

---

# CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

SESSION 2004

---

## SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

### GÉNIE ÉLECTROTECHNIQUE

(Classe de terminale STI)

---

### ÉLECTROTECHNIQUE

---

# ÉPREUVE D'ADMISSION

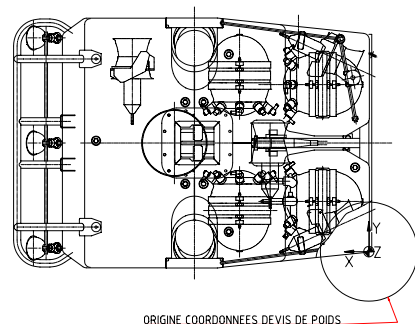
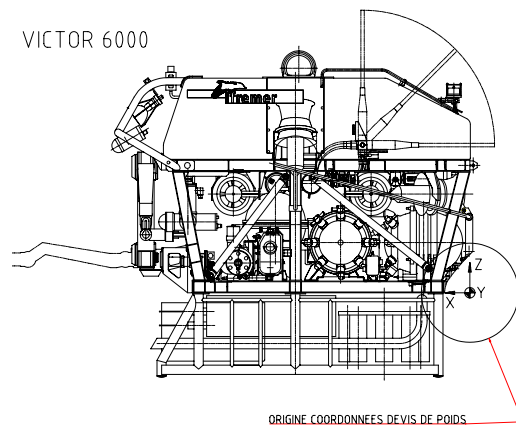
Durée : 2 heures

## TP 1

*Évaluer la poussée d'Archimède sur un flotteur de grande profondeur afin de contrôler la densité et la flottabilité de son matériau composite.*

### CONTENU DU TP :

- Présentation et recommandations
- Rappels des pré-requis
- Matériel et appareils de mesure
- Mode opératoire et fiche de pesée
- Analyse et exploitation des mesures



**IFRÉMÉR** - CENTRE DE TOULON - LA SEYNE SUR MER

# **1- PRÉSENTATION ET RECOMMANDATIONS :**

## **11- Présentation :**

Au bout de 5 ans d'activité les véhicules sous-marins télé-opérés comme le Victor 6000, doivent subir un grand carénage.

Lors de ce grand carénage, l'*Ifrémer* met systématiquement en œuvre une procédure de contrôle des flotteurs qui équipent ces véhicules sous-marins de grande profondeur.

Le but de cette opération de maintenance est de vérifier les caractéristiques du matériau de ces flotteurs, soumis aux hautes pressions des grands fonds.

Les éléments de flottaison sont en matériau composite constitué de microbilles creuses en verre enrobées dans une résine époxy. La principale caractéristique de ce type de matériau est une très bonne résistance aux pressions élevées et aux basses températures des grandes profondeurs.

Ces conditions d'utilisation n'engendrent pas, en particulier, de variation notable de leur volume.

En conséquence, ces éléments de flottaison atteignent les grands fonds en restant à volume constant donc sans modification de leur densité qui conditionne la flottabilité des submersibles équipés.

Le risque d'une fissure de la résine et d'une porosité accidentelle de ce type de matériau existe malgré tout et doit être pris en compte par la maintenance.

*L'activité de Travaux Pratiques proposée a pour but de contrôler, par immersion, la densité et la flottabilité du matériau composite de ces flotteurs de grande profondeur.*

## **12- Recommandations :**

- Lisez entièrement le sujet, organisez ensuite vos manipulations et vos mesures sur le quai de mer, puis leur exploitation sur table.
- C'est un opérateur qualifié qui pilotera le portique de levage et de manutention. Il agira sur vos instructions et directives qui doivent être claires et précises.
- Le port du casque est obligatoire dans le périmètre d'utilisation du portique. Attention au balancement du flotteur et du lest au levage.
- Agissez avec prudence pour le relevé des mesures sur le quai d'immersion à la mer. Le gilet de sauvetage est obligatoire si vous ne savez pas nager.

