
CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

SESSION 2004

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

GÉNIE ÉLECTROTECHNIQUE

(Classe de terminale STI)

ÉLECTROTECHNIQUE

ÉPREUVE D'ADMISSION

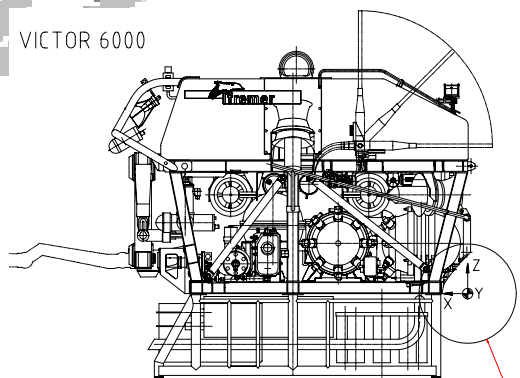
Durée : 2 heures

TP2

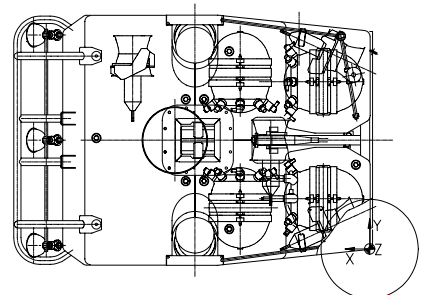
Essais en charge de propulseur

CONTENU DU TP :

- Mise en situation
- Préparation du banc de mesure
- Configuration du matériel
- Mise à l'eau
- Relevé de mesures
- Exploitation des résultats



ORIGINE COORDONNEES DEVIS DE POIDS



ORIGINE COORDONNEES DEVIS DE POIDS

IFREMER - CENTRE DE TOULON - LA SEYNE SUR MER

1. Mise en situation.

On dispose d'un équipement permettant d'effectuer les essais en charge d'un propulseur du VICTOR 6000.



Le propulseur est monté sur un châssis qui sera immergé à l'aide d'un palan. Un capteur de force permet de mesurer la traction exercée sur le câble. Le moteur du propulseur est alimenté par l'intermédiaire d'un variateur permettant de faire varier la force de poussée.

2. Objectifs pédagogiques.

2.1. Fonction « **Équiper un banc de mesures** ».

Préparer un équipement comportant un propulseur mû par un moteur asynchrone triphasé alimenté par l'intermédiaire d'un variateur de fréquence commandé par un PC.

Objectif poursuivi :

- **Déterminer** les dispositions mécaniques à adopter pour contrecarrer les efforts engendrés par le fonctionnement du propulseur.

2.2. Fonction « **Configurer un variateur de vitesse** ».

Modifier la configuration d'un variateur de fréquence pour réaliser les essais nécessaires aux relevés de mesures.

Objectif poursuivi :

- **Configurer** un variateur de fréquence pour l'adapter à un moteur, à l'alimentation et aux fonctionnements désirés.

2.3. Fonction « **Mesurer des grandeurs électriques et mécaniques** ».

Relever les indications fournies par les capteurs et appareils de mesures préalablement calibrés.

Objectif poursuivi :

- Effectuer les mesures permettant de définir les performances et les caractéristiques du propulseur étudié.

2.4. Fonction « **Exploiter des relevés de mesures** »

Organiser les relevés pour en faciliter leur interprétation.

Objectif poursuivi :

- **Déterminer** par calcul ou par construction graphique les caractéristiques électriques et mécaniques du propulseur.

Manipulation

1. Préparation du banc de mesures.

On désire effectuer des essais de poussée d'un propulseur de poussée nominale 100 daN. La poussée s'exerce suivant un axe vertical et peut s'effectuer dans les deux sens.

On dispose de gueuses de fonte d'une masse de 25 kg chacune (hors de l'eau). La densité de la fonte sera admise égale à 8. On prendra 1 pour la valeur de la densité de l'eau.

1.1. Relever le poids dans l'eau de l'équipement.

Poids de l'équipement sans gueuses dans l'eau $P_e = 45,5$ daN.

1.2. Justifier qu'il soit nécessaire de lester le banc de mesures.

Le poids dans l'eau de l'équipement n'est pas suffisant pour s'opposer à la poussée du propulseur vers le haut.

1.3. Déterminer le nombre de gueuses à disposer sur le banc d'essais en fonction de la poussée maximale du propulseur.

Trois gueuses suffiraient (Poids ≈ 66 daN dans l'eau), mais pour augmenter la stabilité lors de la poussée vers le haut, on placera 6 gueuses de fonte sur l'équipement.

2. Configuration du variateur de vitesse.

2.1. A l'aide du PC relié au variateur, relever et justifier les réglages suivants :

- Valeur du V-Gain. Note : le V-Gain est le rapport $U_{\text{moteur}}/U_{\text{réseau}}$.

V-Gain = 48% $U_{\text{réseau}} = 400$ V $U_{\text{moteur nominale}} = 180$ V

Le moteur a été dimensionné pour une tension nominale de 180 volts car la tension continue qui alimente le bus continu du variateur est de 250 V.
($180\sqrt{2} \approx 250$ V)

- Nombre de paires de pôles.

2 paires de pôles, soit 1500 tr/mn de vitesse de synchronisme.

2.2. Le banc de test est hors de l'eau. Avec une consigne de vitesse faible, déterminer la commande (F ou R) qui impose une rotation de l'hélice qui permettra une poussée **vers le bas**.

Suivant le pas de l'hélice et l'ordre des phases lors du câblage du moteur.

3. Point de fonctionnement dans l'air.

3.1. Relever pour $f = 50 \text{ Hz}$:

Préseau	= 265 W
U _{eff} moteur	= 152 V
I _{eff} moteur	= 2,3 A
P _{abs} moteur	= 108 W
Cosφ	= 0,18

4. Effectuer la mise à l'eau du banc de test.

4.1. Immerger le banc de test à 3 mètres de profondeur.

4.2. Mesurer la tare.

Tare de l'équipement dans l'eau plus palan de mise en place $T = 212 \text{ daN}$.
La tare est lue sur l'indicateur relié au capteur de force.

4.3. Le fonctionnement du banc de test nécessite la mise en place de filins pour l'amarrer. Justifier l'emploi de ces filins.

Les filins réalisent un couple anti-rotation de l'équipement lors de la rotation du propulseur.

5. Mesurage des grandeurs électriques et mécaniques.

5.1. Représenter le schéma électrique de l'équipement en faisant apparaître les appareils de mesure nécessaires pour compléter les tableaux suivants :

Relevé du câblage électrique déjà réalisé (sécurité et gain de temps).

5.2. Compléter le tableau suivant pour une poussée s'exerçant vers le bas :

Consigne fréquence	f_s	20	30	40	45	50	55	60	Hz
Poussée	P	15	32	57	70	84	100	103	daN
Puissance réseau	P_{res}	584	1270	2450	3250	4160	5360	7313	W
Relevés moteur	U_{eff}	35	58	105	121	138	153	169	V
	I_{eff}	8,5	12	16	18	20,2	23,2	28	A
	P_{abs}	316	802	2100	2800	3700	4850	6670	W
	Cosφ	0,59	0,65	0,71	0,73	0,76	0,78	0,80	

5.3. Immerger le banc de test à 1 mètre de profondeur et effectuer un point de mesure à $f_s = 50$ Hz en poussée vers le haut :

f_s	50	Hz
P	78	daN
P_{res}	3912	W
U_{eff}	142	V
I_{eff}	19,8	A
P_{abs}	3663	W
$\cos\varphi$	0,75	

La poussée est plus faible dans ce sens, la turbine n'étant pas symétrique.

