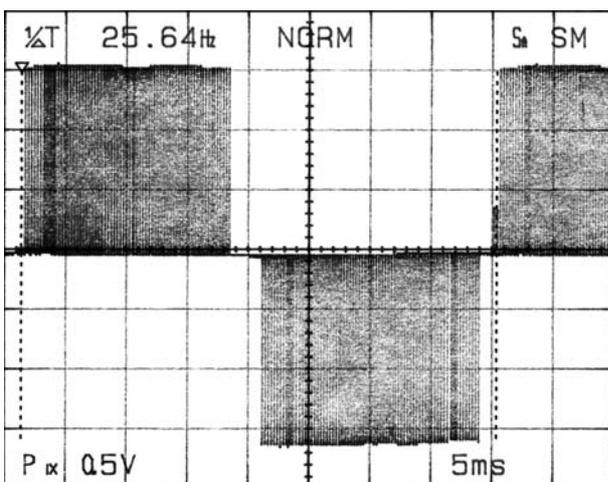
$U = f(t)$ pour $f = 50\text{Hz}$
Sonde X 200
 $U_{\text{eff}} = 250\text{V}$



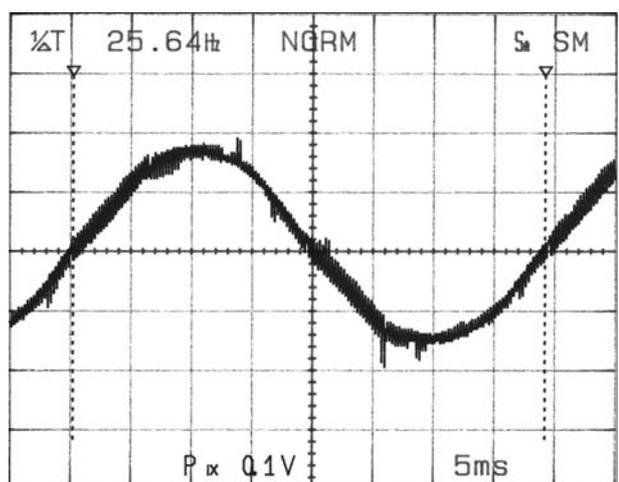
$I = f(t)$ pour $f = 50\text{Hz}$
Pince : 100 mV/A



$U = f(t)$ pour $f = 25\text{Hz}$
Sonde X 200
 $U_{\text{eff}} = 190\text{V}$



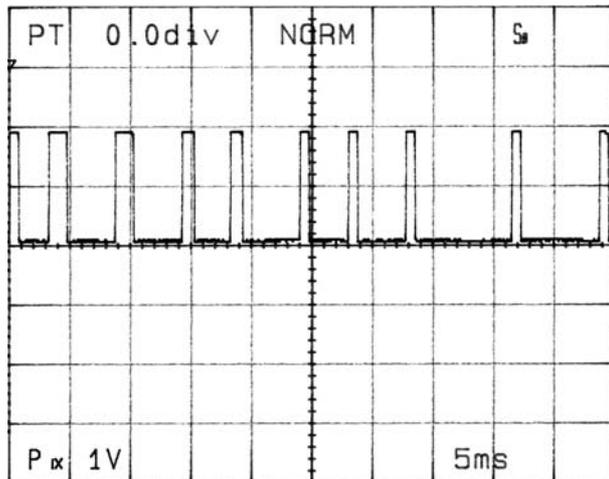
$I = f(t)$ pour $f = 25\text{Hz}$
Pince : 100 mV/A



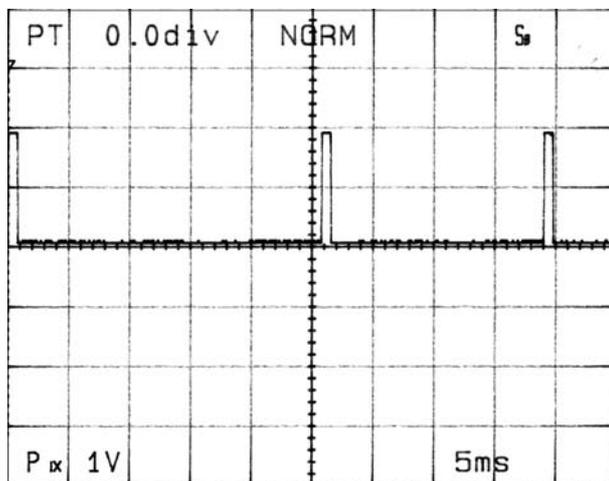
TP14
8/8

Variation de vitesse d'un moteur asyn-
chrone triphasé ALTIVAR

Document professeur



Sonde X 200
UR = f(t)
HSP = 70Hz
R=100W
Dec = 0,1s
Selon l'oscilloscope,
mode «refresh» ou
«monocoup».



Sonde X 200
UR = f(t)
HSP = 70Hz
R=100W
Dec = 0,3s

2

Chapitre

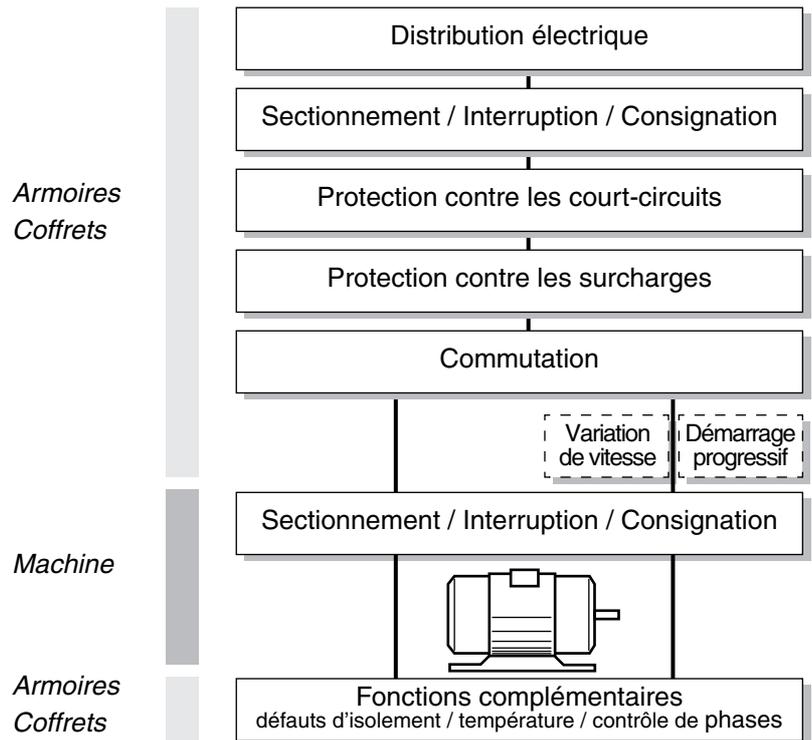
Travaux pratiques "Pack Départ Moteur"

2.1 Présentation de la pédagogie

Attention : Cette pédagogie est donnée à titre d'exemple. Il n'y a pas de charge avec le "Pack départ moteur".

■ Les cinq fonctions de base d'un départ-moteur

Ces fonctions sont le sectionnement, l'interruption, la protection contre les court-circuits, la protection contre les surcharges, la commutation.



Le sectionnement Il est nécessaire d'isoler, en tout ou partie, les circuits du réseau d'alimentation de puissance, afin de pouvoir intervenir sur les installations en garantissant la sécurité des personnes.

L'interruption Alors qu'une installation est en service, il est parfois nécessaire d'interrompre son alimentation électrique en pleine charge, ceci pouvant faire office d'arrêt d'urgence.

La protection contre les court-circuits Afin d'éviter la détérioration accidentelle des installations et des appareillages, les perturbations sur le réseau d'alimentation et les risques d'accidents humains, il est indispensable de détecter les courts-circuits et d'interrompre rapidement le circuit concerné.

La protection contre les surcharges Les surcharges mécaniques et les défauts des réseaux d'alimentation sont les causes les plus fréquentes de la surcharge supportée par les moteurs. Cela provoque une augmentation importante du courant absorbé par le moteur, qui conduit à un échauffement excessif, réduisant fortement sa durée de vie, et pouvant aller jusqu'à sa destruction. Il est donc nécessaire de détecter la surcharge du moteur.

La commutation Son rôle est d'établir et de couper le circuit d'alimentation du moteur.



■ Les appareillages

■ Les appareillages sont des éléments technologiques intégrant une ou plusieurs fonctions de base du départ-moteur.

Les appareillages doivent être conformes à la norme CEI 947 (NF EN 60947) :

- CEI 947-1 Règles générales
- CEI 947-2 Disjoncteurs
- CEI 947-3 Interrupteurs, sectionneurs interrupteurs-sectionneurs combinés-fusibles
- CEI 947-4-1 Contacteurs et démarreurs de moteur
- CEI 947-6-1 Matériels à fonctions multiples, appareils de commande et de protection

Le tableau ci-dessous résume les appareillages les plus couramment utilisés :

Appareillages :	Fonctions du départ-moteur :				
	Sectionnement	Interruption	Protection contre les court-circuits	Protection contre les surcharges	Commutation
Sectionneur	<input type="checkbox"/>				
Interrupteur-sectionneur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Sectionneur à fusibles	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
Interrupteur-sectionneur à fusibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Disjoncteur magnétique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Disjoncteur-moteur (magnéto-thermique)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contacteur					<input type="checkbox"/>
Relais de protection thermique				<input type="checkbox"/>	
«Combinés» (disjoncteur-moteur et contacteur associés)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
«Intégral» (disjoncteur-moteur et contacteur intégrés)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

■ Le dimensionnement et la mise en œuvre des appareillages se doivent de respecter les règles usuelles, en particulier concernant :

La sélectivité et la filiation des protections magnétiques

Sélectivité : un défaut survenant en un point du réseau doit être interrompu par le disjoncteur en amont du défaut, et lui seul.

Filiation : renforcement du pouvoir de *coupure* du disjoncteur aval par utilisation du pouvoir de *limitation* du disjoncteur amont.

Les classes de déclenchement des relais thermiques selon CEI 947-4-1

Chaque classe (10, 20 ou 30) définit des plages de temps (T_p) de déclenchement en fonction du courant de surcharge moteur.

■ Exemples d'application

Les exemples ci-dessous sont parmi les plus représentatifs des cas de départ-moteur en environnement industriel.

Départ-moteur manuel direct

Raisons du choix :

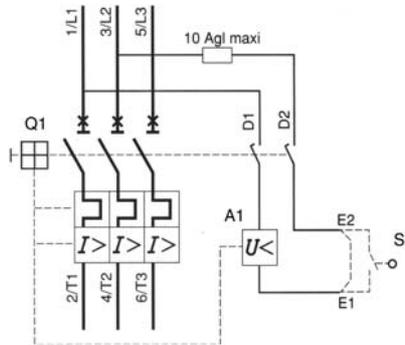
C'est une solution simple et économique présentant un bon niveau de sécurité pour les opérateurs, ainsi qu'un couple maximal au démarrage

Rep	Type
Q1	disjoncteur-moteur
A1	déclencheur à manque de tension
S1	bouton de commande

□ Une perceuse sur colonne

Le démarrage manuel direct nécessite :

- un sectionnement entre le réseau et le moteur,
- une interdiction de démarrage automatique de la machine suite à une coupure de réseau (réenclenchement nécessaire),
- une condamnation de la machine par 3 cadenas pendant une période d'entretien si la puissance du moteur > 3kW,
- un arrêt d'urgence possible par coupure de l'alimentation de la bobine à manque de tension.



Départ-moteur direct inverseur

Raisons du choix :

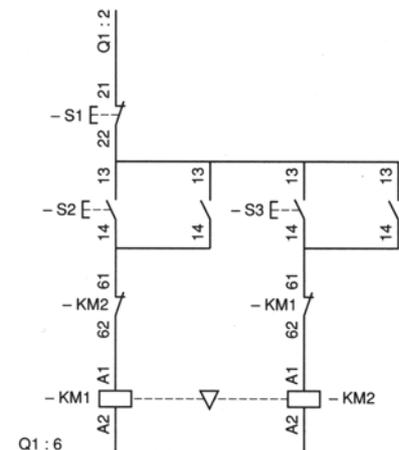
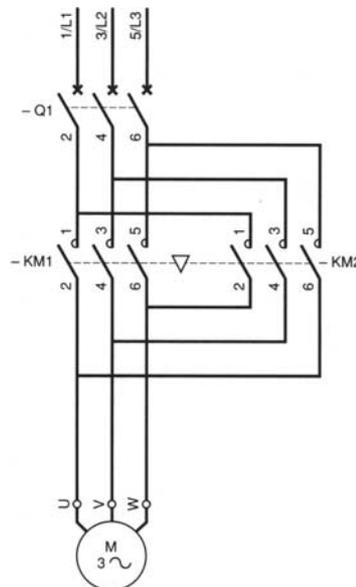
La barrière doit pouvoir fonctionner dans les deux sens. Sa mécanique solide supporte des à-coups. cette solution permet également de forts couples au démarrage

Rep	Type
Q1	disjoncteur-moteur
KM1/2	contacteur inverseur
S1/2/3	boîte à 3 boutons

□ Une barrière d'entrée pour véhicules automobiles

Pour manoeuvrer une barrière, le départ-moteur doit comporter :

- un disjoncteur-moteur pour protéger contre les courts-circuits et les surcharges,
- deux contacteurs câblés en inverseurs pour que le moteur fonctionne dans les deux sens,
- un contrôle de présence par cellule photoélectrique qui autorise la fermeture de la barrière.



Départ-moteur avec étoile-triangle

Raisons du choix :

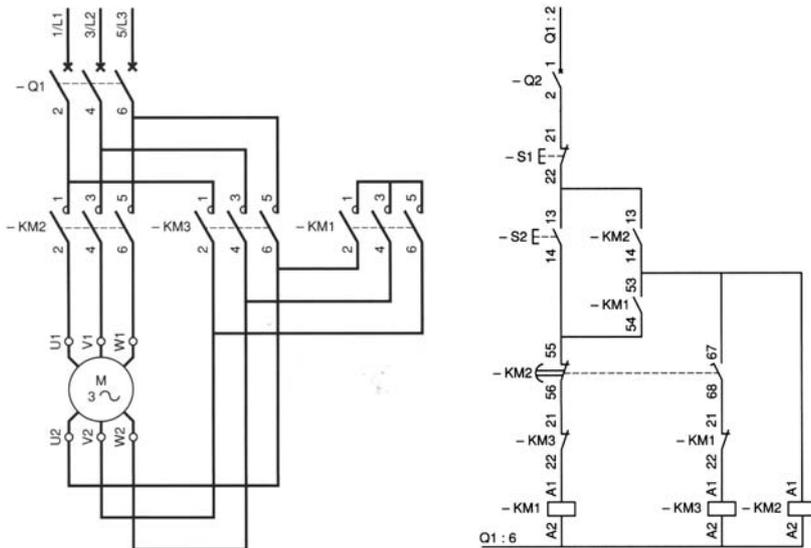
Cette solution accepte un démarrage avec un couple moteur faible, et permet de réduire le courant d'appel

Rep	Type
Q1	disjoncteur-moteur
KM1/2/3	étoile-triangle pré-câblé

Un ventilateur dans un parking

Le départ-moteur avec étoile-triangle nécessite :

- l'utilisation d'un moteur plaqué 690 V en couplage étoile et 400 V en couplage triangle,
- le raccordement des 6 conducteurs à la plaque à bornes du moteur,
- une temporisation spéciale réglable pour passer du couplage étoile à triangle (type LA2-DS2)



Départ-moteur en couplage direct pour moteur à couplage de pôles

Raisons du choix :

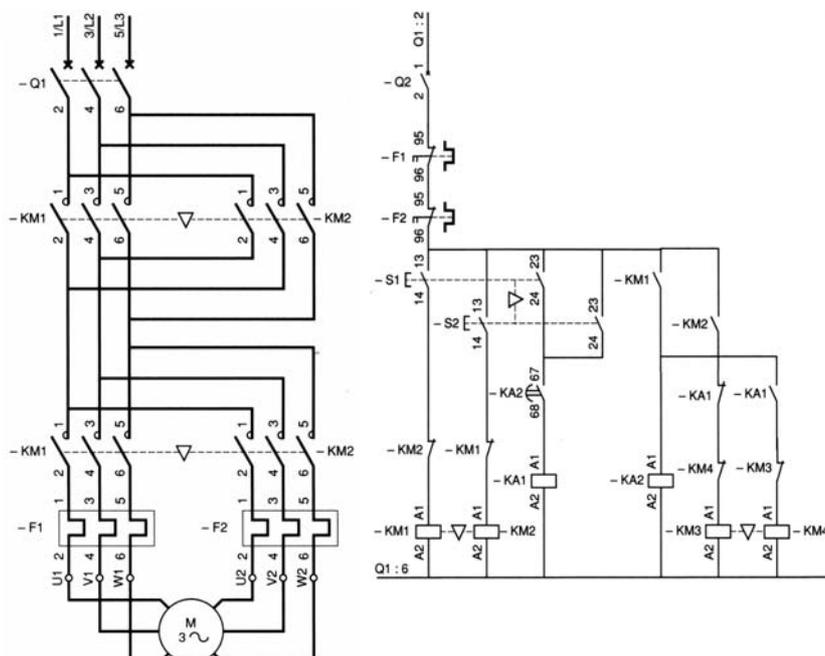
Cette solution, à retenir lorsque le moteur à couplage de pôles est existant, permet 2 vitesses dans le rapport du nombre de pôles.

Rep	Type
Q1	disjoncteur magnétique
KM1/2	contacteurs-inverseurs
F1	relais thermique (PV)
F2	relais thermique (GV)

Un palan

Le démarrage direct avec un moteur à couplage de pôles nécessite :

- un sectionnement entre le réseau et le moteur pour autoriser des interventions sur la mécanique,
- la protection des deux enroulements moteur par deux relais thermiques, mais une seule protection contre les courts-circuits.



Départ moteur avec un démarreur électronique progressif

Raisons du choix :

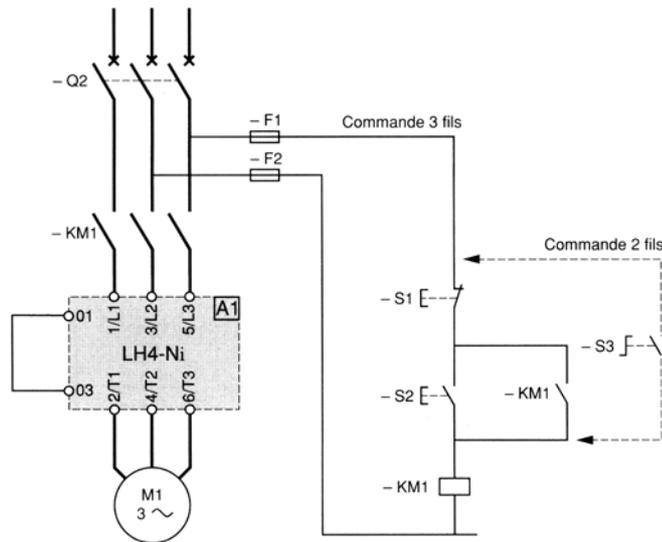
Le démarreur électronique progressif permet :

- de préserver des chocs sur la mécanique
- de démarrer avec un couple résistant faible

Rep	Type
A1	démarreur progressif LH4
Q1	disjoncteur-moteur
KM1	contacteur 9 A

Un compresseur d'air

Le départ-moteur avec démarreur électronique progressif permet une réduction importante du courant d'appel au démarrage, évitant ainsi, pour des moteurs de plus fortes puissances, un déclenchement du disjoncteur de protection de ligne.



Départ moteur avec un démarreur-ralentisseur électronique

Raisons du choix :

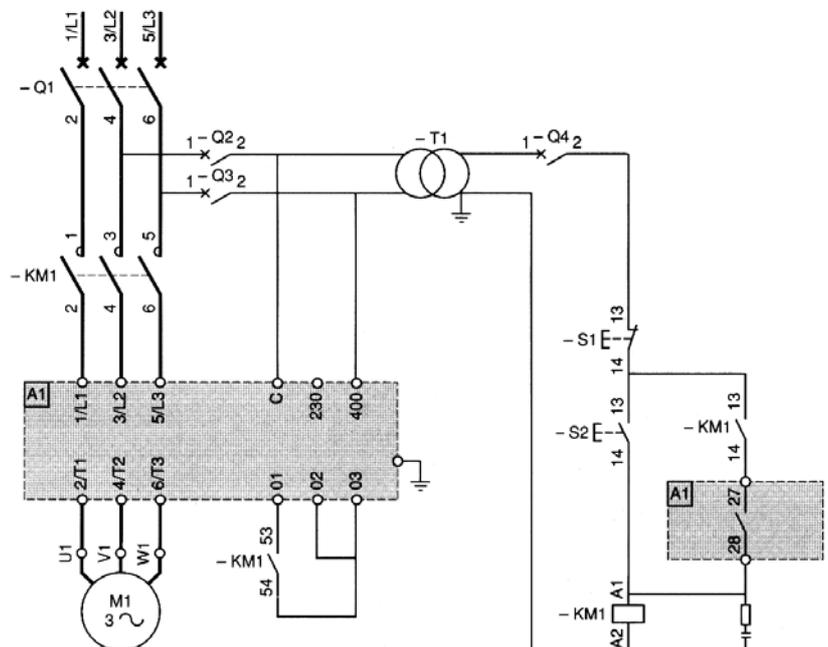
Le démarreur ralentisseur électronique permet de supprimer les coups de bélier, en maintenant un courant suffisant pendant le ralentissement.

Rep	Type
Q1	disjoncteur-moteur
KM1	contacteur tripolaire
A1	démarreur électronique ATS

Une pompe centrifuge

Le démarreur ralentisseur permet de :

- limiter le courant d'appel au démarrage, afin d'éviter le déclenchement du disjoncteur de protection de ligne,
- contrôler électroniquement les tensions, les surcharges de courant et les défauts de phases.



Départ moteur avec variateur de vitesse

Raisons du choix :

Le variateur de vitesse apporte :

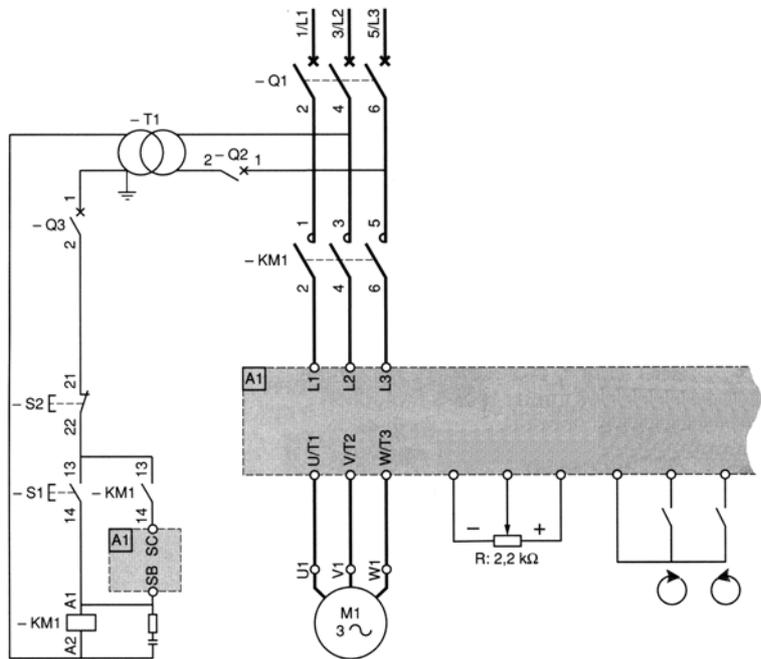
- un démarrage et un ralentissement progressifs à pleine charge,
- une adaptation de la vitesse aux contraintes de fabrication,
- une augmentation de la durée de vie du matériel, par suppression des à-coups,
- une réduction des chocs et du bruit du matériel transporté.

Rep	Type
Q1	disjoncteur-moteur
KM1	contacteur
A1	variateur de vitesse ALTIVAR

Un tapis transporteur de bouteilles

Le variateur dispose de plus :

- d'une protection électronique intégrée pour présence de phase et de tension,
- d'un relais thermique électronique.



■ Aspects complémentaires

□ La coordination

La coordination des départs-moteurs définit le comportement des appareillages sur court-circuit et le niveau de service après son interruption.

La norme CEI 947 définit trois types de coordination :

	Coordination type 1 (suivant CEI 947-4-1)	Coordination type 2 (suivant CEI 947-4-1)	Coordination totale (suivant CEI 947-6-2)
Comportement des appareillages	□ Sur court-circuit, les appareillages n'occasionnent aucun danger pour les personnes et pour l'installation		
Conséquences sur les appareillages	□ Après court-circuit, l'isolement est conservé ; les appareillages autres que le contacteur et le relais thermique ne doivent pas être endommagés	□ Après court-circuit, l'isolement est conservé ; aucun dommage ni dérèglement n'est admis pour les appareillages. Le risque de soudure des pôles du contacteur est admis si ceux-ci sont facilement séparables, sans déformation appréciable.	□ Après court-circuit, l'isolement est conservé ; aucun dommage ni dérèglement n'est admis pour les appareillages, ni risque de soudure des pôles du contacteur.
Remise en service	□ Avant remise en service, un contrôle du circuit est effectué ; le remplacement de pièces ou d'appareillages est réalisé si nécessaire.	□ Avant remise en service, une inspection rapide est suffisante, aucun remplacement de matériel ne doit être nécessaire.	□ La remise en service est immédiate, sans précaution particulière, après élimination du défaut.

Note : Tous les départs-moteurs doivent répondre au minimum à la coordination type 1.

☐ Catégories d'emploi des départs-moteurs

La norme CEI 947-4 a caractérisé les diverses catégories d'utilisation des appareils de commande.

Pour les départs-moteurs, les principales catégories d'emploi sont les suivantes :

Catégorie	Si la charge est :	Si l'appareil commande :	Performances nécessaires	Applications courantes
AC1	<input type="checkbox"/> non inductive $\cos \varphi > 0,95$	<input type="checkbox"/> la mise sous tension	<input type="checkbox"/> établir et couper le courant nominal	<input type="checkbox"/> chauffage sur résistances
AC2	<input type="checkbox"/> un moteur à bagues	<input type="checkbox"/> la marche par à-coups <input type="checkbox"/> le freinage à contre-courant	<input type="checkbox"/> établir et couper un courant de 2,5 fois la valeur nominale	<input type="checkbox"/> Ponts roulants <input type="checkbox"/> portiques
AC3	<input type="checkbox"/> un moteur asynchrone à cage	<input type="checkbox"/> le démarrage <input type="checkbox"/> la coupure moteur lancé	<input type="checkbox"/> établir un courant de 5 à 7 fois la valeur nominale <input type="checkbox"/> couper le courant nominal	<input type="checkbox"/> Compresseurs <input type="checkbox"/> pompes <input type="checkbox"/> convoyeurs
AC4	<input type="checkbox"/> un moteur asynchrone à cage	<input type="checkbox"/> le démarrage <input type="checkbox"/> la coupure pendant la phase de démarrage, ou moteur lancé, - pendant l'inversion du sens de rotation, - pendant un freinage en contre-courant	<input type="checkbox"/> établir un courant de 5 à 7 fois la valeur nominale <input type="checkbox"/> couper un courant ayant une valeur comprise entre 1 à 7 fois la valeur du courant nominal	<input type="checkbox"/> levage <input type="checkbox"/> positionnement manuel <input type="checkbox"/> usage intensif <input type="checkbox"/> pianotage

■ Programme de travaux pratiques

Les travaux pratiques de ce manuel n'ont pas de caractère exhaustif : les possibilités sont importantes, et il appartient à l'enseignant d'adapter ceux-ci à ses objectifs de formation.

Les travaux pratiques ci-après peuvent être conduits avec le Pack départ moteur.

Attention Il convient cependant d'avoir une charge (moteur) car elle n'est pas comprise avec le Pack.

	Travaux pratiques	Référentiel	Compétence validée	Temps alloué
TP N°1	Le moteur asynchrone triphasé (niveau Première)	Fonction convertir l'énergie	Vérifier, à l'aide de montages pertinents, les performances attendues du système de conversion	Séance de mesures : 3H 00 Exploitation des résultats et synthèse : 3H 00
TP N°2	Le contacteur (niveau Première)	Fonction commander la puissance Par contrôle «tout ou rien» (établir, interrompre, transmettre)	Mettre en œuvre l'appareil de commande	Séance de mesures : 3H 00 Exploitation des résultats et synthèse : 3H 00
TP N°3	Protections des départs-moteur (niveau Première)	Fonction protéger les matériels (interrompre absolument, transmettre, limiter, signaler)	Identifier les matériels qui concourent à assurer la protection Valider les conditions de fonctionnement des protections	Séance de mesures : 6H 00 Exploitation des résultats et synthèse : 3H 00
TP N°4	Démarrage des moteurs asynchrones triphasés (niveau Première)	Fonction convertir l'énergie	Justifier le choix du modulateur (variateur, démarreur, gradateur) associé au convertisseur d'énergie. Analyser le circuit de puissance du modulateur et tester son bon fonctionnement	Séance de mesures : 3H 00 Exploitation des résultats et synthèse : 3H 00

Note importante

Toutes les manipulations décrites peuvent, dans l'absolu, être abordées indépendamment. Il est néanmoins recommandé de ne pas trop s'écarter de l'ordre suivi : succession des travaux pratiques et, à l'intérieur de chaque TP, progressivité des manipulations.

2.2 Travaux pratiques

TP1 1/6	Le moteur asynchrone triphasé	Énoncé
--------------------	--------------------------------------	---------------

Niveau Première GE STI **Durée** 6 H

Références du programme

- Objectif terminal :
Vérifier, à l'aide de montages pertinents, les performances attendues du système de conversion
- Contenu :
Fonction convertir l'énergie

Objectifs de séance

- Identifier les paramètres importants d'une machine asynchrone.
- Mettre en œuvre un départ-moteur.
- Vérifier les performances du système de conversion.

Acquis préalables

- Connaissance des caract. électriques de la machine asynchrone.
- Décodage d'un schéma électrique.
- Utilisation des appareils de mesure (oscilloscope numérique, sonde différentielle, pince ampèremétrique).
- Interprétation de la documentation relative au moteur.

Savoirs nouveaux Performances et mise en œuvre d'une machine asynchrone.

Travail demandé Voir doc. TP N°1 Énoncé 1/5 à 5/5

Données et conditions d'acquisition En salle d'essais de système, travail en binôme, en possession des documents Ressources (doc. TP N°1 Ressources 1/4 à 4/4).