## 2- RAPPELS DES PRÉ-REQUIS :

### 21- Théorème d'Archimède :

Tout corps partiellement ou complètement immergé dans un liquide au repos reçoit de la part de ce liquide une poussée verticale orientée de bas en haut et dont l'intensité est égale au poids du liquide déplacé. C'est la poussée hydrostatique ou poussée d'Archimède.

La poussée d'Archimède est appliquée au centre de gravité du liquide déplacé, appelé centre de poussée. Le centre de poussée et le centre de gravité du corps sont confondus si le corps est homogène et totalement immergé.

$$P_{\text{archi}} = \rho g V$$

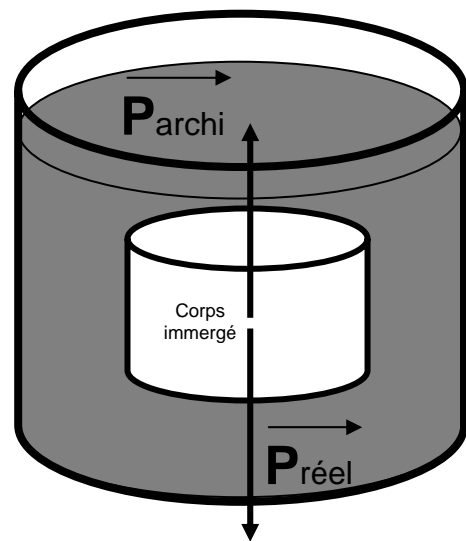
$P_{\text{archi}}$  : poussée d'Archimède

$\rho$  : masse volumique du liquide

$g$  : accélération de la pesanteur

$V$  : volume du liquide déplacé

On appelle poids apparent du corps immergé la différence entre son poids réel et la poussée d'Archimède.



**POIDS APPARENT = POIDS RÉEL – POUSSÉE D'ARCHIMÈDE**

### Formulation pratique :

**POIDS DANS L'EAU = POIDS DANS L'AIR – POUSSÉE D'ARCHIMÈDE**

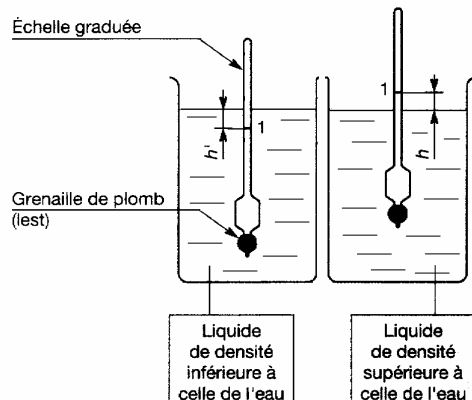
### 22- Densité :

La densité d'un corps est le rapport entre la masse volumique de ce corps et la masse volumique de l'eau pure à 4°C valant 1 kg/dm<sup>3</sup>.

La densité est un nombre sans dimension.

Elle se mesure avec un densimètre ou aréomètre.

DENSIMÈTRE OU ARÉOMÈTRE



### 23- Flottabilité :

- Flottabilité négative : le corps coule, le poids réel est supérieur à la poussée d'Archimède. Le poids apparent est positif.
- Flottabilité nulle : le corps est en équilibre, le poids réel est égal à la poussée d'Archimède. Le poids apparent est nul.
- Flottabilité positive : le corps remonte en surface, le poids réel est inférieur à la poussée d'Archimède. Le poids apparent est négatif.

## **3- MATÉRIEL ET APPAREILS DE MESURE :**

### 31- Flotteurs à contrôler :

Il s'agit de deux éléments de flottaison en matériau composite qui équipent des véhicules sous-marins de grande profondeur. Ils ont à leur actif de nombreuses plongées à 6 000 mètres et plus.

- Flotteur blanc de masse volumique annoncée  $670 \text{ Kg/m}^3$  : densité à contrôler par immersion en eau de mer avec manipulation mécanique.
- Flotteur rouge de masse volumique annoncée  $620 \text{ Kg/m}^3$  : étude statique de flottabilité en eau douce avec manipulation manuelle.

