

TRAVAIL DEMANDE

Durant toute l'épreuve pratique, vous êtes habilité BR, vous veillerez donc à respecter les règles de sécurité.

Q1 : Mise en service du banc de simulation

Q1.1 Relever sur le banc moteur les caractéristiques du moteur asynchrone.

Couplage	Y	Δ	Puissance nominale	1,5 kW
Tension nominale	400 V	230 V	Fréquence	50 Hz
Courant nominal	3,2 A	5,5 A	Vitesse nominale	1435 tr.mn ⁻¹
Cos φ	0,84		IP	20

Q1.2 Le groupe hydraulique impose un sens de rotation du moteur asynchrone, celui-ci étant dans un container pouvant être disposé sur n'importe quel cite :

✓ Identifier l'ordre des phases sur le répartiteur modulaire installé sur la platine.

Le candidat procède à la détection de l'ordre des phases sur répartiteur modulaire avec un détecteur d'ordre des phases (CATU DETEX MS-152+ par exemple). Le candidat ne doit pas oublier d'utiliser les E.P.I. gants, sous gants, lunettes et le tapis isolants en effectuant les vérifications d'usages : gants percés, tension d'isolement, positionnement au centre du tapis ...

✓ Repérer, sur le schéma électrique du banc d'essai (doc. réponse page P11), l'ordre des phases.

Voir document réponse.

✓ Donner deux solutions techniques, à partir des documents techniques mis à votre disposition, pour réaliser une sécurité « défaut ordre des phases ».

Solution 1

Utilisation du relais de contrôle d'ordre des phases RM3 TG2 de Telemecanique. Lorsque l'ordre des phases en aval du sectionneur Q1 est incorrect, le contact 11/14 ouvre le circuit de commande, ce qui interdit toute mise sous tension de l'installation.

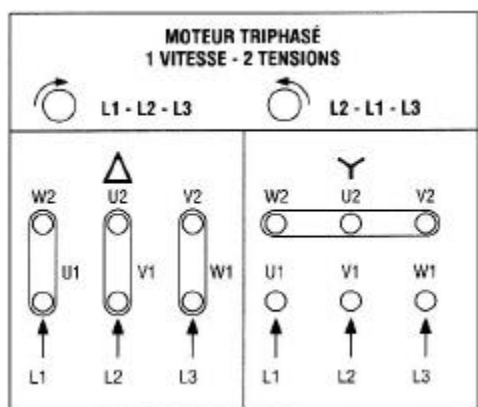
Solution 2

Utilisation du paramètre interne "Validation du sens de rotation AP" du digistart. Le code du paramètre AP doit alors être placé sur 1 afin de valider cette protection. Lorsque l'ordre des phases en amont du digistart n'est pas le sens direct, le modulateur se verrouille et se met en défaut.

✓ Appeler l'examineur afin de valider les solutions.

✓ Compléter le schéma électrique du banc de simulation (document réponse) à partir de la solution retenue par l'examineur.

Voir document réponse. La solution retenue est la solution 1 : Utilisation du relais de contrôle d'ordre des phases RM3 TG2 de Telemecanique.



✓ Préciser, sur le schéma électrique (document réponse page P11), le couplage du moteur.

Voir document réponse. Choix du couplage étoile car le réseau d'alimentation est le réseau EDF 230 V/400 V 50Hz et le moteur ne supporte que 230V aux bornes de chaque enroulement.

Q1.3 Procéder à la consignation du banc de simulation pour réaliser le câblage proposé aux questions précédentes.

Le candidat doit effectuer les quatre étapes de la consignation (séparation, condamnation, identification, VAT) et ne doit pas oublier d'utiliser les E.P.I. gants, sous gants, lunettes et le tapis isolants en effectuant les vérifications d'usages : gants percés, tension d'isolement, positionnement au centre du tapis ...

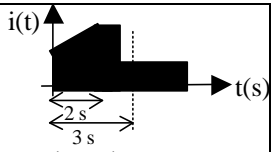
Q1.4 Réaliser le câblage :

- ✓ Répartiteur modulaire ⇨ Sectionneur
- ✓ Sectionneur ⇨ Relais d'ordre des phases.
- ✓ Couplage des enroulements du moteur asynchrones.

Q1.5 Procéder à la déconsignation du banc de simulation pour réaliser les essais de vérification.