Critères d'évaluation Voir doc. TP N°1 Énoncé 5/5
(les critères sont laissés à l'appréciation du professeur)

TP1 2/6		Le moteur asynchrone triphasé	Enoncé
--------------------	--	--------------------------------------	---------------

a **Identification des paramètres importants d'une machine asynchrone**

- 1 - Définir le type de conversion réalisée par la machine asynchrone.
- 2 - Identifier, à partir de la plaque signalétique, les principales caractéristiques électromécaniques de la machine (voir document ressources 2/4 pour l'indice de protection IP et la classe d'isolement).
- 3 - Déduire des caractéristiques précédentes les grandeurs suivantes :
 - vitesse de synchronisme N_s ,
 - glissement g en %,
 - nombre de paires de pôles p .

b **Mise en œuvre du départ moteur**

le poste étant consigné

- 1 - Réaliser le câblage complet du schéma fourni sur le document ressources 3/4 en précisant le couplage effectué pour les enroulements machine (document ressources 1/4).

en présence du professeur

- 2 - Justifier le couplage choisi pour la machine puis tester le fonctionnement du départ-moteur.

TP1
3/6

Le moteur asynchrone triphasé

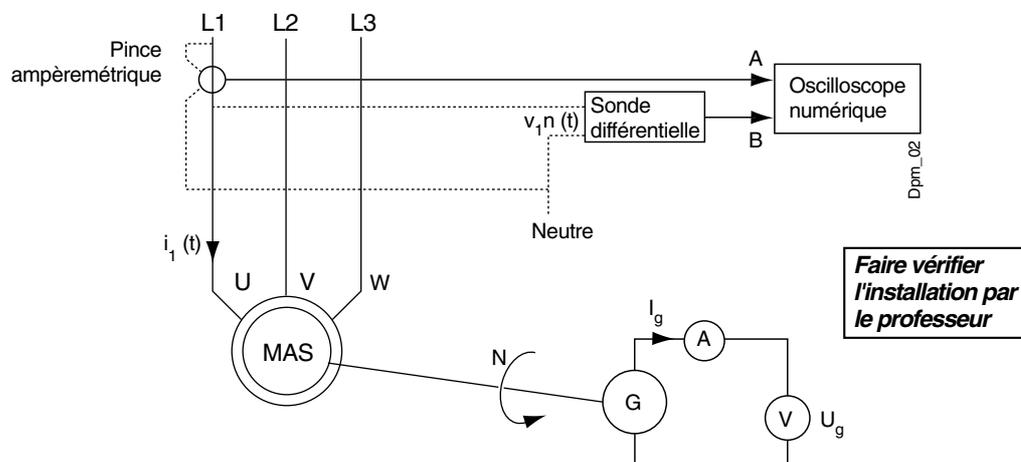
Enoncé

C Vérification des performances attendues du système de conversion

■ La machine asynchrone fonctionne à vide.

le poste étant consigné

1 - Procéder à l'installation des appareils de mesure suivant schéma ci-dessous.



2 - Relever l'allure des signaux $v_{1n}(t)$ (v_1 correspondant à la tension simple phase/neutre) et $i_1(t)$ en régime établi à l'aide de l'oscilloscope numérique.

3 - Mesurer les grandeurs suivantes :

- Intensité du courant absorbé I_1 (A).
- Puissances active P (W) et apparente S (VA) absorbées par la machine.
- Tension aux bornes de la génératrice U_g (V) et intensité du courant débité I_g (A).

4 - Analyse des relevés du paragraphe 3 :

- Indiquer sur le relevé le déphasage φ entre le courant et la tension.
- Estimer la valeur du facteur de puissance (ou $\cos \varphi$) à partir du relevé puis à partir des mesures de puissances effectuées. Comparer les valeurs obtenues.
- La vitesse à vide du moteur asynchrone est de 1470 t/mn ; en déduire son glissement g (%).

TP1 4/6	Le moteur asynchrone triphasé	Enoncé
--------------------	--------------------------------------	---------------

■ **La machine asynchrone fonctionne en charge.**

Note : Pour ce TP, se munir d'un moteur avec une charge variable.
ex : frein à poudre ou génératrice à courant continu.

5 - Régler la charge pour avoir $I_{N\text{moteur}} = 1$ A sur l'ampèremètre «Courant de charge».

6 - Relever l'allure des signaux $v_{1n}(t)$ et $i_1(t)$ en régime établi à l'aide de l'oscilloscope numérique.

7 - Mesurer les grandeurs suivantes :

- Intensité du courant absorbé I_1 (A).
- Puissances active P (W) et apparente S (VA) absorbées par la machine.
- Tension aux bornes de la génératrice U_g (V) et intensité du courant débité I_g (A).

8 - Analyse des relevés du paragraphe 6 :

- Indiquer sur le relevé le déphasage φ entre le courant et la tension.
- Estimer la valeur du facteur de puissance (ou $\cos \varphi$) à partir du relevé puis à partir des mesures de puissances effectuées. Comparer les 2 valeurs obtenues à celle donnée par le constructeur (voir document ressources 4/4).
- Sachant que la résistance apparente des enroulements de la génératrice $R_{MCC}^{(1)} \approx 16,5 \Omega$, estimer la vitesse de rotation N (t/mn) de la machine puis en déduire son glissement g (%).
- Quelle est l'influence de la charge sur :
 - le facteur de puissance F_p de la machine ?
 - le glissement g de l'arbre moteur ?

1. R_{MCC} : "Résistance Moteur Courant Continu"

TP1
5/6

Le moteur asynchrone triphasé

Enoncé

■ Démarrage de la machine asynchrone.

Note : Mettre le moteur en charge

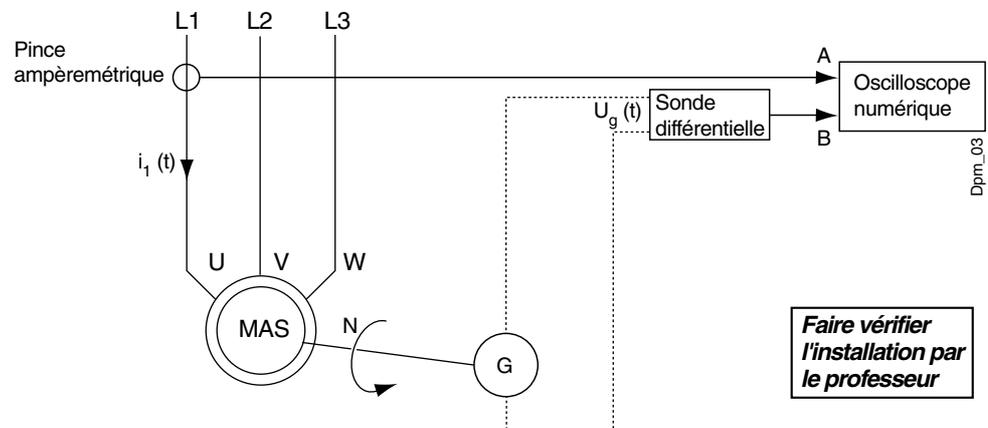
9 - Relever l'allure des signaux $v_{1n}(t)$ et $i_1(t)$ durant la phase de démarrage à l'aide de l'oscilloscope numérique.

10- Analyse des relevés du paragraphe 9 :

- Identifier sur le relevé la phase démarrage puis le régime établi.
- Indiquer sur le relevé la pointe de courant au démarrage puis estimer son intensité I_D (A).
- Calculer le rapport I_D/I_N puis comparer la valeur obtenue à celle fournie par le constructeur (voir document ressources 4/4).
- Quel peut être le problème posé par l'appel de courant au démarrage d'une machine asynchrone sur la ligne d'alimentation ?

le poste étant consigné

11- Procéder à l'installation des appareils de mesures suivant schéma ci-dessous.



12- Relever l'allure des signaux $i_1(t)$ et $u_g(t)$ durant la phase de démarrage à l'aide de l'oscilloscope numérique.

13- Analyse des relevés du paragraphe 12 :

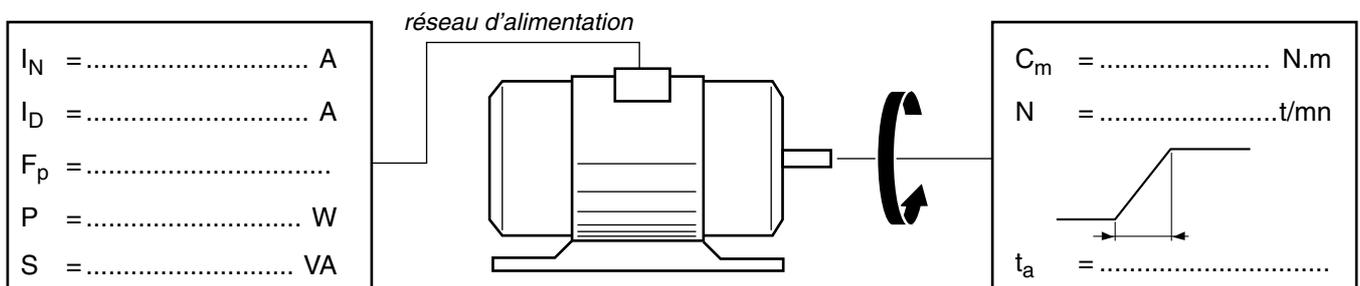
[Rappel : $C_m - C_r = J (d\Omega/dt)$]

- Indiquer sur le relevé la durée de mise en vitesse (t_a) de la machine, puis estimer sa valeur.
- En supposant que la machine asynchrone démarre à couple nominal constant ($C_m = C_N$), et que le couple résistant est nul ($C_r = 0$), calculer la durée t_a mise par la machine pour atteindre sa vitesse nominale puis comparer à la valeur mesurée (l'inertie de la génératrice ramenée au moteur est de $0,0021 \text{ kg.m}^2$).
- Quel est l'inconvénient d'un démarrage par raccord direct de la machine sur le réseau pour le mécanisme entraîné ?

TP1 6/6	Le moteur asynchrone triphasé	Enoncé
--------------------------	--------------------------------------	---------------

d Conclusion

- 1 - A partir des mesures réalisées en paragraphe 13 (N , C_m) et de la puissance active absorbée par la machine en charge, déduire le rendement η de la conversion puis comparer à la grandeur fournie par le constructeur (voir document ressources 4/4).
- 2 - Comment évolue le rendement des machines pour des puissances utiles croissantes (voir document ressources 4/4) ?
- 3 - Quels sont les deux inconvénients majeurs d'un raccordement direct de la machine sur le réseau du point de vue *charge* et *alimentation* ?
- 4 - Compléter l'ensemble ci-dessous :



Barème d'évaluation :

a	■ Identification des paramètres importants d'une machine asynchrone	..... / 6
b	■ Mise en œuvre du départ moteur	..... / 9
c	■ Vérification des performances attendues du système de conversion	
	<input type="checkbox"/> La machine asynchrone fonctionne à vide.	..... / 7
	<input type="checkbox"/> La machine asynchrone fonctionne en charge.	..... / 8,5
	<input type="checkbox"/> Démarrage de la machine asynchrone.	..... / 9,5
d	■ Conclusion	..... / 10
Total		..... / 50

Barème à ajuster par le professeur

TP1
1/4

Le moteur asynchrone triphasé

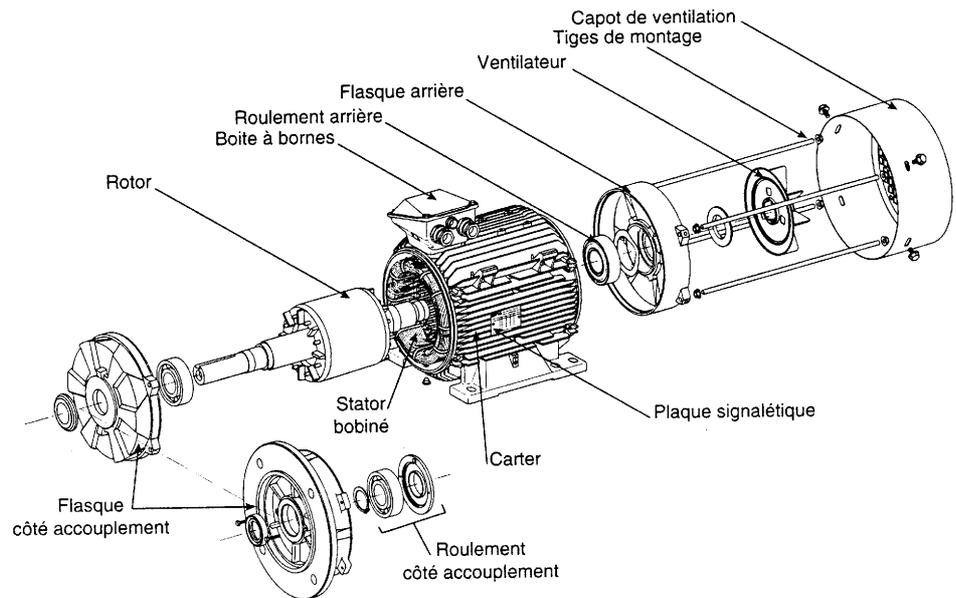
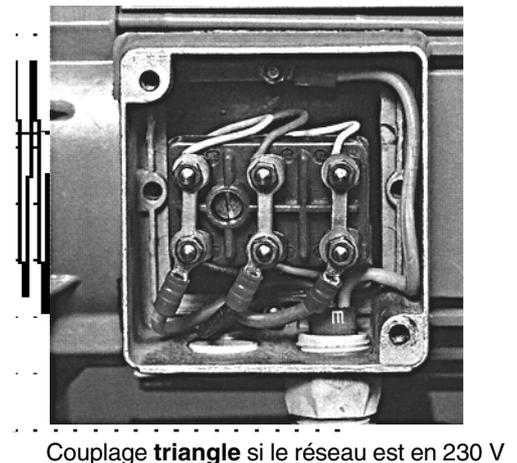
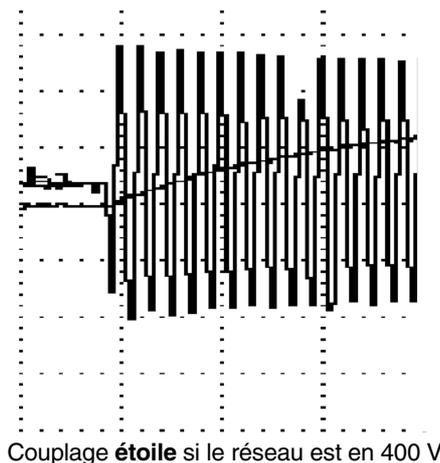
Ressource

Rappels sur les moteurs asynchrones triphasés

Les moteurs asynchrones triphasés à cage comptent parmi les plus utilisés pour l'entraînement des machines.

Ces moteurs s'imposent en effet dans un grand nombre d'applications en raison des avantages qu'ils présentent : robustesse, simplicité d'entretien, facilité de mise en œuvre, faible coût.

Il paraît donc indispensable d'analyser les principes de fonctionnement et de construction de ces moteurs, et d'étudier les principaux dispositifs de démarrage, réglage de vitesse et freinage qui leurs sont associés.

■ Construction**■ Couplage**

TP1 2/4	Le moteur asynchrone triphasé	Ressource
--------------------	--------------------------------------	------------------

■ **Plaque moteur**

Moteur triphasé (3 ~)

Alimentation 230-400 V
En couplage Δ : 230 V
En couplage Y : 400 V

Intensité nominale absorbée
En couplage Δ : 1,1 A
En couplage Y : 0,64 A

Classe d'isolation : F

Indice de protection : 55

cos φ à charge nominale : 0,74

Vitesse nominale rotor : 1350 t/mn

Puissance nominale : 0,18 kW

■ **Indices de protection**

Protection contre les chocs mécaniques selon la norme NF EN 102

IK	Energie de chocs en joules	Correspondance en IP (ancien 3 ^e chiffre)
00	0,00	0
01	0,15	
02	0,20	1
03	0,35	
	0,375	2
04	0,50	3
05	0,70	
06	1	
07	2	5
08	5	
	6	7
09	10	
10	20	9

Degré de protection des enveloppes de matériels électriques selon les normes CEI 529, EN 60529 et NF C 20-010

IP	corps solides	corps liquides
0	Pas de protection	Pas de protection
1	Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm (ex. : contacts involontaires de la main)	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)
2	Protégé contre les corps solides supérieurs à 12,5 mm (ex. : doigt de la main)	Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale
3	Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm (outils, vis)	Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale
4	Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm (outils fins, petits fils)	Protégé contre les projections d'eau de toutes directions
5	Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible)	Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance
6	Totalement protégé contre les poussières	Totalement protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer
7		Protégé contre les effets de l'immersion
8		Protégé contre les effets de l'immersion prolongée dans des conditions spécifiées

■ **Classes d'isolation des enroulements**

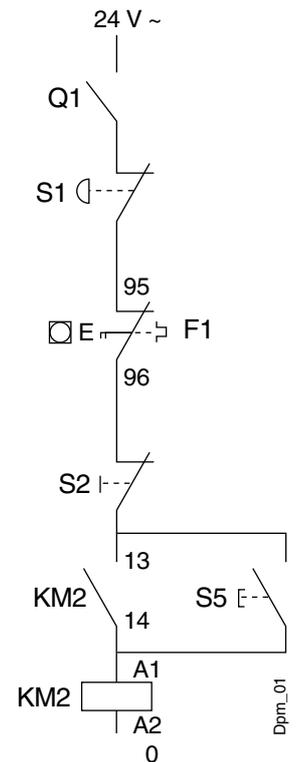
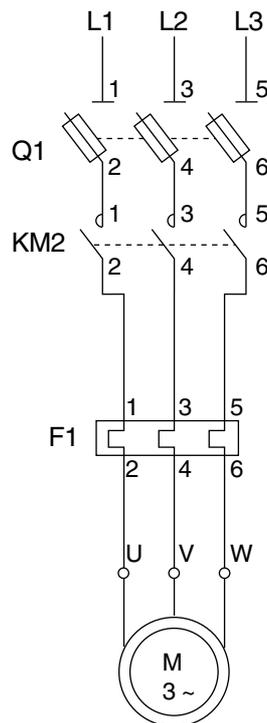
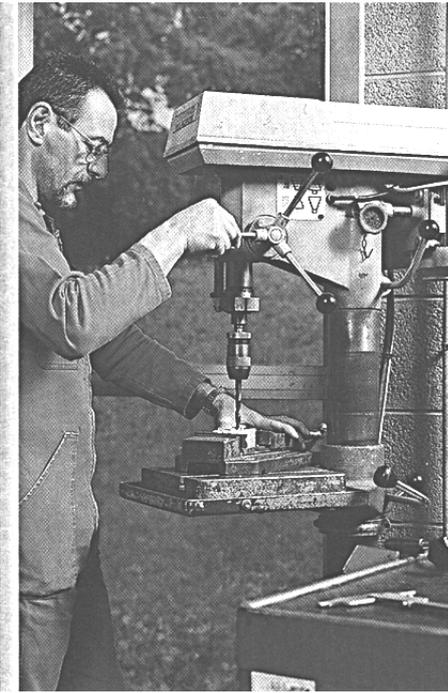
Classes d'isolation		B	F	H
Échauffement maxi	Δθ °C	80	105	125
Température maxi	θ maxi °C	125	155	180

TP1
3/4

Le moteur asynchrone triphasé

Ressource

Exemple de départ-moteur direct : ■ Une perceuse sur colonne

**Raisons du choix :**

C'est une solution simple et économique présentant un bon niveau de sécurité pour les opérateurs, ainsi qu'un couple maximal au démarrage

TP1 4/4	Le moteur asynchrone triphasé	Ressource
--------------------	--------------------------------------	------------------

Spécifications moteur Extrait du catalogue moteurs :

Moteurs asynchrone triphasés Fermés, IP 55, classe F, IC 411, S1

4 pôles

Type		Puissance P _n		Vitesse ω _n	C _n	In		F. de puiss	Rendem. η	Couple pointe	Courant pointe	Inertie J	Poids
		kW	CV			t/mn	N.m						
A 56 b	4	0,09	0,12	1350	0,63	0,59	0,4	0,71	53	2,1	3,5	0,00021	3,6
A 63 a	4	0,12	0,17	1340	0,78	0,78	0,45	0,72	55	2,2	2,7	0,00016	3,7
▶ 63 b	4	0,18	0,25	1350	1,17	1,1	0,64	0,72	58	2,2	2,8	0,00022	4
63 c	4	0,22	0,3	1360	1,56	1,25	0,72	0,7	63	2,31	3,14	0,00022	4,3
A 71 a	4	0,25	0,35	1370	1,56	1,35	0,78	0,78	59	2	3,2	0,00059	4,8
71 b	4	0,37	0,5	1370	2,34	1,9	1,1	0,8	61	2,1	3,3	0,00072	5,2
71 c	4	0,55	0,75	1370	3,51	2,8	1,6	0,75	65	2,1	3,3	0,00095	7,5
A 80 a	4	0,55	0,75	1410	3,51	2,8	1,6	0,76	68	2,1	3,8	0,00172	8,1
80 b	4	0,75	1	1420	4,69	3,4	2	0,74	72	2,5	4,3	0,00215	9
A 90 S	4	1,1	1,5	1390	7,03	4,8	2,8	0,77	72	2,5	4,1	0,0023	12,5
90 L	4	1,5	2	1400	9,37	6,5	3,8	0,77	73	2,6	4,3	0,00285	14,2
A 100 La	4	2,2	3	1410	14,06	9,4	5,3	0,78	74	2,5	4,7	0,0046	18,6
100 Lb	4	3	4	1410	18,7	11,6	6,7	0,8	79	2,6	5,7	0,0054	20,3
A 112 M	4	4	5,5	1420	25,8	15,8	9,1	0,8	80	2,5	5,6	0,00903	27,9
A 132 S	4	5,5	7,5	1430	35,1	21	12,1	0,81	82	2,4	5,4	0,02256	41
132 Ma	4	7,5	10	1440	46,9	27	15,6	0,81	84	2,4	5,3	0,0272	49
* 132 Mb	4	9	12,5	1440	60	34,6	20	0,84	87	2,5	6,5	0,028	57

TP1
1/4

Le moteur asynchrone triphasé

Correction

a Identification des paramètres importants d'une machine asynchrone

1 - Définir le type de conversion réalisée par la machine asynchrone.

☛ conversion électrique → mécanique

2 - Identifier, à partir de la plaque signalétique, les principales caractéristiques électromécaniques de la machine.

☛ Alimentation 230 V en couplage Δ / 400 V en couplage Y (sur réseau 230 / 400 V triphasé)

☛ Courant nominal 1,1 A en couplage Δ / 0,64 A en Y

☛ Puissance nominale 180 W

☛ Vitesse nominale 1350 t/mn

☛ Facteur de puissance $\cos \varphi = 0,74$

☛ Fréquence d'alimentation 50 Hz

☛ Classe d'isolation : F

☛ Indice de protection : IP55

(IP5x : protégé contre les poussières - pas de dépôt nuisible)

IPx5 : protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance)

3- Dédire des caractéristiques précédentes les grandeurs suivantes :

☛ $N_s = 1500 \text{ t/mn}$

☛ $g = (N_s - N) / N_s = (1500 - 1350) / 1500 = 0,1 \text{ soit } 10 \%$

☛ $p = 60 \times f / N_s = 2$

b Mise en oeuvre du départ moteur

1 - Câblage du moteur.

☛ Réalisation d'un démarrage direct, un sens de marche avec le moteur couplé en triangle.

2 - Justification du couplage.

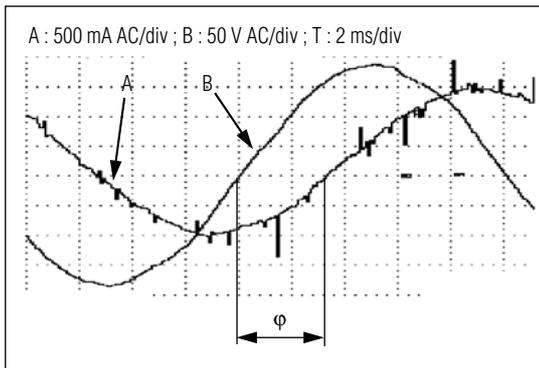
☛ D'après la plaque signalétique du moteur, on détermine qu'un enroulement ne peut supporter au maximum qu'une tension de 230V. Le réseau étant de 230V entre phase sur le banc, on choisit donc un couplage triangle.

TP1
2/4

Le moteur asynchrone triphasé

Correction

C Vérification des performances attendues du système de conversion

■ La machine asynchrone fonctionne à vide.

 A : $i_1(t)$ B : $v_1n(t)$
 $\Delta t = 3,2 \text{ ms}$ (oscilloscope)

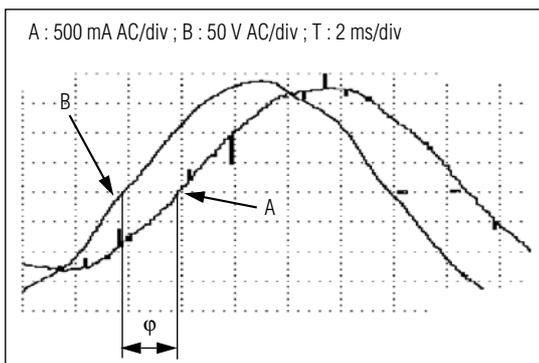
 $\Rightarrow \varphi \approx (3,2 / 10) \times 180 = 57,6^\circ$ soit $\cos\varphi \approx 0,53$
 $I_1 = 0,87 \text{ A}$ (ampèremètre)

 $V_1 = 131 \text{ V}$ $U = 228 \text{ V}$ (Voltmètre)

 $S = 3 \times V \times I = 3 \times 0,87 \times 131 = 342 \text{ VA}$
 $P = 3 \times 34 \text{ W} = 102 \text{ W}$ (Pince multifonction mesurant la puissance active)

 $\Rightarrow \cos\varphi = P/S = 0,30$

Sachant que la vitesse du moteur asynchrone à vide relevée à l'aide d'un tachymètre numérique donne :

 $N = 1470 \text{ t/mn}$
 $\Rightarrow g \approx (N_s - N) / N_s = (1500 - 1470) / 1500 = 0,02$ soit **2 %**
■ La machine asynchrone fonctionne en charge.

 A : $i_1(t)$ B : $v_1n(t)$
 $\Delta t = 2 \text{ ms}$ (oscilloscope)

 $\Rightarrow \varphi \approx (2,2 / 10) \times 180 = 39,6^\circ$ soit $\cos\varphi \approx 0,77$
 $I_1 = 1,1 \text{ A}$ (ampèremètre)

 $V_1 = 131 \text{ V}$ $U = 228 \text{ V}$ (Voltmètre)

 $S = 3 \times V \times I = 3 \times 131 \times 1,1 = 432 \text{ VA}$
 $P = 3 \times 109 \text{ W} = 327 \text{ W}$ (Pince multifonction mesurant la puissance active)

 $\Rightarrow \cos\varphi = P/S = 0,75$

 Note : $\cos\varphi_{\text{constructeur}} = 0,74$

 Génératrice MCC (moteur courant continu) $U = 170 \text{ V}$ pour 1500 t/mn
 $U_g = 142 \text{ V}$ (Voltmètre) pour $I_g = 1 \text{ A}$ (Ampèremètre sur le banc)

 Il faut R_{MCC} pour avoir $E_g : R_{MCC} = 16,5 \Omega$

 Soit $E_g = U_g + R_{MCC} I_g = 158,5 \text{ V}$
 $\Rightarrow N = (158,5 / 170) \times 1500 = 1398 \text{ t/mn}$
 $\Rightarrow g = (N_s - N) / N_s = (1500 - 1398) / 1500 = 0,068$ soit **6,8 %**
Commentaires :

Si la charge augmente, le facteur de puissance s'améliore :
 —> il est important de choisir la machine synchrone la mieux adaptée à la charge - P_u moteur proche de $P_{méca}$ à fournir.

Si la charge augmente, le glissement devient plus important :
 —> normal, le couple résistant étant plus important sur l'arbre moteur, celui-ci a plus de mal à suivre le champ tournant statorique.

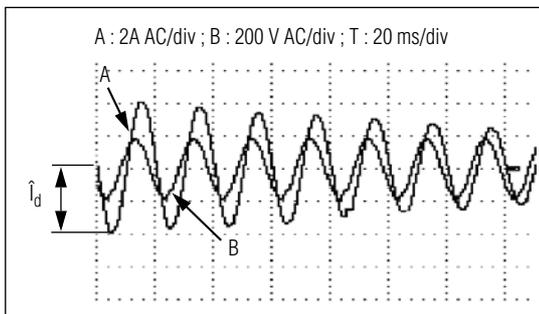
TP1
3/4

Le moteur asynchrone triphasé

Correction

■ Démarrage de la machine asynchrone.

□ Aspects électriques



$$I_{D\text{démarrage}} : \hat{I}_D = 4 \text{ A} \Rightarrow I_D = \hat{I}_D / \sqrt{2} = 2,83 \text{ A}$$

$$\text{Il en résulte : } I_D / I_N = 2,83 / 1,1 = 2,6$$

$$\text{Note : } I_D / I_N \text{ constructeur} = I_S / I_N = 2,8$$

Commentaires : Chute de tension importante en ligne : cette chute dépend de la section du câble d'alimentation, de sa longueur et de l'intensité du courant de démarrage de la machine raccordée.

□ Aspects mécaniques

Durée de mise en vitesse

- Relevée : $t_a = 300 \text{ ms}$

- Calculée :

$$C_m = C_N = 1,17 \text{ N.m}$$

$$C_r = 0$$

$$C_m - C_r = J \, d\Omega / dt$$

$$\Leftrightarrow dt = J \, d\Omega / C_N = J \times 2\pi \times N_N / C_N$$

Données constructeur :

$$J_{\text{moteur}} = 0,00022 \text{ kg.m}^2$$

$$J_{\text{génératrice}} \text{ (ramenée au moteur)} = 0,0021 \text{ kg.m}^2$$

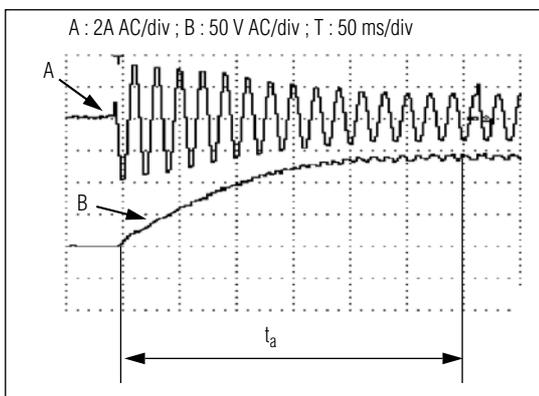
$$N_N = 1350 \text{ t/mn}$$

$$C_N = 1,17 \text{ N.m}$$

$$J \text{ inertie total} = J_{\text{moteur}} + J_{\text{génératrice}} = 0,00232 \text{ kg.m}^2$$

$$\Rightarrow t_a = (0,00232 \times 2\pi \cdot 1350) / (1,17 \times 60)$$

$$\Rightarrow t_a = 280 \text{ ms}$$



Commentaires : On ne contrôle pas la mise en vitesse du mécanisme entraîné, c'est à dire son accélération.