5.4. Relever la fréquence de l'onde porteuse de la tension appliquée au moteur.

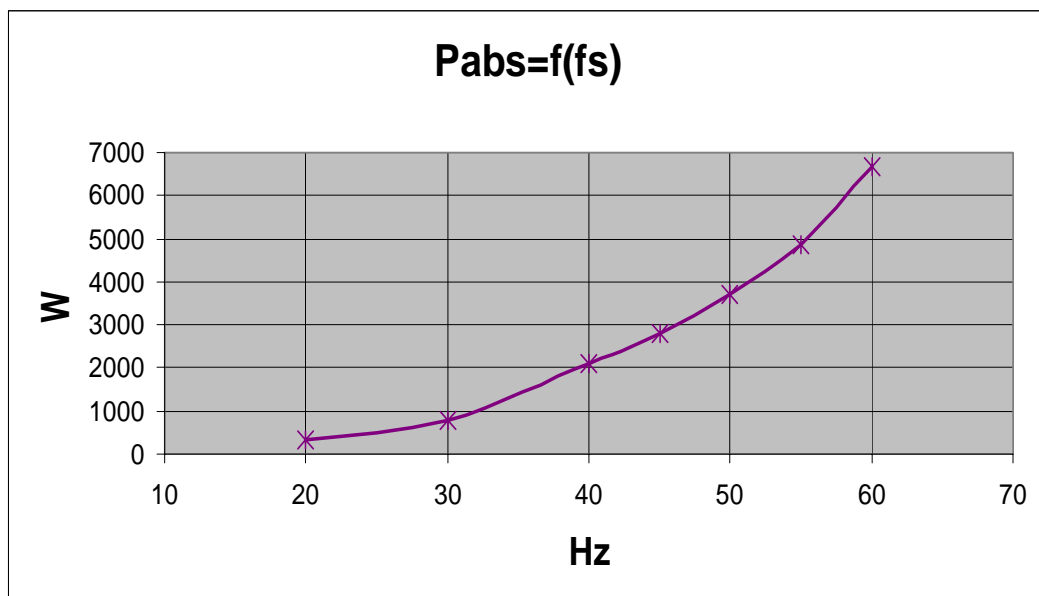
Fréquence mesurée à l'aide de l'analyseur de puissance : $f = 16$ KHz.

Paramètre entré lors de la configuration du variateur.

6. Exploitation des relevés de mesures.

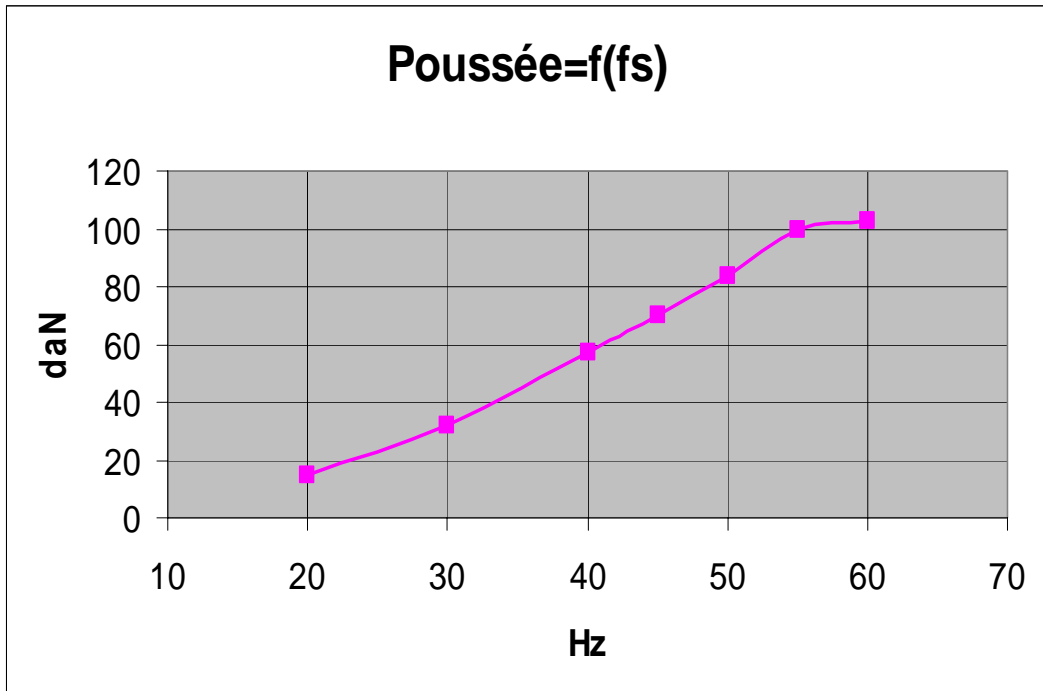
6.1. A l'aide des relevés effectués, tracer et commenter les courbes :

- $P_{res} = f(f_s)$ Puissance absorbée au réseau en fonction de la fréquence de sortie du variateur.



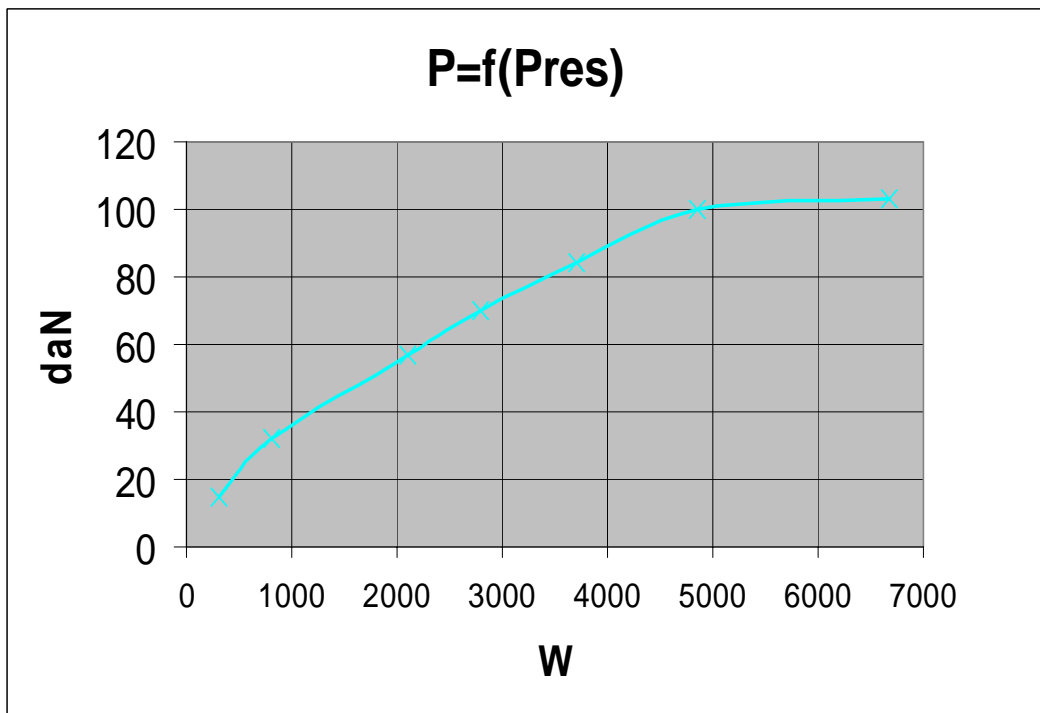
Courbe caractéristique des machines dites centrifuges.