Q2.1 PARAMETRAGE DU MODULATEUR D'ENERGIE : DIGISTART

Q2.1.1 Proposer un paramétrage du modulateur d'énergie conforme au cahier des charges (pages 2 et 3) et le moteur du banc d'essai. Compléter pour cela les codes manquants dans le tableau ci dessous.

Adresse	Code	Justification
A1	1	<i>Digistart : 6 A ; Moteur : 3,2 A. 3,2 / 6 = 53,3 % arrondi à 55 % → Code 1 → $I_N = 3,3 A$.</i>
A2	2	
A3	1	<i>Durée de rampe comprise entre 2 et 3 s (cahier des charges) : Choix d'une durée de rampe de 2 s pour tenir compte éventuellement d'une phase de limitation en courant → Choix du code 1 (2 s).</i> 
A4	4	<i>Adresse A1 : Courant nominal moteur = 3,3 A (code 1). Cahier des charges : maxi 7 A. 7 / 3,3 = 212 % → Choix du code immédiatement inférieur : Code 4 (200 %).</i>
A5	0	
A6	1	
A7	1	
A8	0	
A9	0	
AC	0	
AE	0	
AF	0	
AH	0	
AL	0	
AO	0	
AP	0	
AU	0	

Q2.1.2 Placer, en présence des examinateurs, le banc de simulation sous tension et effectuer le paramétrage complet du modulateur d'énergie.

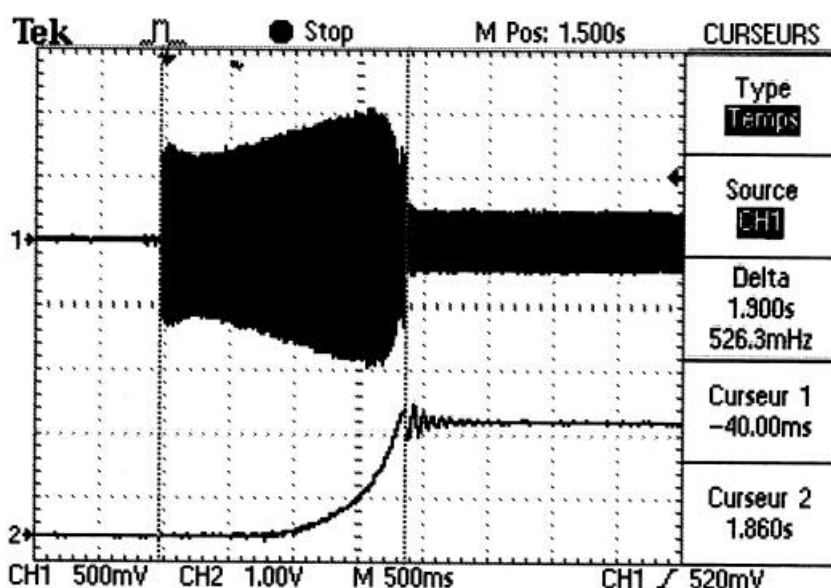
Le candidat ne doit pas oublier d'utiliser les E.P.I. gants, sous gants, lunettes et le tapis isolants en effectuant les vérifications d'usages : gants percés, tension d'isolement, positionnement au centre du tapis ... : Voisinage avec des pièces nues sous tension au niveau du répartiteur modulaire.

Q2.1.3 Choisir et installer les appareils de mesures (parmi ceux mis à votre disposition) afin de vérifier la conformité des réglages avec le cahier des charges.

- Visualisation du courant instantané absorbé par le moteur asynchrone et de sa vitesse en concordance des temps pour le démarrage et le régime établi (Oscilloscope numérique Tektronic TDS 210 + isolateur de tension DP25 + pince de courant Metrix AM30) : Détermination du temps de démarrage.
- Mesure à partir d'une pince de courant RMS en mode record (Chauvin Arnoux) du courant efficace vrai absorbé par le moteur asynchrone durant le démarrage : Détermination de la valeur maxi du courant de démarrage (courant limite). Cette mesure permet de s'affranchir de la forme du courant qui n'est certainement pas sinusoïdale pendant la limitation en courant (une lecture de la valeur maxi $\sqrt{2}$ sur l'oscilloscope est une approche incorrecte).

Q2.1.4 Réaliser un essai de vérification, noter les mesures, imprimer les relevés, puis valider la conformité des réglages avec le cahier des charges. Si les résultats ne sont pas conformes, modifier le paramétrage du modulateur d'énergie et effectuer à nouveau un essai de vérification.

Pince RMS : Valeur efficace maximale durant le démarrage = 6,96 A.