TP1 4/4	Le moteur asynchrone triphasé	Correction
--------------------	--------------------------------------	-------------------

d Conclusion

Rendement de la conversion

Puissance utile : $P_u = C_m \times \Omega$ ($\Omega[\text{rd/s}] = 2\pi/60 \times N[\text{t/mn}]$)
 $P_u = (1,17 \times 1350) \times 2\pi/60 \approx 165,4 \text{ W}$

Puissance absorbée : $P_a \approx 327 \text{ W}$ (mesuré)

\Rightarrow Rendement : $\eta = P_u / P_a = 165,4 / 327 = 50,5 \%$

Note : valeur constructeur $\eta = 58 \%$

Evolution du rendement

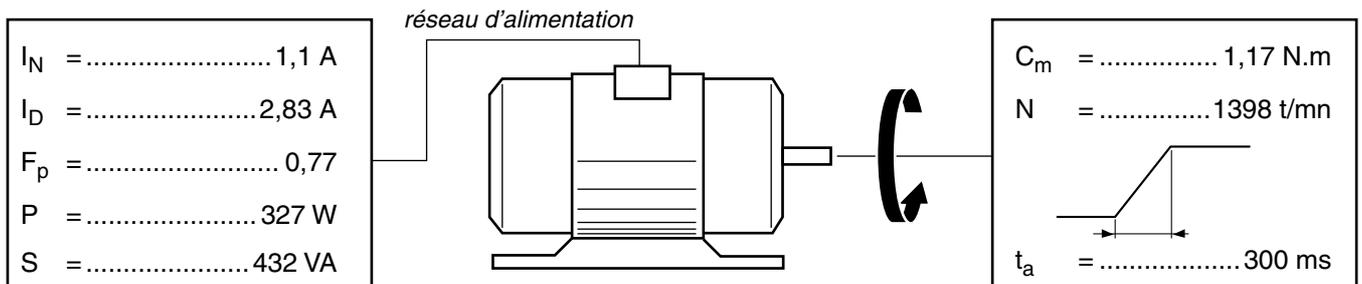
D'après le document constructeur, le rendement des machines est croissant pour des puissances utiles croissantes.

Inconvénients

Les inconvénients majeurs d'un raccordement direct de la machine sur le réseau du point de vue charge et alimentation sont :

- Charge : démarrage brutale donc à coup sur la mécanique.
- Alimentation : pointe d'intensité à la mise sous tension donc risque de chute de tension en ligne.

Caractéristiques mesurées



Note : La valeur de C_m est celle du constructeur

TP2 1/6	Le contacteur	Énoncé
--------------------------	----------------------	---------------

Niveau Première GE STI **Durée** 6 H

Références du programme

- Objectif terminal :
Mettre en œuvre l'appareil de commande

- Contenu :
Fonction commander la puissance
Par contrôle «tout ou rien» (établir, interrompre, transmettre)

Objectifs de séance

- Identifier les caractéristiques du circuit de commande.
- Mettre en œuvre un départ-moteur : étude axée sur l'élément de commande.
- Vérifier les performances de l'appareil de commande.

Acquis préalables

- Interprétation de la documentation technique constructeur.
- Décodage d'un schéma électrique.
- Utilisation des appareils de mesure (oscilloscope numérique, sonde différentielle, pince ampèremétrique).
- Puissance en monophasé.

Savoirs nouveaux Performance et mise en œuvre d'un contacteur au sein d'un départ-moteur.

Travail demandé Voir doc. TP N°2 Énoncé 1/5 à 5/5

Données et conditions d'acquisition En salle d'essais de système, travail en binôme, en possession des documents Ressources (doc. TP N°2 Ressources 1/6 à 6/6).

Critères d'évaluation Voir doc. TP N°2 Énoncé 5/5
(les critères sont laissés à l'appréciation du professeur)

TP2 2/6		Le contacteur	Enoncé
--------------------	--	----------------------	---------------

a **Identification des caractéristiques du circuit de commande du contacteur**

1 - Relever sur le document ressources (3/6 et 4/6) les caractéristiques suivantes :

- consommation moyenne et facteur de puissance ($\cos \varphi$) de la bobine à l'appel et au maintien,
- dissipation thermique,
- temps de fonctionnement à l'ouverture et à la fermeture,
- impédance moyenne par pôle.

2 - Que constitue l'ensemble contacteur-relais thermique ?

b **Mise en œuvre du départ moteur**

le poste étant consigné

1 - Réaliser le câblage complet du schéma fourni sur le document ressources en 6/6 en précisant le couplage effectué pour les enroulements machine.

en présence du professeur

2 - Tester le fonctionnement du départ-moteur.

TP2
3/6

Le contacteur

Enoncé

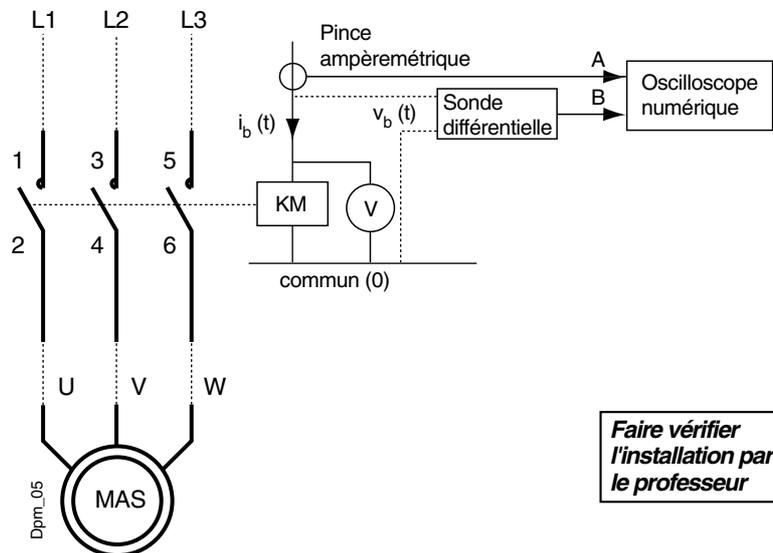
C Mise en œuvre de l'appareil de commande

■ Consommation du circuit de commande.

Note : Mettre le moteur en charge

le poste étant consigné

1 - Procéder à l'installation des appareils de mesure suivant schéma ci-dessous.

**Faire vérifier
l'installation par
le professeur**

2 - La machine fonctionnant en charge, relever l'allure des signaux $v_b(t)$ et $i_b(t)$ dès la mise sous tension du circuit de commande (régime transitoire) à l'aide de l'oscilloscope numérique.

3 - Analyse des relevés du paragraphe 2 :

- Indiquer sur le relevé la pointe d'intensité dans la bobine de contacteur à la mise sous tension du circuit de commande (appel) puis estimer sa valeur I_{b_a} (I bobine appel).
- Calculer la puissance apparente S_a (en VA) consommée par la bobine de contacteur à l'appel, puis comparer à la valeur indiquée par le constructeur.
- Estimer la valeur du facteur de puissance (ou $\cos\phi_a$) à l'appel, puis comparer à la valeur indiquée par le constructeur.

4 - Relever l'allure des signaux $v_b(t)$ et $i_b(t)$ le circuit de commande étant activé (régime établi) à l'aide de l'oscilloscope numérique.

5 - Mesurer l'intensité du courant I_b absorbé par la bobine de contacteur (circuit de commande activé) et la tension d'alimentation du circuit de commande.

TP2 4/6	Le contacteur	Enoncé
--------------------------	----------------------	---------------

6 - Analyse des relevés des paragraphes 4 et 5 :

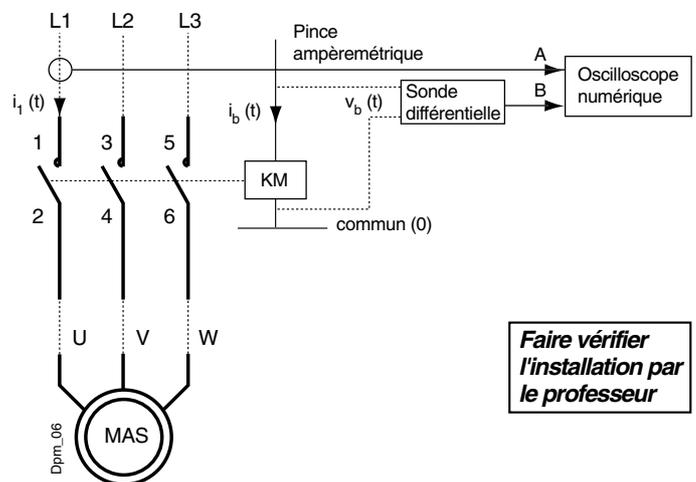
- Indiquer sur le relevé le déphasage ϕ_m entre le courant et la tension puis comparer à la valeur indiquée par le constructeur.
- Calculer la puissance apparente S_m (en VA) consommée par la bobine de contacteur au maintien, puis comparer à la valeur indiquée par le constructeur.
- Calculer la puissance active P_m (en W) consommée par la bobine de contacteur au maintien puis comparer à la valeur indiquée par le constructeur.
- Quelle est la cause entraînant un appel de courant important dans la bobine de contacteur à la mise sous tension ? Quelle est la conséquence sur l'alimentation du circuit de commande ?

■ Temps de fonctionnement.

Note : **Mettre le moteur en charge**

le poste étant consigné

7 - Procéder à l'organisation du poste de mesure suivant schéma ci-dessous :



8 - Relever l'allure des signaux $v_b(t)$ et $i_1(t)$ à la fermeture (alimentation du circuit de commande à l'aide de l'oscilloscope numérique.

9 - Analyse des relevés du paragraphe 8 :

- Indiquer sur le relevé le temps de fermeture t_f du circuit de puissance puis comparer à la valeur indiquée par le constructeur.

10- Relever l'allure des signaux $v_b(t)$ et $i_1(t)$ à l'ouverture (coupure du circuit de commande) à l'aide de l'oscilloscope numérique.

11- Analyse des relevés du paragraphe 10 :

- Indiquer sur le relevé le temps d'ouverture t_o du circuit de puissance puis comparer à la valeur indiquée par le constructeur.

TP2
5/6

Le contacteur

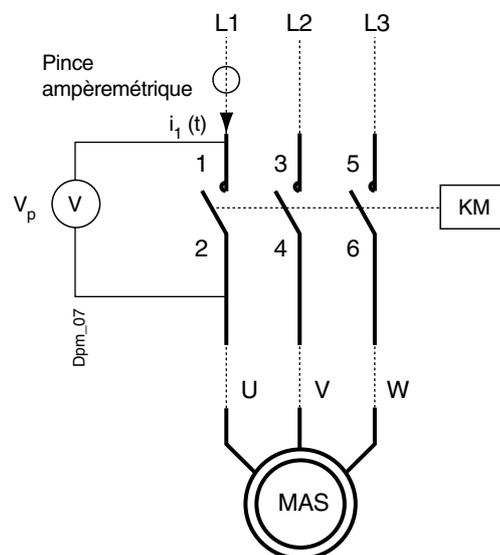
Enoncé

■ Impédance des pôles principaux.

Note : Mettre le moteur en charge

le poste étant consigné

12- Procéder à l'organisation du poste de mesure suivant schéma ci-dessous :



13- Mesurer la tension V_p aux bornes d'un pôle et l'intensité du courant le traversant I_1 .

14- Analyse des relevés du paragraphe 13 :

- Estimer l'impédance Z_p d'un pôle puis comparer à la valeur indiquée par le constructeur.
- Pour quelles raisons trouve-t-on une valeur supérieure à celle fournie par le constructeur ?

TP2 6/6	Le contacteur	Enoncé
--------------------------	----------------------	---------------

d Conclusion

1 - Compléter l'ensemble ci-dessous :

Puissance

Catégorie d'emploi :
$I_e = \dots\dots\dots$ A
$U_e = \dots\dots\dots$ V
$t_f = \dots\dots\dots$ s
$t_0 = \dots\dots\dots$ s
Durée de vie :



Commande

$V_a = \dots\dots\dots$ V	
Appel	Maintien
$S_a = \dots\dots\dots$ VA	$S_m = \dots\dots\dots$ VA
$\cos\phi_a = \dots\dots\dots$	$P_m = \dots\dots\dots$ W
	$\cos\phi_m = \dots\dots\dots$

Barème d'évaluation :

a	■ Identification des caractéristiques du circuit de commande du contacteur	..... / 5
b	■ Mise en œuvre du départ moteur	..... / 9
c	■ Mise en œuvre de l'appareil de commande	
	<input type="checkbox"/> Consommation du circuit de commande.	..... / 12
	<input type="checkbox"/> Temps de fonctionnement.	..... / 5
	<input type="checkbox"/> Impédance des pôles principaux.	..... / 5
d	■ Conclusion	..... / 4
Total		..... / 40

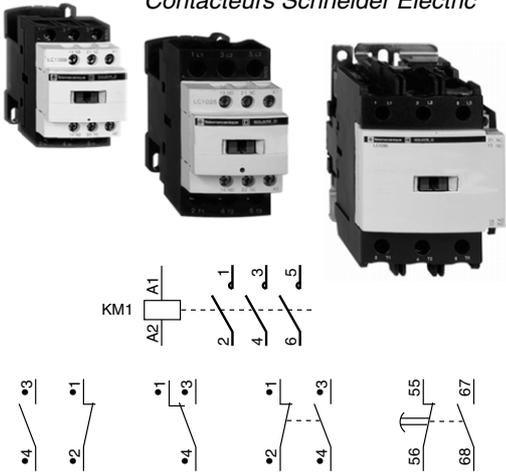
Barème à ajuster par le professeur

TP2
1/11

Le contacteur

Ressource

Contacteurs Schneider Electric



Symbolisation des pôles et des contacts auxiliaires

■ La commutation tout ou rien

La fonction commutation tout ou rien a pour rôle d'établir et d'interrompre l'alimentation des récepteurs. C'est le contacteur électromagnétique qui, le plus souvent, assure cette fonction.

Dans la majorité des cas, pour faciliter l'exploitation ainsi que le travail de l'opérateur qui se trouve le plus souvent éloigné des organes de commande de puissance, il est indispensable de recourir à la commande à distance. Celle-ci implique en général un compte rendu de l'action engagée, soit par visualisation à l'aide de voyants lumineux, soit par asservissement d'un second appareil. Ces circuits électriques complémentaires, dits «circuits d'asservissement et de signalisation», sont réalisés à l'aide de contacts auxiliaires incorporés aux contacteurs ou aux relais d'automatisme, ou contenus dans des blocs additifs qui se montent sur les contacteurs et les contacteurs auxiliaires.

■ Catégories d'emploi des contacteurs

Catégorie	Caractéristiques du courant commuté		Types d'utilisation	Exemples d'application
	à l'établissement	à la coupure		
AC1	<input type="checkbox"/> Courant nominal thermique du contacteur	<input type="checkbox"/> Courant nominal thermique du contacteur	<input type="checkbox"/> Contacteurs «passeurs de courant», coupleurs d'enroulements ou de résistances...	<input type="checkbox"/> Commande de démarreurs ou de variateurs électroniques, couplage de résistances de démarrage,...
AC2	<input type="checkbox"/> Courant voisin de 2,5 fois le courant nominal moteur	<input type="checkbox"/> Courant voisin de 2,5 fois le courant nominal moteur	<input type="checkbox"/> Moteurs à bagues avec freinage à contre-courant et marche par à-coups	<input type="checkbox"/> Machines de levage de forte puissance : ponts roulants, portiques...
AC3	<input type="checkbox"/> Courant de démarrage 6 à 8 fois le courant nominal du moteur	<input type="checkbox"/> Courant nominal du moteur (coupure moteur lancé)	<input type="checkbox"/> Moteurs standards à cage d'écureuil	<input type="checkbox"/> Toutes applications courantes : pompes, compresseurs, ventilateurs...
AC4	<input type="checkbox"/> Courant de démarrage 6 à 8 fois le courant nominal du moteur	<input type="checkbox"/> Courant de démarrage 6 à 8 fois le courant nominal du moteur	<input type="checkbox"/> Moteurs à bagues ou à cage d'écureuil avec freinage à contre-courant et marche par à-coups (pianotage)	<input type="checkbox"/> Machines de levage de petite puissance à usage intensif : palans, concasseurs, machines avec tréfileuses, positionnement manuel,...

Extrait du catalogue Schneider Electric

Contacteurs

Quelques définitions et commentaires

Altitude L'affaiblissement de la densité de l'air avec l'altitude agit sur la tension disruptive de l'air, donc sur la tension assignée d'emploi du contacteur ainsi que sur son pouvoir réfrigérant, donc sur son courant assigné d'emploi, (si la température ne baisse pas simultanément).
Aucun déclassement jusqu'à 3000 m. Coefficients d'emploi à appliquer au-dessus de cette altitude pour la tension et le courant au niveau des pôles puissance (courant alternatif).

Altitude	3500 m	4000 m	4500 m	5000 m
Tension assignée d'emploi	0,90	0,80	0,70	0,60
Courant assigné d'emploi	0,92	0,90	0,88	0,86

Température ambiante C'est la température de l'air contenu dans l'enceinte où est situé l'appareil et mesurée au voisinage de celui-ci. Les caractéristiques de fonctionnement sont données :
- sans restriction pour des températures comprises entre - 5 et + 55 °C,
- avec restrictions éventuelles pour des températures comprises entre - 50 et + 70 °C.

Courant assigné d'emploi (Ie) Il est défini suivant la tension assignée d'emploi, la fréquence et le service assignés, la catégorie d'emploi et la température de l'air au voisinage de l'appareil.

Courant thermique conventionnel (Ith) (1) Un contacteur en position fermée peut supporter ce courant Ith pendant au moins 8 heures sans que son échauffement dépasse les limites prescrites par les normes.

Courant temporaire admissible Un contacteur en position fermée peut supporter ce courant pendant un temps limite consécutif à un temps de repos, sans atteindre un échauffement dangereux.

Tension assignée d'emploi (Ue) Valeur de tension qui, combinée avec un courant assigné d'emploi, détermine l'emploi du contacteur ou du démarreur, et à laquelle se rapportent les essais correspondants et la catégorie d'emploi. Pour les circuits triphasés, elle s'exprime par la tension entre phases. Sauf cas particuliers tel que court-circuiteur rotorique, la tension assignée d'emploi Ue est au plus égale à la tension assignée d'isolement Ui.

Tension assignée du circuit de commande (Uc) Valeur assignée de la tension de commande sur laquelle sont basées les caractéristiques de fonctionnement. Dans le cas de tension alternative, elles sont données pour une forme d'onde pratiquement sinusoïdale (moins de 5% de distorsion d'harmonique totale).

Tension assignée d'isolement (Ui) La tension assignée d'isolement d'un appareil est la valeur de la tension qui sert à désigner cet isolement et à laquelle se rapportent les essais diélectriques, les lignes de fuite et les distances dans l'air. Les prescriptions n'étant pas identiques pour toutes les normes, la valeur retenue pour chacune d'elles peut être parfois différente.

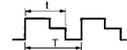
Tension assignée de tenue aux chocs (Uimp) Valeur de crête d'une tension de choc que le matériel est susceptible de supporter sans claquage.

Puissance assignée d'emploi (s'exprime en kW) Puissance du moteur normalisé pour lequel le contacteur est prévu à la tension assignée d'emploi.

Pouvoir assigné de coupure (2) Il correspond à la valeur du courant que le contacteur peut couper dans des conditions de coupure spécifiées par la norme IEC.

Pouvoir assigné de fermeture (2) Il correspond à la valeur du courant que le contacteur peut établir dans des conditions de fermeture spécifiées par la norme IEC.

Facteur de marche (m) C'est le rapport entre la durée de passage t du courant I et la durée de cycle T $m = \frac{t}{T}$
Durée du cycle : c'est la somme des durées de passage du courant et de la période de repos.



Impédance des pôles L'impédance d'un pôle est la somme des impédances des différents éléments constitutifs qui caractérisent le circuit, de la borne d'entrée à la borne de sortie. L'impédance se décompose en une partie résistive (R) et une partie inductive (X = Lω). L'impédance totale est donc fonction de la fréquence et est exprimée pour 50 Hz. Cette valeur moyenne est donnée pour le pôle à son courant assigné d'emploi.

Durabilité électrique Elle est définie par le nombre moyen de cycles de manoeuvres en charge que les contacts de pôles sont susceptibles d'effectuer sans entretien. Il dépend de la catégorie d'emploi, du courant et de la tension assignés d'emploi.

Durabilité mécanique Elle est définie par le nombre moyen de cycles de manoeuvres à vide, c'est-à-dire sans courant traversant les pôles, que le contacteur est susceptible d'effectuer sans défaillance mécanique.

Nota : ces définitions sont extraites de la norme IEC 947-1.

Extrait du catalogue Schneider Electric

Contacteurs

Quelques définitions et commentaires

Catégories d'emploi pour contacteurs selon IEC 947-4

Les catégories d'emploi normalisées fixent les valeurs de courant que le contacteur doit établir ou couper.

Elles dépendent :

- de la nature du récepteur contrôlé : moteur à cage ou à bagues, résistances,
- des conditions dans lesquelles s'effectuent les fermetures et ouvertures : moteur lancé ou calé ou en cours de démarrage, inversion de sens de marche, freinage en contre-courant.

Emploi en courant alternatif

Catégorie AC-1 Elle s'applique à tous les appareils d'utilisation à courant alternatif (récepteurs), dont le facteur de puissance est au moins égal à 0,95 ($\cos \varphi \geq 0,95$).

Exemples d'utilisation : chauffage, distribution.

Catégorie AC-2 Cette catégorie régit le démarrage, le freinage en contre-courant ainsi que la marche par "à-coups" des moteurs à bagues. A la fermeture, le contacteur établit le courant de démarrage, voisin de 2,5 fois le courant nominal du moteur. A l'ouverture, il doit couper le courant de démarrage, sous une tension au plus égale à la tension du réseau.

Catégorie AC-3 Elle concerne les moteurs à cage dont la coupure s'effectue moteur lancé. A la fermeture, le contacteur établit le courant de démarrage qui est de 5 à 7 fois le courant nominal du moteur. A l'ouverture, le contacteur coupe le courant nominal absorbé par le moteur, à cet instant, la tension aux bornes de ses pôles est de l'ordre de 20 % de la tension du réseau. La coupure reste facile.

Exemples d'utilisation : tous moteurs à cage courants : ascenseurs, escaliers roulants, bandes transporteuses, élévateurs à godets, compresseurs, pompes, malaxeurs, climatiseurs, etc...

Catégories AC-4 et AC-2 Ces catégories concernent les applications avec freinage en contre-courant et marche par "à-coups" avec des moteurs à cage ou à bagues. Le contacteur se ferme sous une pointe de courant qui peut atteindre 5 à 7 fois le courant nominal du moteur. Lorsqu'il s'ouvre, il coupe ce même courant sous une tension d'autant plus importante que la vitesse du moteur est faible. Cette tension peut être égale à celle du réseau. La coupure est sévère.

Exemples d'utilisation : machines d'imprimerie, à tréfiler, lavage, métallurgie.

Emploi en courant continu

Catégorie DC-1 Elle s'applique à tous les appareils d'utilisation à courant continu (récepteurs) dont la constante de temps (L/R) est inférieure ou égale à 1 ms.

Catégorie DC-3 Cette catégorie régit le démarrage, le freinage en contre-courant ainsi que la marche par "à-coups" des moteurs shunt. Constante de temps ≤ 2 ms. A la fermeture, le contacteur établit le courant de démarrage, voisin de 2,5 fois le courant nominal du moteur. A l'ouverture, il doit couper 2,5 fois le courant de démarrage sous une tension au plus égale à la tension du réseau. Tension d'autant plus élevée que la vitesse du moteur est faible et, de ce fait, sa force contre-électromotrice peu élevée. La coupure est difficile.

Catégorie DC-5 Cette catégorie concerne le démarrage, le freinage en contre-courant et la marche par "à-coups" de moteurs série. Constante de temps $\leq 7,5$ ms. Le contacteur se ferme sous une pointe de courant qui peut atteindre 2,5 fois le courant nominal du moteur. Lorsqu'il s'ouvre, il coupe ce même courant sous une tension d'autant plus importante que la vitesse du moteur est faible. Cette tension peut être égale à celle du réseau. La coupure est sévère.

Catégories d'emploi pour contacts et contacteurs auxiliaires selon IEC 947-5

Emploi en courant alternatif

Catégorie AC-14 (1) Elle concerne la commande de charges électromagnétiques dont la puissance absorbée, quand l'électro-aimant est fermé, est inférieure à 72 VA.

Exemple d'utilisation : commande de bobine de contacteurs et relais.

Catégorie AC-15 (1) Elle concerne la commande de charges électromagnétiques dont la puissance absorbée, quand l'électro-aimant est fermé, est inférieure à 72 VA.

Exemple d'utilisation : commande de bobine de contacteurs.

Emploi en courant continu

Catégorie DC-13 (2) Elle concerne la commande de charges électromagnétiques dont le temps mis pour atteindre 95 % du courant en régime établi ($T = 0,95$) est égal à 6 fois la puissance P absorbée par la charge (avec $P \leq 50$ W).

Exemple d'utilisation : commande de bobine de contacteurs sans résistance d'économie.

- (1) Remplace la catégorie AC-11.
(2) Remplace la catégorie DC-11.

Extrait du catalogue Schneider Electric

Contacteurs

Essais correspondant aux catégories d'emploi normalisées selon IEC 158-1 en fonction du courant assigné d'emploi I_e et de la tension assignée d'emploi U_e

Contacteurs

		Conditions d'établissement et de coupure correspondant au fonctionnement normal						Conditions d'établissement et de coupure correspondant au fonctionnement occasionnel					
		Etablissement			Coupure			Etablissement			Coupure		
Applications caractéristiques	Catégorie d'emploi	I	U	cos φ	I	U	cos φ	I	U	cos φ	I	U	cos φ
Courant alternatif													
Résistances, charges non inductives ou faiblement inductives	AC-1	I_e	U_e	0,95	I_e	U_e	0,95	1,5 I_e	1,1 U_e	0,95	1,5 I_e	1,1 U_e	0,95
Moteurs													
Moteurs à bagues : démarrage, coupure,	AC-2	2,5 I_e	U_e	0,65	2,5 I_e	U_e	0,65	4 I_e	1,1 U_e	0,65	4 I_e	1,1 U_e	0,65
Moteurs à cage : démarrage, coupure moteur lancé.	AC-3	I_e	U_e	0,65	I_e	U_e	0,65	10 I_e	1,1 U_e	0,65	8 I_e	1,1 U_e	0,65
	17 < I_e < 100 A	6 I_e	U_e	0,35	I_e	U_e	0,35	10 I_e	1,1 U_e	0,35	8 I_e	1,1 U_e	0,35
	$I_e > 100$ A	6 I_e	U_e	0,35	I_e	U_e	0,35	8 I_e	1,1 U_e	0,35	6 I_e	1,1 U_e	0,35
Moteurs à cage : démarrage, inversion de marche, marche par à-coups	AC-4	I_e	U_e	0,65	I_e	U_e	0,65	12 I_e	1,1 U_e	0,65	10 I_e	1,1 U_e	0,65
	17 < I_e < 100 A	6 I_e	U_e	0,35	6 I_e	U_e	0,35	12 I_e	1,1 U_e	0,35	10 I_e	1,1 U_e	0,35
	$I_e > 100$ A	6 I_e	U_e	0,35	6 I_e	U_e	0,35	10 I_e	1,1 U_e	0,35	8 I_e	1,1 U_e	0,35
Courant continu													
Applications caractéristiques	Catégorie d'emploi	I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)
Résistances, charges non inductives ou faiblement inductives	DC-1	I_e	U_e	1	I_e	U_e	1	1,5 I_e	1,1 U_e	1	1,5 I_e	1,1 U_e	1
Moteurs shunt : démarrage, inversion de marche, marche par à-coups	DC-3	2,5 I_e	U_e	2	2,5 I_e	U_e	2	4 I_e	1,1 U_e	2,5	4 I_e	1,1 U_e	2,5
Moteurs série : démarrage, inversion de marche, marche par à-coups	DC-5	2,5 I_e	U_e	7,5	2,5 I_e	U_e	7,5	4 I_e	1,1 U_e	15	4 I_e	1,1 U_e	15

Contacteurs auxiliaires et contacts auxiliaires

		Conditions d'établissement et de coupure correspondant au fonctionnement normal						Conditions d'établissement et de coupure correspondant au fonctionnement occasionnel					
		Etablissement			Coupure			Etablissement			Coupure		
Applications caractéristiques	Catégorie d'emploi	I	U	cos φ	I	U	cos φ	I	U	cos φ	I	U	cos φ
Electro-aimants	AC-11	10 I_e	U_e	0,7	I_e	U_e	0,4	11 I_e	1,1 U_e	0,7	11 I_e	1,1 U_e	0,7
Courant continu													
Applications caractéristiques	Catégorie d'emploi	I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)
Electro-aimants	DC-11	I_e	U_e	6 P (1)	I_e	U_e	6 P (1)	1,1 I_e	1,1 U_e	6 P (1)	I_e	1,1 U_e	6 P (1)

(1) La valeur 6 P résulte d'une relation empirique dont on estime qu'elle représente la plupart des charges magnétiques en courant continu jusqu'à la limite supérieure de $P = 50$ W soit $6 P = 300$ ms = L/R. Au-delà les charges sont composées de charges plus faibles mises en parallèle. De ce fait la valeur 300 ms constitue une limite supérieure, quelle que soit la valeur de l'énergie absorbée.

