

ÉTUDE D'UN SYSTÈME ET/OU D'UN PROCESSUS INDUSTRIEL OU TECHNIQUE : ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ

Partie A : alimentation HTA

A1-Étude de l'alimentation EDF

A1-1 Comment dénomme t-on l'alimentation HTA d'EDF ? Donner son principal avantage (*Voir document ressource DR1*)

Alimentation en coupure d'artère.

Avantage : En cas de défaut sur la boucle, tous les postes de livraison restent alimentés

A1-2 Citer deux autres alimentations HTA

Alimentation en antenne

Alimentation en double dérivation

A1-3 Définir les niveaux de tension des catégories TBT, BTA, BTB, HTA et HTB en courant alternatif

Domaine de tension	TBT	BTA	BTB	HTA	HTB
Niveaux de tension	0 - 50 V	50 - 500 V	500-1 000 V	1 kV – 50 kV	> 50 kV

A1-4 Quelle est la tension de l'alimentation EDF de l'usine ? Quels éléments permettent de retrouver cette tension (voir documents ressources DR1 à DR4) ?

Tension usine : 20 kV

Les secondaires des transformateurs TR3 et TR4 sont en 20 kV

A1-5 Préciser les caractéristiques des grandeurs électriques des transformateurs TR3 – TR4

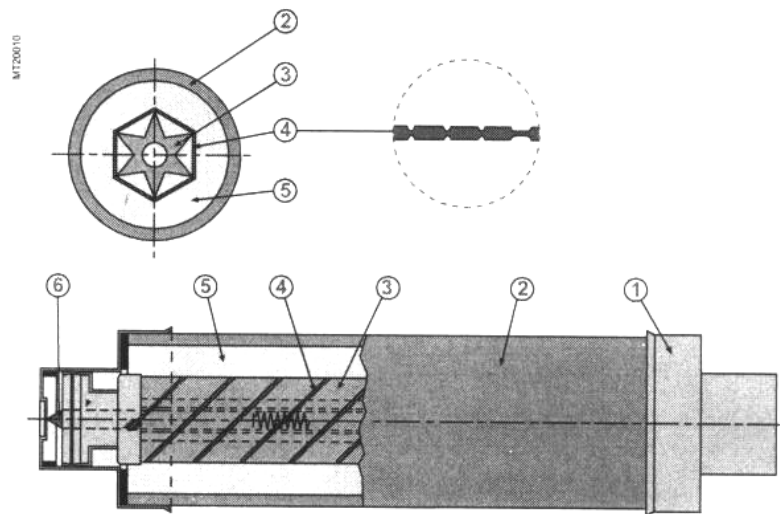
15 kV / 20 kV	Tension primaire assignée
410 V	Tension secondaire à vide
800 kVA	Puissance apparente (assignée)
U_{cc} 6%	Tension de court-circuit
I_{cc} 25 kA	Courant de court-circuit secondaire

A2-Etude du poste n°2

A2-1 Rechercher la référence des cellules du poste n°2 (voir documents ressources DR4, DR6 et DR7)

	Cellule n°1	Cellule n°2	Cellule n°3	Cellule n°4
Référence	IM	IM	PM	PM

A2-2 Décoder la coupe schématique d'un fusible HTA avec percuteur



- 1 : Éléments de contact
 2 : Enveloppe isolante
 3 : Support des éléments fusibles ou noyau
 4 : Éléments fusibles
 5 : Poudre d'extinction
 6 : Percuteur

La protection des transformateurs est assurée par des fusibles type « FUSARC ». Afin que cette protection soit assurée, la norme CEI 787 définit les règles de sélection d'un fusible pour protéger un transformateur HTA/BT. Ces règles sont rappelées dans le document ressource DR8.

A2-3 Calculer le courant nominal primaire du transformateur sachant que $S = 800 \text{ kVA}$

$$S = U I \sqrt{3}$$

$$I = S / U \sqrt{3}$$

$$I = 23,1 \text{ A}$$

A2-4 Compléter le tableau suivant si on choisit un fusible référence 51006 542 M0 (voir documents ressources DR8 à DR10)

In fusible	If (0,1 s)	If (2 s)	12 In transf	Icc	1,4 In transf	I1	I3
25 A	160 A	90 A	277,2 A	7,2 kA	32,34 A	40 kA	79 A

A2-5 Le fusible choisi assure-t-il une protection adéquate ? Pourquoi ?