### 32- Portique de levage et de manutention :

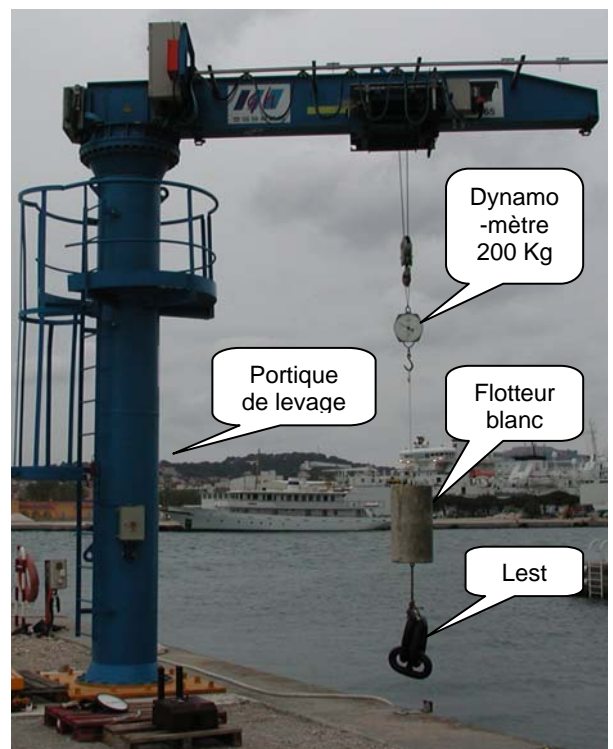
### 33- Dynamomètres 25 Kg et 200 Kg :

### 34- Lest d'immersion du flotteur blanc :

### 35- Bassin d'immersion à eau de mer :

### 36- Densimètre :

### 37- Bac de flottaison à eau douce :



## **4- CONTRÔLE DE DENSITÉ PAR IMMERSION EN EAU DE MER :**

### Remarques :

- Le flotteur blanc à contrôler et son lest ont une masse d'environ 150 Kg, à manipuler avec le portique.
- Les éléments utilisés pour l'accrochage ont une masse négligeable devant celles du flotteur et du lest.
- Il est possible et il est conseillé d'effectuer les mesures de poids demandées sans décrocher le flotteur de son lest.

### 41- Mode opératoire et fiche de pesée :

#### 411- Mesurer le poids du flotteur blanc :

*Poids du flotteur dans l'air =*

#### 412- Mesurer le poids apparent du lest dans l'eau de mer :

*POIDS du lest dans l'eau et du flotteur dans l'air =*

*Poids apparent du lest =*

#### 413- Mesurer le poids apparent du lest et du flotteur dans l'eau de mer :

*Poids apparent du lest et du flotteur =*

#### 414- Mesurer la densité de l'eau de mer :

*Densité de l'eau de mer =*

42- Analyse et exploitation des mesures :

421- Calculer le poids apparent du flotteur blanc dans l'eau de mer :

*Poids apparent du flotteur =*

422- Calculer la poussée d'Archimède sur le flotteur :

*Poussée d'Archimède sur le flotteur =*

423- Déduire des résultats précédents le volume du flotteur immergé :

*Volume du flotteur blanc =*

424- Calculer la densité du matériau du flotteur blanc :

*Densité du matériau du flotteur blanc =*

*Conclusions :*

## **5- FLOTTABILITÉ - ÉTUDE STATIQUE :**

51- Densité du matériau du flotteur rouge :

Calculer la densité du matériau du flotteur rouge en mesurant sa masse et les dimensions de son volume.

*Densité du matériau du flotteur rouge =*

## 52- Étude statique :

Représenter, à main levée, l'état d'équilibre du flotteur en position verticale dans de l'eau pure au repos de masse volumique  $1 \text{ kg/dm}^3$ .

- Modéliser les actions mécaniques extérieures agissant sur le flotteur.
- Calculer la hauteur immergée  $h_i$  du flotteur.
- Tracer la ligne de flottaison, indiquer le centre de gravité G du flotteur et le centre de poussée P.