Q.2.2 ETUDE DES QUADRANTS DE FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE ASYNCHRONE

Q2.2.1 Choisir et installer les appareils de mesures (parmi ceux mis à votre disposition) afin de compléter le tableau ci-dessous.

	Arrêt du ballon	Montée du ballon en vitesse lente	Montée du ballon en vitesse rapide	Descente du ballon en vitesse rapide	Descente du ballon en vitesse lente
Couple (Nm)	1	4,4	3,6	6	5,5
Vitesse (tr.mn^{-1})	1476,6	1455,5	1460,1	1445	1448,6

- Lecture du couple directement sur l'afficheur du boîtier de mesure associé au couplemètre dynamique.
- Calcul de la vitesse à partir de la tension délivrée par la dynamo tachymétrique et de l'information contenue sur sa plaque signalétique : $0,02 \text{ V/tr.mn}^{-1}$.

Q2.2.2 Effectuer les mesures pour les cinq phases suivantes :

- Arrêt du ballon.
- Montée du ballon en vitesse lente.
- Montée du ballon en vitesse rapide.
- Descente du ballon en vitesse rapide.
- Descente du ballon en vitesse lente.

IMPORTANT : Le ballon peut accueillir 31 voyageurs + 1 pilote. Effectuer les mesures pour les contraintes maximales sur le câble.

Le logiciel de conduite doit être configuré pour zéro passager (contrainte maxi dans le câble : cf sujet écrit).

Résultats dans le tableau de la question précédente.

Q2.2.3 Déterminer les quadrants de fonctionnement de la machine asynchrone pour les cinq phases de la question précédente.

Pour les cinq phases, le moteur fonctionne toujours dans le quadrant 1 (couple positif et vitesse positive) : Ce n'est pas le moteur asynchrone qui assure dans le système ballon captif l'inversion du sens de rotation du treuil pour la montée et la descente.

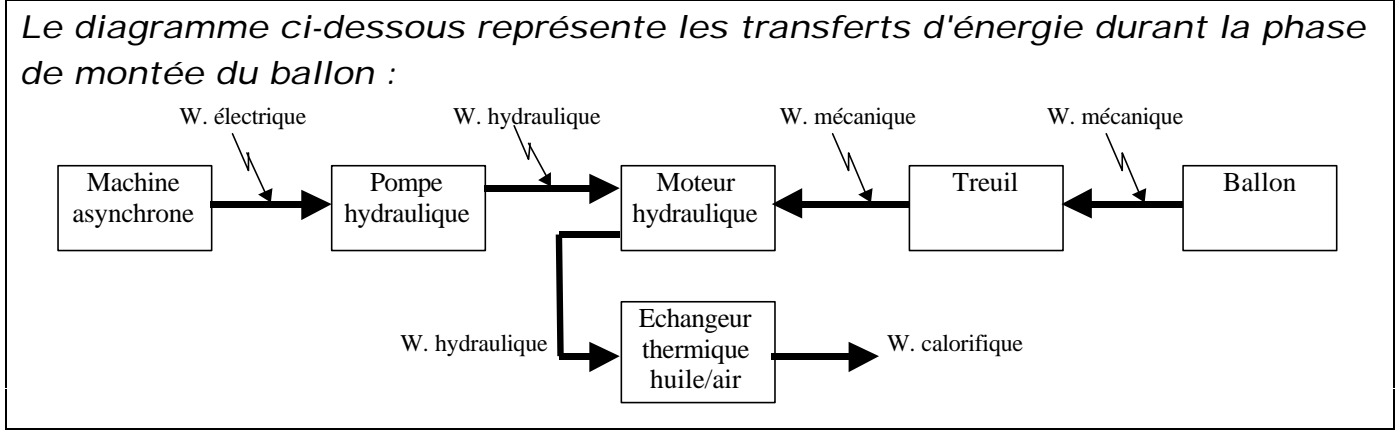
Q2.2.4 Dans quelle(s) phase(s) de fonctionnement du ballon y a-t-il réversibilité de la machine asynchrone ? Justifier !

Il n'y a jamais réversibilité de la machine asynchrone (Fonctionnement dans le quadrant 1) : La réversibilité (freinage du ballon en montée) se fait dans la chaîne hydraulique.