- $P = f(f_s)$ Poussée du propulseur en fonction de la fréquence de sortie du variateur.



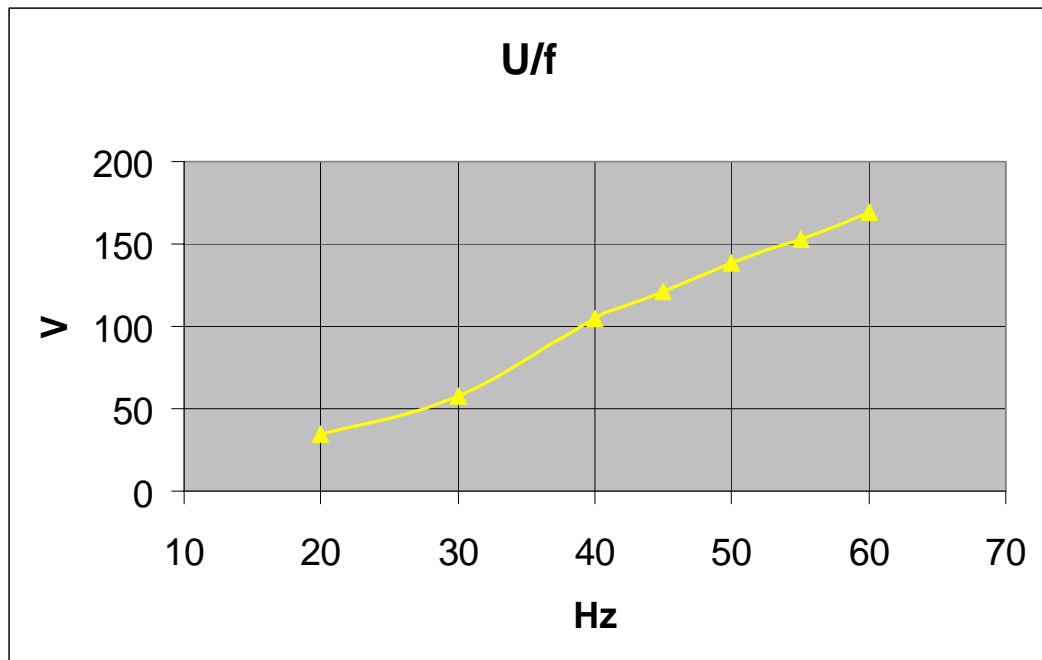
A partir de 55 Hz la turbine cavite et la poussée n'augmente plus.

- $P_{res} = f(P)$ Puissance absorbée par l'ensemble variateur-propulseur en fonction de la poussée du propulseur.



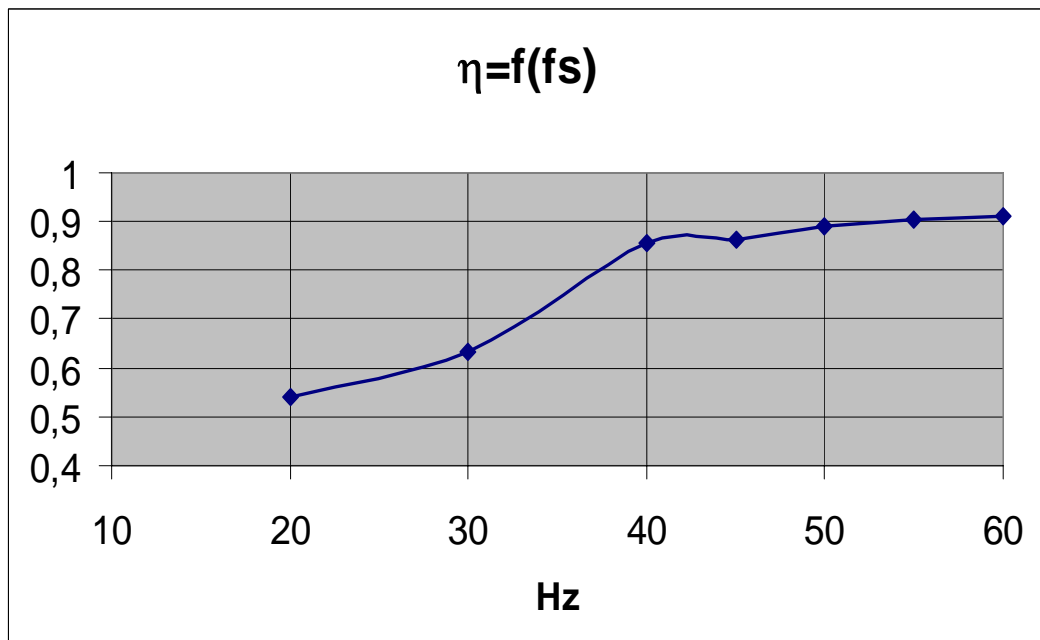
Lorsque la turbine cavite, la puissance appelée au réseau continue d'augmenter alors que la poussée se stabilise à 100 daN.

- Loi U/f du variateur (en poussée vers le bas)



La tension en sortie du variateur U est sensiblement proportionnelle à la fréquence, la loi U/f est une constante.

- Évolution du rendement du variateur en fonction de la fréquence de sortie.



Le rendement se dégrade pour les fréquences basses : alimentations des circuits et pertes (commutations...) deviennent relativement plus importantes par rapport à la puissance de sortie.

CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

SESSION 2004

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

GÉNIE ÉLECTROTECHNIQUE

(Classe de terminale STI)

ÉLECTROTECHNIQUE

ÉPREUVE D'ADMISSION

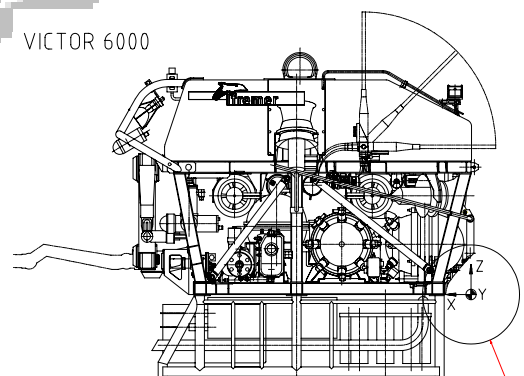
Durée : 2 heures

TP 3

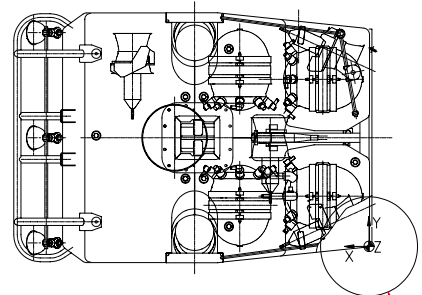
Configurer un variateur de fréquence contrôlant un propulseur du Victor 6000.