## 53- Vérification et validation des résultats :

Marquer à la craie sur le flotteur, la position calculée de la ligne de flottaison.

Vérifier ce tracé en posant le flotteur verticalement sur l'eau.

Le matériau du flotteur a-t-il la densité annoncée ?

Comment se traduirait dans cet équilibre une porosité du matériau ?

Pourquoi le flotteur est-il en équilibre instable ?



---

# CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

SESSION 2004

---

## SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

### GÉNIE ÉLECTROTECHNIQUE

(Classe de terminale STI)

---

### ÉLECTROTECHNIQUE

---

# ÉPREUVE D'ADMISSION

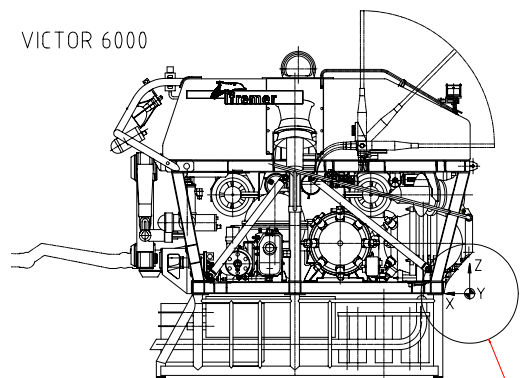
Durée : 2 heures

## TP2

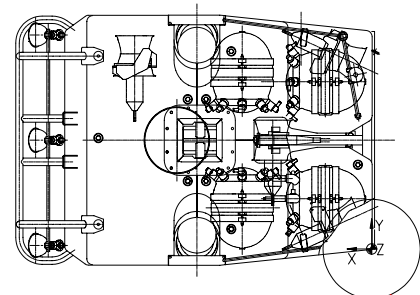
### *Essais en charge de propulseur*

#### 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.

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

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

## 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  $U_{\text{moteur}}/U_{\text{réseau}}$ .
- Nombre de paires de pôles.

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**.

## 3. Point de fonctionnement dans l'air.

3.1. Relever pour  $f = 50$  Hz :

Préseau

$U_{\text{eff}} \text{ moteur}$

$I_{\text{eff}} \text{ moteur}$

$P_{\text{abs}} \text{ moteur}$

$\cos\varphi$

## 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.

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

## 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 :

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	$P$								daN
Puissance réseau	$P_{res}$								W
Relevés moteur	$U_{eff}$								V
	$I_{eff}$								A
	$P_{abs}$								W
	$\cos\varphi$								

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
$P$		daN
$P_{res}$		W
$U_{eff}$		V
$I_{eff}$		A
$P_{abs}$		W
$\cos\varphi$		

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

## 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.
- $P = f(f_s)$  Poussée du propulseur en fonction de la fréquence de sortie du variateur.
- $P_{res} = f(P)$  Puissance absorbée par l'ensemble variateur-propulseur en fonction de la poussée du propulseur.
- Loi  $U/f$  du variateur (en poussée vers le bas)
- Évolution du rendement du variateur en fonction de la fréquence de sortie.

---

# CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

SESSION 2004

---

## SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

### GÉNIE ÉLECTROTECHNIQUE

(Classe de terminale STI)