Non car seule la condition $I_{cc} > I_f(2 \text{ s})$ est remplie

A2-6 Déterminer le calibre et la référence du fusible type « FUSARC » préconisé pour ce transformateur (voir document ressource DR9 et DR11)

Calibre : 50 A
Référence : 51 006 545 MO

A2-7 Compléter le tableau suivant avec le fusible déterminé précédemment (voir documents ressources DR8 à DR10)

In fusible	If(0,1s)	If (2 s)	12 In transf	Icc	1,4In transf	I1	I3
50 A	450 A	250 A	277,2 A	7,2 kA	32,4 A	32 kA	180 A

A2-8 Ce fusible assure t-il une protection adéquate ? Pourquoi ?

Oui car les trois conditions sont remplies.

A2-9 Dans ce type de protection, il subsiste une zone (1) de sur échauffement comprise entre le courant nominal du fusible (I_n) et le courant minimum de coupure (I_3) (voir document ressource DR8). Quelle solution technologique préconisez-vous afin de remédier à ce non fonctionnement ?

Fusible avec sonde incorporée qui libère le percuteur en cas de sur-échauffement prolongé.

A2-10 Les constructeurs de fusibles HTA définissent un contrôle préalable avant toute mise en place de tels fusibles. En quoi consiste ce contrôle ?

- Contrôler la résistance de tous les fusibles.
- La résistance doit être égale à celle définie par le constructeur à $\pm 10\%$.

A2-11 Nommer l'appareil représenté en amont ou en aval du fusible de la cellule 3 ou 4

Sectionneur.

A2-12 Justifier son rôle dans la distribution HT

Permet une mise à la terre lors des interventions.

A2-13 Préciser la fonction assurée par l'appareillage situé en amont de Q5 ou Q6 de la cellule 1 ou 2

Interrupteur-sectionneur.

A2-14 Définir avec précision (terminologie et signification) le schéma de liaison à la terre exploité au niveau du poste 2

I.T.

I : isolation de toutes les parties actives par rapport à la terre.

T : masses reliées directement à la terre.

A2-15 Présenter les avantages et les inconvénients du schéma de liaison à la terre utilisé

Avantage : assure une bonne continuité de service car signalisation premier défaut, coupure au deuxième.

Inconvénient : Il faut un service d'entretien électrique compétent pour la recherche du premier défaut. Nécessité d'un très bon isolement du réseau.

A2-16 Préciser le ou les appareillages nécessaires à sa mise en œuvre

L'installation doit être munie d'un ensemble de détection du premier défaut (contrôleur permanent d'isolement) et d'un limiteur de surtension.

A3-Étude de l'alimentation de secours

L'usine dispose de 2 groupes électrogènes de 1 600 kVA chacun permettant :

- D'alimenter l'usine pendant les périodes EJP (couplage sans coupure)
- D'alimenter l'usine en cas de coupure de l'alimentation EDF

A3-1 Quelles sont les conditions nécessaires pour coupler un alternateur triphasé sur le réseau ?

Même fréquence réseau.

Même tension que le réseau.

Même ordre de phases.

A3-2 Quelle est la signification du sigle EJP ?