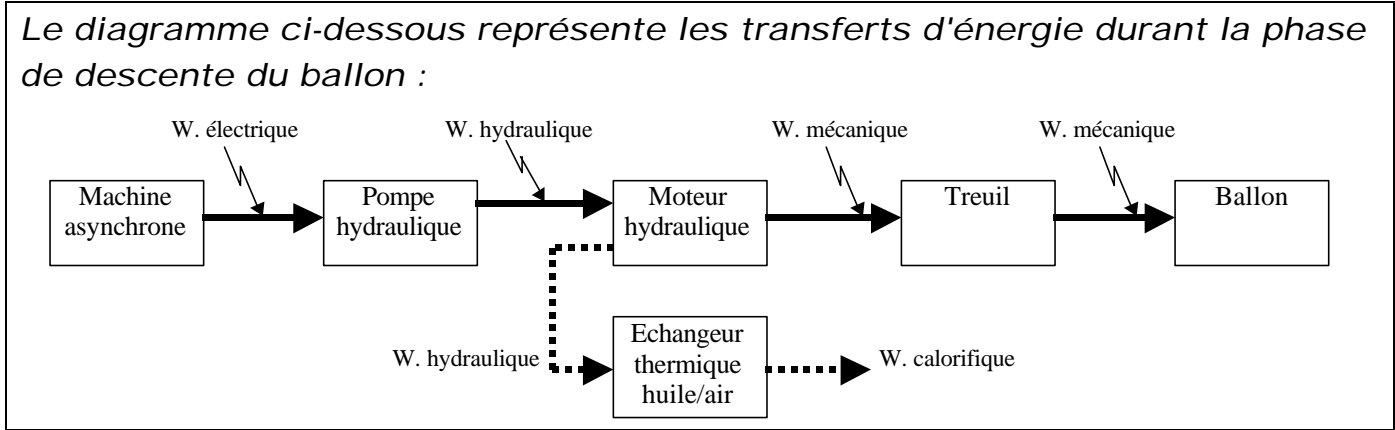
Q2.2.5 Quels sont les éléments du schéma de principe page 2 qui permettent d'assurer l'inversion du sens de rotation du treuil ?

Ce sont les deux distributeurs hydrauliques Montée / Descente

Q2.2.6 Quel est le comportement énergétique du système pour la phase de montée ?



Q2.2.7 Quel est le comportement énergétique du système pour la phase de descente ?



Q2.3 PARAMETRAGE DE LA PROTECTION SURPUISSANCE

Le modulateur d'énergie "Digistart" intègre une fonction protection contre les surpuissances. Cette protection permet de détecter tout problème mécanique tel que poulies coincées, blocage du treuil, défaut enroulement du câble... afin de couper l'installation pour éviter tout danger.

Q2.3.1 Proposer un mode opératoire permettant de paramétrer la protection surpuissance du modulateur d'énergie.

- Sur le logiciel de commande du ballon captif, placer le nombre de passagers sur zéro (pilote seul : conditions maximales de charge dans le câble).
- Identifier à partir des résultats de la question Q2.2.2 la phase de fonctionnement présentant les conditions maximales de charge : Descente du ballon à vitesse rapide.
- Placer le code de l'adresse AU (Visualisation en fonctionnement) sur 2 (Puissance absorbée).

- *Effectuer un essai dans les conditions maximales de charge de façon à lire sur l'afficheur du digistart le code de la puissance absorbée.*
- *Régler le code du paramètre A9 (Seuil défaut surpuissance) au niveau immédiatement supérieur.*
- *Régler le code du paramètre A8 (Validation défaut sous/surpuissance) sur 2 (Défaut surpuissance validé).*