---

### ÉLECTROTECHNIQUE

---

# ÉPREUVE D'ADMISSION

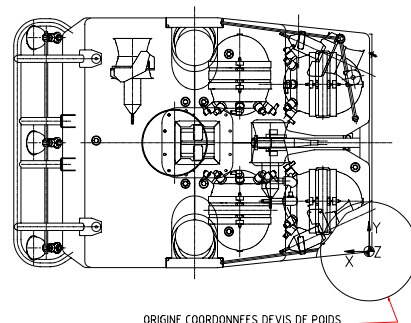
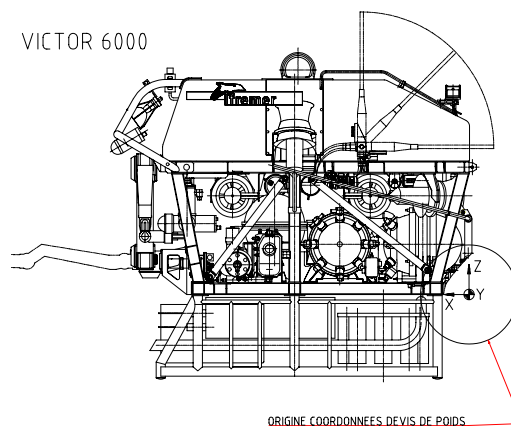
Durée : 2 heures

## TP 3

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

### CONTENU DU TP :

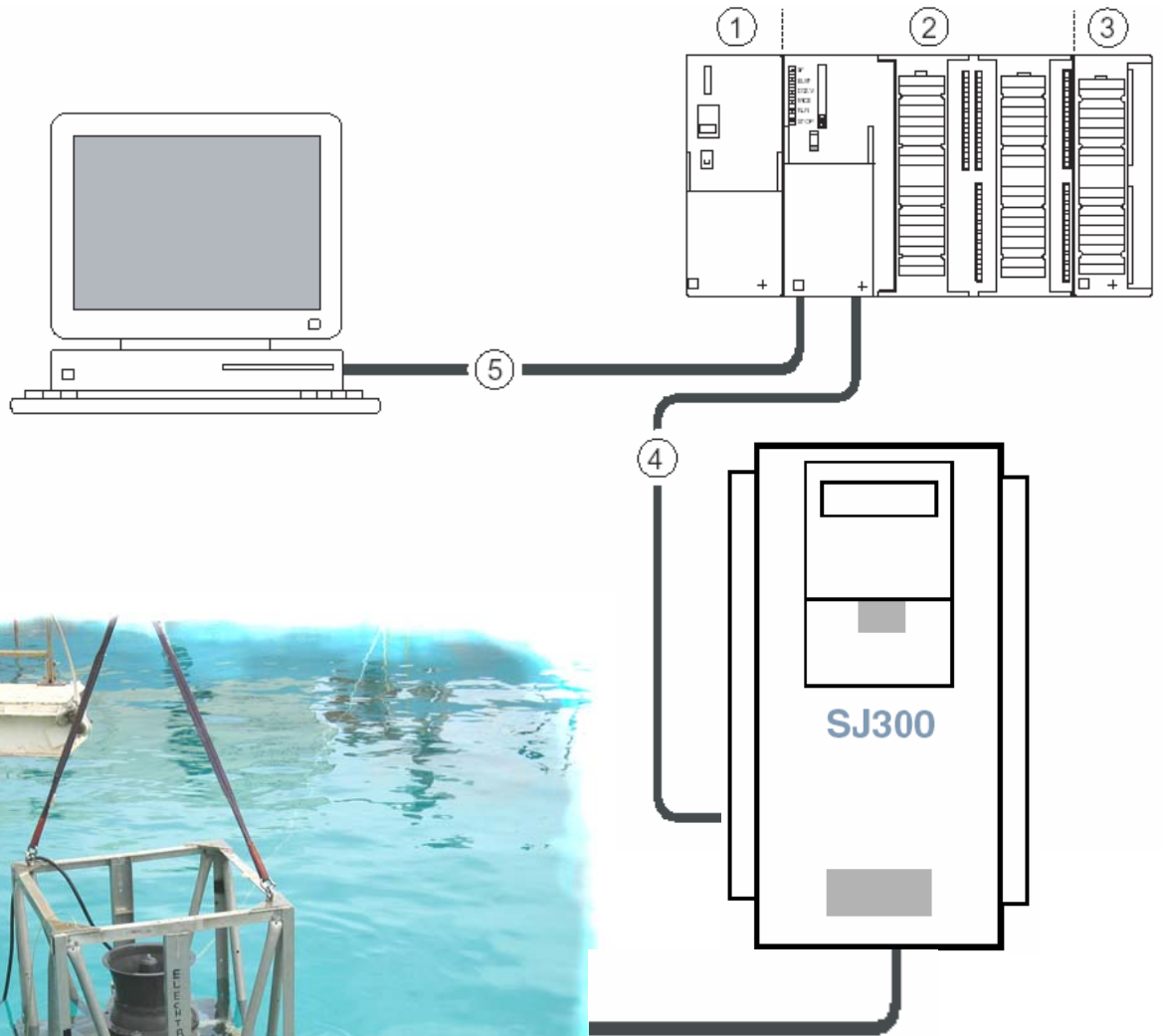
- Mise en situation
- Objectifs pédagogiques
- Démarrage de l'équipement
- Configuration du variateur
- Connexion et programmation de l'automate
- Télésurveillance par SMS
- Annexes