E : Effacement

J : Jours

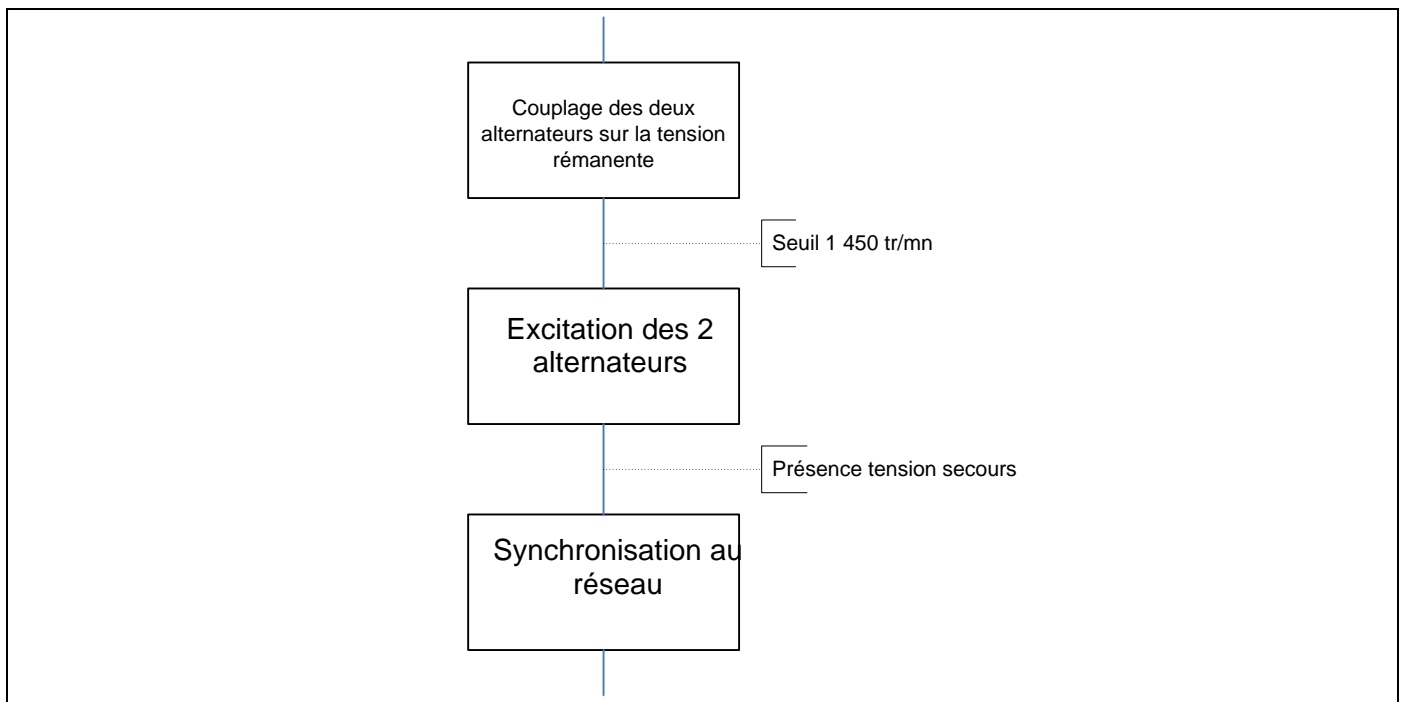
P : de Pointe

A3-3 Donner la définition des termes suivants (voir document ressource DR5)

Alerte EJP : signal émis depuis le poste source 24 heures avant le jour EJP.

Tension rémanente : tension induite due à la magnétisation de l'inducteur de l'alternateur.

A3-4 Compléter le diagramme suivant de la procédure de couplage en EJP (voir document ressource DR5)



A4-Étude des transformateurs du poste n°1

A4-1 Les couplages des transformateurs TR1 et TR2 sont respectivement Dyn5 et Dyn11. Décoder les couplages

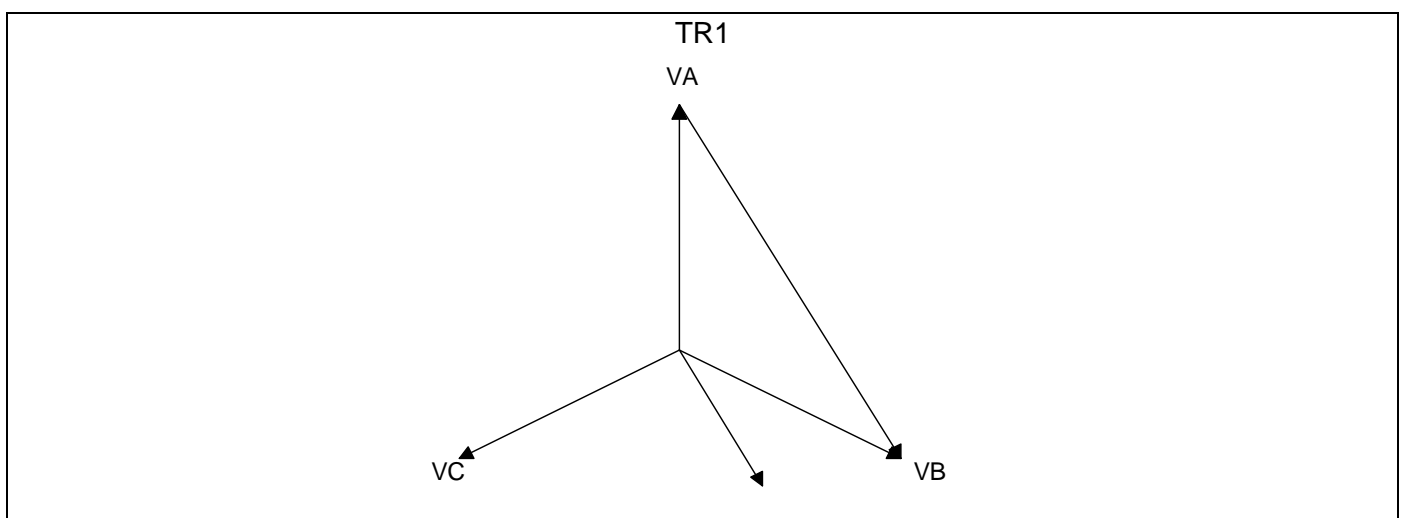
Dyn5 : D : couplage haute tension triangle
 Yn : couplage basse tension étoile avec sortie du point neutre
 5 : indice horaire : 5