Extrait du catalogue Schneider Electric

Contacteurs

Essais correspondant aux catégories d'emploi normalisées selon IEC 947 en fonction du courant assigné d'emploi I_e et de la tension assignée d'emploi U_e

Contacteurs

Applications caractéristiques	Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement et de coupure correspondant au fonctionnement normal						Conditions d'établissement et de coupure correspondant au fonctionnement occasionnel					
		Etablissement			Coupure			Etablissement			Coupure		
		I	U	cos φ	I	U	cos φ	I	U	cos φ	I	U	cos φ
Résistances, charges non inductives ou faiblement inductives	AC-1	I_e	U_e	0,95	I_e	U_e	0,95	$1,5 I_e$	$1,05 U_e$	0,8	$1,5 I_e$	$1,05 U_e$	0,8
Moteurs													
Moteurs à bagues : démarrage, coupure.	AC-2	$2,5 I_e$	U_e	0,65	$2,5 I_e$	U_e	0,65	$4 I_e$	$1,05 U_e$	0,65	$4 I_e$	$1,05 U_e$	0,65
Moteurs à cage : démarrage, coupure moteur lancé.	AC-3 I_e 17 A 17 < I_e 100 A I_e > 100 A	$6 I_e$	U_e	0,65	I_e	$0,17 U_e$	0,65	$10 I_e$	$1,05 U_e$	0,45	$8 I_e$	$1,05 U_e$	0,45
		$6 I_e$	U_e	0,35	I_e	$0,17 U_e$	0,35	$10 I_e$	$1,05 U_e$	0,45	$8 I_e$	$1,05 U_e$	0,45
		$6 I_e$	U_e	0,35	I_e	$0,17 U_e$	0,35	$10 I_e$	$1,05 U_e$	0,35	$10 I_e$	$1,05 U_e$	0,35
Moteurs à cage ou à bagues : démarrage, inversion de marche, marche par à-coups	AC-4 I_e 17 A 17 < I_e 100 A I_e > 100 A	$6 I_e$	U_e	0,65	$6 I_e$	U_e	0,65	$12 I_e$	$1,05 U_e$	0,45	$10 I_e$	$1,05 U_e$	0,45
		$6 I_e$	U_e	0,35	$6 I_e$	U_e	0,35	$12 I_e$	$1,05 U_e$	0,35	$10 I_e$	$1,05 U_e$	0,35
		$6 I_e$	U_e	0,35	$6 I_e$	U_e	0,35	$12 I_e$	$1,05 U_e$	0,35	$10 I_e$	$1,05 U_e$	0,35
Courant continu													
Applications caractéristiques	Catégorie d'emploi	Etablissement						Coupure					
		I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)
Résistances, charges non inductives ou faiblement inductives	DC-1	I_e	U_e	1	I_e	U_e	1	$1,5 I_e$	$1,05 U_e$	1	$1,5 I_e$	$1,05 U_e$	1
Moteurs shunt : démarrage, inversion de marche, marche par à-coups	DC-3	$2,5 I_e$	U_e	2	$2,5 I_e$	U_e	2	$4 I_e$	$1,05 U_e$	2,5	$4 I_e$	$1,05 U_e$	2,5
Moteurs série : démarrage, inversion de marche, marche par à-coups	DC-5	$2,5 I_e$	U_e	7,5	$2,5 I_e$	U_e	7,5	$4 I_e$	$1,05 U_e$	15	$4 I_e$	$1,05 U_e$	15

Contacteurs auxiliaires et contacts auxiliaires

Applications caractéristiques	Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement et de coupure correspondant au fonctionnement normal						Conditions d'établissement et de coupure correspondant au fonctionnement occasionnel					
		Etablissement			Coupure			Etablissement			Coupure		
		I	U	cos φ	I	U	cos φ	I	U	cos φ	I	U	cos φ
Electro-aimants < 72 VA > 72 VA	AC-14	$6 I_e$	U_e	0,3	I_e	U_e	0,3	$6 I_e$	$1,1 U_e$	0,7	$6 I_e$	$1,1 U_e$	0,7
	AC-15	$10 I_e$	U_e	0,3	I_e	U_e	0,3	$10 I_e$	$1,1 U_e$	0,3	$10 I_e$	$1,1 U_e$	0,3
Courant continu													
Applications caractéristiques	Catégorie d'emploi	Etablissement						Coupure					
		I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)	I	U	L/R (ms)
Electro-aimants	DC-13	I_e	U_e	6 P (1)	I_e	U_e	6 P (1)	$1,1 I_e$	$1,1 U_e$	6 P (1)	I_e	$1,1 U_e$	6 P (1)

(1) La valeur 6 P résulte d'une relation empirique dont on estime qu'elle représente la plupart des charges magnétiques en courant continu jusqu'à la limite supérieure de $P = 50$ W soit $6 P = 300$ ms = L/R. Au-delà les charges sont composées de charges plus faibles mises en parallèle. De ce fait la valeur 300 ms constitue une limite supérieure, quelle que soit la valeur de l'énergie absorbée.

Extrait du catalogue Schneider Electric

Contacteurs

Caractéristiques :
pages 22005/2 à 26100/3
Références :
pages 22006/2 à 26102/2
Encombrements, schémas :
pages 22015/2 à 26103/3

Choix des contacteurs selon la catégorie d'emploi AC-3

Courant et puissance d'emploi selon IEC (θ ≤ 55°C)

Taille des contacteurs		LC1-LP1-K06	LC1-LP1-K09	LC1-LP1-K12	LC1-LP1-D09	LC1-LP1-D12	LC1-LP1-D18	LC1-LP1-D25	LC1-LP1-D32	LC1-LP1-D38	LC1-LP1-D40
Courant d'emploi maximal en AC-3	≤ 440 V A	6	9	12	9	12	18	25	32	38	40
Puissance nominale d'emploi P (puissances normalisées des moteurs)	220/240 V kW	1,5	2,2	3	2,2	3	4	5,5	7,5	9	11
	380/400 V kW	2,2	4	5,5	4	5,5	7,5	11	15	18,5	18,5
	415 V kW	2,2	4	5,5	4	5,5	9	11	15	18,5	22
	440 V kW	3	4	5,5	4	5,5	9	11	15	18,5	22
	500 V kW	3	4	4	5,5	7,5	10	15	18,5	18,5	22
	660/690 V kW	3	4	4	5,5	7,5	10	15	18,5	18,5	30
1000 V kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22

Fréquences maximales de cycles de manœuvres/heure (1)

Facteur de marche	Puissance d'emploi	LC1-LP1-D09	LC1-LP1-D12	LC1-LP1-D18	LC1-LP1-D25	LC1-LP1-D32	LC1-LP1-D38	LC1-LP1-D40			
≤ 85%	P	-	-	-	1200	1200	1200	1000	1000	1000	
	0,5 P	-	-	-	3000	3000	2500	2500	2500	2500	
≤ 25 %	P	-	-	-	1800	1800	1800	1800	1200	1200	1200

Courant et puissance d'emploi selon UL, CSA (θ ≤ 55°C)

Taille des contacteurs		LC1-LP1-K06	LC1-LP1-K09	LC1-LP1-K12	LC1-LP1-D09	LC1-LP1-D12	LC1-LP1-D18	LC1-LP1-D25	LC1-LP1-D32	LC1-LP1-D38	LC1-LP1-D40
Courant d'emploi maximal en AC-3	≤ 440 V A	6	9	12	9	12	18	25	32	-	40
Puissance nominale d'emploi P (puissances normalisées des moteurs) 60 Hz	200/208 V HP	1,5	2	3	2	3	5	7,5	10	-	10
	230/240 V HP	1,5	3	3	2	3	5	7,5	10	-	10
	460/480 V HP	3	5	7,5	5	7,5	10	15	20	-	30
	575/600 V HP	3	5	10	7,5	10	15	20	30	-	30

(1) En fonction de la puissance d'emploi et du facteur de marche (θ ≤ 55 °C).

24003/2 Telemecanique

136

Institut Schneider Formation / MD1AD2INDVV / 12-2009 / IE : 01

TP2
7/11

Le contacteur

Ressource

Extrait du catalogue Schneider Electric

Références

Contacteurs TeSys

Pour commande de moteurs jusqu'à 75 kW sous 400 V, en AC-3
Circuit de commande en courant alternatif, continu ou basse consommation



LC1 D09



LC1 D25



LC1 D95



LC1 D115

Contacteurs tripolaires avec raccordement par vis-étriers ou connecteurs

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3 (0 <= 60 °C)							Courant assigné d'emploi en AC-3	Contact auxiliaires instantanés	Référence de base à compléter par le repère de la tension (2)	Masse (3)	
220 V	380 V	415 V	440 V	500 V	690 V	1000 V	440 V jusqu'à	Fixation (1)	Tensions usuelles		
							A		~	BC (4)	kg
2,2	4	4	4	5,5	5,5	-	9	1 1	LC1 D09	B7 P7 BD BL	0,320
3	5,5	5,5	5,5	7,5	7,5	-	12	1 1	LC1 D12	B7 P7 BD BL	0,325
4	7,5	9	9	10	10	-	18	1 1	LC1 D18	B7 P7 BD BL	0,330
5,5	11	11	11	15	15	-	25	1 1	LC1 D25	B7 P7 BD BL	0,370
7,5	15	15	15	18,5	18,5	-	32	1 1	LC1 D32	B7 P7 BD BL	0,375
9	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	-	38	1 1	LC1 D38	B7 P7 BD BL	0,380
11	18,5	22	22	22	30	22	40	1 1	LC1 D40	B7 P7 BD -	1,400
15	22	25	30	30	33	30	50	1 1	LC1 D50	B7 P7 BD -	1,400
18,5	30	37	37	37	37	37	65	1 1	LC1 D65	B7 P7 BD -	1,400
22	37	45	45	55	45	45	80	1 1	LC1 D80	B7 P7 BD -	1,590
25	45	45	45	55	45	45	95	1 1	LC1 D95	B7 P7 BD -	1,610
30	55	59	59	75	80	65	115	1 1	LC1 D115	B7 P7 BD -	2,500
40	75	80	80	100	75	150	1 1	LC1 D150	B7 P7 BD -	2,500	

Contacteurs tripolaires avec raccordement pour cosses fermées ou barres

Dans la référence choisie ci-dessus, ajouter le chiffre 6 devant le repère de la tension.
Exemple : LC1 D09 devient LC1 D096.

Adjonctions

Blocs de contacts auxiliaires et modules additifs : voir pages 24511/2 à 24511/9.

(1) LC1 D09 à D38 : encliquetage sur profilé L de 35 mm AM1 DP ou par vis.
LC1 D40 à D95 ~ : encliquetage sur profilé L de 35 mm ou 75 mm AM1 DL ou par vis.
LC1 D40 à D95 - : encliquetage sur profilé L de 75 mm AM1 DL ou par vis.
LC1 D115 et D150 : encliquetage sur 2 profilés L de 35 mm AM1 DP ou par vis.

(2) Tensions du circuit de commande existantes (délai variable, consulter notre agence régionale) :

Courant alternatif													
Volts	24	42	48	110	115	220	230	240	380	400	415	440	500
50/60 Hz	B7	D7	E7	F7	FE7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7	-
LC1 D09...D150 (bobines antiparasitées d'origine)													
LC1 D40...D115													
50 Hz	B5	D5	E5	F5	FE5	M5	P5	U5	Q5	V5	N5	R5	S5
60 Hz	B6	-	E6	F6	-	M6	-	U6	Q6	-	-	R6	-

Courant continu												
Volts	12	24	36	48	60	72	110	125	220	250	440	
LC1 D09...D38 (bobines antiparasitées d'origine)												
U de 0,7...1,25 Uc	JD	BD	CD	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD	
LC1 D40...D95												
U de 0,85...1,1 Uc	JD	BD	CD	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD	
U de 0,75...1,2 Uc	JW	BW	CW	EW	-	SW	FW	-	MW	-	-	
LC1 D115 et D150 (bobines antiparasitées d'origine)												
U de 0,75...1,2 Uc	-	BD	-	ED	ND	SD	FD	GD	MD	UD	RD	
Basse consommation												
Volts -	5	12	20	24	48	110	220	250				
LC1 D09...D38 (bobines antiparasitées d'origine)												
U de 0,7...1,25 Uc	AL	JL	ZL	BL	EL	FL	ML	UL				

Autres tensions de 5 à 690 V, voir pages 24507/2 à 24507/7.
(3) Les masses indiquées sont celles des contacteurs pour circuit de commande en courant alternatif. Pour circuit de commande en courant continu ou basse consommation ajouter 0,160 kg de LC1 D09 à D38, 0,785 kg de LC1 D40 à D65 et 1 kg pour LC1 D80 et D95.
(4) BC : basse consommation.

Extrait du catalogue Schneider Electric

Contacteurs

Choix :
pages 24003/2 à 24055/5
Références :
pages 24011/2 à 24015/9
Encombrements :
pages 24014/2 à 24014/5, 24016/2 et 24016/3
Schémas :
pages 24014/6, 24014/7 et 24016/3

Contacteurs type LC1-D
Circuit de commande en courant alternatif

Caractéristiques (suite)

Type de contacteurs	LC1-D09	LC1-D12	LC1-D18	LC1-D25
---------------------	---------	---------	---------	---------

Caractéristiques du circuit de commande

Tension assignée du circuit de commande (Uc)	50 ou 60 Hz	V	21...660					
Limites de la tension de commande ($\theta \leq 55^\circ\text{C}$) Bobines 50 ou 60 Hz	De fonctionnement		0,8...1,1 Uc					
	De retombée		0,3...0,6 Uc					
	Bobines 50/60 Hz	De fonctionnement		0,85...1,1 Uc en 60 Hz				
		De retombée		0,3...0,6 Uc				
Consommation moyenne à 20 °C et à Uc	c 50 Hz	Appel	Bobine 50 Hz	VA	60	60	60	90
			Cos φ		0,75	0,75	0,75	0,75
		Bobine 50/60 Hz	VA	70	70	70	100	
			Cos φ		0,3	0,3	0,3	0,3
		Maintien	Bobine 50 Hz	VA	7	7	7	7,5
			Bobine 50/60 Hz	VA	8	8	8	8,5
	c 60 Hz	Appel	Bobine 60 Hz	VA	70	70	70	100
			Cos φ		0,75	0,75	0,75	0,75
		Bobine 50/60 Hz	VA	70	70	70	100	
			Cos φ		0,3	0,3	0,3	0,3
		Maintien	Bobine 60 Hz	VA	7,5	7,5	7,5	8,5
			Bobine 50/60 Hz	VA	8	8	8	8,5
Dissipation thermique	50/60 Hz	W	2...3	2...3	2...3	2,5...3,5		
Temps de fonctionnement (1)	Fermeture "F"	ms	12...22	12...22	12...22	15...24		
	Ouverture "O"	ms	4...19	4...19	4...19	5...19		
Durabilité mécanique en millions de cycles de manœuvres	Bobine 50 ou 60 Hz		20	20	16	16		
	Bobine 50/60 Hz en 50 Hz		15	15	15	12		
Cadence maximale à température ambiante $\leq 55^\circ\text{C}$	En cycles de manœuvres par heure		3600	3600	3600	3600		

(1) Le temps de fermeture "F" se mesure depuis la mise sous tension du circuit d'alimentation de la bobine jusqu'à l'entrée en contact des contacts principaux. Le temps d'ouverture "O" se mesure depuis l'instant où le circuit de la bobine est coupé jusqu'à séparation des contacts principaux.

TP2
9/11

Le contacteur

Ressource

Extrait du catalogue Schneider Electric

Contacteurs

Choix :
pages 24003/2 à 24055/5
Références :
pages 24011/2 à 24015/9
Encadrements :
pages 24014/2 à 24014/5, 24016/2 et 24016/3
Schémas :
pages 24014/6, 24014/7 et 24016/3

Contacteurs type LC1-D et LP1-D
Circuit de commande en courant alternatif ou courant continu

Caractéristiques

Type de contacteurs		LC1-D09 LP1-D09	LC1-D12 LP1-D12	LC1-D18 LP1-D18	LC1-D25 LP1-D25
---------------------	--	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Environnement

Tension assignée d'isolement (Ui)	Selon IEC 947-4-1, catégorie de surtension III, degré de pollution : 3	V	1000	1000	1000	1000
	Selon UL, CSA	V	600	600	600	600
Tension assignée de tenue aux chocs (Uimp)	Selon IEC 947	kV	8	8	8	8
Conformité aux normes			IEC 947-1, 947-4-1, NFC 63-110, VDE 0660, BS 5424, JEM 1038, EN 60947-1, EN 60947-4-1.			
Certifications des produits			ASE, UL, CSA, DEMKO, NEMKO, SEMKO, FI, Conforme aux recommandations SNCF, Sichere Trennung			
Degré de protection (1)	Selon VDE 0106 Raccordement puissance Raccordement bobine		Protection contre le toucher IP 2X Protection contre le toucher IP 2X			
Traitement de protection	Selon IEC 68		"TH"			
Température de l'air ambiant au voisinage de l'appareil	Pour stockage	°C	-60...+ 80			
	Pour fonctionnement	°C	-5...+ 55			
	Admissible	°C	-40...+ 70, pour fonctionnement à Uc			
Altitude maximale d'utilisation	Sans déclassement	m	3000			
Positions de fonctionnement	Sans déclassement		±30° occasionnels, par rapport au plan vertical normal de montage			
Tenue au feu	Selon UL 94	V 1	V1	V1	V1	V1
	Selon IEC 695-2-1	960°	960°	960°	960°	960°
Tenue aux chocs (2) 1/2 sinusoïde = 11ms	Contacteur ouvert		10 gn	10 gn	10 gn	8 gn
	Contacteur fermé		15 gn	15 gn	15 gn	15 gn
Tenue aux vibrations (2) 5...300 Hz	Contacteur ouvert		2 gn	2 gn	2 gn	2 gn
	Contacteur fermé		4 gn	4 gn	4 gn	4 gn

Caractéristiques des pôles

Nombre de pôles			3	3 ou 4	3	3 ou 4	
Courant assigné d'emploi (Ie) (Ue ≤ 440 V)	En AC-3, θ ≤ 55 °C	A	9	12	18	25	
	En AC-1, θ ≤ 55 °C	A	25	25	32	40	
Tension assignée d'emploi (Ue)	Jusqu'à	V	690	690	690	690	
Limites de fréquence	Du courant d'emploi	Hz	25...400	25...400	25...400	25...400	
Courant thermique conventionnel (Ith) θ ≤ 55 °C		A	25	25	32	40	
Pouvoir assigné de fermeture	A l'établissement selon IEC 947						
Pouvoir assigné de coupure	A l'établissement et à la coupure selon IEC 947						
Courant temporaire admissible Si le courant était au préalable nul depuis 15 min avec θ ≤ 40 °C	Pendant 1 s	A	210	210	240	380	
	Pendant 10 s	A	105	105	145	240	
	Pendant 1 min	A	61	61	84	120	
	Pendant 10 min	A	30	30	40	50	
Protection par fusible contre les courts-circuits U ≤ 440 V	Sans relais thermique fusible gG	type 1	A	20	25	32	50
		type 2	A	10	20	25	40
	Avec relais thermique		A	Voir pages 27012/2 et 27012/3, les calibres des fusibles aM ou gG correspondant au relais thermique associé			
Impédance moyenne par pôle	A Ith et 50 Hz	mΩ	2,5	2,5	2,5	2	
Puissance dissipée par pôle pour courants d'emploi ci-dessus	AC-3	W	0,20	0,36	0,8	1,25	
	AC-1	W	1,56	1,56	2,5	3,2	

(1) Protection assurée pour les sections de raccordement indiquées sur les pages 24008/8 et 24008/9 et pour le raccordement par câble.
(2) Sans modification de l'état des contacts dans la direction la plus défavorable (bobine sous Ue).

24008/2  Telemecanique

Extrait du catalogue Schneider Electric

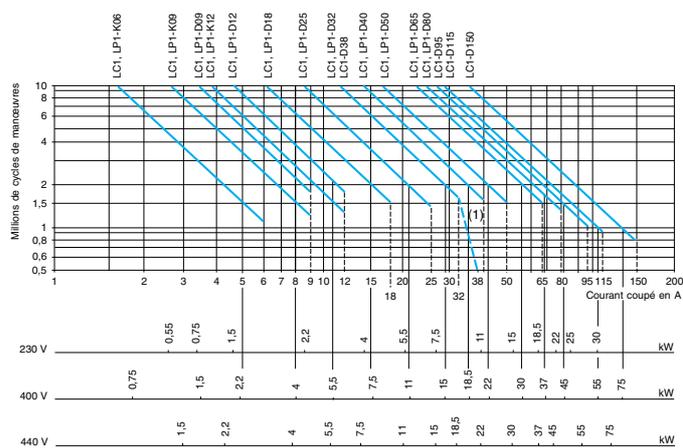
Contacteurs

Caractéristiques :
pages 22005/2 à 26100/3
Références :
pages 22006/2 à 26102/2
Encombrements, schémas :
pages 22015/2 à 26103/3

Choix des contacteurs selon la durabilité électrique

Emploi en catégorie AC-3 (Ue ≤ 440 V)

Commande de moteurs triphasés asynchrones à cage avec coupure "moteur lancé".
Le courant I_c coupé en AC-3 est égal au courant nominal le absorbé par le moteur.



Puissance d'emploi en kW-50 Hz

Exemple

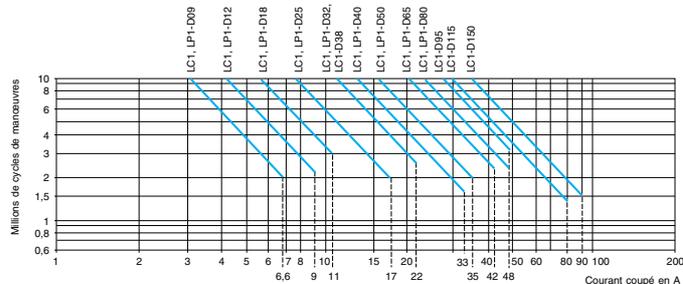
Moteur asynchrone avec P = 5.5 kW - U_e = 400 V - I_e = 11 A - I_c = I_e = 11 A
ou moteur asynchrone avec P = 5.5 kW - U_e = 415 V - I_e = 11 A - I_c = I_e = 11 A
3 millions de cycles de manœuvres souhaités.

Les courbes de choix ci-dessus déterminent le calibre du contacteur à choisir : soit LC1 ou LP1-D18.

(1) La partie en pointillé concerne seulement le LC1-D38

Emploi en catégorie AC-3 (Ue = 660/690 V) (2)

Commande de moteurs triphasés asynchrones à cage avec coupure "moteur lancé".
Le courant I_c coupé en AC-3 est égal au courant nominal le absorbé par le moteur.



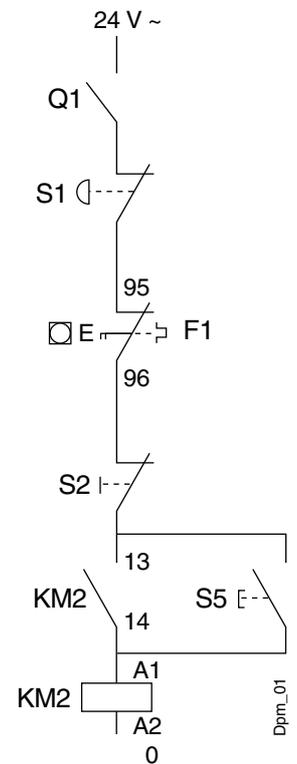
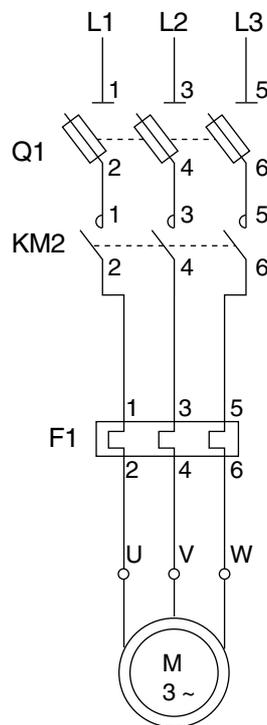
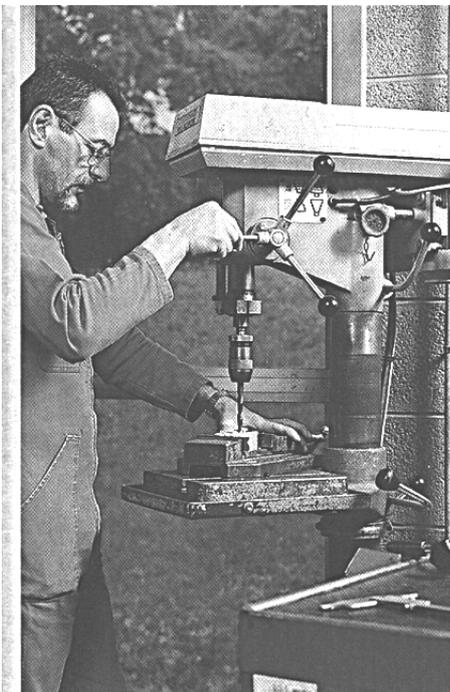
(2) Pour U_e = 1000 V utiliser les courbes 660/690 V sans dépasser le courant d'emploi correspondant à la puissance d'emploi indiquée sous 1000 V.

TP2
11/11

Le contacteur

Ressource

Exemple de départ-moteur direct : ■ Une perceuse sur colonne

**Raisons du choix :**

C'est une solution simple et économique présentant un bon niveau de sécurité pour les opérateurs, ainsi qu'un couple maximal au démarrage

TP2 1/3	Le contacteur	Correction
--------------------------	----------------------	-------------------

a ■ **Identification des caractéristiques**

- Relever sur les documents ressources (3/6) et (4/6)**

Consommation moyenne (en 50 Hz) :

Appel : **60 VA**

Maintien : **7 VA**

Facteur de puissance de la bobine :

Appel : **0,75**

Maintien : **0,3**

Dissipation thermique : **entre 2 et 3 W**

Temps de fonctionnement :

à la fermeture : **entre 12 et 22 ms**

à l'ouverture : **entre 4 à 12 ms**

Impédance moyenne par pôle : **2,5 mΩ à lth et 50 Hz**

- Constitution d'un ensemble contacteur-relais thermique**

L'ensemble contacteur- relais thermique constitue un discontacteur.

c ■ **Consommation du circuit de commande.**

- Alimentation de la bobine du contacteur**

CH1 : $u_b(t)$ CH2 : $i_b(t)$

Courant d'appel mesuré : **$i_{appel} = 2,46 \text{ A}$**

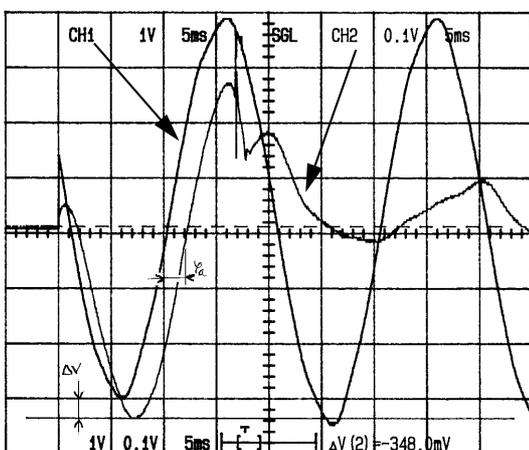
⇒ **$S_{appel} = 2,46 \times 24 = 59 \text{ VA}$**

Note : valeur constructeur $S_{appel} = 60 \text{ VA}$

$\Phi_{appel} \approx 34,6^\circ$

⇒ **$\cos \Phi_{appel} \approx 0,82$**

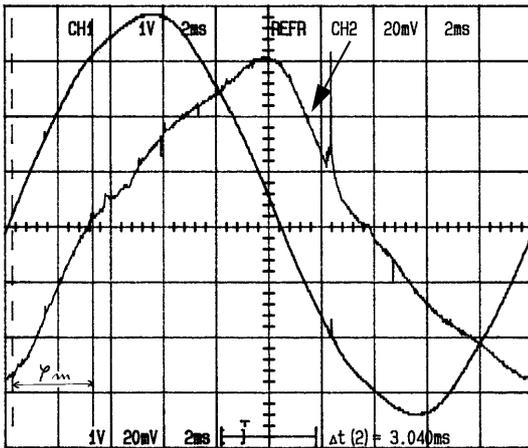
Note : valeur constructeur $\cos \Phi_{appel} = 0,75$



TP2
2/3

Le contacteur

Correction


 Maintien de la bobine du contacteur
CH1 : $u_b(t)$ CH2 : $i_b(t)$ Courant de maintien mesuré : $i_{\text{maintien}} = 0,35 \text{ A}$ $\Rightarrow S_{\text{maintien}} = 0,35 \times 24 = \mathbf{8,4 \text{ VA}}$ Note : valeur constructeur $S_{\text{maintien}} = 7 \text{ VA}$ $\varphi_{\text{maintien}} \approx 61,2^\circ$ $\Rightarrow \mathbf{\cos\varphi_{\text{maintien}} \approx 0,48}$ Note : valeur constructeur $\cos\varphi_{\text{maintien}} \approx 0,3$ $P_{\text{maintien}} = u_b \cdot i_b \cdot \cos\varphi_{\text{maintien}}$ $\Rightarrow \mathbf{P_{\text{maintien}} = 24 \times 0,35 \times 0,48 \approx 4 \text{ W}}$ Note : valeur constructeur $P_{\text{maintien}} = 2 \text{ à } 3 \text{ W}$ **Commentaires :**
 À l'appel, le circuit magnétique présente un entrefer
 $i_a \approx (R_{\text{air}} \cdot \phi) / N + (R_{\text{fer}} \cdot \phi) / N$, où le premier terme est prédominant
 $(R_{\text{air}} \gg R_{\text{fer}})$.

 Chute de tension Δv : voir oscillogramme précédent.

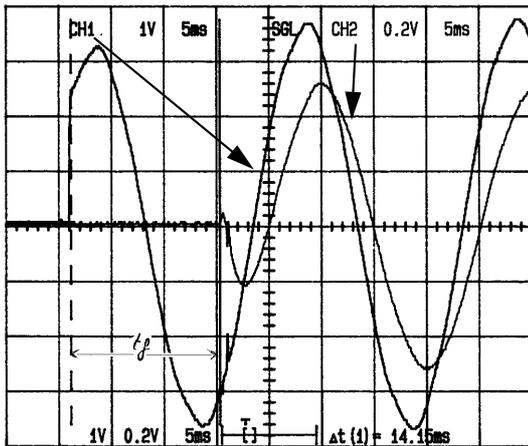
TP2
3/3

Le contacteur

Correction

■ Temps de fonctionnement.

□ Alimentation de la bobine du contacteur → établissement du courant

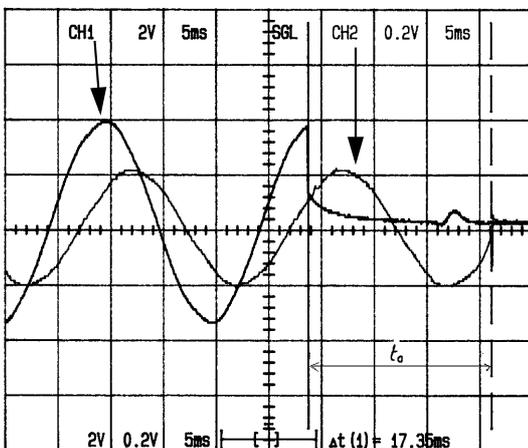


CH1 : $u_b(t)$ CH2 : $i_1(t)$

Temps de fermeture relevé : $t_f \approx 14 \text{ ms}$

Note : valeur constructeur $t_f = 12 \text{ à } 22 \text{ ms}$

□ Coupure de l'alimentation de la bobine du contacteur → interruption du courant



CH1 : $u_b(t)$ CH2 : $i_1(t)$

Temps d'ouverture relevé : $t_o \approx 17 \text{ ms}$

Note : valeur constructeur $t_f = 4 \text{ à } 12 \text{ ms}$

■ Impédance des pôles principaux.