CONTENU DU TP :

- Mise en situation
- Objectifs pédagogiques
- Démarrage de l'équipement
- Configuration du variateur
- Connexion et programmation de l'automate
- Télésurveillance par SMS
- Annexes



ORIGINE COORDONNEES DEVIS DE POIDS

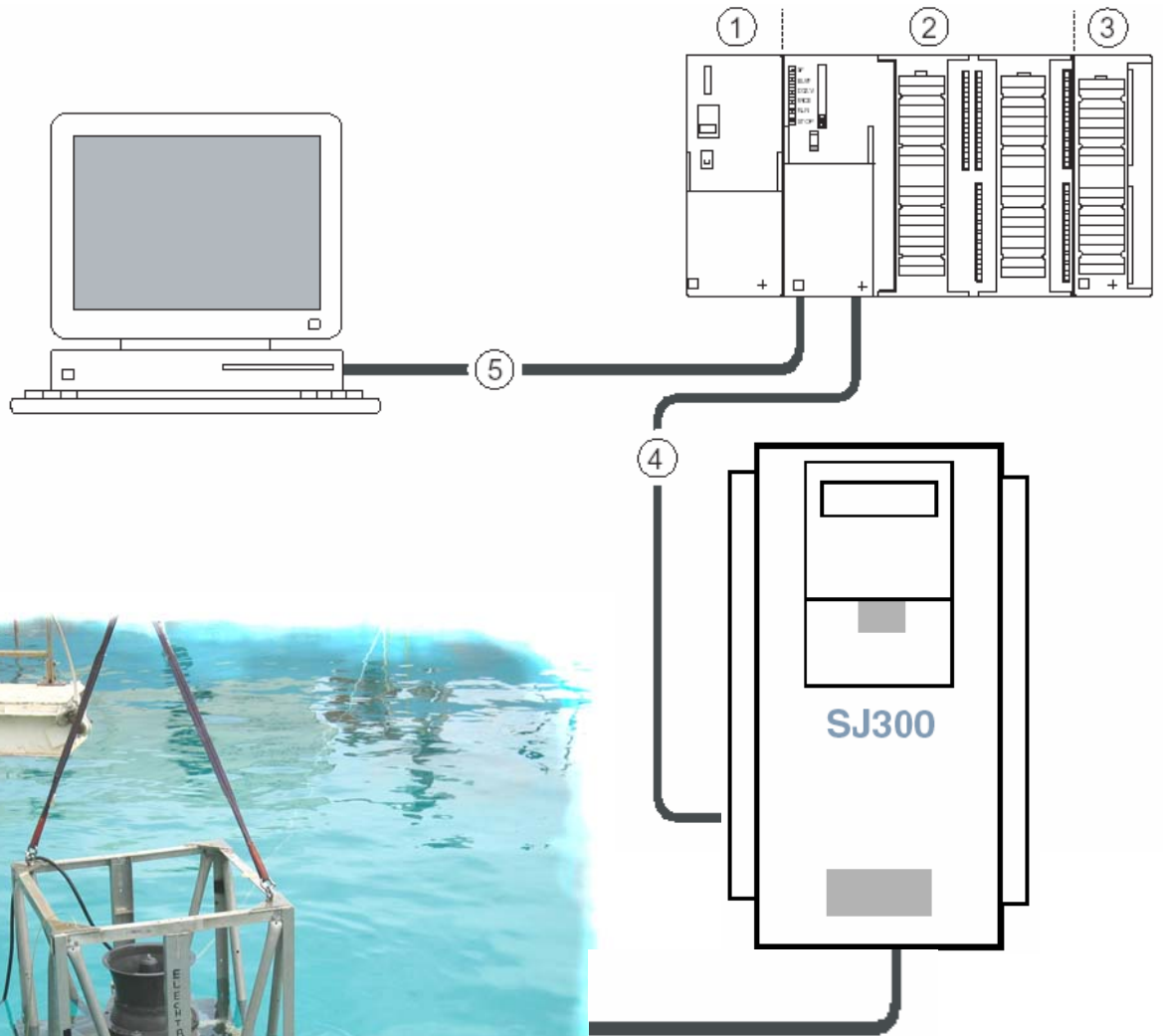


ORIGINE COORDONNEES DEVIS DE POIDS

IFREMER - CENTRE DE TOULON - LA SEYNE SUR MER

1. Mise en situation.

On dispose d'un équipement permettant de valider le fonctionnement d'un propulseur du VICTOR 6000. Le schéma donné ci-dessous présente les fonctionnalités de cet équipement.



2. Objectifs pédagogiques.

2.1. Fonction « Démarrer un équipement ».

Mettre en fonctionnement un équipement comportant un variateur de fréquence pour moteur asynchrone triphasé.

Objectif poursuivi :

- **Identifier** le câblage et la configuration du variateur de fréquence et leurs conséquences sur le fonctionnement du moteur asynchrone triphasé.

2.2. Fonction « Configurer un variateur de vitesse ».

Modifier la configuration usine d'un variateur de fréquence associé à un moteur asynchrone triphasé.

Objectif poursuivi :

- **Configurer** un variateur de fréquence pour l'adapter au moteur et aux fonctionnements désirés.

2.3. Fonction « Commander un variateur par un automate ».

Associer un automate programmable et un variateur de fréquence pour moteur asynchrone triphasé.

Objectif poursuivi :

- **Programmer** un automate pour contrôler le déroulement de séquences de fonctionnements d'un variateur de fréquence associé à un moteur asynchrone.

2.4. Fonction « Superviser un équipement »

Contrôler le fonctionnement d'un équipement à distance.

Objectif poursuivi :

- **Mettre en évidence** les possibilités de télésurveillance d'un équipement par Internet, téléphone portable, SMS.

3. Démarrage de l'équipement.

A partir du système mis à disposition et de la documentation du variateur :

3.1. Relever la plaque signalétique du moteur.

MAS rotor cct classe AB 70°C
2,5 Ch 1,85kW
1 440 t/min 50 Hz
Δ 230 V 7,5A
Y 400 V 4,3A

3.2. Relever les caractéristiques du réseau d'alimentation.

Réseau triphasé 400 V avec neutre.

3.3. Effectuer le couplage du moteur en explicitant votre démarche.

Une phase du moteur ne supporte que 230 V. Le seul couplage possible est le couplage étoile.

3.4. Donner les types de consigne de fréquence utilisables, et ceux retenus.

Consigne en tension (0-10 V) ou en courant (4-20 mA). On utilise ici une consigne en tension.

3.5. Justifier la phrase, relevée au paragraphe 5.2 page 10 de la documentation HITACHI, « Toutes les entrées de commandes sont isolées galvaniquement de la tension du réseau ».

Les entrées sont isolées à l'aide de photo-coupleurs qui admettent une tension d'isolement de 1 500 V entre les entrées et le variateur.

3.6. Démarrer et vérifier le fonctionnement de l'installation à l'aide des organes de commandes placés sur l'armoire électrique.

3.7. Configurer le clavier intégré au variateur en mode moniteur et **commenter** les indications fournies.

d0 : affichage de la fréquence de sortie
d1 : affichage de la vitesse du moteur
d2 : affichage du courant moteur
d10 : dernier défaut enregistré
d11 : historique des défauts

- 3.8. Connecter** la boîte à boutons aux entrées de commandes du variateur. **Vérifier et commenter** les fonctions de chaque borne correspondant à la programmation usine donnée au paragraphe 5.2.1 page 11 de la documentation HITACHI. **Compléter** le tableau donné en annexe 1.

Borne	Fonction	Commentaires sur le fonctionnement obtenu
8	REV	Marche arrière
7	CF1	Vitesse préprogrammée 1
6	CF2	Vitesse préprogrammée 2
5	CH1	Seconde rampe d'accélération et de décélération
4	FRS	Arrêt roue libre 1
3	JG	jogging
2	AT	Entrée analogique courant
1	RS	Reset et acquittement des défauts

4. Configuration du variateur.

Nb : Reporter les valeurs de configuration dans le tableau de l'annexe 2 pour les questions 4.1 à 4.7.