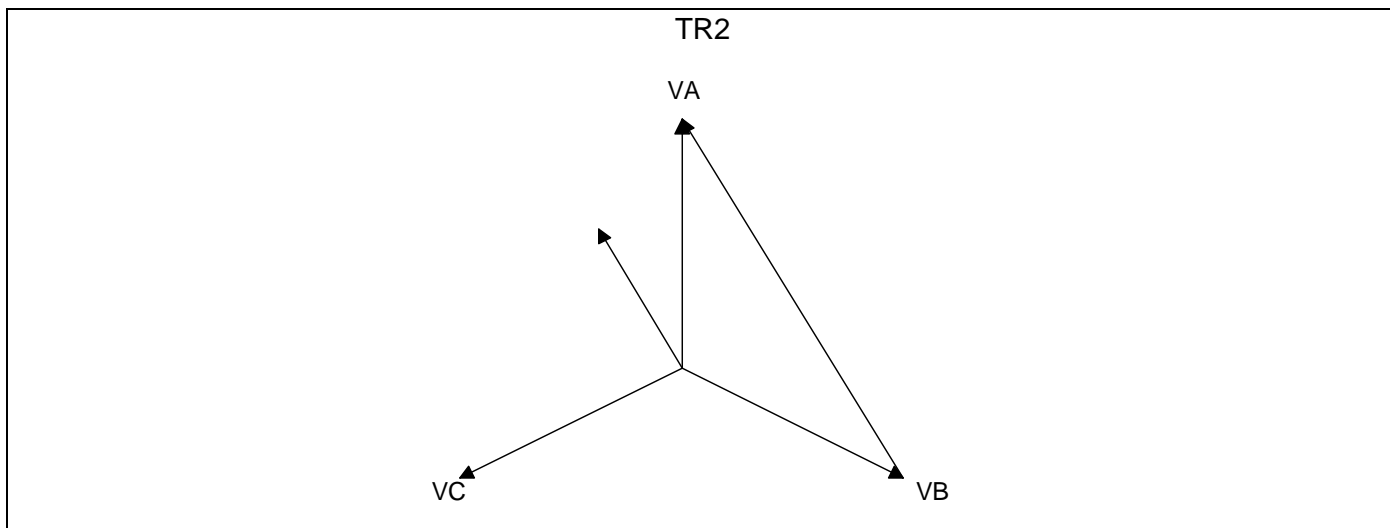
Dyn11 : D : couplage haute tension Triangle
 Yn : couplage basse tension étoile avec sortie du point neutre
 11 : indice horaire : 11