$V_p = 122 \text{ mV}$

$Z_p = V_p / i_1 = 81,3 \text{ m}\Omega$

La valeur constructeur est $Z_p = 2,5 \text{ m}\Omega$

⇒ $Z_p \text{ mesuré} > Z_p \text{ constructeur}$!

□ Explication :

- On n'est pas à i_{th}

- La mesure n'est pas faite *directement aux bornes du pôle* (prise en compte des conducteurs)

TP3 1/12	Protections des départs-moteur	Énoncé
---------------------	---------------------------------------	---------------

Niveau Première GE STI **Durée** 9 H

Références du programme

- Objectif terminal :
Identifier les matériels qui concourent à assurer la protection
Valider les conditions de fonctionnement des protections
- Contenu :
Fonction protéger les matériels (interrompre absolument, transmettre, limiter, signaler)

Objectifs de séance

- Identifier les matériels assurant la protection.
- Mettre en œuvre les différents appareils de protection existant.
- Valider les conditions de fonctionnement des divers appareils de protection.

Acquis préalables

- Décodage d'un schéma électrique.
- Interprétation des documents techniques propres aux appareils de protection.
- Utilisation des appareils de mesure (oscilloscope numérique, sonde différentielle, pince ampèremétrique).
- Lecture de courbes à échelle logarithmique.

Savoirs nouveaux

- Performance et mise en œuvre des différents appareils de protection existant sur le marché.
- Solutions envisageables pour la protection d'un départ-moteur.

Travail demandé Voir doc. TP N°3 Énoncé 1/11 à 11/11

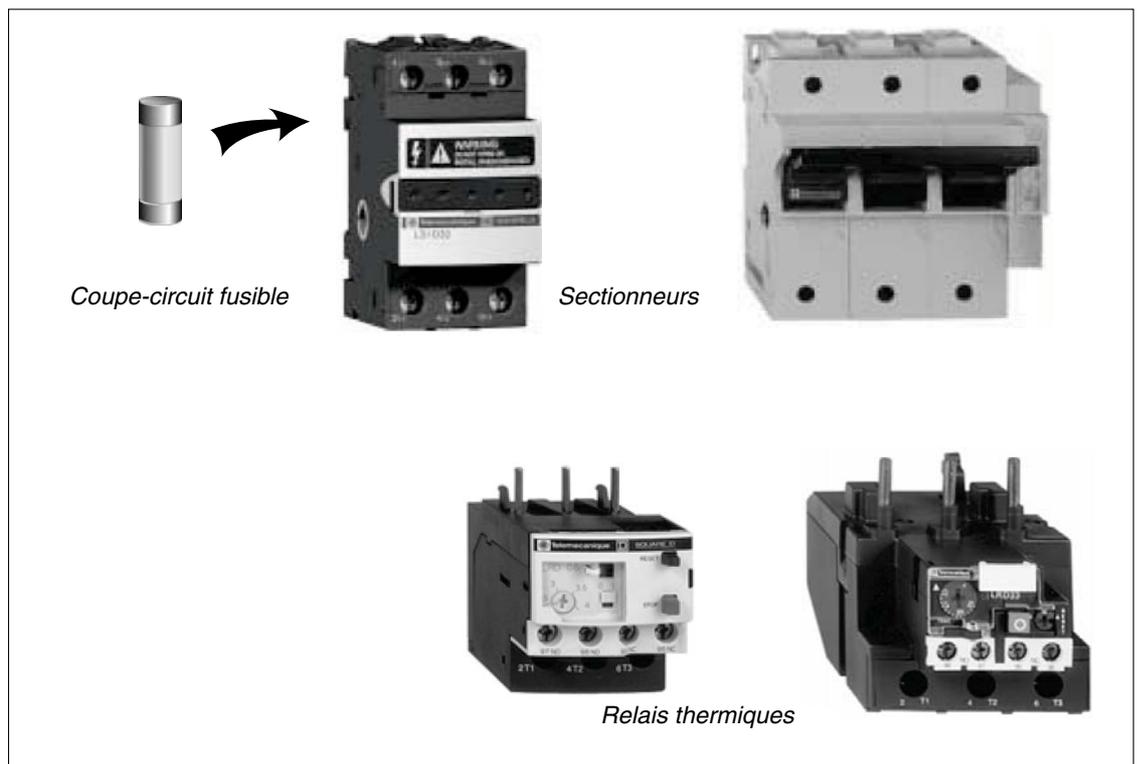
Données et conditions d'acquisition En salle d'essais de système, travail en binôme, en possession des documents Ressources (doc. TP N°3 Ressources 1/13 à 13/13).

Critères d'évaluation Voir doc. TP N°3 Énoncé 11/11
(les critères sont laissés à l'appréciation du professeur)

TP3 2/12	Protections des départs-moteur	Enoncé
---------------------------	---------------------------------------	---------------

a Appareils monofonctions

■ Association sectionneur porte-fusibles, contacteur et relais thermique.



1 - Identifier sur le document ressources (12/13 figure1) les matériels assurant la protection. On précisera le type de protection assurée par chaque élément.

2 - Choisir à partir de la puissance normalisée du moteur l'appareillage (cartouches fusibles, relais thermique et contacteur) pour obtenir une coordination de type 2 (voir document ressources 1/13). On précisera le calibre du relais thermique.

■ Mise en œuvre du départ-moteur

le poste étant consigné

3 - Réaliser le câblage complet du schéma fourni sur le document ressources 12/13 en figure 1, en précisant le couplage effectué pour les enroulements machine.

On complétera le schéma de commande de manière à signaler le déclenchement du relais thermique F1.

en présence du professeur

4 - Tester le fonctionnement du départ-moteur.

TP3
3/12

Protections des départs-moteur

Enoncé

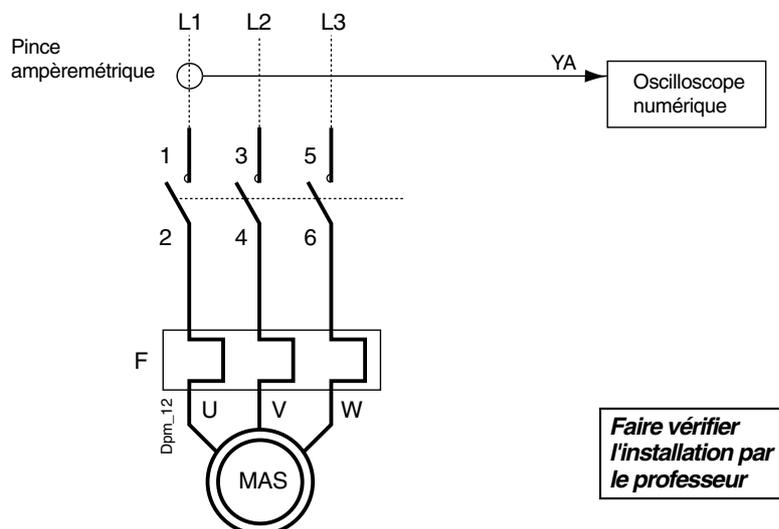
■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : relais thermique.

Note : Mettre le moteur en charge

5 - Régler le courant thermique I_{rth} à 1A (voir document ressources 3/13).

le poste étant consigné

6 - Procéder à l'installation des appareils de mesure suivant schéma ci-dessous.



7 - Mettre sous tension le départ-moteur : la machine asynchrone fonctionnant en charge, régler le courant de phase à 1,5 A en agissant sur un rhéostat de réglage de la charge.

8 - Prévoir le temps de déclenchement t_d du relais thermique à partir des courbes constructeur (voir document ressources 4/13) pour le courant nominal du moteur.

9 - Effectuer l'enregistrement du courant sur une phase à l'aide d'un oscilloscope numérique dès la mise sous tension du circuit moteur et mesurer l'intensité du courant absorbé par la machine $I_1(t)$ (en A).

10- Analyse des relevés du paragraphe 9 :

- Indiquer sur le relevé l'instant de mise sous tension du circuit de commande et l'instant de déclenchement de la protection thermique.
- Estimer le temps de déclenchement t_d de la protection thermique puis comparer à la valeur prévue par le constructeur.
- Quel paramètre surveille indirectement la protection thermique ?
- Quelle type de protection assurent les cartouches fusibles ?

<p>TP3 4/12</p>		<p>Protections des départs-moteur</p>	<p>Enoncé</p>
-----------------------------------	--	--	----------------------

b Appareils multifonctions : Disjoncteur-moteur magnétique

■ Disjoncteur-moteur magnétique.

On se propose de remplacer le sectionneur porte-fusibles par un disjoncteur magnétique.

Le disjoncteur-moteur magnétique



Appelé également disjoncteur «starter», c'est un appareil de protection contre les courts-circuits, avec coupure omnipolaire.

Il peut être déclaré apte au sectionnement selon CEI 947.

Sur certains produits, le seuil de déclenchement magnétique est réglable par l'utilisateur.

Un additif sectionneur à coupure visible, cadennassable, permet de répondre à certains cahiers des charges.

Ce matériel est généralement utilisé en association avec un contacteur et un relais de protection thermique pour constituer un départ-moteur.

1 - Identifier sur le document ressources 12/13 en figure 2 les matériels assurant la protection. On précisera le type de protection assurée par chaque élément.

2 - Choisir à partir de la puissance normalisée du moteur le disjoncteur magnétique (voir document ressources 5/13). On précisera le calibre de la protection magnétique.

■ Mise en œuvre du départ moteur.

3 - Réaliser le câblage complet du schéma fourni sur le document ressources 12/13 en figure 2 en précisant le couplage effectué pour les enroulements machine.

On complétera le schéma de commande de manière à signaler le déclenchement du relais thermique F1.

4 - Tester le fonctionnement du départ-moteur.

le poste étant consigné

en présence du professeur

TP3
5/12

Protections des départs-moteur

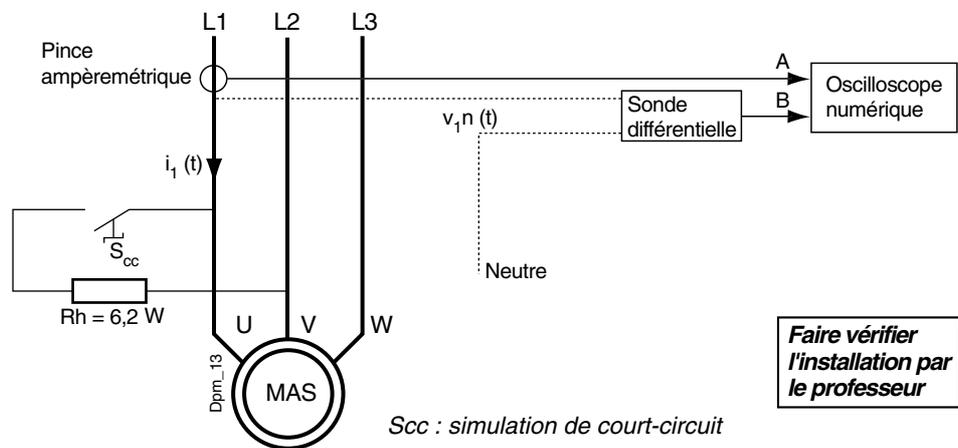
Enoncé

■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : disjoncteur magnétique.

Note : Mettre le moteur en charge

le poste étant consigné

5 - Procéder à l'installation des appareils de mesure suivant schéma ci-dessous ; conserver les réglages précédents : $I_{rth} = 1 \text{ A}$ et $I_{phase} = 1,5 \text{ A}$.



6 - Mettre sous tension le départ-moteur.

7 - Relever l'allure des signaux $v_{1n}(t)$ et $i_1(t)$ au moment de la fermeture du commutateur Scc (circuit de puissance alimenté) à l'aide de l'oscilloscope numérique.

8 - Analyse des relevés du paragraphe 7 :

- Indiquer sur le relevé la pointe de courant occasionnée par le défaut puis estimer son intensité I_{1d} (A).
- Estimer le temps de déclenchement t_d de la protection magnétique puis comparer à la valeur prévue par le constructeur (voir document ressources 6/13).
- Indiquer sur la courbe de déclenchement les zones de fonctionnement de la partie magnétique et de la partie thermique.
- A partir de quelle intensité a-t-on protection du départ moteur par le disjoncteur magnétique ?
- Quelle est l'avantage d'un disjoncteur magnétique par rapport aux cartouches fusibles ?

<p>TP3 6/12</p>		<p>Protections des départs-moteur</p>	<p>Enoncé</p>
-----------------------------------	--	--	----------------------

C Appareils multifonctions : disjoncteur-moteur magnéto-thermique.

■ **Disjoncteur-moteur magnéto-thermique.**

On se propose de remplacer l'ensemble disjoncteur-magnétique, relais thermique par un disjoncteur magnéto-thermique.

Le disjoncteur-moteur magnéto-thermique



La coupure est omnipolaire. La protection thermique est compensée en température et sensible à une absence de phase?

Il assure la commande de moteurs à une fréquence maximale de 25 cycles de manœuvre par heure en AC-3, et est apte au sectionnement.

Deux versions sont disponibles : avec commande par boutons-poussoirs Marche-Arrêt, ou avec commande par bouton rotatif.

Sur les deux versions, le dispositif de commande est cadenassable en position «OFF».

1 - Identifier sur le document ressources 13/13 en figure 3 les matériels assurant la protection. On précisera le type de protection assurée par chaque élément.

2 - Choisir à partir de la puissance normalisée du moteur le disjoncteur magnéto-thermique (voir document ressources 7/13). On précisera la plage de réglage du déclencheur thermique.

■ **Mise en œuvre du départ moteur.**

3 - Réaliser le câblage complet du schéma fourni sur le document ressources 13/13 en figure 3, en précisant le couplage effectué pour les enroulements machine.

4 - Tester le fonctionnement du départ-moteur.

le poste étant consigné

en présence du professeur

TP3
7/12

Protections des départs-moteur

Enoncé

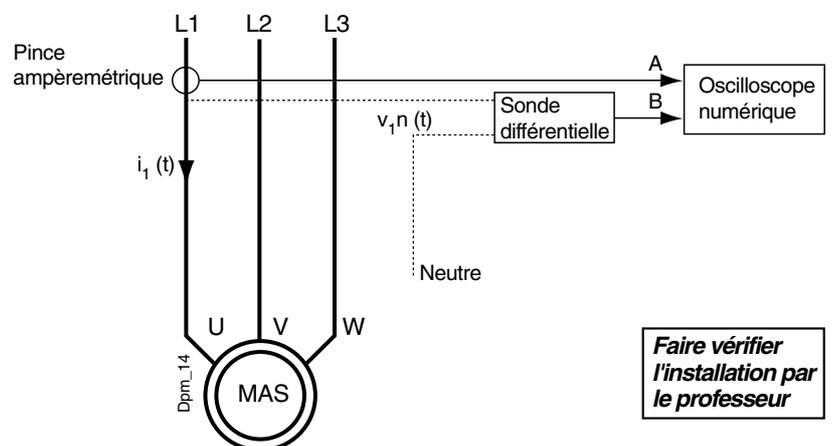
■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : disjoncteur magnéto-thermique.

□ Partie thermique.

Note : Mettre le moteur en charge

le poste étant consigné

5 - Procéder à l'installation des appareils de mesure suivant schéma ci-dessous.



6 - Régler le courant thermique $I_{r,th}$ à 1A, et I_{phase} à 1,5 A.

7 - Prévoir le temps de déclenchement t_d du relais thermique à partir des courbes constructeur (voir document ressources 8/13) pour le courant nominal du moteur.

8 - Effectuer l'enregistrement du courant sur une phase à l'aide d'un oscilloscope numérique dès la mise sous tension du circuit moteur et mesurer l'intensité du courant absorbé par la machine I_1 (A).

9 - Analyse des relevés du paragraphe 8:

- Indiquer sur le relevé l'instant de mise sous tension du circuit de commande et l'instant de déclenchement de la protection thermique.
- Estimer le temps de déclenchement t_d de la protection thermique puis comparer à la valeur prévue par le constructeur.
- Indiquer sur la courbe de déclenchement la zone de fonctionnement de la partie thermique.

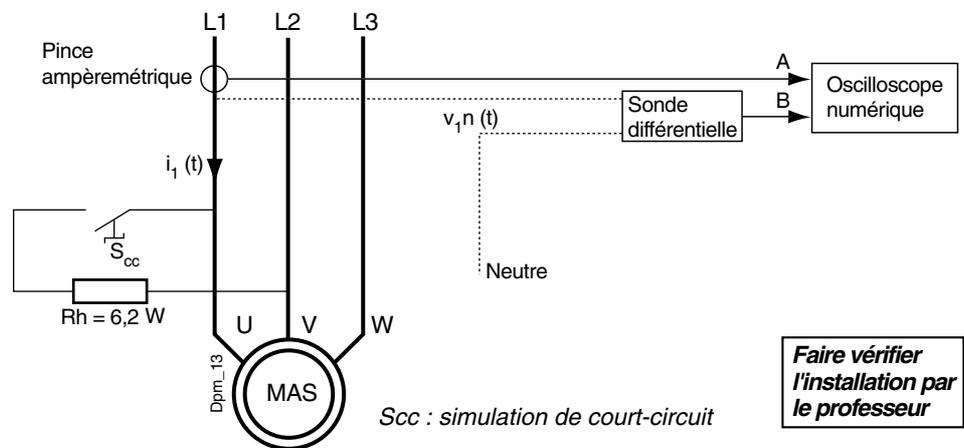
TP3 8/12	Protections des départs-moteur	Enoncé
---------------------------	---------------------------------------	---------------

Partie magnétique.

Note : Mettre le moteur en charge

le poste étant consigné

10- Procéder à l'installation des appareils de mesure suivant schéma ci-dessous.; conserver les précédents réglages de courant.



11- Relever l'allure des signaux $v_{1n}(t)$ et $i_1(t)$ dès la fermeture du commutateur S_{cc} (circuit de puissance alimenté) à l'aide de l'oscilloscope numérique.

12- Analyse des relevés du paragraphe 11 :

- Indiquer sur le relevé la pointe de courant occasionnée par le défaut puis estimer son intensité I_{1d} (A)
- Estimer le temps de déclenchement t_d de la protection magnétique puis comparer à la valeur prévue par le constructeur (voir document ressources 8/13).
- Indiquer sur la courbe de déclenchement la zone de fonctionnement de la partie magnétique.
- A partir de quelle intensité a-t-on protection du départ moteur par la partie magnétique ?

TP3
9/12

Protections des départs-moteur

Énoncé

d Appareils multifonctions : contacteur-disjoncteur intégral.

■ Contacteur-disjoncteur intégral.

On se propose de remplacer l'ensemble disjoncteur magnéto-thermique/contacteur par un contacteur-disjoncteur intégral.

Le contacteur-disjoncteur

L'intégral se présente sous la forme d'un bloc renfermant :

- 3 ou 4 pôles comportant chacun un contact à double coupure monté dans une chambre de coupure équipé d'ailettes pour le fractionnement et le refroidissement de l'arc,
- un électroaimant de type classique avec un circuit fixe monté sur amortisseurs, une armature mobile et une bobine.
- un module débrochable tri- ou tétrapolaire magnéto-thermique ou uniquement magnétique, plusieurs calibres interchangeables en fonction du courant d'emploi,
- éventuellement, des pôles spécifiques de sectionnement (consignation par cadenas).



Un *contacteur* est capable de réaliser un grand nombre de cycles de manœuvres à une cadence élevée ; mais son pouvoir de coupure limité ne lui permet pas d'interrompre un courant de court-circuit.

Un *disjoncteur* est capable de couper un courant de court-circuit élevé ; mais il est limité en nombre et en fréquence de cycles de manœuvres.

Le contacteur-disjoncteur est né de l'idée de réunir dans un même produit ces deux caractéristiques, c'est à dire la fréquence élevée de cycles de manœuvres du contacteur et le pouvoir de coupure du disjoncteur.

En 1983, Telemecanique a présenté le premier appareil intégrant les fonctions de sectionnement, commutation, protection contre les courts-circuits et protection contre les surcharges, le contacteur-disjoncteur intégral, avec pour chacune de ces fonctions les performances des meilleurs appareils spécialisés : pleine apparence des sectionnements, haut pouvoir de coupure des disjoncteurs limiteurs, durabilité des contacteurs, qualité et précision des relais thermiques.

1 - Identifier sur le document ressources 13/13 en figure 4 les matériels assurant la protection. On précisera le type de protection assurée par chaque élément.

2 - Choisir à partir de la puissance normalisée du moteur le contacteur-disjoncteur tripolaire et le module de protection magnéto-thermique (voir document ressources 9/13 et 10/13). On précisera la plage de réglage de la protection thermique ainsi que le calibre de la protection magnétique.

■ Mise en œuvre du départ-moteur.

3 - Réaliser le câblage complet du schéma fourni sur le document ressources 13/13 en figure 4, en précisant le couplage effectué pour les enroulements machine.

4 - Tester le fonctionnement du départ-moteur.

le poste étant consigné

en présence du professeur

**TP3
10/12**

Protections des départs-moteur

Enoncé

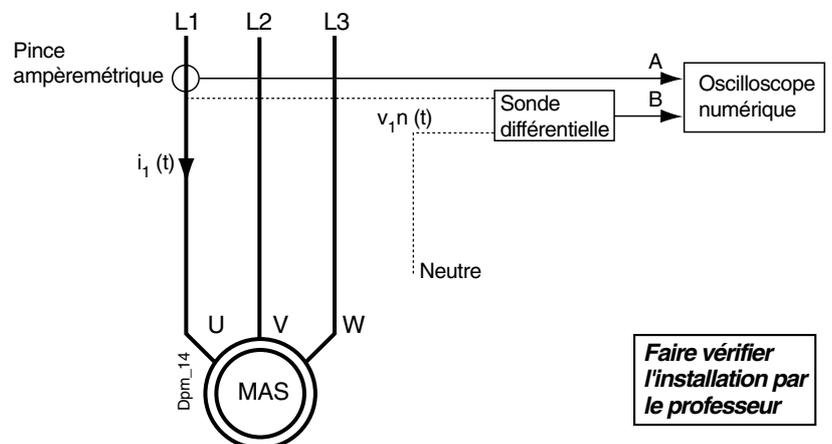
■ **Validation des conditions de fonctionnement des protections : contacteur-disjoncteur intégral.**

□ **Partie thermique.**

Note : **Mettre le moteur en charge**

le poste étant consigné

5 - Procéder à l'installation des appareils de mesure suivant schéma ci-dessous.



6 - Régler le courant thermique I_{rth} à 1A, et le courant de phase I_{phase} à 1,5 A.

7 - Prévoir le temps de déclenchement t_d du relais thermique à partir des courbes constructeur (voir document ressources 11/13) pour le courant nominal du moteur.

8 - Effectuer l'enregistrement du courant sur une phase à l'aide d'un oscilloscope numérique après mise sous tension du circuit moteur et mesurer l'intensité du courant absorbé par la machine I_1 (A).

9 - Analyse des relevés du paragraphe 8 :

- Indiquer sur le relevé l'instant de mise sous tension du circuit de commande et l'instant de déclenchement de la protection thermique.
- Estimer le temps de déclenchement t_d de la protection thermique puis comparer à la valeur prévue par le constructeur.
- Indiquer sur la courbe de déclenchement la zone de fonctionnement de la partie thermique.

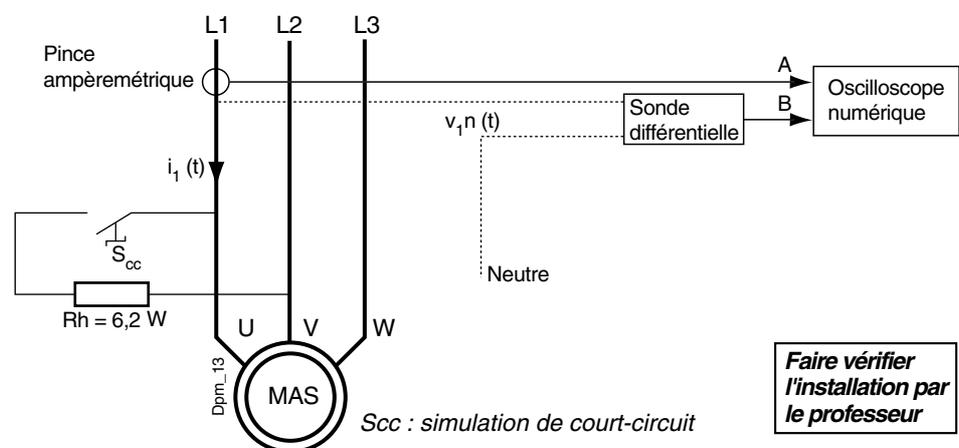
TP3
11/12

Protections des départs-moteur

Enoncé

 Partie magnétique.

Note : Mettre le moteur en charge

le poste étant consigné
10- Procéder à l'installation des appareils de mesure suivant schéma ci-dessous.; conserver les précédents réglages de courant.

11- Relever l'allure des signaux $v_{1n}(t)$ et $i_1(t)$ dès la fermeture du commutateur S_{cc} (circuit de puissance alimenté) à l'aide de l'oscilloscope numérique.

12- Analyse des relevés du paragraphe 11 :

- Indiquer sur le relevé la pointe de courant occasionnée par le défaut puis estimer son intensité I_{1d} (A)
- Estimer le temps de déclenchement t_d de la protection magnétique puis comparer à la valeur prévue par le constructeur (voir document ressources 11/13).
- Indiquer sur la courbe de déclenchement la zone de fonctionnement de la partie magnétique.
- A partir de quelle intensité a-t-on protection du départ moteur par la partie magnétique ?

TP3 12/12	Protections des départs-moteur	Enoncé
----------------------	---------------------------------------	---------------

Barème d'évaluation :

a	■ Association sectionneur porte-fusibles, contacteur et relais thermique. / 4
	■ Mise en œuvre du départ-moteur / 2
	■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : relais thermique. / 4,5
b	■ Disjoncteur-moteur magnétique. / 3
	■ Mise en œuvre du départ moteur. / 3
	■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : disjoncteur magnétique. 6
c	■ Disjoncteur-moteur magnéto-thermique. / 3
	■ Mise en œuvre du départ moteur. / 3
	■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : disjoncteur magnéto-thermique.
	<input type="checkbox"/> Partie thermique. / 5
	<input type="checkbox"/> Partie magnétique. / 5
d	■ Contacteur-disjoncteur intégral. / 6
	■ Mise en œuvre du départ-moteur. / 3
	■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : contacteur-disjoncteur intégral.
	<input type="checkbox"/> Partie thermique. / 5
	<input type="checkbox"/> Partie magnétique. / 7,5
Total / 60	

Barème à ajuster par le professeur

TP3
1/18

Protections des départs-moteur

Ressource

Extrait du catalogue Schneider Electric

Coordination type 2

Tension d'emploi : 380/400 V – Courant de court-circuit : I_q = 50 kA

Moteur		Courant maxi d'emploi du départ-moteur		Fusible	Contacteur		Relais thermique		
P	In (380 V)	A	A	Type	Calibre	Référence à compléter	Ie (AC3)	Référence (1)	Calibre
kW	A	A	A		A		A	(1)	A
0,37	1,03	1,6		aM	2	LC1-D09	9	LR2-D1306	1-1,6
0,55	1,6	1,6		aM	4	LC1-D09	9	LR2-D13X6	1,25-1,6
0,75	2	2,5		aM	4	LC1-D09	9	LR2-D1307	1,6-2,5
1,1	2,6	4		aM	6	LC1-D09	9	LR2-D1308	2,5-4
1,5	3,5	4		aM	6	LC1-D09	9	LR2-D1308	2,5-4
2,2	5	6		aM	8	LC1-D09	9	LR2-D1310	4-6
3	6,6	8		aM	12	LC1-D09	9	LR2-D1312	5,5-8
4	8,5	9		aM	12	LC1-D09	9	LR2-D1314	7-10
5,5	11,5	12		aM	16	LC1-D12	12	LR2-D1316	9-13
7,5	15,5	18		aM	20	LC1-D18	18	LR2-D1321	12-18
9	18,5	25		aM	25	LC1-D25	25	LR2-D1322	17-25
11	22	25		aM	25	LC1-D25	25	LR2-D1322	17-25
15	30	32		aM	40	LC1-D32	32	LR2-D2353	23-32
15	30	32		aM	40	LC1-D32	32	LR2-D2355	28-36
18,5	37	40		aM	40	LC1-D40	40	LR2-D3355	30-40
22	44	50		aM	63	LC1-D50	50	LR2-D3357	37-50
30	60	65		aM	80	LC1-D65	65	LR2-D3361	55-70
37	72	80		aM	80	LC1-D80	80	LR2-D3363	63-80
45	85	93		aM	100	LC1-D95	95	LR2-D3365	80-93
		95						LT7-F0M160	40-160
55	105	115		aM	125	LC1-F115	115	LR2-F5367	80-125
								LT7-F0M160	40-160
75	138	150		aM	160	LC1-F150	150	LR2-F5369	100-160
								LT7-F0M160	40-160
90	170	185		aM	200	LC1-F185	185	LR2-F5371	125-200
								LT7-F0M400	100-400
110	205	250		aM	250	LC1-F265	265	LR2-F6373	160-250
								LT7-F0M400	100-400
132	245	265		aM	315	LC1-F265	265	LR2-F6375	200-315
								LT7-F0M400	100-400
160	300	315		aM	315	LC1-F400	400	LR2-F6375	200-315
								LT7-F0M400	100-400
200	370	400		aM	400	LC1-F400	400	LR2-F7379	315-500
								LT7-F0M400	100-400
220	408	500		aM	500	LC1-F500	500	LR2-F7379	315-500
								LT7-F0M630	160-630
250	460	500		aM	500	LC1-F500	500	LR2-F7379	315-500
								LT7-F0M630	160-630
280	528	630		aM	630	LC1-F630	630	LR2-F7381	400-630
								LT7-F0M630	160-630
315	584	630		aM	630	LC1-F630	630	LR2-D7381	400-630
								LT7-F0M630	160-630
355	635	630		aM	630	LC1-F630	630	LR2-F8383	500-800
								LT7-F0M630	160-630
400	710	780		aM	800	LC1-F780	780	LR2-F8383	500-800
400	750	750		aM	800	LC1-BL33	750	LR2-F8383	500-800
500	1000	1000		aM	1000	LC1-BM33	1000	LR2-F8385	630-1000
750	1500	1500		aM	2x800	LC1-BP33	1500	(association TC + LR2-D)	
900	1800	1800		aM	2x1000	LC1-BR33	1800	(association TC + LR2-D)	

(1) Classe de déclenchement des relais de protection thermique :

- relais électromécaniques LR2-D, LR2-F : classe 10 : références : LR2-D●3●●, LR2-F●3●●
classe 20 : références à modifier : LR2-D●5●●, LR2-F●5●●
- relais électroniques LT7-F : classe 10, 20, 30 - choix par commutateur

Extrait du catalogue Schneider Electric

Constituants de protection

Protection des moteurs

Généralités

Conditions d'emploi

Les causes possibles de défaillance des moteurs électriques sont variées. L'une des plus fréquentes, qui est souvent accidentelle, est l'utilisation des moteurs au-delà des limites fixées par les constructeurs ou dans des conditions d'ambiance anormales.