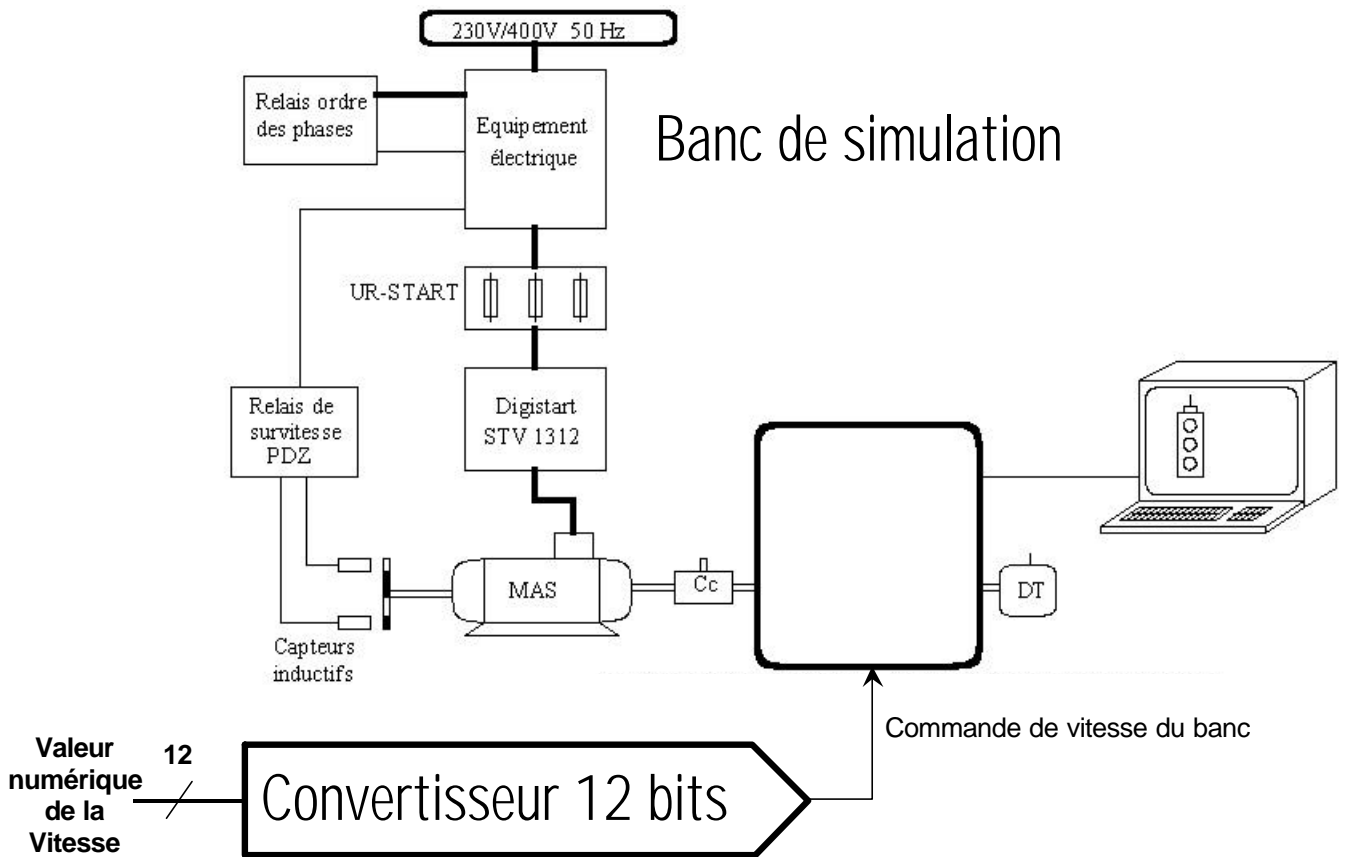
Q2.3.2 Effectuer les réglages de la protection surpuissance en suivant la mode opératoire décrit à la question précédente.

*Lecture du code 7 sur le digistart dans les conditions de charge.
Paramétrage du code 8 pour la paramètre A9 (Seuil défaut surpuissance).*

Q2.3.3 Réaliser un essai de vérification en simulant un défaut d'enroulement du câble (défaut surpuissance) à partir du logiciel de conduite.

Q3 GESTION DE LA SURVITESSE DU TREUIL

Un relais de surveillance de la vitesse du treuil permet de détecter toute survitesse lors des mouvements ascendants et descendants du ballon. Le but de notre étude est de configurer le relais spécialisé et de valider son fonctionnement lors de la survitesse du treuil. La phase de survitesse sera pilotée par un programme.



Vue de principe du banc de simulation

La vitesse de rotation du banc de simulation du ballon est commandée par un convertisseur numérique analogique (CNA).

Travail demandé

Q3.1 Déterminer les valeurs de programmation nécessaires des mots **Coefficient** $F=[F_4F_3F_2F_1]$ et **Fréquence** $D=[D_4D_3D_2D_1]$ du relais de surveillance de la vitesse **PDZ** lors d'une survitesse du treuil. On précise que la vitesse du banc de simulation du ballon doit toujours est inférieure à 1495 tr.min^{-1} et que les capteurs inductifs sont placés devant un disque à 5 encoches. La documentation technique précise la méthode de configuration du relais **PDZ**. Représenter les straps nécessaires sur le schéma électrique.