A4-2 Donner la définition de l'indice horaire

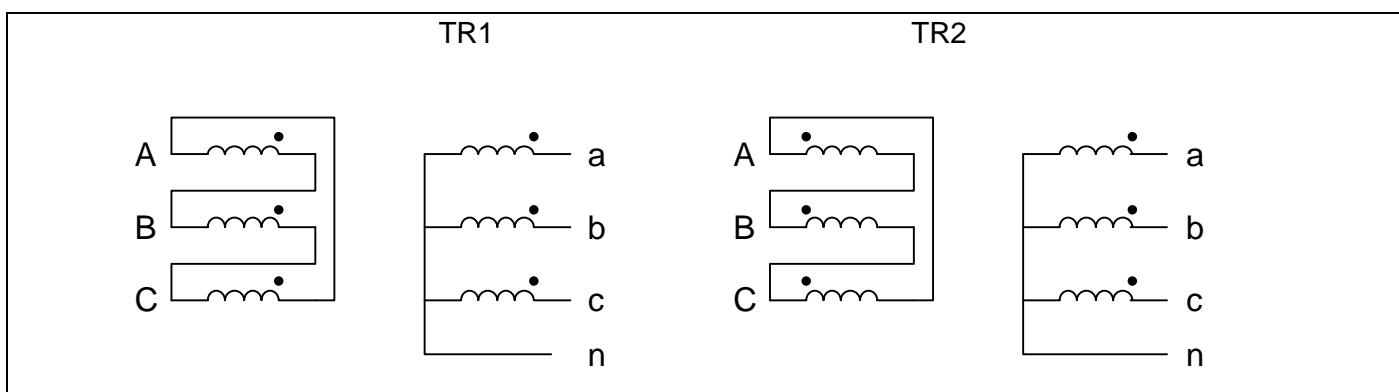
Déphasage entre les tensions simples primaires et secondaires d'un transformateur triphasé.
 Ex : $11 \times 30^\circ = 330^\circ$

A4-3 Compléter le diagramme des tensions primaires et secondaires de chaque transformateur





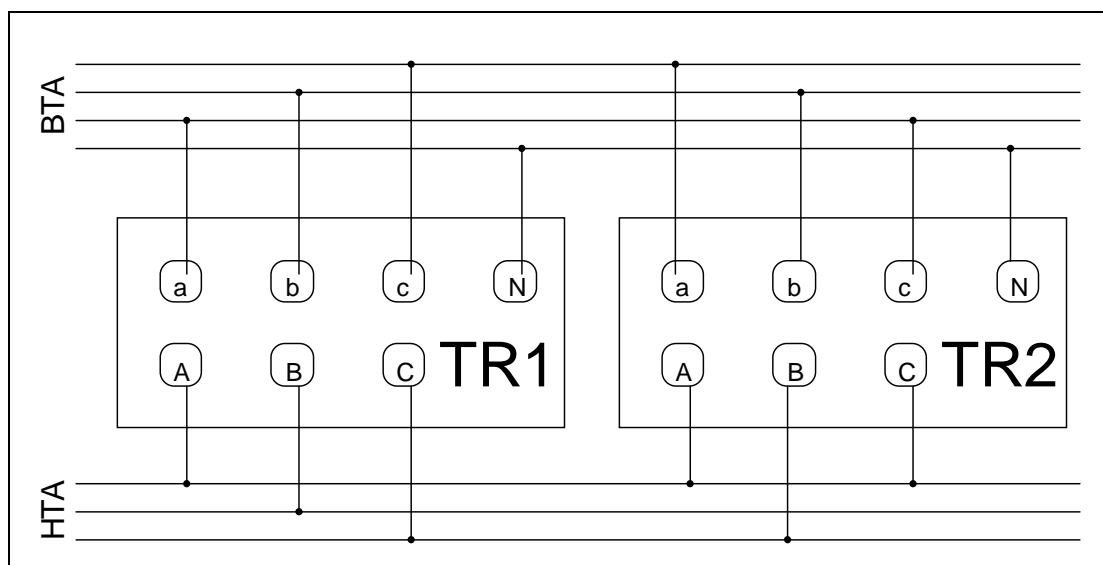
A4-4 Réaliser les connexions des enroulements des transformateurs TR1 et TR2



A4-5 Donner les conditions de mise en parallèle de deux transformateurs

- ◆ Si les puissances des deux transformateurs sont différentes, la puissance du plus puissant ne doit pas dépasser deux fois celle du plus petit.
- ◆ Alimentation par le même réseau.
- ◆ Même indice horaire de couplage des enroulements (ou même groupe).
- ◆ Tensions de courts-circuits égales à 10% près.
- ◆ Tensions secondaires très peu différentes selon la charge (0,4% maximum).
- ◆ Même longueurs de connexions, surtout côté BT.