- 4.1. Configurer** le variateur pour que la commande **RUN** se fasse par le bornier et l'entrée de consigne de fréquence par le clavier.
- 4.2. Modifier** les vitesses préprogrammées par les entrées CF1 et CF2 pour obtenir les vitesses du moteur suivantes :

Vitesse Préprogrammées		Bornes	
		CF1	CF2
Vitesse 1	375 tr/mn	ON	OFF
Vitesse 2	750 tr/mn	OFF	ON
Vitesse 3	1 500 tr/mn	ON	ON

Nb : La combinaison OFF OFF autorise la prise en compte des autres types de consigne.

- 4.3. Régler** la fréquence de l'onde porteuse à 16 kHz. **Justifier** l'intérêt de ce réglage.

La fréquence de 16 kHz permet de se situer dans une plage de fréquences inaudibles, surtout pour les harmoniques. Cependant cette fréquence est paramétrable pour éviter dans certains cas une interférence avec d'autres équipements électroniques ou pour réduire les pertes par commutation.

- 4.4. **Régler la première rampe** d'accélération et de décélération à 3 secondes.
- 4.5. **Régler la seconde rampe** d'accélération et de décélération à 10 secondes. *Même opération que précédemment mais avec CH1 à 1.
- 4.6. **Régler** la fréquence de marche par impulsion (jogging) à 5 Hz.
- 4.7. **Configurer** les bornes de commandes permettant de valider le fonctionnement du potentiomètre motorisé suivant le tableau ci-dessous :

Bornes	Fonctions	Commentaires
8	REV	Marche arrière
7	CF1	Vitesses Préprogrammées
6	CF2	
5	CH1	Seconde rampes d'accélération et de décélération
4	FRS	Arrêt en roue libre
3	JG	Jogging
2	UP	Potentiomètre Motorisé
1	DOWN	

- 4.8. **Vérifier** et commenter les fonctionnements obtenus par cette configuration à l'aide de la boîte à boutons. **Compléter** le tableau donné en annexe 3.

5. Connexion et programmation de l'automate.

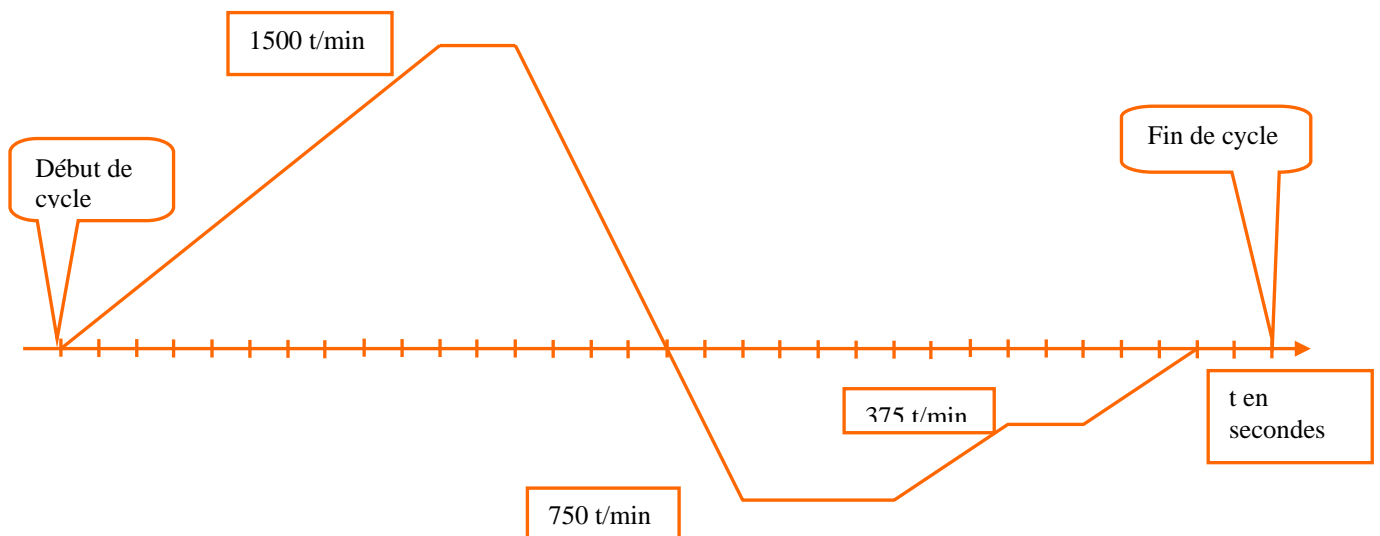
- 5.1. **Raccorder** l'automate programmable à la boîte à boutons et au variateur et **vérifier** les affectations des entrées sorties repérées dans le tableau ci-dessous :

Entrées			Sorties		
E124.1	ATU	Arrêt d'urgence	A124.1	DOWN	Potentiomètre motorisé
E124.2	Auto/manu	Auto = 1, Manu = 0	A124.2	UP	
E124.3	ATcy*	Arrêt cycle	A124.3	JG	Jogging
E124.4	Dcy*	Départ cycle	A124.4	FRS	Arrêt en roue libre
E124.5	Inc*	Accélération	A124.5	CH1	2 ^{ème} rampe d'accél
E124.6	Dec*	Décélération	A124.6	CF2	Vitesses préprogrammées
E124.7	JG*	Jogging	A124.7	CF1	
E125.0	R	Marche arrière	A125.0	REV	Marche arrière
E125.1	F	Marche avant	A125.1	FW	Marche avant

*Nb : les entrées notées * sont des boutons poussoirs à impulsion.*

- 5.2. **Vérifier** le fonctionnement de l'ensemble suivant les grafjets fournis en annexes 4 et 5.

5.3. **Relever** le gabarit de vitesse réalisé lors d'un cycle.