F4	F3	F2	F1
0	0	1	1

Mot Coefficient

D4	D3	D2	D1
1	0	0	0

Mot Fréquence

1495 tr.mn⁻¹ @ 24,91 tr.s⁻¹ avec un disque de 5 encoches par tour @ fréquence des signaux de sortie des capteurs inductifs : 124,55 Hz
 Choix de la combinaison des mots Coefficient et Fréquence pour approcher le plus près possible par défaut de 124,55 Hz : 35% de 355 Hz = 124,25 Hz soit 1491 tr.mn⁻¹.

Q3.2 Réaliser la configuration du relais PDZ en respectant les procédures de consignation et déconsignation de l'armoire.

Voir Document réponse

On veut générer un profil de vitesse pour valider le fonctionnement du relais PDZ

Q3.3 Donner la résolution en tour.min⁻¹ de la commande de vitesse du banc de simulation. On précise que la résolution d'un CNA est égale à l'amplitude d'un bit de poids faible (LSB) et que la valeur de sortie pleine échelle correspond à 1500 tour.min⁻¹

CNA 12 bits @ 2ⁿ-1 amplitudes @ 2¹²-1 = 4095 amplitudes
 1500 tr.mn⁻¹ / 4095 = 0,366 tr.mn⁻¹

Valeur numérique pour 1500 tr.min⁻¹ : Correspond à la pleine échelle de sortie du convertisseur (VFS) soit : 4095₁₀ ; FFF₁₆ ; 1111111111₂

Résolution : 0,366 tr.mn⁻¹

Q3.4 Coder la génération du profil de vitesse du banc de simulation en langage Pascal à partir de la représentation littérale structurée suivante :

Début procédure profil

vitesse = 1400 tr.min⁻¹

Commander vitesse

Répéter

Vitesse = vitesse + pas

Commander vitesse

Afficher à l'écran la valeur de la vitesse dans une case d'édition

Attendre 0.1seconde

Jusqu'à vitesse >= 1495 tr.min⁻¹

Répéter

Vitesse = vitesse - pas

Commander vitesse

Afficher à l'écran la valeur de la vitesse dans une case d'édition

Attendre 0.1seconde

Jusqu'à vitesse <= 1300 tr.min⁻¹

Fin procédure profil

Rmq : Le pas d'évolution de la vitesse est fixé à 2 LSB

```

procedure TForm5.profil(Sender: TObject);
var vitesse, sample:integer;
begin
  vitesse:=3822;
  cmd_vitesse(vitesse);
  repeat
    vitesse:=vitesse+2;
    cmd_vitesse(vitesse);
    edit1.text:=inttostr(vitesse);
    attendre;
  until vitesse>=4081;
  repeat
    vitesse:=vitesse-2;
    cmd_vitesse(vitesse);
    edit1.text:=inttostr(vitesse);
    attendre;
  until vitesse<=3549;
end;

```

Remarque : Les valeurs de vitesse sont converties en valeurs numériques correspondant à une pleine échelle de 4095 pour 1500 tr.mn⁻¹.

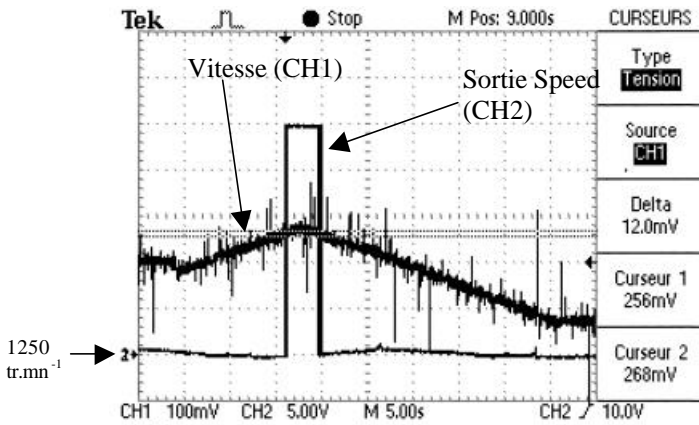
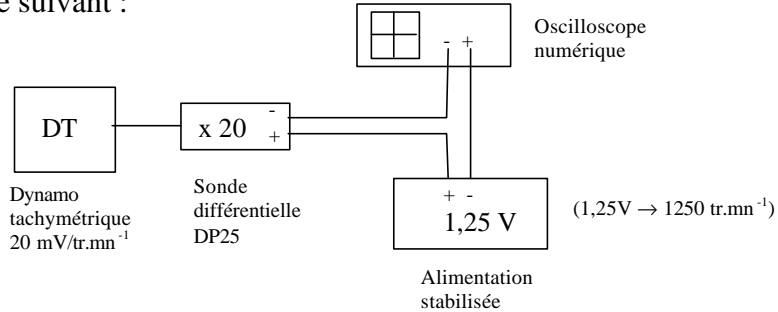
L'annexe Q1.4 donne un jeu réduit d'instructions et décrit quelques exemples de procédure en représentation littérale structurée avec le codage en langage Pascal.