A4-6 En complétant le schéma ci-dessous, réaliser la mise en parallèle des transformateurs TR1 et TR2



A5 Étude du poste de livraison (DR1)

A5-1 Dans la cellule PGB, donner la signification du TC et des grandeurs électriques associées

TP	Transformateur de tension (potentiel).
15 / 20 kV	Tension primaire.
100 / $\sqrt{3}$	Tension secondaire 1.
100 / 3	Tension secondaire 2.

A5-2 Dans la cellule TM, donner la signification du TP et des grandeurs électriques associées

TC	Transformateur de courant.
100 / 200 / 5 A	Rapport de transformation du courant.

A5-3 Justifier l'utilité de ces deux appareillages électriques (TP + TC) dans le poste de livraison

TP et TC sont branchés pour effectuer un comptage de l'énergie électrique.

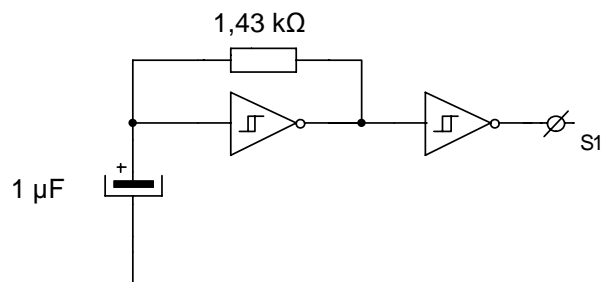
A5-4 En quoi un disjoncteur motorisé présente-t-il un intérêt ?

Un disjoncteur motorisé permet le pilotage des contacts de puissance à distance.

Partie B : régulateur du groupe électrogène

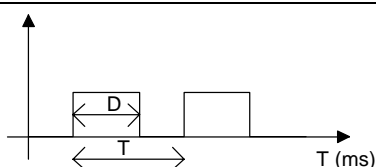
Le synoptique général du régulateur est fourni dans *le document ressource DR12*. La vitesse du groupe électrogène est régulée par l'intermédiaire d'une carte de commande analogique 0-10 volts qui agit sur des électrovannes d'arrivée de gasoil. L'entrée analogique 0-10 volts est alimentée par une interface à potentiomètre statique dont le schéma bloc est donné dans *le document ressource DR13*.

B1- Étude de la base de temps



Le montage proposé permet d'obtenir un signal carré de période $T = 0,7 RC$ avec un rapport cyclique différent de $\frac{1}{2}$.

B1-1 Qu'est-ce qu'un rapport cyclique ?



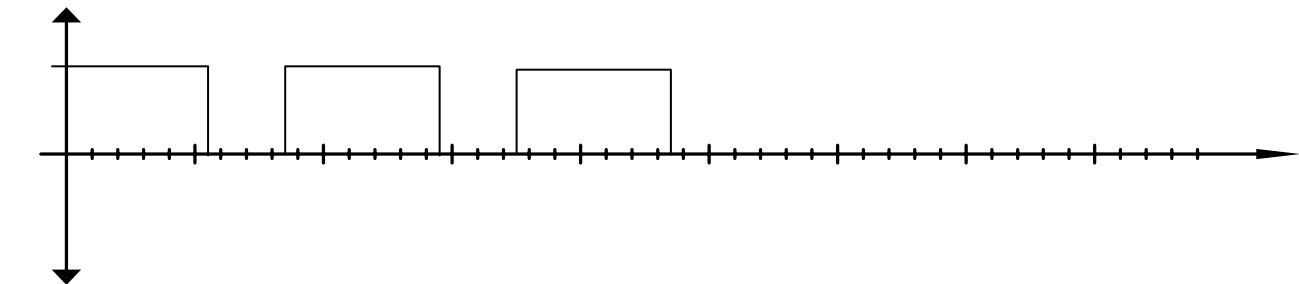
C'est le rapport D/T

B1-2 Calculer la période et la fréquence du signal de sortie S1

$$T = 0,7 \times 1430 \times 10^{-6} = 1 \text{ ms}$$

$$F = 1 / T = 1 \text{ kHz}$$

B1-3 Tracer l'allure du signal S1 (voir fig1) avec un rapport cyclique de 2/3 (1cm \Leftrightarrow 0,33 ms)