**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.
- 3.2. **Relever** les caractéristiques du réseau d'alimentation.
- 3.3. **Effectuer** le couplage du moteur en explicitant votre démarche.
- 3.4. **Donner** les types de consigne de fréquence utilisables, et ceux retenus.
- 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 ».
- 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.
- 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.

## 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 :

Vitesses 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.
- 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 :

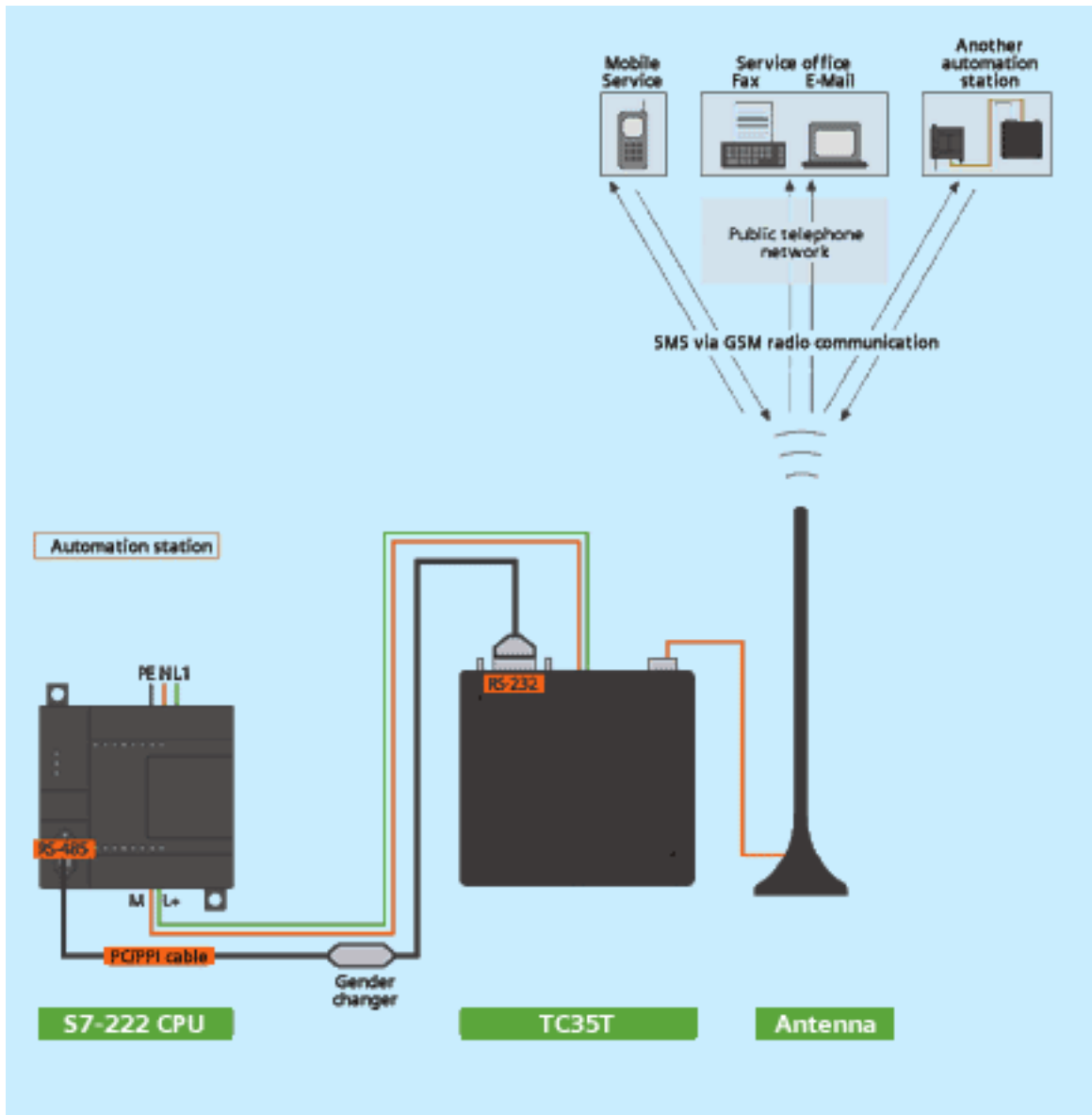
Entrées			Sorties		
E124.1	<b>ATU</b>	Arrêt d'urgence	A124.1	<b>DOWN</b>	Potentiomètre motorisé
E124.2	<b>Auto/manu</b>	Auto = 1, Manu = 0	A124.2	<b>UP</b>	
E124.3	<b>ATcy*</b>	Arrêt cycle	A124.3	<b>JG</b>	Jogging
E124.4	<b>Dcy*</b>	Départ cycle	A124.4	<b>FRS</b>	Arrêt en roue libre
E124.5	<b>Inc*</b>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