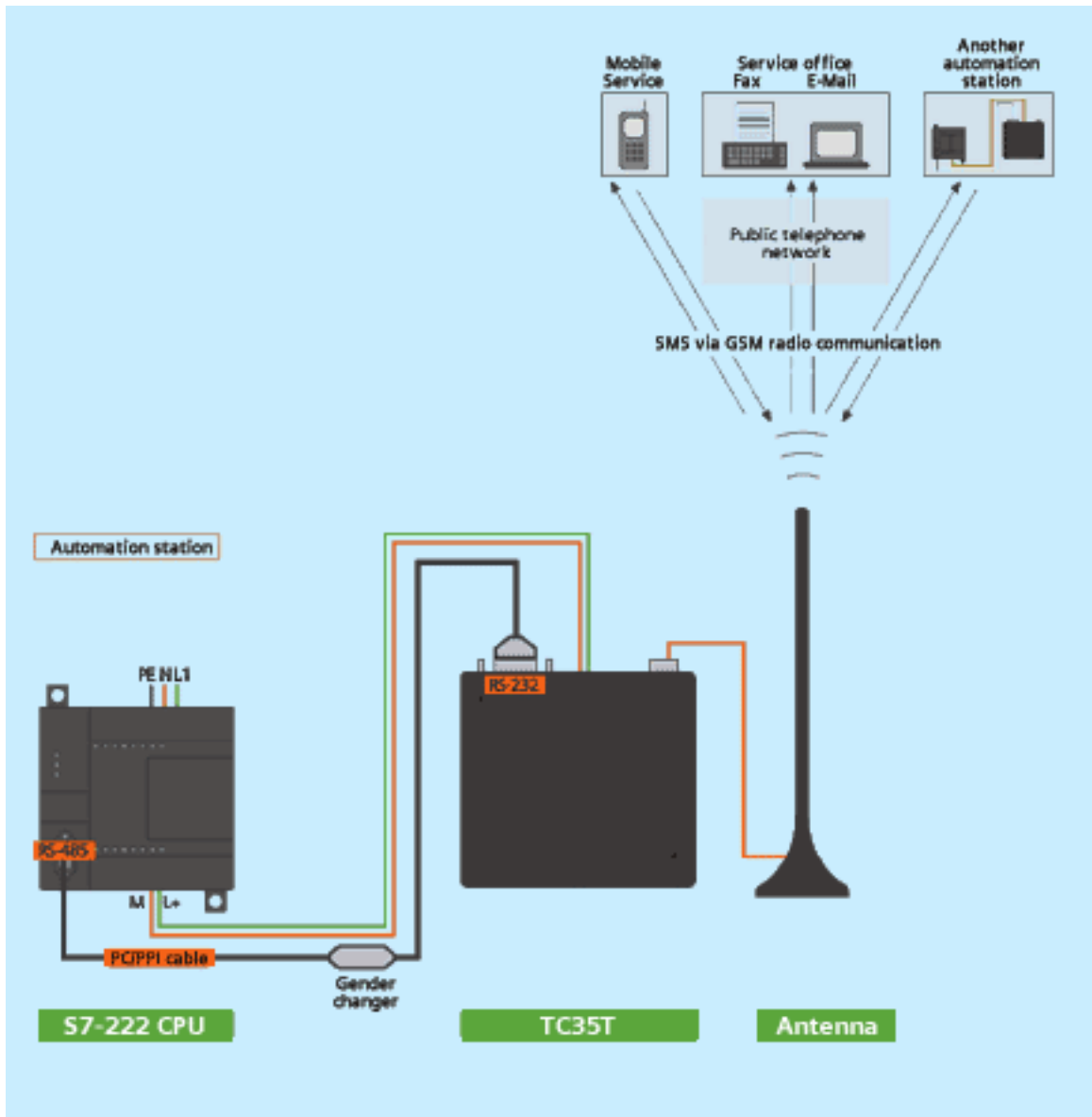


5.4. **Modifier** le GRAFCET de conduite hiérarchisée proposé en annexe 5 pour inclure l'arrêt d'urgence, ignoré en l'état actuel. L'arrêt d'urgence doit être pris en compte à tout moment du fonctionnement

5.5. **Transférer** le programme dans l'automate et **vérifier** le fonctionnement.

6. Télésurveillance par SMS.

Synoptique du système de télésurveillance :



6.1. **Configurer** la base pour qu'elle se mette en liaison avec le numéro de portable suivant :

N° .06.

6.2. **Vérifier** que le système avertit l'opérateur sur les fonctionnements suivants :

- arrêt d'urgence
- coupure d'alimentation du variateur.

Fonctionnement vérifié d'après les indications de la société SIEMENS.

Configuration usine des fonctions programmables des bornes de commande.

Borne	Fonction	Commentaires sur le fonctionnement obtenu
8	REV	Marche arrière
7	CF1	Vitesse préprogrammée 1
6	CF2	Vitesse préprogrammée 2
5	CH1	Seconde rampe d'accélération et de décélération
4	FRS	Arrêt roue libre 1
3	JG	jogging
2	AT	Entrée analogique courant
1	RS	Reset et acquittement des défauts

ANNEXE 1

Configuration client des paramètres du variateur de fréquence.

Question	Configuration du variateur	Fonction	Valeur initiale	Valeur programmée
4.1	Commande RUN et consigne	F9	03	02
4.2	Vitesse préprogrammée 1	A12	5	12.5
	Vitesse préprogrammée 2	A13	15	25
	Vitesse préprogrammée 3	A14	40	50
4.3	Fréquence de l'onde porteuse	A10	10	16
4.4	1 ^{ère} rampe d'accélération	F6	5	3
	1 ^{ère} rampe de décélération	F7	5	3
4.5	2 ^{ème} rampe d'accélération	F6	5	10
	2 ^{ème} rampe de décélération	F7	5	10
4.6	Fréquence de jogging	A61	10	5
4.7	Borne 1 fonction Down	C0	18	28
	Borne 2 fonction Up	C1	16	27

ANNEXE 2

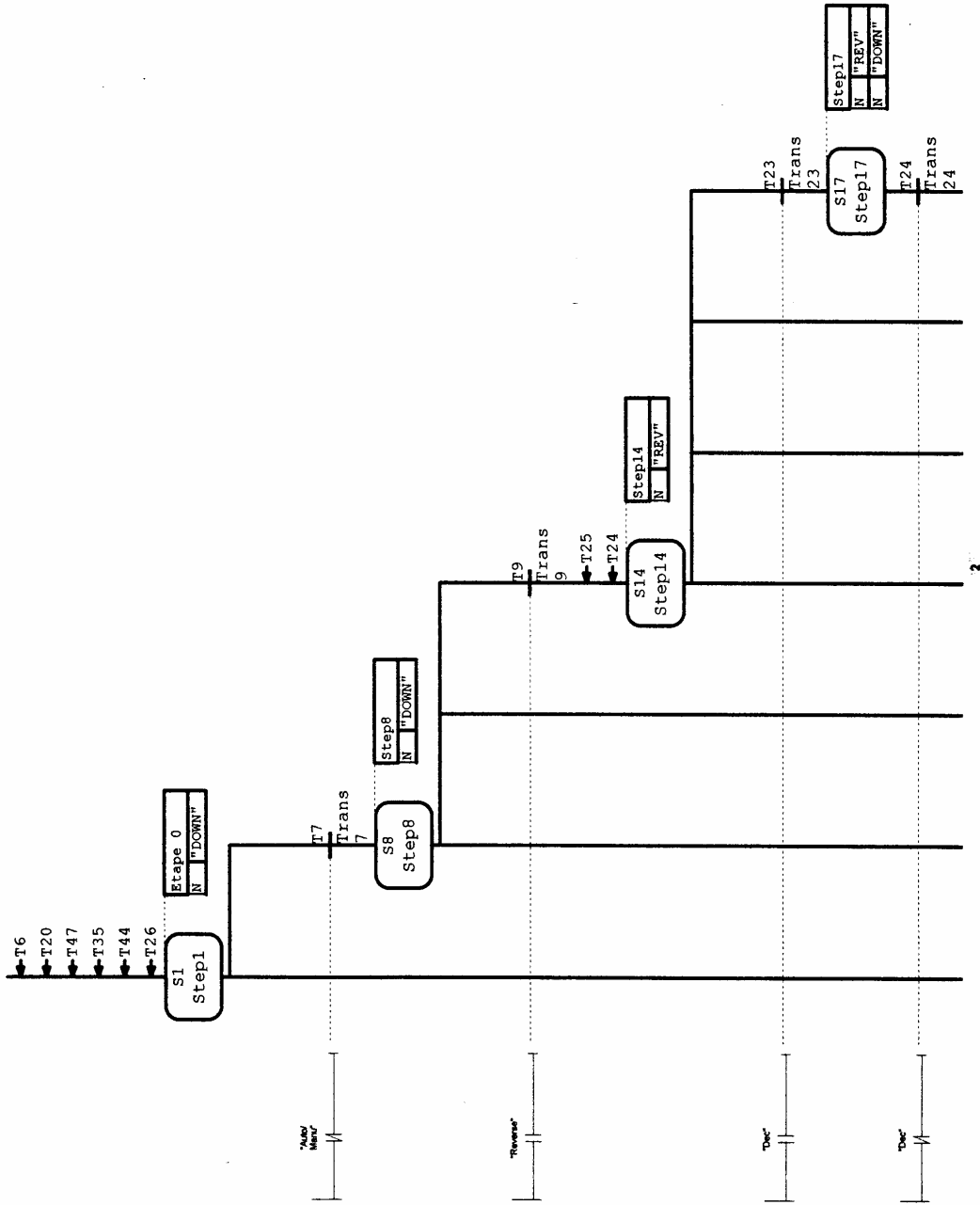
Configuration client des fonctions programmables des bornes de commande.