Soit le montage suivant :

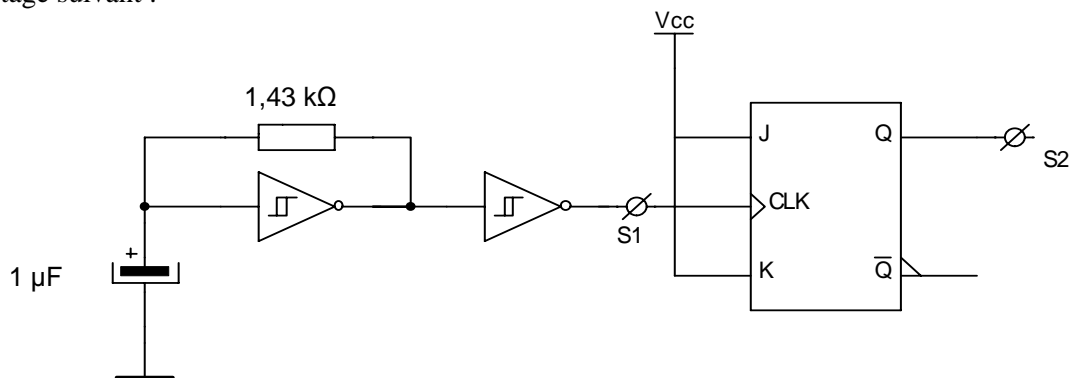


Table de vérité de la bascule JK

Mode fonctionnement	J	K	CLK	Q	/Q	remarques
synchrone	0	0	↑	Q_0	$/Q_0$	Maintien
	0	1	↑	0	1	Mise à 0
	1	0	↑	1	0	Mise à 1
	1	1	↑	Q_{n-1}	$/Q_{n-1}$	Commutation
	x	x	0 ou 1	Q_0	$/Q_0$	Maintien

B1-4 Tracer le signal S2 en fonction du signal S1 (voir fig. 1)