Q3.5 Valider le fonctionnement du PDZ.

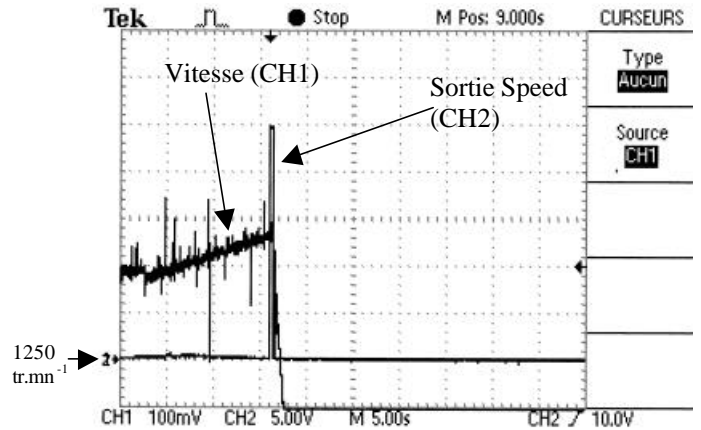
Q3.6 Installer les appareils de mesure pertinents de manière à visualiser pendant l'exécution de la procédure "Profil" les courbes $n(t)$ et $Speed(t)$.

Réaliser un essai de façon à valider le fonctionnement du relais **PDZ**.

Afin de visualiser sur l'oscilloscope un différentiel de vitesse exploitable (variation de 1457 tr.mn^{-1} à 1495 tr.mn^{-1}) on réalise le montage suivant :

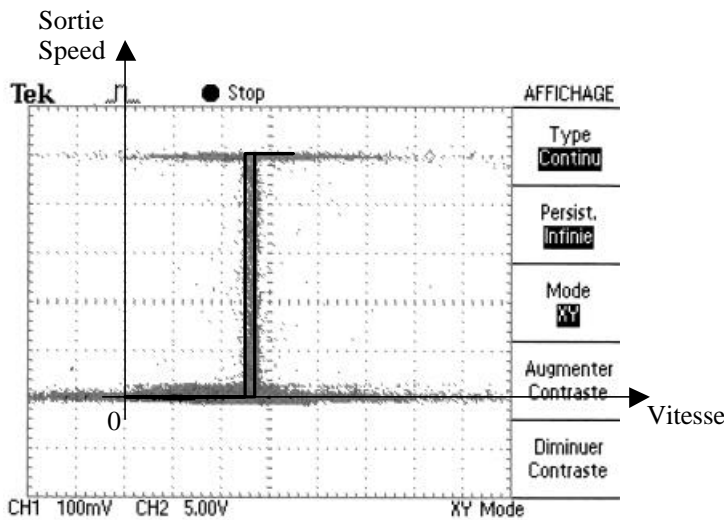


Avec sortie relais PDZ inhibée



Avec sortie relais PDZ valide

Q3.7 Tracer à partir des mesures précédentes la courbe de transfert $Speed(n)$.



Remarque :

Un tracé hystérésis est superposé sur le tracé réel.
Les parasites présents génèrent un nuage de points.

Annexe Q1.4

JEU REDUIT D'INSTRUCTIONS

Représentation littérale structurée → **Langage PASCAL**Commander vitesse → Cmd_vitesse(*valeur CNA associée*);Afficher une valeur dans une case d'édition → Edit1.text:=inttostr(*valeur à afficher*);

Attendre 0.5seconde → Attendre;

Répéter

Action

Jusqu'à condition remplie

Repeat

Action;

Until *condition*;**Si** condition remplie **Alors**

action1

Sinon

action2

If condition Then

begin

action1;

end

Else

Begin

action2;

end;

Exemple de Procédure

Déclaration procédure *exemple1*Définition variable *vitesse* (entier)

Début procédure exemple1

Vitesse=2000

Commander vitesse = vitesse

Fin procédure exemple1

procedure TForm5.exemple1(Sender: Tobjet);

var vitesse:integer;

begin

vitesse:=2000;

cmd_vitesse(vitesse);

end;