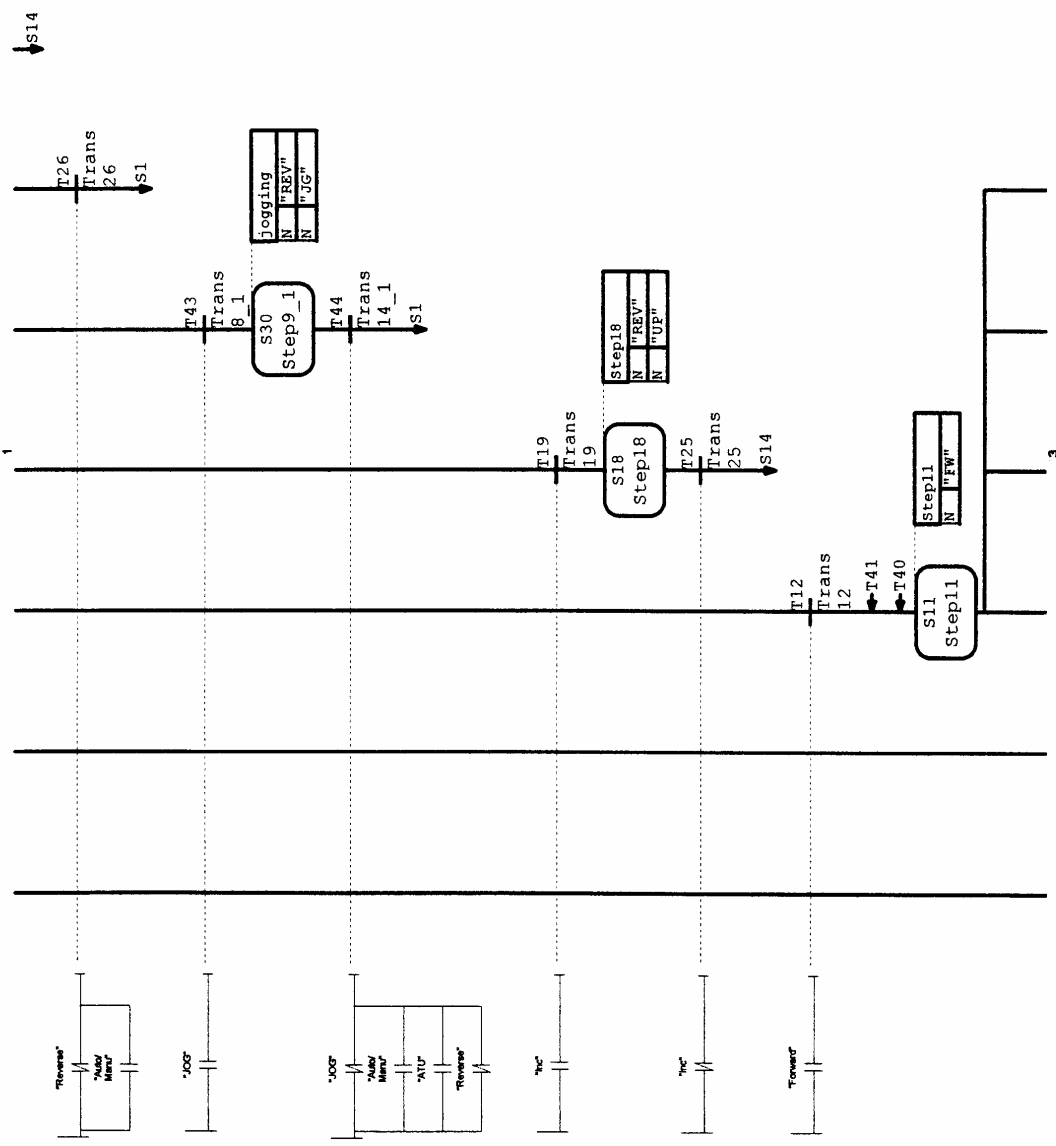
Borne	Fonction	Commentaires sur le fonctionnement obtenu
8	REV	Marche arrière
7	CF1	Vitesse préprogrammée 1
6	CF2	Vitesse préprogrammée 2
5	CH1	Seconde rampe d'accélération et de décélération
4	FRS	Arrêt roue libre 1 : le moteur s'arrête seul sur sa lancée et selon l'inertie et les frottements du moteur et de sa charge.
3	JG	Jogging : marche par à-coups
2	UP	Augmentation de la consigne de vitesse du potentiomètre électronique.
1	DOWN	Diminution de la consigne de vitesse du potentiomètre électronique.