Une étude statistique réalisée en Angleterre et portant sur 9000 cas de défaillance a donné les résultats suivants.

Surcharges	30 %
Polluants (exemple : atmosphère corrosive)	19 %
Absence de phase	14 %
Défaillance de paliers	13 %
Vieillessement (exemple : température ambiante trop élevée)	10 %
Défauts rotor	5 %
Divers	9 %

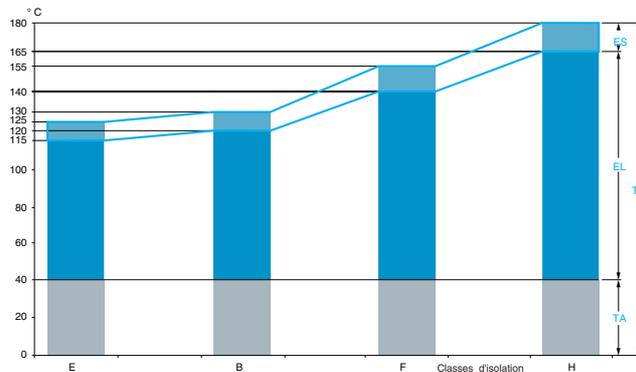
Ces défaillances concernent des moteurs de puissance supérieure ou égale à 37 kW.

L'examen de ces résultats montre que dans plus de 50 % des cas, les incidents sont dus à des effets thermiques.

Abstraction faite du remplacement éventuel des pièces d'usure telles que roulements, bagues, balais, etc..., la durée de vie d'une machine électrique tournante est liée à celle de ses isolants. Pour autant que l'échauffement limite ne soit pas dépassé, l'espérance de vie des matériaux isolants est très élevée. Elle diminue approximativement de moitié pour une augmentation de 10 °C.

La température limite **TL** de fonctionnement d'un isolant dépend de sa nature et résulte de la température de l'air ambiant **TA** (air de refroidissement), de l'échauffement limite **EL** et d'un échauffement supplémentaire **ES** parce que la mesure par variation de la résistance des enroulements ne détermine pas le point le plus chaud mais seulement une valeur moyenne.

Le diagramme ci-dessous précise les limites fixées pour différentes classes d'isolation. Dans tous les cas, la température ambiante normale de l'air de refroidissement est fixée à 40 °C.



TP3
3/18

Protections des départs-moteur

Ressource

Extrait du catalogue Schneider Electric

Constituants de protection

Protection des moteurs

Généralités

La puissance nominale d'un moteur correspond à son échauffement limite pour une température ambiante de 40 °C. Les échauffements limites normalisés des différents organes d'une machine sont indiqués dans le tableau suivant, extrait de la publication IEC 34-1.

Echauffement limite

	°C	Classe d'isolation		
		B	F	H
Enroulement isolé (mesure par résistance)	°C	80	100	125
Collecteurs et bagues	°C	80	90 (1)	100 (1)
Roulements	°C	60	60 (2)	60 (2)

Lorsqu'un moteur est utilisé avec une température ambiante supérieure à la valeur normale, son échauffement limite doit être modifié pour conserver sa température limite. Il en résulte que sa puissance d'emploi n'est plus égale à sa puissance nominale.

Par ailleurs l'altitude du lieu d'installation, lorsqu'elle est supérieure à 1000 m, influe sur la ventilation et augmente l'échauffement.

Le tableau suivant donne, en fonction des conditions d'emploi, le rapport entre la puissance d'emploi et la puissance nominale pour une température ambiante donnée. Il correspond à la classe d'isolation B.

Puissance d'emploi / Puissance nominale en watts

Altitude	Température ambiante							
	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C	
m								
1000	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,87	0,82	
1500	1,04	1,01	0,97	0,93	0,89	0,84	0,79	
2000	1,01	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,77	
2500	0,97	0,95	0,91	0,87	0,84	0,79	0,75	
3000	0,93	0,91	0,87	0,84	0,80	0,76	0,71	
3500	0,89	0,86	0,83	0,80	0,76	0,72	0,68	
4000	0,83	0,81	0,78	0,75	0,72	0,68	0,64	

Les valeurs du tableau ci-dessus sont données à titre indicatif. En effet, le déclassement d'un moteur est fonction de sa taille, de sa classe d'isolation, du mode de construction (moteur autoventilé ou motoventilé, degré de protection IP 23, IP 44, etc.), et varie suivant les fabricants.

D'autre part, en plus des conditions d'ambiance normales, la puissance nominale d'un moteur est définie par le constructeur pour un service continu S1. Il consiste en un fonctionnement à régime constant, d'une durée suffisante pour que l'équilibre thermique soit atteint. C'est cette valeur de puissance nominale qui apparaît généralement sur la plaque du moteur.

Il existe d'autres services normalisés, tel que le service temporaire S2, ou les services intermittents périodiques S3, S4, et S5, pour lesquels le constructeur d'un moteur définit, dans chaque cas, une puissance d'emploi différente de la puissance nominale.

(1) Pour des échauffements limites de 90 °C et 100 °C les balais doivent être choisis en accord avec le constructeur.
(2) Cette valeur limite peut être dépassée en fonction de la qualité de la graisse utilisée et des charges appliquées.

Extrait du catalogue Schneider Electric

Constituants de protection

Protection des moteurs

Généralités (suite)

Choix de la protection thermique

Pour optimiser la durée de vie d'un moteur en interdisant son fonctionnement dans des conditions anormales d'échauffement, tout en assurant au maximum la continuité de marche de la machine entraînée ou de l'installation en évitant des arrêts intempestifs, il importe de choisir une protection thermique appropriée.

Les conditions réelles d'emploi :

- température ambiante,
- altitude d'utilisation,
- service normalisé,

sont essentielles pour déterminer les valeurs d'emploi du moteur (puissance, courant), et pouvoir choisir une protection thermique efficace.

Ces valeurs d'emploi sont fournies par le constructeur du moteur.

Il existe divers appareils de protection thermique :

- relais thermiques ou disjoncteurs magnéto-thermiques,
- relais à sondes PTC,
- relais multifonction.

Protection par relais thermique

Un relais de protection thermique traditionnel protège le moteur dans les deux cas suivants :

- surcharge, par le contrôle du courant absorbé sur chacune des phases,
- déséquilibre ou absence de phases, par son dispositif différentiel.

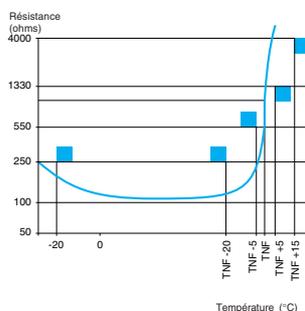
Il couvre donc 44 % des cas de défaillance. Couramment utilisé, ce relais offre une excellente fiabilité, et son coût est relativement faible. Il est particulièrement recommandé s'il existe un risque de blocage du rotor.

Il présente cependant l'inconvénient de ne pas tenir compte de manière suffisamment précise de l'état thermique du moteur à protéger.

En effet, son principe de fonctionnement est basé sur la déformation de bilames sous l'effet du courant absorbé par le moteur. Les inerties thermiques du relais et du moteur étant différentes, il peut arriver dans certains cas que le redémarrage du moteur soit autorisé après un déclenchement alors que sa température est encore trop élevée.

Protection par relais à sondes PTC

Une meilleure surveillance de la température interne du moteur peut être assurée par des sondes à thermistance PTC, disposées par le constructeur au cœur des enroulements, et associées à un relais d'alarme et de déclenchement (du type LT2-S).



Les thermistances PTC sont des résistances à coefficient de température positif. Leur valeur ohmique augmente très fortement dès que leur température atteint un seuil bien défini, indiqué par TNF sur le graphique ci-contre.

Par leurs dimensions réduites, les sondes ont une faible inertie thermique, et suivent rapidement les variations de température du milieu où elles se trouvent.

C'est la seule solution pour protéger un moteur dans des applications où le régime d'arrêt et de marche est sévère (S3, S4, S5) ainsi que pour les applications où il existe un risque de refroidissement du moteur (défectueux).

■ Balises respectées par les sondes universelles "Marque A" (norme IEC 34-11-1A)

Des incidents autres que ceux dus à des effets thermiques peuvent également se produire : mise à la terre, échauffement anormal des paliers, etc.

Une protection plus complète peut être obtenue :

- soit en associant plusieurs modes de protection (exemple : relais thermique + relais à sondes PTC + relais de défaut de terre),
- soit en utilisant un relais de protection multifonction type LT8.

TP3
5/18

Protections des départs-moteur

Ressource

Extrait du catalogue Schneider Electric

Constituants de protection

Protection des moteurs

Généralités

Guide de choix :
pages Q0273/2 et Q0273/3

Relais de protection

Type de relais	Relais thermiques (1) LR2-D	Relais à sondes PTC LT2	Relais Multifonction LT8
Causes d'échauffement			
Surcharge faible			
Blocage rotor			
Sous-charge			
Défaut de phase d'alimentation			
Défaut de ventilation			Avec sondes PTC
Accroissement anormal de température ambiante			Avec sondes PTC
Grippage d'un palier d'arbre			Avec sondes PTC
Défaut d'isolation			
Démarrage trop long			
Service sévère			Avec sondes PTC

 Parfaitement adapté

 Solution possible

 Totalement inadapté (pas de protection)

(1) Ou disjoncteur-moteur type GV2-M par exemple.

TP3 6/18	Protections des départs-moteur	Ressource
---------------------	---------------------------------------	------------------

Extrait du catalogue Schneider Electric

Constituants de protection

Relais tripolaires de protection thermique LR2 ou LR3-D

Caractéristiques

Références : pages 27012/2 à 27012/5
Encombrements : pages 27013/2 à 27013/5
Schémas : page 27013/6

Utilisation

Les relais tripolaires de protection thermique LR2 et LR3-D sont destinés à la protection des circuits et des moteurs alternatifs contre les surcharges, les coupures de phase, les démarrages trop longs et les calages prolongés du moteur.

Environnement

Conformité aux normes		IEC 947-1, IEC 947-4 NF C 63-650, VDE 0660, BS 4941
Certifications des produits	LR2-D1, D2, D3	ASE, CSA, UL, DEMKO, NEMKO, FI, SEMKO, Sichere Trennung, PTB.
		LR2-D4 : UL, CSA
Degré de protection	Selon VDE 0106	IP 2X
Traitement de protection	En exécution normale	"TH"
Température de l'air ambiant au voisinage de l'appareil	Pour stockage	°C - 60...+ 70
	Pour fonctionnement normal sans déclassement (IEC 947-4)	°C - 30...+ 55
	Valeurs limites de fonctionnement (avec déclassement)	°C - 40...+ 70
Montage direct	Sous le contacteur	LC1-D, LP1-D
Positions de fonctionnement sans déclassement	Par rapport à la position verticale normale de montage	

Caractéristiques des contacts auxiliaires

Courant thermique conventionnel		A	5					
Consommation maximale au maintien des bobines de contacteurs contrôlés (Cycles de manœuvres occasionnelles du contact 95-96)	Courant alternatif	V	24	48	110	220	380	600
		VA	100	200	400	600	600	600
	Courant continu	V	24	48	110	220	440	—
		W	100	100	50	45	25	—
Protection contre les courts-circuits	Par fusible gG, BS. Calibre maximal ou disjoncteur GB2	A	5					
Raccordement	Fil souple sans embout	1 ou 2 conducteurs	mm²	Sections mini/maxi 1/2,5				
	Fil souple avec embout	1 ou 2 conducteurs	mm²	1/2,5				
	Fil rigide sans embout	1 ou 2 conducteurs	mm²	1/2,5				
Couple de serrage		N.m	1,2					

27011/2 Telemecanique

TP3
7/18

Protections des départs-moteur

Ressource

Extrait du catalogue Schneider Electric

Références

Constituants de protection TeSys
Relais tripolaires de protection thermique
modèle d

LRD 08



LRD 21



LRD 33



LRD 083

Relais de protection thermique différentiels à associer à des fusibles

- Relais compensés, à réarmement manuel ou automatique,
- avec visualisation du déclenchement, ■ pour courant alternatif ou continu.

Zone de réglage du relais (A)	Fusibles à associer au relais choisis aM (A)	gG (A)	BS88 (A)	Pour association avec contacteur LC1	Référence	Masse Kg
Classe 10 A (1) avec raccordement par vis-étriers ou connecteurs						
0,10...0,16	0,25	2	–	D09...D38	LRD 01	0,124
0,16...0,25	0,5	2	–	D09...D38	LRD 02	0,124
0,25...0,40	1	2	–	D09...D38	LRD 03	0,124
0,40...0,63	1	2	–	D09...D38	LRD 04	0,124
0,63...1	2	4	–	D09...D38	LRD 05	0,124
1...1,6	2	4	6	D09...D38	LRD 06	0,124
1,6...2,5	4	6	10	D09...D38	LRD 07	0,124
2,5...4	6	10	16	D09...D38	LRD 08	0,124
4...6	8	16	16	D09...D38	LRD 10	0,124
5,5...8	12	20	20	D09...D38	LRD 12	0,124
7...10	12	20	20	D09...D38	LRD 14	0,124
9...13	16	25	25	D12...D38	LRD 16	0,124
12...18	20	35	32	D18...D38	LRD 21	0,124
16...24	25	50	50	D25...D38	LRD 22	0,124
23...32	40	63	63	D25...D38	LRD 32	0,124
30...38	40	80	80	D32 et D38	LRD 35	0,124
17...25	25	50	50	D40...D95	LRD 3322	0,510
23...32	40	63	63	D40...D95	LRD 3353	0,510
30...40	40	100	80	D40...D95	LRD 3355	0,510
37...50	63	100	100	D40...D95	LRD 3357	0,510
48...65	63	100	100	D50...D95	LRD 3359	0,510
55...70	80	125	125	D50...D95	LRD 3361	0,510
63...80	80	125	125	D65...D95	LRD 3363	0,510
80...104	100	160	160	D80 et D95	LRD 3365	0,510
80...104	125	200	160	D115 et D150	LRD 4365	0,900
95...120	125	200	200	D115 et D150	LRD 4367	0,900
110...140	160	250	200	D150	LRD 4369	0,900
80...104	100	160	160	(2)	LRD 33656	1,000
95...120	125	200	200	(2)	LRD 33676	1,000
110...140	160	250	200	(2)	LRD 33696	1,000

Classe 10 A (1) avec raccordement par bornes à ressort (montage direct sous contacteur uniquement)

0,10...0,16	0,25	2	–	D09...D38	LRD 013	0,140
0,16...0,25	0,5	2	–	D09...D38	LRD 023	0,140
0,25...0,40	1	2	–	D09...D38	LRD 033	0,140
0,40...0,63	1	2	–	D09...D38	LRD 043	0,140
0,63...1	2	4	–	D09...D38	LRD 053	0,140
1...1,6	2	4	6	D09...D38	LRD 063	0,140
1,6...2,5	4	6	10	D09...D38	LRD 073	0,140
2,5...4	6	10	16	D09...D38	LRD 083	0,140
4...6	8	16	16	D09...D38	LRD 103	0,140
5,5...8	12	20	20	D09...D38	LRD 123	0,140
7...10	12	20	20	D09...D38	LRD 143	0,140
9...13	16	25	25	D12...D38	LRD 163	0,140
12...18	20	35	32	D18...D38	LRD 213	0,140
16...24	25	50	50	D25...D38	LRD 223	0,140

Classe 10 A (1) avec raccordement par cosses fermées

Choisir la référence du relais parmi ceux avec vis-étriers ou connecteurs et ajouter en fin de référence :
 ■ le chiffre 6 pour les relais du LRD 01 au LRD 35, ■ A66 pour les relais du LRD 3322 au LRD 3365.
 Les autres références sont compatibles d'origine avec l'utilisation de cosses fermées.

Relais de protection thermique pour réseaux non équilibrés

Classe 10 A (1) avec raccordement par vis-étriers

Dans la référence choisie ci-dessus, remplacer LRD (sauf LRD 4000) par LR3 D. Exemple : LRD 01 devient LR3 D01.

Relais de protection thermique pour réseaux 1000 V

Classe 10 A (1) avec raccordement par vis-étriers

Pour les relais LRD 01 à LRD 35 uniquement et pour une tension d'utilisation de 1000 V et uniquement en montage séparé, la référence devient LRD 3300A66. Exemple : LRD 12 devient LRD 3312A66.

Commander séparément un bornier LA7 D3064, voir page 24515/3.

(1) La norme IEC 60947-4-1 définit la durée du déclenchement à 7,2 fois le courant de réglage I_n :
 classe 10 A : comprise entre 2 et 10 secondes.

(2) Montage séparé du contacteur.

Caractéristiques :
pages 24516/2 à 24516/5

Encadrements :
pages 24534/2 à 24534/4

Schémas :
page 24534/5

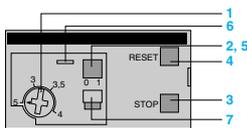
24514-FR_Ver5.0.fm/2

Extrait du catalogue Schneider Electric

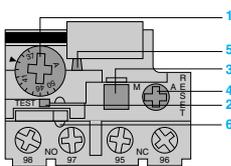
Description, caractéristiques

Constituants de protection TeSys
Relais tripolaires de protection thermique
modèle d

Description



LRD 01...35



LRD 3322...4369, LR2 D

Les relais tripolaires de protection thermique modèle d sont destinés à la protection des circuits et des moteurs alternatifs contre les surcharges, les coupures de phases, les démarrages trop longs et les calages prolongés du moteur.

- 1 Bouton de réglage I_r.
- 2 Bouton Test.
L'action sur le bouton Test permet :
- le contrôle du câblage du circuit de commande,
- la simulation du déclenchement du relais (action sur les 2 contacts "O" et "F").
- 3 Bouton Stop. Il agit sur le contact "O" et est sans effet sur le contact "F".
- 4 Bouton de réarmement.
- 5 Visualisation du déclenchement.
- 6 Verrouillage par plombage du capot.
- 7 Sélecteur de choix entre réarmement manuel et automatique. Les relais LRD 01 à 35 sont livrés avec sélecteur en position manuelle protégé par un opercule. Le passage en position automatique se fait par une action volontaire.

Environnement

Conformité aux normes	IEC 60947-1, IEC 60947-4-1, NF C 63-650 VDE 0660, BS 4941
Certifications des produits	CSA, UL, Sichere Trennung, PTB sauf LAD 4 : UL, CSA.
Degré de protection	Selon VDE 0106 Protection contre le toucher IP 2X
Traitement de protection	Selon IEC 60068 "TH"
Température de l'air ambiant	Pour stockage °C -60...+70
au voisinage de l'appareil	Pour fonctionnement normal sans déclassement (IEC 60947-4-1) °C -20...+60
	Valeurs limites de fonctionnement (avec déclassement) °C -40...+70
Positions de fonctionnement sans déclassement	Par rapport à la position verticale normale de montage Toutes positions
Tenue aux chocs	Accélération admissible selon IEC 60068-2-7 15 gn - 11 ms
Tenue aux vibrations	Accélération admissible selon IEC 60068-2-6 6 gn
Rigidité diélectrique à 50 Hz	Selon IEC 60255-5 kV 6
Tenue aux ondes de choc	Selon IEC 60801-5 kV 6

Caractéristiques des contacts auxiliaires

Courant thermique conventionnel	A	5						
Consommation maximale au maintien des bobines de contacteurs contrôlés (Cycles de manœuvres occasionnelles du contact 95-96)	Courant alternatif	V	24	48	110	220	380	600
	Courant continu	VA	100	200	400	600	600	600
Protection contre les courts-circuits		V	24	48	110	220	440	-
		W	100	100	50	45	25	-
Protection contre les courts-circuits	A	5						
Raccordement sur vis-étriers (Sections mini/maxi)								
Fil souple sans embout	1 ou 2 conducteurs	mm ²	1/2,5					
Fil souple avec embout	1 ou 2 conducteurs	mm ²	1/2,5					
Fil rigide sans embout	1 ou 2 conducteurs	mm ²	1/2,5					
Couple de serrage		N.m	1,7					
Raccordement sur bornes à ressort (Sections mini/maxi)								
Fil souple sans embout	1 ou 2 conducteurs	mm ²	1/2,5					
Fil souple avec embout	1 ou 2 conducteurs	mm ²	1/2,5					

Références : pages 24514/2 et 24514/3 Encadrements : pages 24534/2 à 24534/4 Schémas : page 24534/5

TP3
9/18

Protections des départs-moteur

Ressource

Extrait du catalogue Schneider Electric

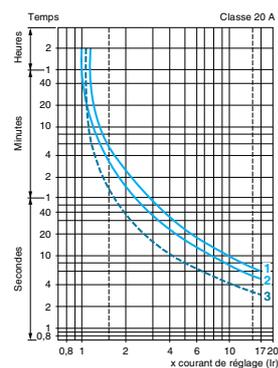
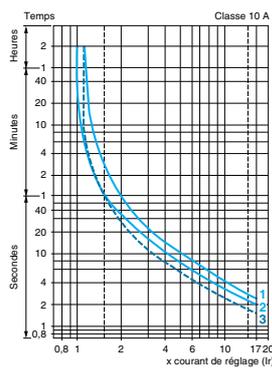
Caractéristiques

Constituants de protection TeSys
Relais tripolaires de protection thermique
modèle d

Type de relais	LRD 01 ...16, LR3 D01 ...D16	LR2 D15●●	LRD 21 ...35, LR3 D21 ...D35	LR2 D25●●	LRD 3322 ...33696 LR3 D3322 ...D3696	LR2 D35●●	LRD 4365 ...4369	
Classe de déclenchement Selon UL 508, IEC 60947-4-1	10 A	20	10 A	20	10 A	20	10 A	
Tension assignée d'isolement Selon IEC 60947-4-1 (Ui)	V 690	690	V 600	600	1000	600	1000	
Tension assignée de tenue aux chocs (Uimp)	kV 6	6	kV 6	6	6	6	6	
Limites de fréquence Du courant d'emploi	Hz 0...400	0...400	Hz 0...400	0...400	0...400	0...400	0...400	
Domaine de réglage Selon modèle	A 0,1...13	12...38	A 0,1...13	12...38	17...104	80...140	80...140	
Raccordement sur vis-étriers (Sections mini/maxi)								
Fil souple sans embout 1 conducteur	mm ² 1,5/10	1,5/10	Fil souple avec embout 1 conducteur	mm ² 1/4	1/6	sauf LRD 21 : 1/4	4/35	4/35
Fil rigide sans embout 1 conducteur	mm ² 1/6	1,5/10	Fil rigide sans embout 1 conducteur	mm ² 1/6	1,5/10	sauf LRD 21 : 1/6	4/35	4/50
Couple de serrage	N.m 1,7	1,85	N.m 2,5	2,5	9	9	9	
Raccordement sur bornes à ressort (Sections mini/maxi)								
Fil souple sans embout 1 conducteur	mm ² 1,5/4	–	Fil souple sans embout 1 conducteur	mm ² 1,5/4	–	–	–	
Fil rigide sans embout 1 conducteur	mm ² 1,5/4	–	Fil rigide sans embout 1 conducteur	mm ² 1,5/4	–	–	–	
Caractéristiques de fonctionnement								
Compensation en température	°C - 20...+ 60	- 30...+ 60	°C - 20...+ 60	- 30...+ 60	- 30...+ 60	- 30...+ 60	- 20...+ 60	
Seuil de déclenchement Selon IEC 60947-4-1	A 1,14 ± 0,06 I _n		A 1,14 ± 0,06 I _n					
Sensibilité aux défauts de phases Selon IEC 60947-4-1			Déclenchement I 30 % de I _n sur une phase, les autres à I _n					

Courbes de déclenchement

Temps de fonctionnement moyen en fonction des multiples du courant de réglage



- 1 Fonctionnement équilibré, 3 phases, sans passage préalable du courant (à froid).
- 2 Fonctionnement sur les 2 phases, sans passage préalable du courant (à froid).
- 3 Fonctionnement équilibré 3 phases, après passage prolongé du courant de réglage (à chaud).

Références :
pages 24514/2 et 24514/3Encombrements :
pages 24534/ 2 à 24534/4Schémas :
page 24534/5

24516-FR_Ver3.0.fm/3

Extrait du catalogue Schneider Electric

Constituants de protection

Disjoncteurs-moteurs magnétiques types GV2-L et GV2-LE

Références



Caractéristiques :
pages 21041/2 à 21041/13
Encombrements :
page 21043/2
Schémas :
page 21043/5



GV2-L

Disjoncteurs magnétiques GV2-L

Commande par bouton rotatif

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3						Calibre de la protection magnétique	Courant de déclenchement Id ± 20 %	Associer avec le relais thermique	Référence	Masse
230 V	415 V	440 V	500 V	690 V						
kW	kW	kW	kW	kW	A	A			kg	
0,06	0,09	0,09 0,12	-	-	0,4	5	LR2-D1303	GV2-L03	0,330	
-	0,12 0,18	0,18	-	0,37	0,63	8	LR2-D1304	GV2-L04	0,330	
0,09 0,12	0,25 0,37	0,25 0,37	0,37	0,55	1	13	LR2-D1305	GV2-L05	0,330	
0,18 0,25	0,37 0,55	0,37 0,55	0,37 0,55	0,75 1,1	1,6	22,5	LR2-D1306	GV2-L06	0,330	
0,37	0,75 1,1	0,75 1,1	1,1	1,5	2,5	33,5	LR2-D1307	GV2-L07	0,330	
0,55 0,75	1,1 1,5	1,5	1,5 2,2	2,2 3	4	51	LR2-D1308	GV2-L08	0,330	
1,1	2,2	2,2 3	3	4	6,3	78	LR2-D1310	GV2-L10	0,330	
1,5	3	-	4	5,5	10	138	LR2-D1312	GV2-L14	0,330	
2,2	4	4	5,5	7,5	10	138	LR2-D1314	GV2-L14	0,330	
2,2 3	5,5	5,5	7,5	9 11	14	170	LR2-D1316	GV2-L16	0,330	
4	7,5	7,5 9	7,5 9	11 15	18	223	LR2-D1321	GV2-L20	0,330	
5,5	9 11	11	11 15	18,5 22	25	327	LR2-D1322	GV2-L22	0,330	

TP3
11/18

Protections des départs-moteur

Ressource

Extrait du catalogue Schneider Electric

Constituants de protection

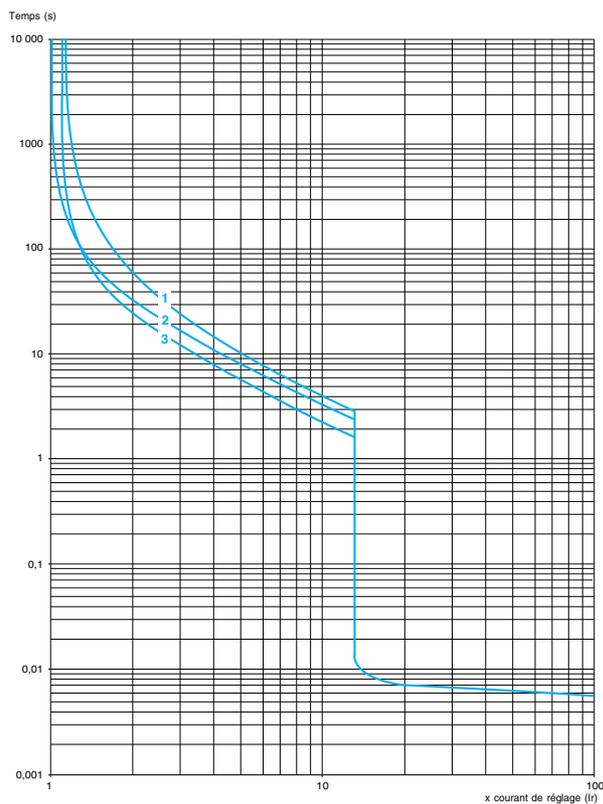
Disjoncteurs-moteurs magnétiques types GV2-L et GV2-LE

Références :
pages 21042/2 et 21042/3
Encombrements :
page 21043/2
Schémas :
page 21043/5

Courbes

Courbes de déclenchement du GV2-L ou LE associé à un relais LR2-D13 ou LR2-K

Temps moyen de fonctionnement à 20°C en fonction des multiples du courant de réglage



- 1 3 pôles à froid
- 2 2 pôles à froid
- 3 3 pôles à chaud

Extrait du catalogue Schneider Electric

Constituants de protection

Disjoncteurs-moteurs magnéto-thermiques types GV2-M et GV2-P

Caractéristiques :
pages 21021/2 à 21021/13
Encombrements :
pages 21023/2 et 21023/3
Schémas :
page 21023/5

Références



Disjoncteurs magnéto-thermiques GV2-P



GV2-P

Commande par bouton rotatif

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-3					Plage de réglage des déclencheurs thermiques	Courant de déclenchement magnétique Id ± 20 %	Référence	Masse
220 V	415 V	440 V	500 V	690 V				
kW	kW	kW	kW	kW	A	A		kg
-	-	-	-	-	0,1...0,16	1,5	GV2-P01	0,350
-	0,06	0,06	-	-	0,16...0,25	2,4	GV2-P02	0,350
0,06	0,09	0,09 0,12	-	-	0,25...0,40	5	GV2-P03	0,350
-	0,12	0,18 0,18	-	0,37	0,40...0,63	8	GV2-P04	0,350
0,09	0,25	0,25 0,37	0,37	0,55	0,63...1	13	GV2-P05	0,350
0,18	0,37	0,37 0,55	0,37	0,75 1,1	1...1,6	22,5	GV2-P06	0,350
0,37	0,75	0,75 1,1	1,1	1,5	1,6...2,5	33,5	GV2-P07	0,350
0,55	1,1	1,5 1,5	1,5	2,2 3	2,5...4	51	GV2-P08	0,350
1,1	2,2	2,2 3	3	4	4...6,3	78	GV2-P10	0,350
1,5	3	4	4	5,5 7,5	6...10	138	GV2-P14	0,350
2,2	5,5	5,5 7,5	7,5	9 11	9...14	170	GV2-P16	0,350
4	7,5	7,5 9	9	15	13...18	223	GV2-P20	0,350
5,5	9	11 11	11	18,5	17...23	327	GV2-P21	0,350
5,5	11	11	15	22	20...25	327	GV2-P22	0,350