Nom du candidat : .....

Le : ... / 05 / 2004 à : ... heures

Configuration usine des fonctions programmables des bornes de commande.

Borne	Fonction	Commentaires sur le fonctionnement obtenu
<b>8</b>	<b>REV</b>	
<b>7</b>	<b>CF1</b>	
<b>6</b>	<b>CF2</b>	
<b>5</b>	<b>CH1</b>	
<b>4</b>	<b>FRS</b>	
<b>3</b>	<b>JG</b>	
<b>2</b>	<b>AT</b>	
<b>1</b>	<b>RS</b>	

**ANNEXE 1**

Nom du candidat : .....

Le : ... / 05 / 2004 à : ... heures

Configuration client des paramètres du variateur de fréquence.

Question	Configuration du variateur	Fonction	Valeur initiale	Valeur programmée
4.1	Commande RUN et consigne			
4.2	Vitesse préprogrammée 1			
	Vitesse préprogrammée 2			
	Vitesse préprogrammée 3			
4.3	Fréquence de l'onde porteuse			
4.4	1 <sup>ère</sup> rampe d'accélération			
	1 <sup>ère</sup> rampe de décélération			
4.5	2 <sup>ème</sup> rampe d'accélération			
	2 <sup>ème</sup> rampe de décélération			
4.6	Fréquence de jogging			
4.7	Borne 1 fonction Down			
	Borne 2 fonction UP			

## ANNEXE 2

Nom du candidat : .....

Le : ... / 05 / 2004 à : ... heures

Configuration client des fonctions programmables des bornes de commande.

Borne	Fonction	Commentaires sur le fonctionnement obtenu
<b>8</b>	<b>REV</b>	
<b>7</b>	<b>CF1</b>	
<b>6</b>	<b>CF2</b>	
<b>5</b>	<b>CH1</b>	
<b>4</b>	<b>FRS</b>	
<b>3</b>	<b>JG</b>	
<b>2</b>	<b>UP</b>	
<b>1</b>	<b>DOWN</b>	

**ANNEXE 3**

# **GRAFCET de fonctionnement.**

**ANNEXE 4**

Nom du candidat : .....

Le : ... / 05 / 2004 à : ... heures

GRAFCET de conduite hiérarchisée à modifier.

**ANNEXE 5**