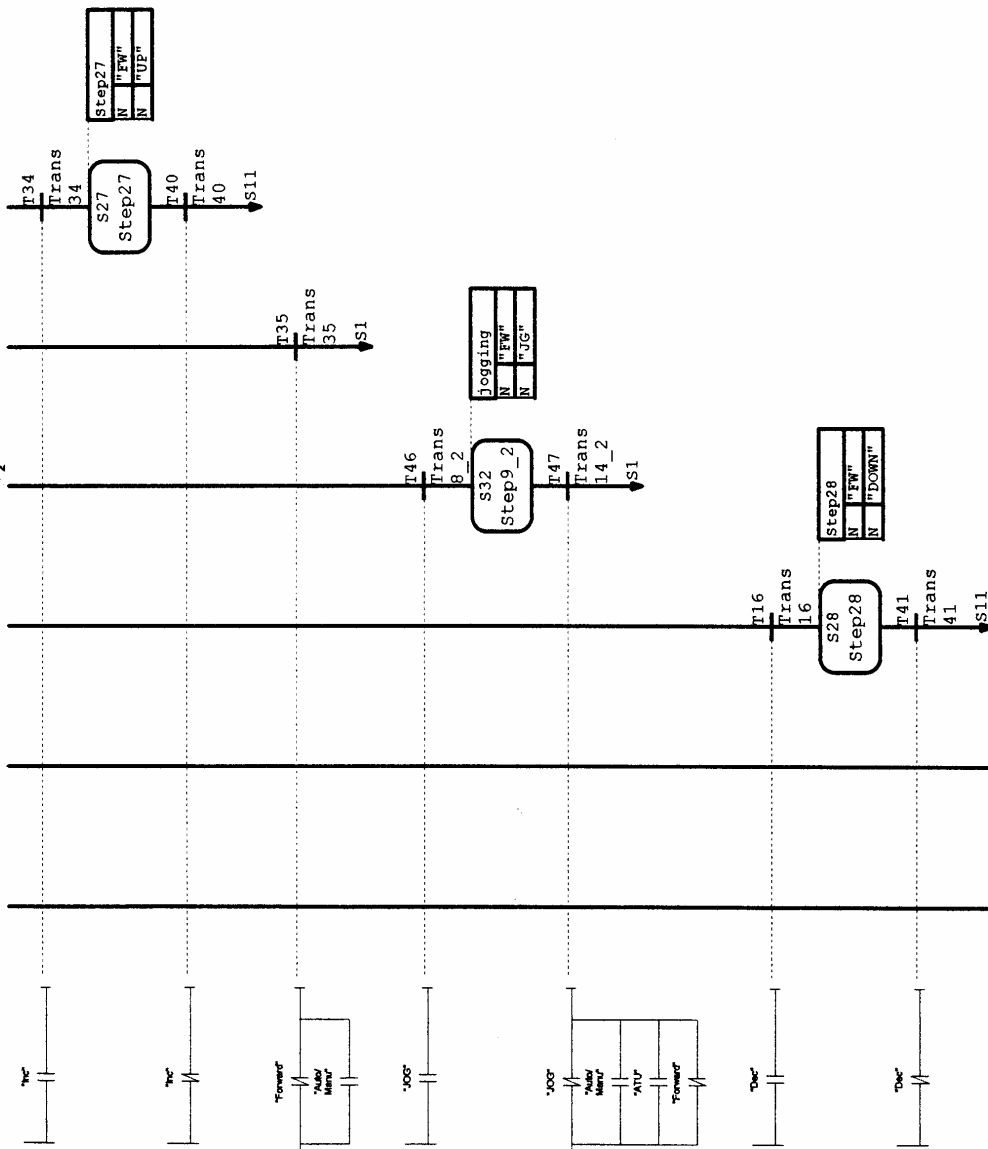
ANNEXE 3

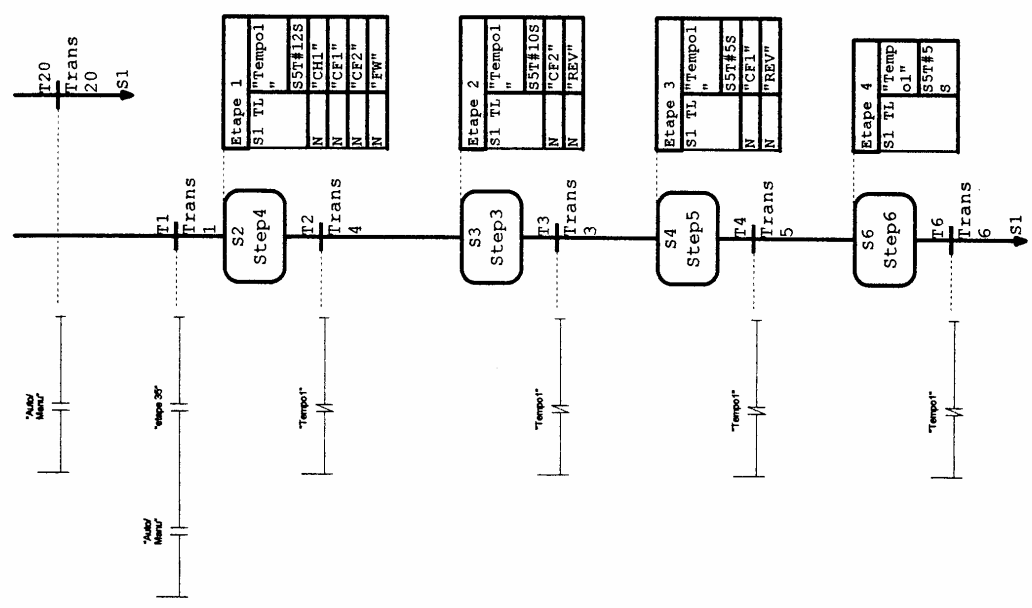
GRAFCET de fonctionnement.

ANNEXE 4

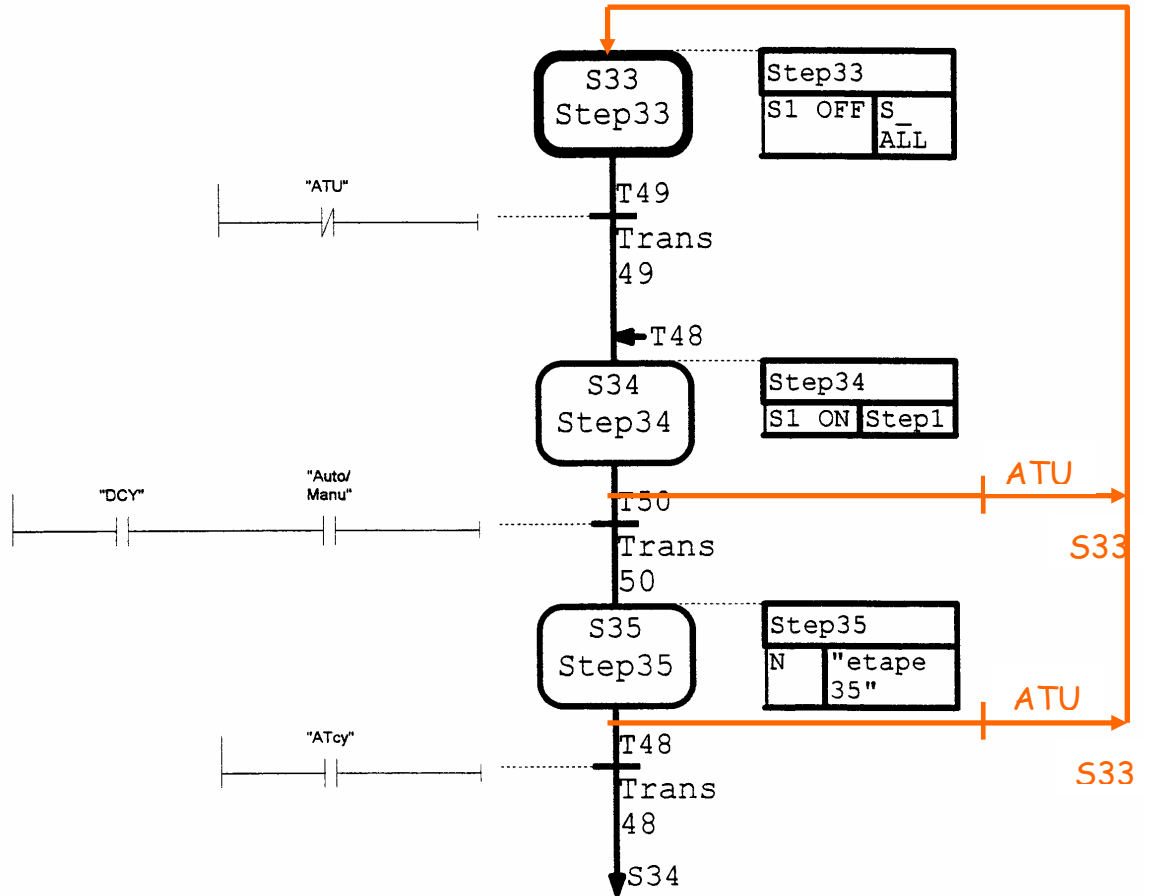








GRAFSET de conduite hiérarchisée à modifier.



ANNEXE 5