TP3
13/18

Protections des départs-moteur

Ressource

Extrait du catalogue Schneider Electric

Constituants de protection

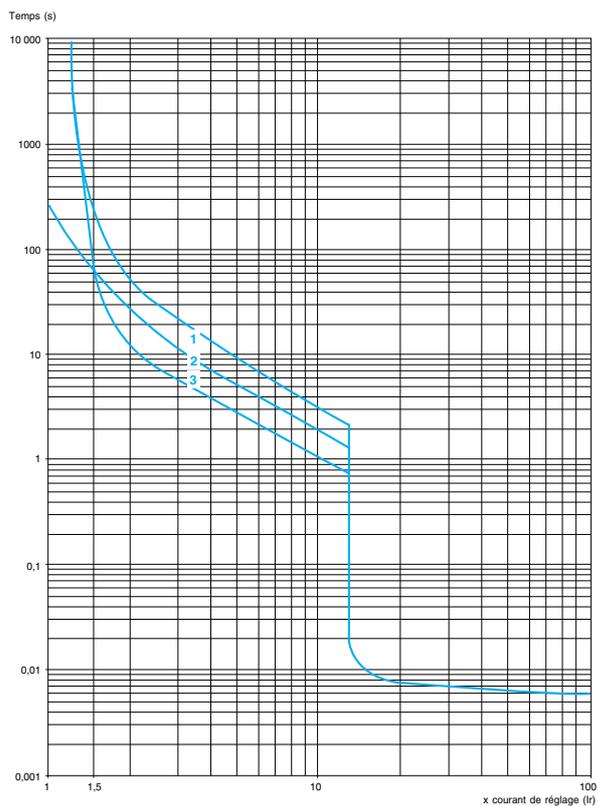
Disjoncteurs-moteurs magnéto-thermiques types GV2-M et GV2-P

Références :
pages 21022/2 et 21022/3
Encombrements :
pages 21023/2 et 21023/3
Schémas :
page 21023/5

Courbes

Courbes de déclenchement magnéto-thermique des GV2-M et GV2-P

Temps moyen de fonctionnement à 20 °C en fonction des multiples du courant de réglage



- 1 3 pôles à froid
- 2 2 pôles à froid
- 3 3 pôles à chaud

Extrait du catalogue Schneider Electric

Démarrateurs et équipements nus

Généralités :
pages 21151/2 à 21151/7
Choix :
pages 21152/2 à 21152/5
Caractéristiques :
pages 21153/2 à 21153/9
Encombrements et schémas :
pages 21009/2 à 21011/5

Contacteurs-disjoncteurs et inverseurs integral 18
pour commande et protection des moteurs (produits à assembler par vos soins)

Références



LD1-LB030

Contacteurs-disjoncteurs tripolaires sans module de protection (1)

Puissances normalisées des moteurs triphasés en AC-43					Courant d'emploi	Pouvoir de coupure (Iq) pour Ue ≤ 415 V	Référence de base (3) à compléter par le repère de la tension (2) du circuit de commande	Tensions usuelles	Masse	
220 V	400 V	480 V	600 V	240 V	415 V	440 V	525 V	690 V	kA	kg
kW	kW	kW	kW	kW	A					

Sectionnement par pôles principaux et consignation

Bouton noir									
4	9	9	9	15	18	50	LD1-LB030	B E F M Q	0,650

Contacteurs-disjoncteurs-inverseurs tripolaires sans module de protection (1)

Sectionnement par pôles principaux et consignation

Bouton noir (VDE 0113)									
4	9	9	9	15	18	50	LD5-LB130	B E F M Q	1,600



LD5-LB130

Modules de protection magnéto-thermiques (compensés et différentiels pour moteurs à démarrage normal) (5)

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-43					Réglage de la protection thermique (Irth mini à Irth maxi)	Référence	Masse			
220 V	400 V	480 V	600 V	240 V	415 V	440 V	525 V	690 V	A	kg
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW		

Protection magnétique fixe, réglée à 15 Irth maxi

★	★	★	★	★	0,1...0,16				LB1-LB03P01	0,250
★	0,06	★	★	★	0,16...0,25				LB1-LB03P02	0,250
0,06	0,09	★	★	★	0,25...0,4				LB1-LB03P03	0,250
★	0,12	★	★	0,37	0,4...0,63				LB1-LB03P04	0,250
	0,18									
0,09	0,12	0,25	0,37	0,37	0,55	0,63...1			LB1-LB03P05	0,250
0,18	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1...1,6			LB1-LB03P06	0,250
0,37	0,75	1,1	1,1	1,5	1,6...2,5				LB1-LB03P07	0,250
0,55	1,1	1,5	2,2	3	2,5...4				LB1-LB03P08	0,250
0,75	1,5									
1,1	2,2	2,2	3,7	4	4...6				LB1-LB03P10	0,250
1,5	3	4	5,5	7,5	6...10				LB1-LB03P13	0,250
2,2	4									
3	5,5	7,5	10	11	10...16				LB1-LB03P17	0,250
	7,5									
4	9	9	11	15	12...18				LB1-LB03P21	0,250

LB1-LB03P6



★ Il n'existe pas de puissance normalisée pour ces moteurs.
(1) Pour fonctionner, l'appareil doit être équipé d'un module de protection à commander séparément, voir ci-dessus.
(2) Tensions du circuit de commande existantes (délai variable, consulter notre agence régionale).

Volts	24	36	42	48	110	120	220	230	240	380	415	440	480	500	600	660
-------	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

50 Hz	LD-LB	B	-	D	E	F	-	M	P/PU7	U	Q	N	R	-	S	-	Y
60 Hz	LD-LB	BC	CC	-	D	K	FC	LC	MC	MC/PU7	-	-	Q	N	-	S	-
== (4)	LD-LB	BD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(3) Certifié UL 508 "type E" (SPCD) en 347/600 V, d'origine.
(4) En ==, l'appareil est livré, avec 1 ou 2 convertisseurs de tension insensibles aux parasites (2 pour l'inverseur).
(5) Modules certifiés UL et CSA.

TP3
15/18

Protections des départs-moteur

Ressource

Extrait du catalogue Schneider Electric

Démarrateurs et équipements nus

Généralités :
pages 21151/2 à 21151/7
Choix :
pages 21152/2 à 21152/5
Caractéristiques :
pages 21153/2 à 21153/9
Encombrements et schémas :
pages 21009/2 à 21011/5

Contacteurs-disjoncteurs et inverseurs integral 18
pour commande et protection des moteurs (produits livrés assemblés)
Tension de commande : 220 V, 50 Hz

Références

Contacteurs-disjoncteurs tripolaires avec module de protection magnéto-thermique



LD3-LB130M●●

Puissances normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz en catégorie AC-43					Réglage de la protection thermique (I _{rh} mini à I _{rh} maxi)	Pouvoir de coupure (I _q) pour U _e ≤ 415 V	Référence	Masse
220 V	400 V	480 V	600 V	690 V				
kW	kW	kW	kW	kW	A	kA		kg
0,09 0,12	0,25	0,37	0,37	0,55	0,63...1	≥ 130	LD3-LB130M05	0,900
0,18 0,25	0,37 0,55	0,55	0,75	1,1	1...1,6	≥ 130	LD3-LB130M06	0,900
0,37	0,75	1,1	1,1	1,5	1,6...2,5	≥ 130	LD3-LB130M07	0,900
0,55 0,75	1,1 1,5	1,5	2,2	3	2,5...4	≥ 130	LD3-LB130M08	0,900
1,1	2,2	2,2	3,7	4	4...6	≥ 130	LD3-LB130M10	0,900
1,5 2,2	3 4	4	5,5	7,5	6...10	50	LD3-LB130M13	0,900
3	5,5 7,5	7,5	10	11	10...16	50	LD3-LB130M17	0,900

Extrait du catalogue Schneider Electric

Démarrateurs et équipements nus

Généralités :
pages 21151/2 à 21151/7

Choix :
pages 21152/2 à 21152/5

Références :
pages 21154/2 à 21154/11

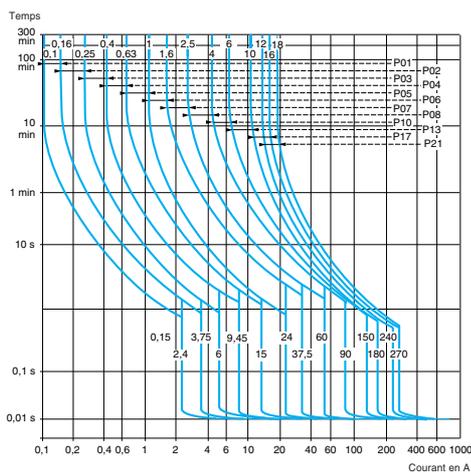
Encombrements et schémas :
pages 21009/2 à 21011/5

Contacteurs-disjoncteurs et inverseurs integral 18

Choix du module de protection d'après les courbes de déclenchement

Protection des moteurs

Par modules magnéto-thermiques (1) **LB1-LB03P**

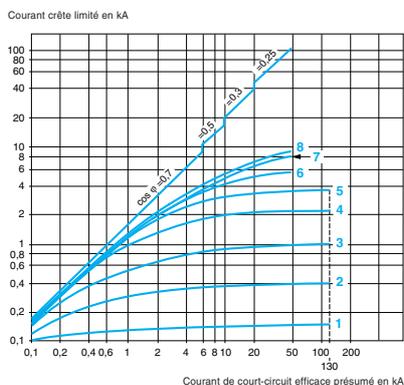


(1) Protection thermique : les temps de fonctionnement moyens donnés par les courbes ci-contre s'entendent à température ambiante de 20 °C, sans passage préalable du courant (à froid). Les temps de fonctionnement moyens après passage prolongé du courant de réglage (à chaud) peuvent en être déduits par l'application d'un coefficient de 0,5.

Limitation du courant et de la contrainte thermique sur court-circuit

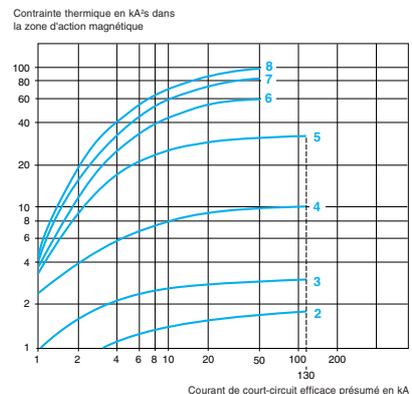
Triphasé 400/415 V, 50 Hz

Limitation du courant sur court-circuit



- | | |
|---------------|-------------|
| 1 0,63...1 A | 5 4...6 A |
| 2 1...1,6 A | 6 6...10 A |
| 3 1,6...2,5 A | 7 10...16 A |
| 4 2,5...4 A | 8 12...18 A |

Limitation de la contrainte thermique sur court-circuit

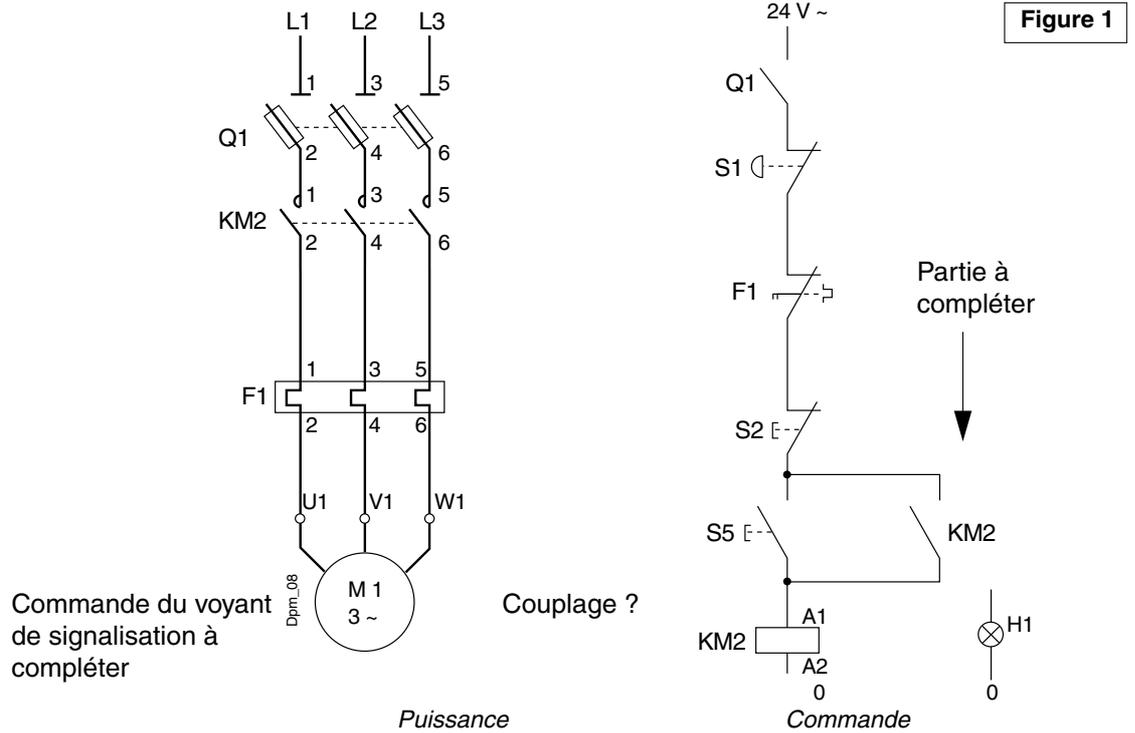


TP3
17/18

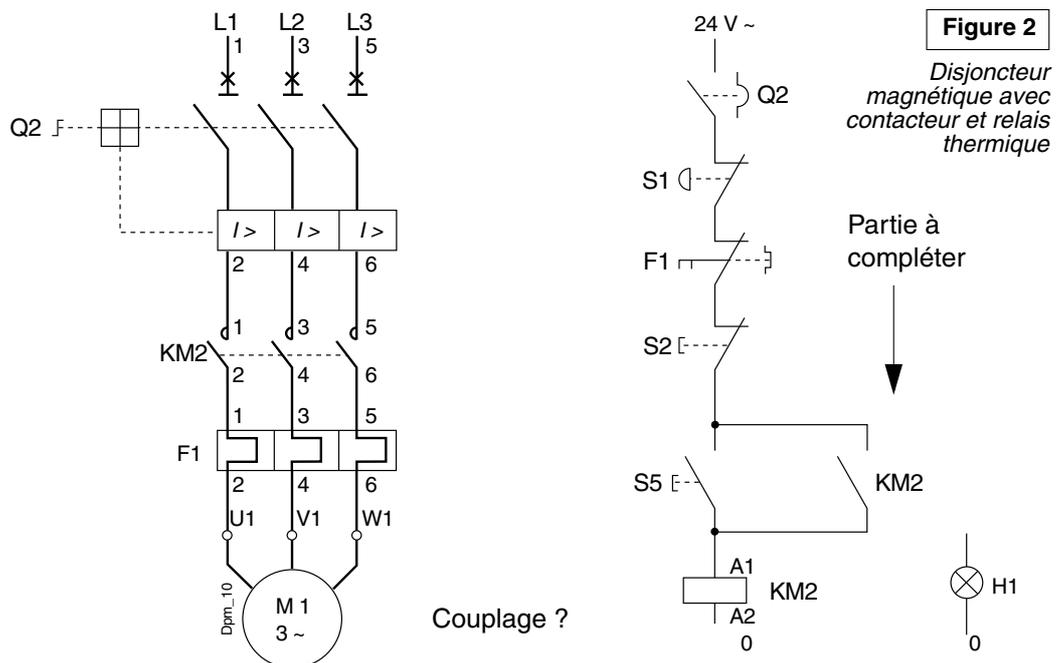
Protections des départs-moteur

Ressource

□ Association sectionneur-fusibles, contacteur, relais thermique



□ Associations d'appareils aux fonctions multiples



TP3 18/18	Protections des départs-moteur	Ressource
----------------------	---------------------------------------	------------------

☐ Associations d'appareils aux fonctions multiples (suite)

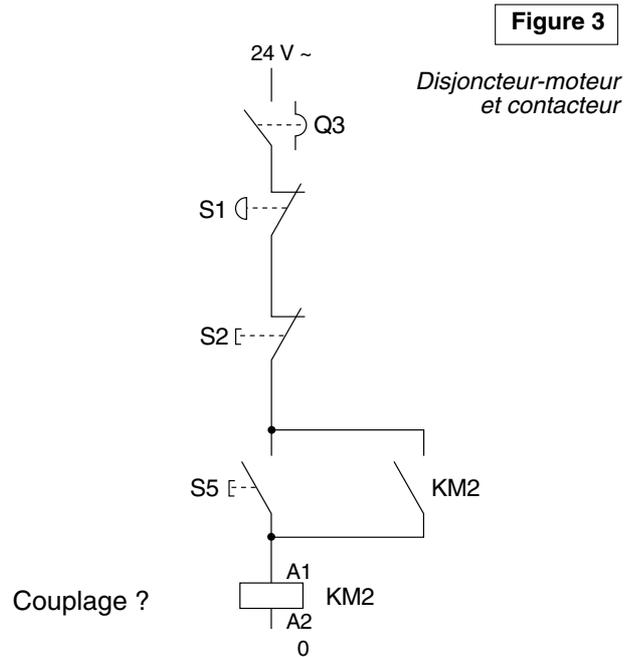
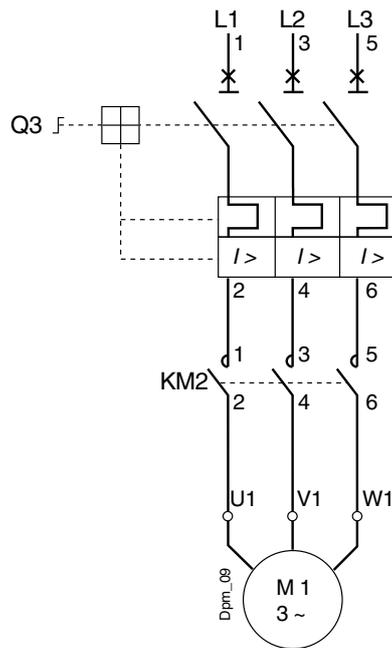
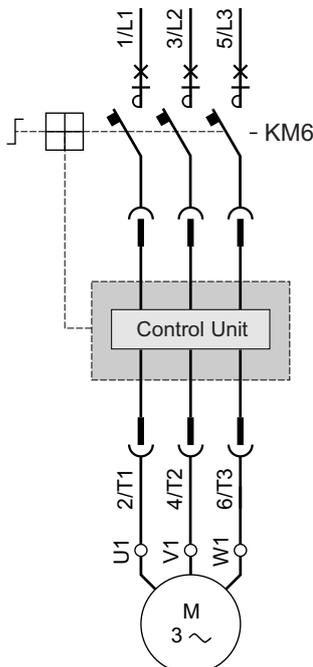


Figure 3

Disjoncteur-moteur et contacteur

☐ Schéma démarreur-contrôleur Tésys U



☐ Schéma d'un contacteur-disjoncteur intégral

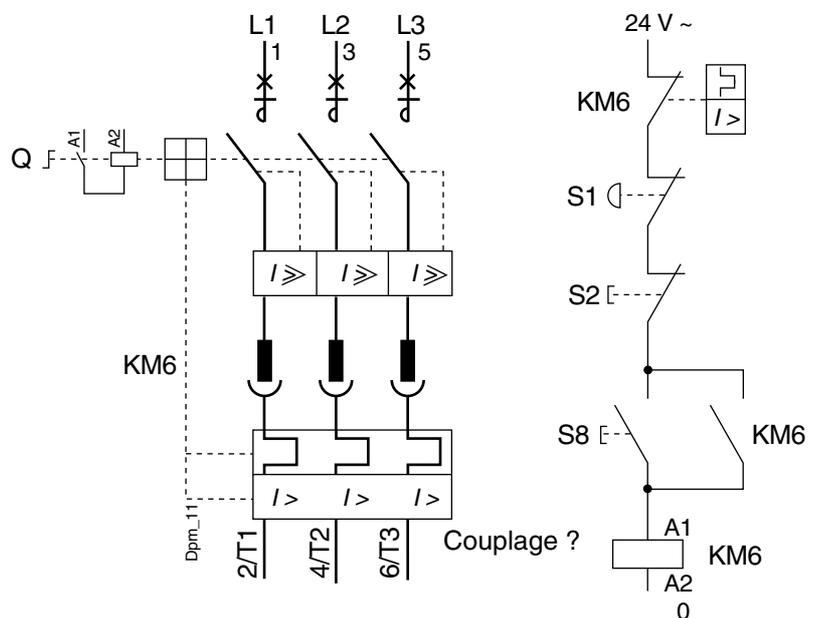
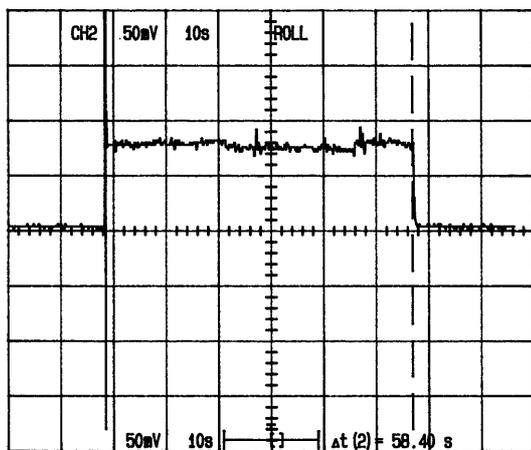


Figure 4

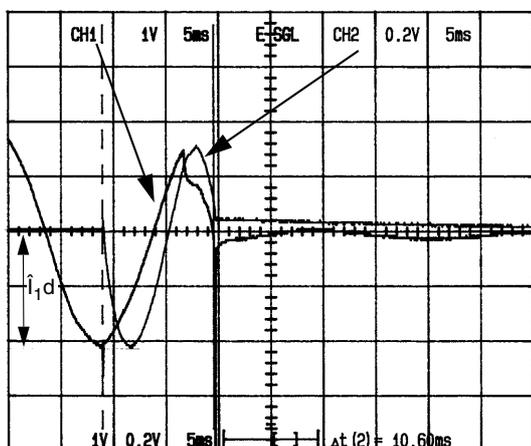
TP3
1/3

Protections des départs-moteur

Correction

a ■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : relais thermique.CH2 = $i_1(t)$ mode RMSTemps de déclenchement : $t_d \approx 58 \text{ s}$ Donnée constructeur $t_d \approx 1 \text{ mn}$ (temps moyen à chaud pour $1,5 \times i_{r,th}$ - fonctionnement équilibré sur 3 phases) Le paramètre surveillé par la protection thermique est la température des enroulements : *mesure indirecte!* Cartouches fusibles \rightarrow protection contre les courts-circuits.mise ss/tension
circuit commandedécl. protection
thermique**b** ■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : disjoncteur magnétique.

(disjoncteur magnétique «STARTER» GV2L06)

CH1 : $v_{1n}(t)$ CH2 : $i_1(t)$ Temps de déclenchement $t_d \approx 10,6 \text{ ms}$ Note : valeur constructeur $t_d = 7 \text{ ms}$ Condition : $6,2 \Omega$ entre ph1 et ph2 Avantage : réarmement du disjoncteur magnétique après défaut, donc pas de remplacement d'élément fusible.

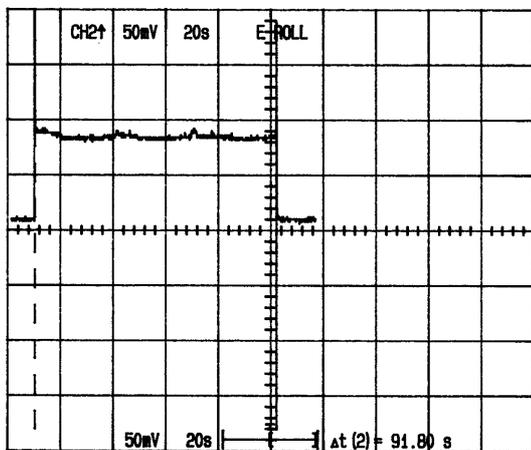
TP3
2/3

Protections des départs-moteur

Correction

C ■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : disjoncteur magnéto-thermique. (disjoncteur-moteur GV2P06)

□ Partie thermique.



CH2 = $i_1(t)$ mode RMS

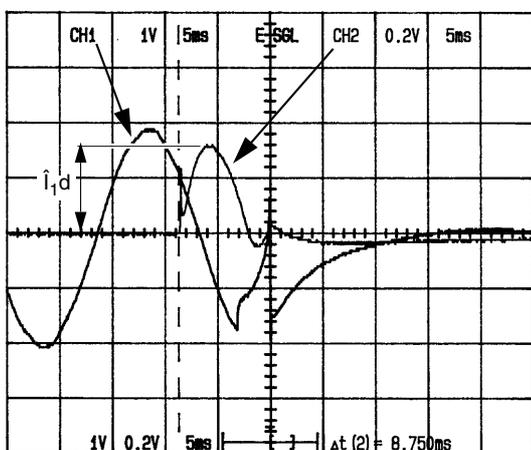
Réglage à 1 A pour 1,5 A

Temps de déclenchement : $t_d \approx 92$ s

Note : valeur constructeur $t_d \approx 60$ s (courbe 3 - pôles à chaud)

↑ mise ss/tension circuit commande ↑ décl. protection thermique

□ Partie magnétique.



CH1 : $v_{1n}(t)$ CH2 : $i_1(t)$

Temps de déclenchement $t_d \approx 8,7$ ms

Note : valeur constructeur $t_d = 7$ ms

□ Condition : 6,2 Ω entre ph1 et ph2

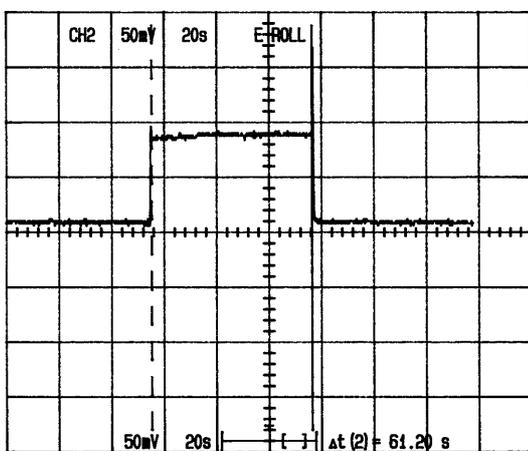
TP3
3/3

Protections des départs-moteur

Correction

d ■ Validation des conditions de fonctionnement des protections : contacteur-disjoncteur intégral.

□ Partie thermique.

CH2 = $i_1(t)$ mode RMS

Réglage à 1 A pour 1,5 A

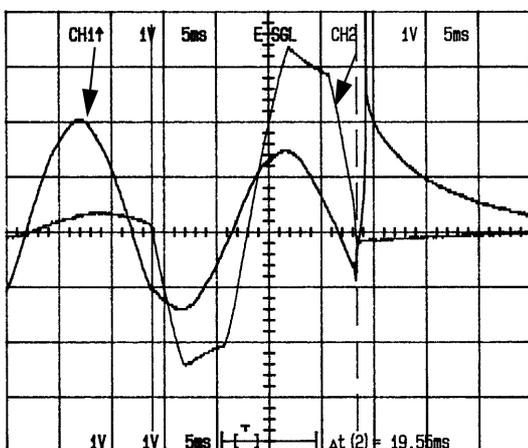
Temps de déclenchement : $t_d \approx 61$ sValeur constructeur : $t_d \approx 2 \text{ mn} \times 0,5^* = 1 \text{ mn}$

(*) : 0,5 = coefficient donnant le temps moyen après passage prolongé du courant (à chaud) - voir document ressources.

↑ mise ss/tension circuit commande

↑ décl. protection thermique

□ Partie magnétique.

CH1 : $v_{1n}(t)$ CH2 : $i_1(t)$ Temps de déclenchement $t_d \approx 19,5 \text{ ms}$ Note : valeur constructeur $t_d < 10 \text{ ms}$ □ Condition : $6,2 \Omega$ entre ph1 et ph2

TP4 1/4		Protections des départs-moteur	Énoncé
--------------------	--	---------------------------------------	---------------

Niveau Première GE STI **Durée** 6 H

Références du programme

- **Objectif terminal :**
Justifier le choix du modulateur (variateur, démarreur, gradateur) associé au convertisseur d'énergie.
Analyser le circuit de puissance du modulateur et tester son bon fonctionnement
- **Contenu :**
Fonction convertir l'énergie

Objectifs de séance

- Choisir un départ-moteur suivant l'application (fonction démarrage).
- Mettre en œuvre le démarreur :
 - direct avec inversion du sens de rotation,
 - étoile-triangle.

Acquis préalables

- Décodage d'un schéma électrique.
- Connaissance des appareillages de commande et de protection utilisés dans les départs-moteurs.
- Utilisation des appareils de mesure (oscilloscope numérique, sonde différentielle, pince ampèremétrique).
- Machine asynchrone.

Savoirs nouveaux Critères de choix et mode de démarrage des machines asynchrones.

Travail demandé Voir doc. TP N°4 Énoncé 1/3 à 3/3

Données et conditions d'acquisition En salle d'essais de système, travail en binôme, en possession des documents Ressources (doc. TP N°4 Ressources 1/6 à 6/6).

Critères d'évaluation Voir doc. TP N°4 Énoncé 3/3
(les critères sont laissés à l'appréciation du professeur)

TP4 2/4		Protections des départs-moteur	Enoncé
--------------------	--	---------------------------------------	---------------

a Démarrage direct et inversion du sens de rotation d'une machine asynchrone

■ **Départ -moteur : Barrière d'entrée pour véhicules automobiles**

(document ressources 2/6)

- 1 - Justifier, à l'aide du document ressources 1/6, la solution retenue pour le départ-moteur dans cette application.
- 2 - Comment est obtenue l'inversion du sens de rotation du moteur asynchrone ?
- 3 - Compléter, sur le document ressources 2/6, le schéma de puissance permettant d'inverser le sens de rotation du moteur.

■ **Mise en œuvre du départ-moteur et analyse du circuit de puissance**

le poste étant consigné

- 4 - Réaliser le câblage complet des schéma de puissance et de commande fournis sur le document ressources 2/6.

en présence du professeur

- 5 - Justifier le couplage choisi pour la machine, régler la protection thermique et tester le fonctionnement du départ-moteur.
 Quel paramètre permet de vérifier l'inversion du sens de rotation de la machine asynchrone ?
- 6 - Mesurer la tension U aux bornes d'un bobinage machine et l'intensité du courant absorbé $I_1(A)$ par la machine.