Déclaration procédure *exemple2*Définition variable *valeur* (entier)

Début procédure exemple2

Valeur=0

Répéter

Afficher valeur dans une case d'édition

Valeur=valeur+1

Jusqu'à valeur=101

Fin procédure exemple2

procedure TForm5.exemple2(Sender: Tobjet);

var valeur:integer;

begin

valeur:=0;

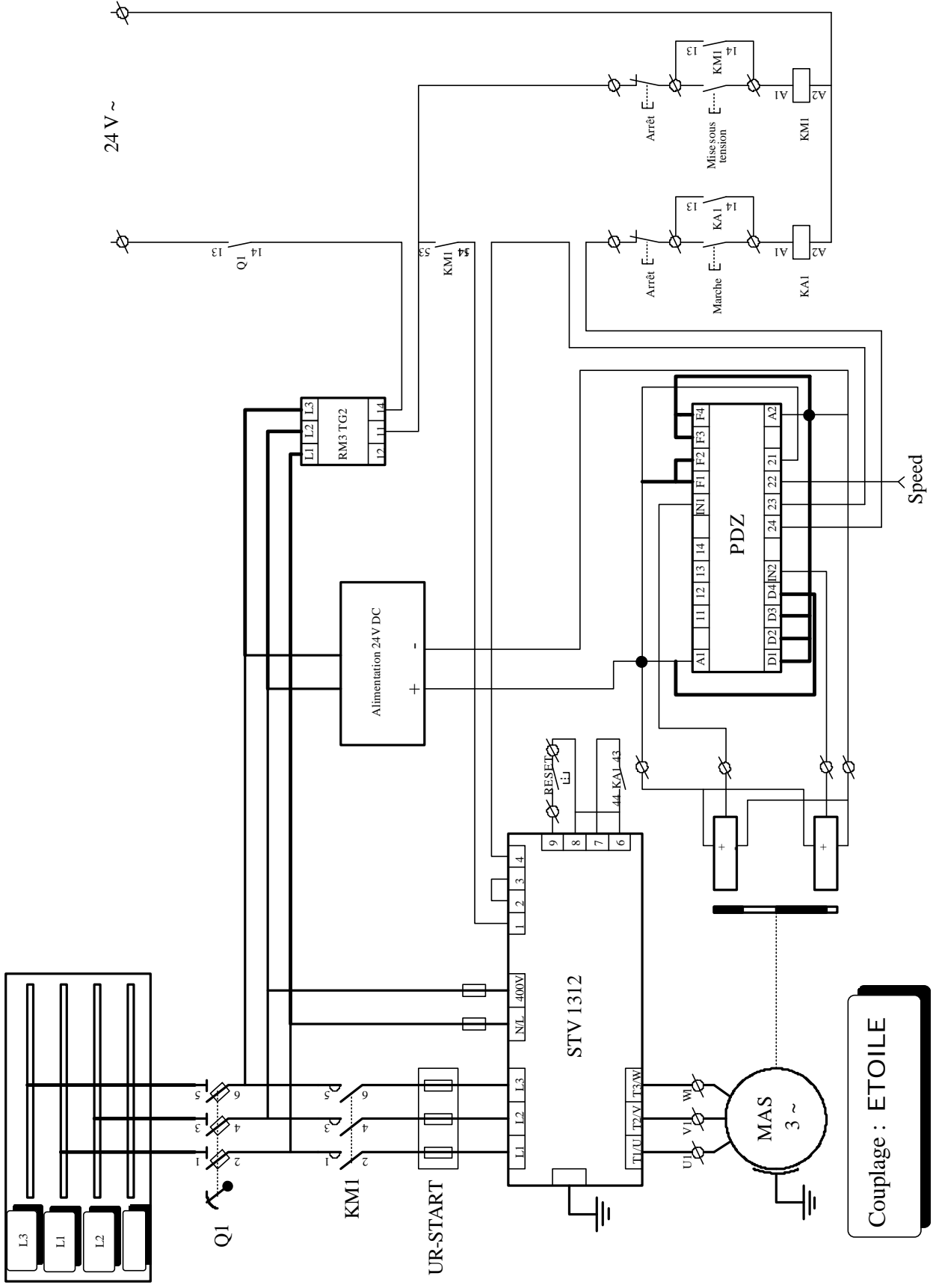
repeat

Edit1.text:=inttostr(*valeur*);

Valeur:=valeur+1;

until valeur=101;

end;



Couplage : ETOILE