TP4
3/4

Protections des départs-moteur

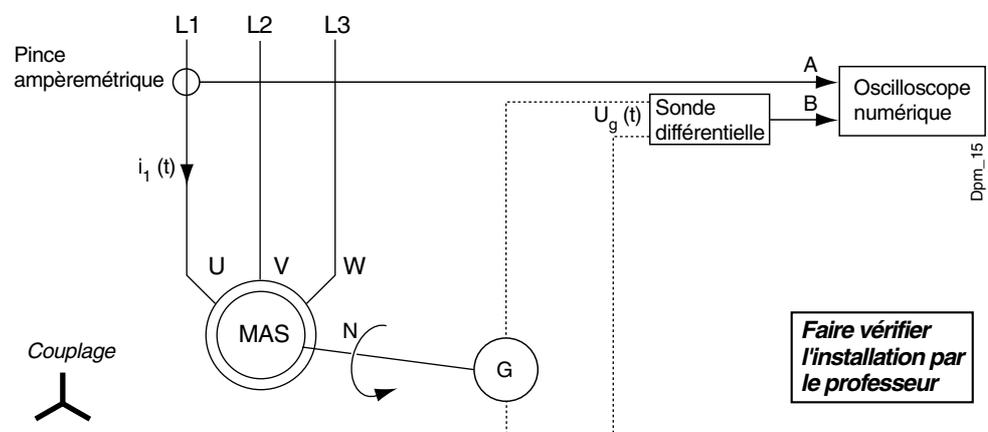
Enoncé

■ Réduction de l'appel de courant au démarrage (couplage étoile)

Note : Mettre le moteur en charge

le poste étant consigné

7 - Procéder à l'installation des appareils de mesures suivant schéma ci-dessous.



8 - Relever l'allure des signaux $i_1(t)$ et $u_g(t)$ durant la phase de démarrage à l'aide de l'oscilloscope numérique.

9 - Mesurer la tension V aux bornes d'un bobinage machine et l'intensité du courant absorbé $I_1(A)$ par la machine.

10- Analyse des relevés du paragraphe 8 :

(voir les mesures en couplage Δ ci-contre)

Indiquer sur le relevé la durée de mise en vitesse (t_a) de la machine puis estimer sa valeur.

Indiquer sur le relevé la pointe de courant au démarrage puis estimer son intensité $I_{D\Delta}$ (A).

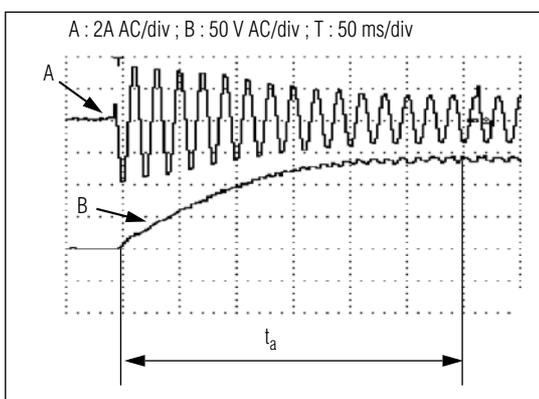
Calculer le rapport $I_{D\Delta} / I_{D\lambda}$ (Rappel : $I_{D\Delta} = 2,8$ A).

Calculer les rapport $I_{N\Delta} / I_{N\lambda}$ et U / V .

Justifier les rapports obtenus pour $I_{D\Delta} / I_{D\lambda}$ et $I_{N\Delta} / I_{N\lambda}$.

Quel paramètre important est affecté par l'alimentation sous tension réduite du moteur au démarrage ? dans quelle proportion ?

Quelle est l'influence sur la durée de mise en vitesse de la machine ?



TP4 4/4	Protections des départs-moteur	Enoncé
--------------------	---------------------------------------	---------------

b Démarrage étoile-triangle

■ **Départ-moteur : Ventilation d'un parking**

(document ressources 4/6)

1 - Justifier, à l'aide des documents ressources 3/6 à 6/6, la solution retenue pour le départ-moteur dans cette application.

■ **Mise en œuvre du départ-moteur et analyse du circuit de puissance.**

le poste étant consigné
en présence du professeur

2 - Réaliser le câblage complet des schéma de puissance et de commande fournis sur le document ressources 4/6.

3 - Régler la protection thermique et tester le fonctionnement du départ-moteur.

Barème d'évaluation :

a	■ Démarrage direct et inversion du sens de rotation d'une machine asynchrone	
	<input type="checkbox"/> Départ -moteur : Barrière d'entrée pour véhicules automobiles	..... / 4
	<input type="checkbox"/> Mise en œuvre du départ-moteur et analyse du circuit de puissance	..... / 10
	<input type="checkbox"/> Réduction de l'appel de courant au démarrage (couplage étoile)	..... / 16
b	■ Démarrage étoile-triangle	
	<input type="checkbox"/> Départ-moteur : Ventilation d'un parking	..... / 3
	<input type="checkbox"/> Mise en œuvre du départ-moteur et analyse du circuit de puissance.	..... / 7
Total		..... / 40

Barème à ajuster par le professeur

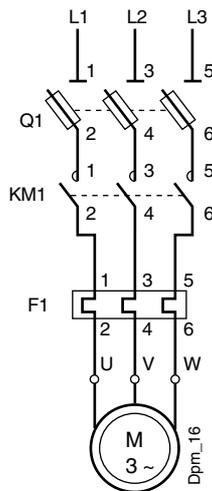
TP4
1/6

Protection des départs-moteur

Ressource

Démarrage direct : principe et cas d'utilisation**Avantages :**

- simplicité de l'appareillage
- couple de démarrage élevé
- démarrage rapide
- prix faible



■ **C'est le mode de démarrage le plus simple** dans lequel le stator est directement couplé sur le réseau. Le moteur démarre sur ses caractéristiques naturelles.

Au moment de la mise sous tension, le moteur se comporte comme un transformateur dont le secondaire, constitué par la cage du rotor très peu résistante, est en court-circuit. Le courant induit dans le rotor est important. Les courants primaire et secondaire étant sensiblement proportionnels, il en résulte un point de courant important sur le réseau :

I démarrage = 5 à 8 x I nominal,
le couple de démarrage étant en moyenne :
C démarrage = 0,5 à 1,5 x C nominal.

■ **Le démarrage direct ne convient que dans les cas où :**

- la puissance du moteur est faible par rapport à la puissance du réseau (limitation des perturbations dues à l'appel de courant),
- la machine entraînée ne nécessite pas une mise en vitesse progressive et comporte un dispositif mécanique (réducteur par exemple) qui évite un démarrage trop brutal,
- le couple de démarrage doit être élevé.

En revanche, chaque fois que :

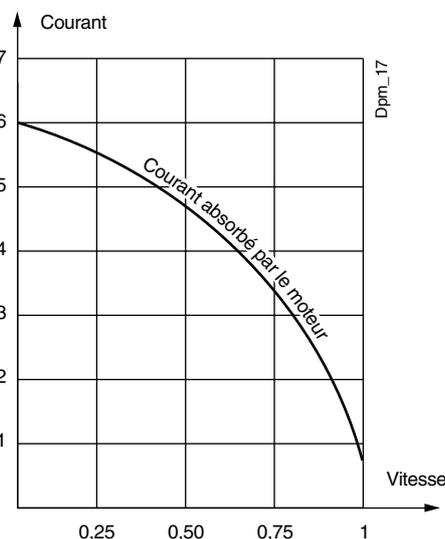
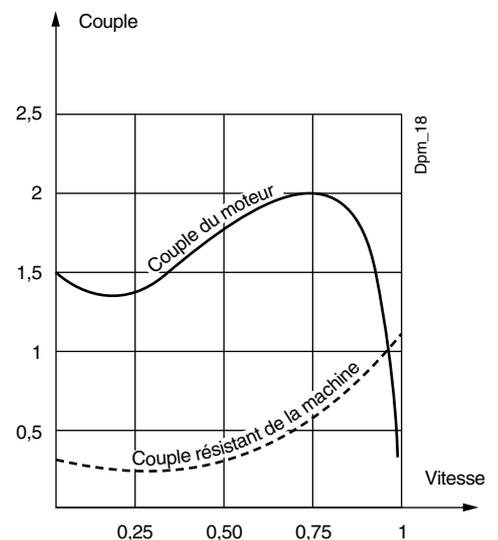
- l'appel de courant risque de perturber le bon fonctionnement d'autres appareils branchés sur la même ligne, ceci en raison de la chute de tension qu'il provoque,
- le confort ou la sécurité des utilisateurs est en cause (cas des escaliers mécaniques par exemple),

il devient nécessaire d'utiliser un artifice pour diminuer l'appel de courant ou le couple de démarrage. Le moyen le plus couramment utilisé consiste à démarrer le moteur sous tension réduite.

le courant de démarrage varie proportionnellement à la tension d'alimentation,

le couple de démarrage varie proportionnellement au carré de la tension d'alimentation.

Exemple : si la tension est divisée par $\sqrt{3}$, le courant est sensiblement divisé par $\sqrt{3}$, et le couple est divisé par 3.

Courant/vitesse en démarrage direct**Couple/vitesse en démarrage direct**

TP4
2/6

Protections des départs-moteur

Ressource

Départ-moteur direct inverseur : ■ Une barrière d'entrée pour véhicules automobiles

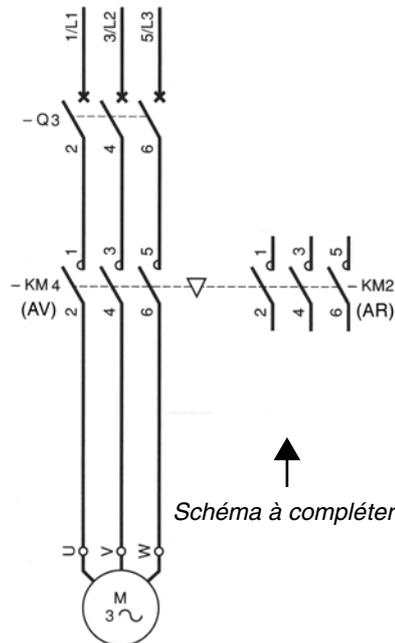


Schéma de puissance

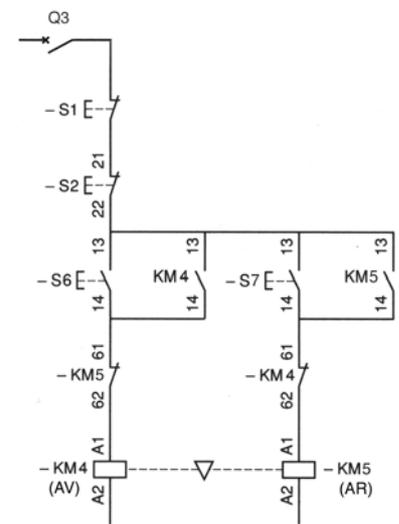


Schéma de commande

- Critères :**
- La barrière doit pouvoir fonctionner dans les deux sens.
 - Sa mécanique solide supporte des à-coups.

Caractéristiques du moteur : Soit un moteur asynchrone triphasé :

- tension réseau : 230 V / 400 V
- puissance ; 180 W
- courant nominal : 1,1 A
- 2 sens de rotation
- utilisation : 300 à 400 démarrages / jour

Pour manœuvrer une barrière, le départ-moteur direct doit comporter :

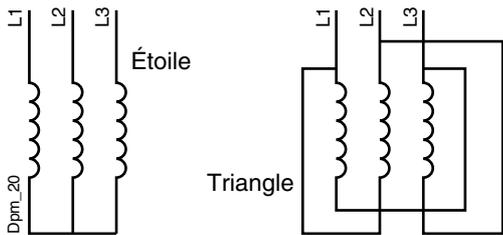
- un disjoncteur-moteur pour protéger contre les courts-circuits et les surcharges,
- deux contacteurs câblés en inverseurs pour que le moteur fonctionne dans les deux sens,
- un contrôle de présence par cellule photoélectrique qui autorise la fermeture de la barrière.

TP4
3/6

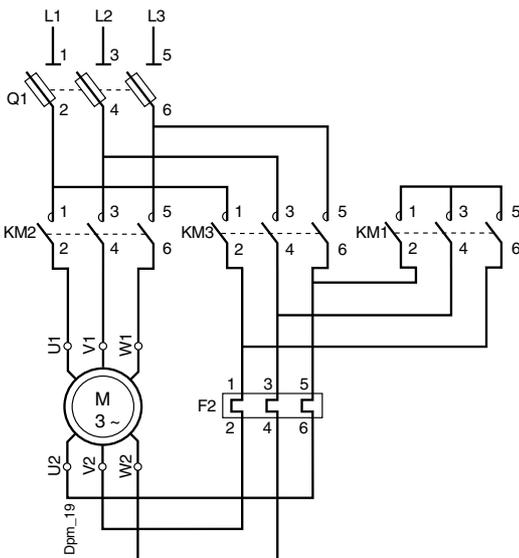
Protections des départs-moteur

Ressource

Démarrage étoile-triangle : principe et cas d'utilisation



Couplage des enroulements du moteur



Démarrage étoile-triangle

■ **Ce mode de démarrage** ne peut être utilisé qu'avec un moteur sur lequel les deux extrémités de chacun des trois enroulements statoriques sont ramenés sur la plaque à bornes.

Par ailleurs, le bobinage doit être réalisé de telle sorte que le couplage triangle corresponde à la tension du réseau : par exemple, pour un réseau triphasé 380 V, il faut un moteur bobiné en 380 V triangle et 660 V étoile.

■ Le principe consiste à démarrer le moteur en couplant ses enroulements en étoile sous la tension réseau, ce qui revient à diviser la tension nominale du moteur en étoile par $\sqrt{3}$ (dans l'exemple ci-dessus, la tension du réseau est 380 V = 660 V / $\sqrt{3}$).

□ La pointe de courant de démarrage est divisée par 3 :
 $I_d = 1,5 \text{ à } 2,6 I_n$

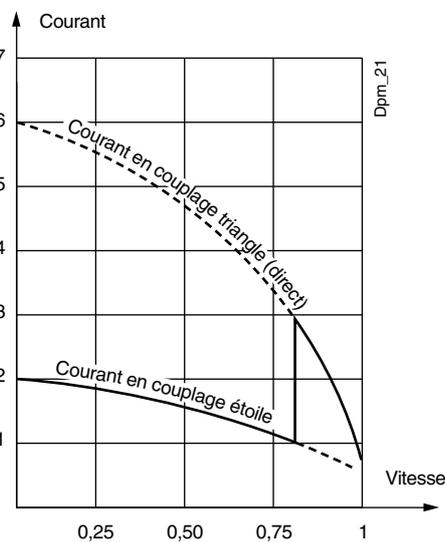
□ Le couple de démarrage étant proportionnel au carré de la tension d'alimentation, est lui aussi divisé par 3 :
 $C_d = 0,2 \text{ à } 0,5 C_n$

■ Le passage en triangle s'accompagne d'un point de courant transitoire très brève mais très importante, due à la f_{cem} du moteur

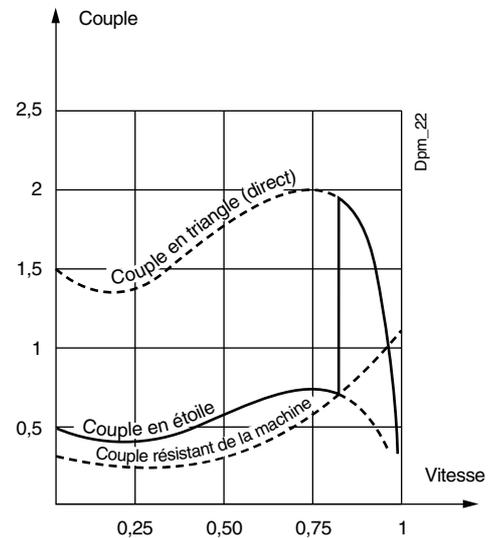
Le démarrage étoile-triangle convient aux machines qui ont un faible couple résistant, ou qui démarrent à vide.

Au delà d'une certaine puissance, il peut être nécessaire d'utiliser une variante pour limiter ces phénomènes transitoires, voire intégrer un démarreur statique du type Altistart.

Courant/vitesse en démarrage étoile-triangle



Couple/vitesse en démarrage étoile-triangle



TP4
4/6

Protections des départs-moteur

Ressource

Départ-moteur avec étoile-triangle : ■ Un ventilateur dans un parking

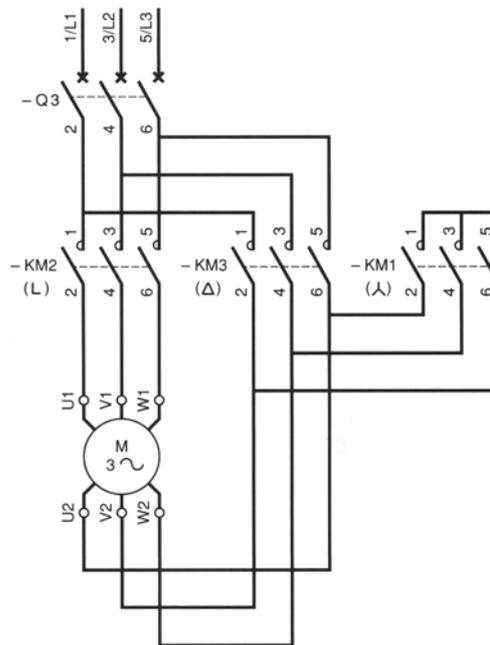


Schéma de puissance

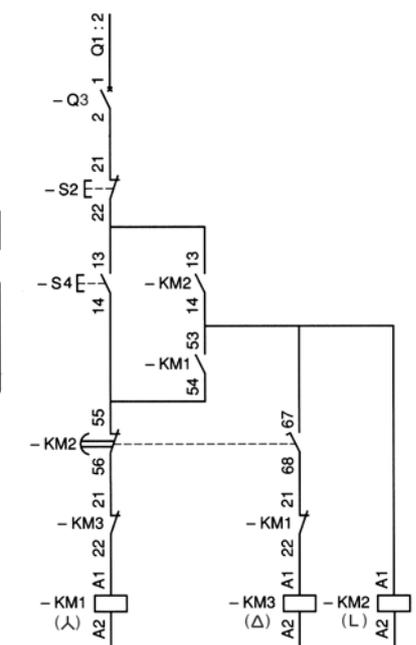


Schéma de commande

Critère : Démarrage avec un couple moteur faible.

Caractéristiques du moteur : Soit un moteur asynchrone triphasé à cage :

- tension réseau : 230 V / 400 V
- puissance ; 180 W
- courant nominal : 1,1 A
- 1 sens de rotation
- utilisation : 25 démarrages / jour

Le départ-moteur avec étoile-triangle nécessite :

- l'utilisation d'un moteur plaqué 690 V en couplage étoile et 400 V en couplage triangle,
- le raccordement des 6 conducteurs à la plaque à bornes du moteur,
- une temporisation spéciale pour passer du couplage étoile à triangle (type LA2-DS2).

Note : L'étoile-triangle limite le courant d'appel, évitant ainsi le déclenchement du disjoncteur de protection de ligne

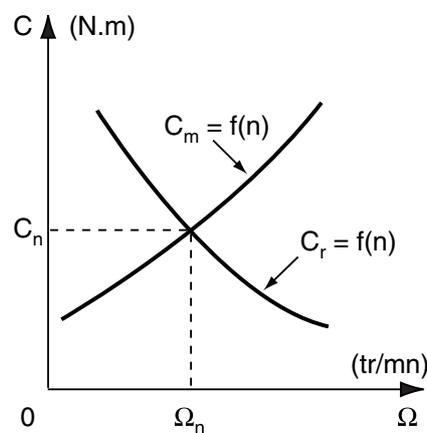
TP4
5/6

Protections des départs-moteur

Ressource

■ Couple moteur - Couple résistant

Le couple d'une machine varie généralement avec la vitesse ; c'est une caractéristique mécanique importante. Elle s'exprime par une courbe qui est de même expression pour le moteur et la machine entraînée.



À l'intersection des caractéristiques C_m et C_r , les couples sont égaux :

$$C_m = C_r$$

Il y a équilibre

Un moteur est caractérisé par un **couple moteur C_m** , une machine entraînée présente un **couple résistant C_r** .

■ Différentes allures de couples résistants :

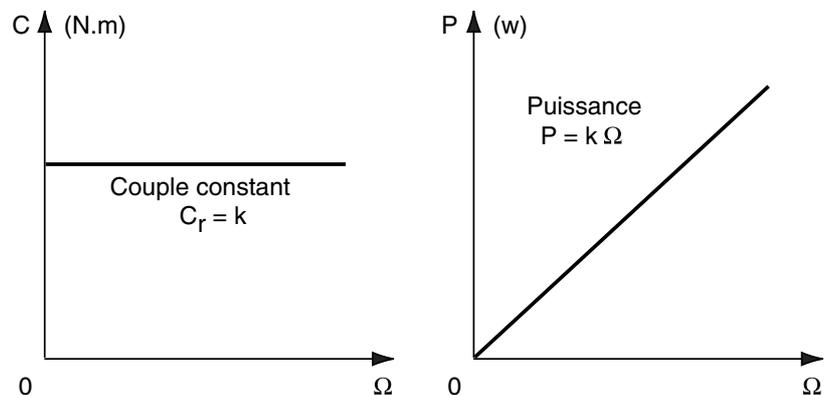
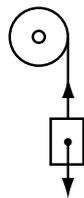
La caractéristique mécanique du couple en fonction de la vitesse constitue la photographie d'identité de la machine à entraîner.

Elle est relevée expérimentalement quand cela est possible ; dans le cas contraire, elle est assimilée à l'une des allures ci-après :

Couple constant

Le couple est indépendant de la vitesse, mais la puissance est proportionnelle à la vitesse.
(90% des cas)

- Levage
- Pompage

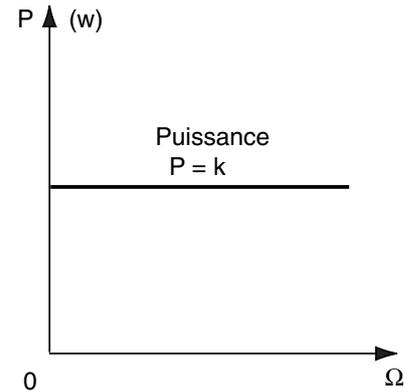
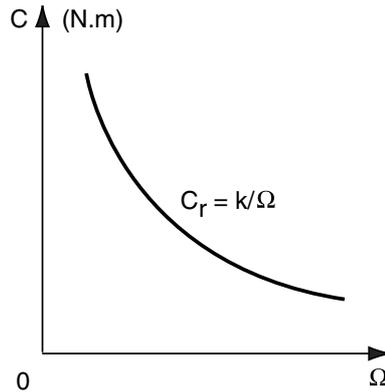
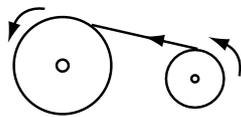


TP4 6/6	Protections des départs-moteur	Ressource
--------------------------	---------------------------------------	------------------

Puissance constante

Le couple est inversement proportionnel à la vitesse ;
c'est le cas des machines à enroulement et déroulement de tôles, par exemple.

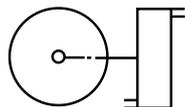
- Enrouleuse
- Compresseur en charge



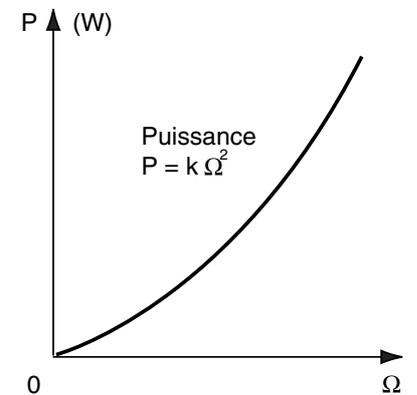
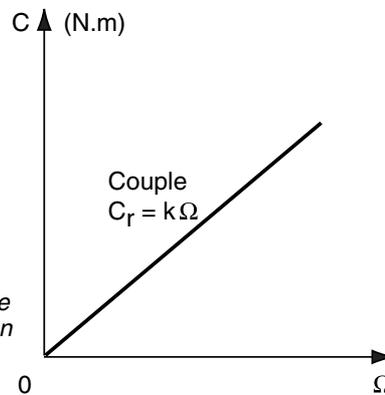
Couple proportionnel à la vitesse

C'est le cas, par exemple, des machines lentes travaillant par frottement telles que les pompes volumétriques à vis d'Archimède, les mélangeurs, etc...

- Pompes volumétriques



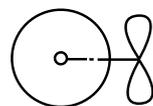
Note : Couple de démarrage faible, et ne présentant aucun problème.



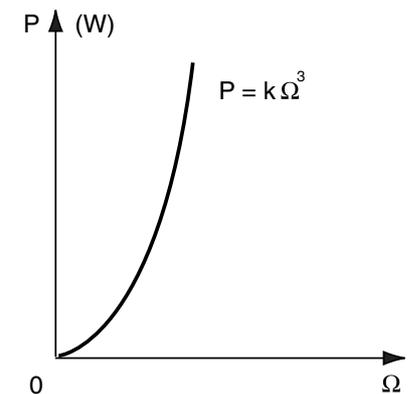
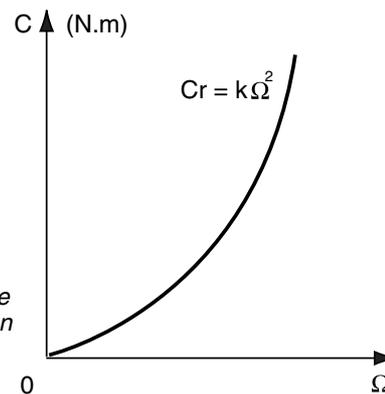
Couple proportionnel au carré de la vitesse

C'est le cas de toutes les machines soufflantes, ventilateurs, etc...

- Ventilateurs



Note : Couple de démarrage faible, et ne présentant aucun problème.



TP4
1/2

Protections des départs-moteur

Correction

a Démarrage direct et inversion du sens de rotation d'une machine asynchrone

4 - Choix du moteur :

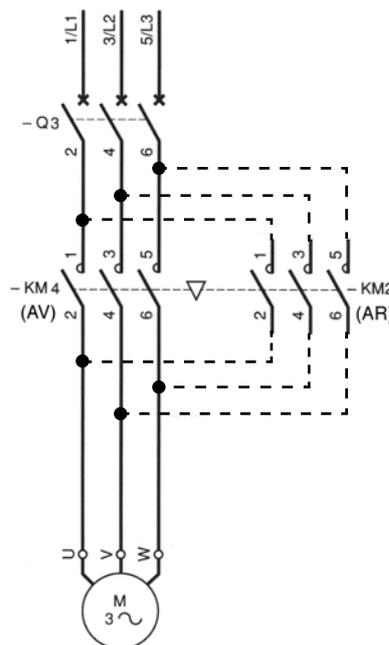
Démarrage direct : la machine entraînée ne nécessite pas de mise en vitesse progressive, et comporte un dispositif mécanique qui évite un démarrage brutal.

Mécanisme robuste supportant les à-coups.

Inverseur : la barrière doit pouvoir fonctionner dans les deux sens. —> la puissance moteur est faible par rapport à la puissance du réseau.

5 - L'inversion du sens de rotation s'obtient par permutation des deux phases.

6 - Schéma de l'inverseur :



5 - Couplage Δ ; protection thermique $I_{rth} = I_{N\Delta} = 1,1 \text{ A}$

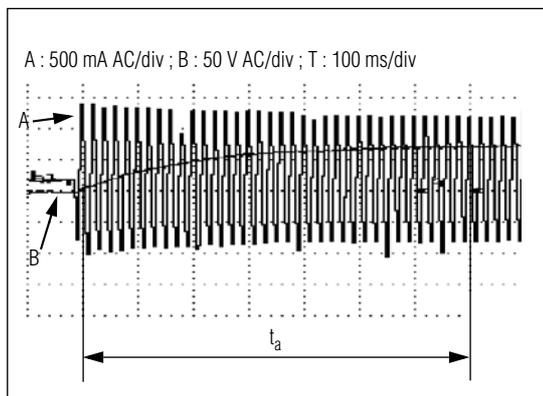
Vérification du sens de rotation : sens de déviation de l'intensité côté génératrice ($E = k.\Omega$)

6 - $U = 230 \text{ V}$; $I_1 = 1,1 \text{ A}$

TP4 1/2	Protections des départs-moteur	Correction
--------------------------	---------------------------------------	-------------------

8 - 9 - 10 - Couplage étoile

Relevé du courant moteur et de la tension génératrice : voir ci-contre.



□ $V = 133 \text{ V}$ (Voltmètre) ; $I_1 = 0,63 \text{ A}$ (Ampèremètre)

□ $t_a = 700 \text{ ms}$; $I_{D\Delta} = 0,85 \text{ A}$ (Oscilloscope)

□ Rappel : $I_{D\Delta} = 2,83 \text{ A}$

□ $I_{D\Delta} / I_{D\Delta} = 2,83 / 0,85 = 3$

→ le courant de démarrage est divisé par 3

□ $I_{N\Delta} / I_{N\Delta} = 1,1/0,63 \approx 1,74 \approx \sqrt{3}$

→ le courant absorbé est divisé par $\sqrt{3}$

$U/V = \sqrt{3}$ Alimentation du bobinage moteur sous tension simple V

□ Le couple moteur :

Il dépend du carré de la tension d'alimentation :

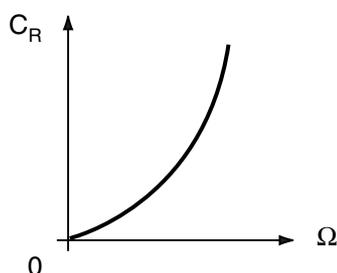
$$\frac{C_{U\text{reduit}}}{C_{U\text{nominal}}} = \left(\frac{U_{\text{reduit}}}{U_{\text{nominal}}} \right)^2 ; \text{ en } \Delta, \text{ il est donc :}$$

$$C_{U\Delta} = C_{U\Delta} \times (V/U)^2 = C_{U\Delta} \times (1/\sqrt{3})^2$$

$$C_{U\Delta} = C_{U\Delta} / 3 \rightarrow \text{le couple moteur est divisé par 3 !}$$

La machine démarrant sous couple moyen réduit (division par 3) le temps de mise en vitesse de la machine est plus important

b Démarrage étoile-triangle



Ventilateur → couple résistant de type parabolique $C_R = k \cdot \Omega^2$.

à $\Omega = 0 \rightarrow C_R = 0$

Le démarrage s'effectue donc à couple résistant nul (ou très faible)

Deux cas d'utilisation :

□ limitation de l'appel de courant au démarrage

□ contrôle de la mise en vitesse du mécanisme entraîné (accélération)



Schneider Electric France
Activité Didactique 3F
35 rue Joseph Monier
CS 30323
92506 Rueil Malmaison

Ce document est la propriété de Schneider
Didactique. Il ne peut être reproduit même
partiellement et par quelque procédé que ce soit,
sans son autorisation expresse.