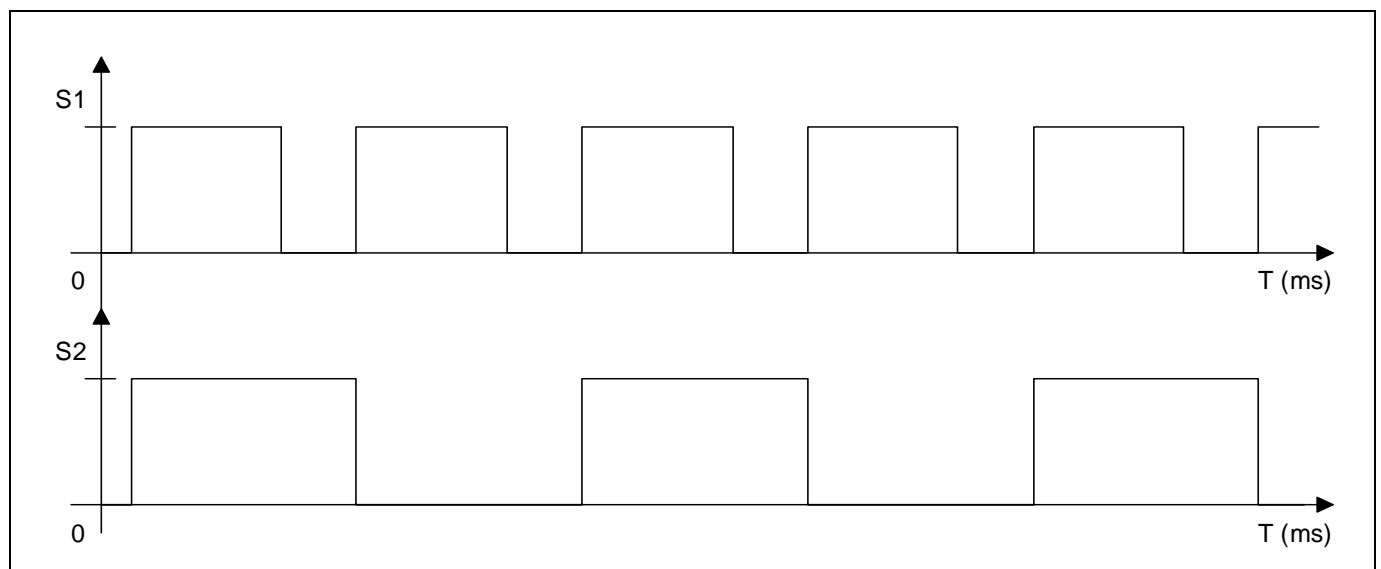


fig. 1

B1-5 Quels sont le rapport cyclique et la fréquence du signal S2

$$R = \frac{1}{2}$$

$$F = 500 \text{ Hz}$$

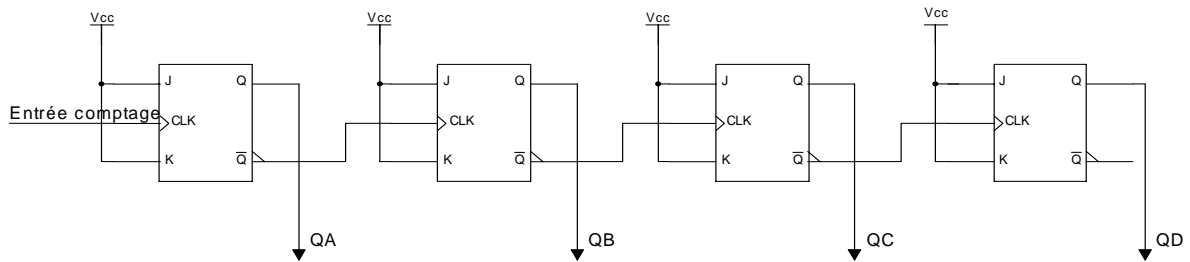
B1-6 Calculer R pour obtenir un signal S2 de fréquence de 1,5 kHz (C = 1 μF)

La fréquence du signal s1 = $2 \times 1,5 = 3 \text{ kHz}$

$$T = 1 / 3 = 0,33 \text{ ms}$$

$$R = T / 0,7 \times C = 476,2 \Omega$$

B2- Étude du compteur décompteur



B2-1 Quel est le mode de fonctionnement interne du compteur ?

C'est un compteur asynchrone.

B2-2 Quel est le front de fonctionnement de l'entrée de comptage ?

L'entrée de comptage est active sur un front montant.

B2-3 Compléter le chronogramme fig. 2 ($Q_A = Q_B = Q_C = Q_D = 0$ à $t = 0$)

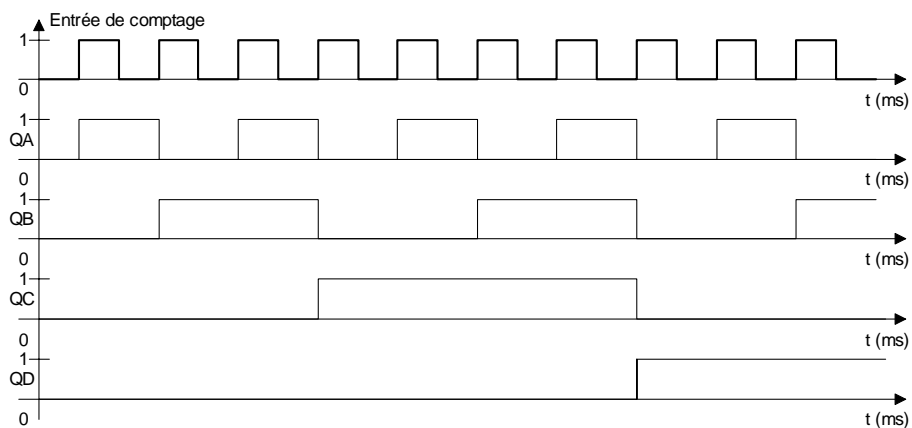


Fig. 2.

B2-4 Quel est le modulo de ce compteur ? Justifier

Ce compteur a une capacité de 16 car $C = 2^n$, n étant le nombre d'étages ou de sorties :
 $C = 2^4 = 16$

B2-5 Il existe un circuit spécialisé qui permet de compter et décompter, référencé 74LS193 ou 74LS192 (voir document ressource DR14). Donner le modulo de ce compteur

Capacité = 16

B2-6 Quelle est l'utilité des sorties « Carry » et « Borrow » du circuit ?

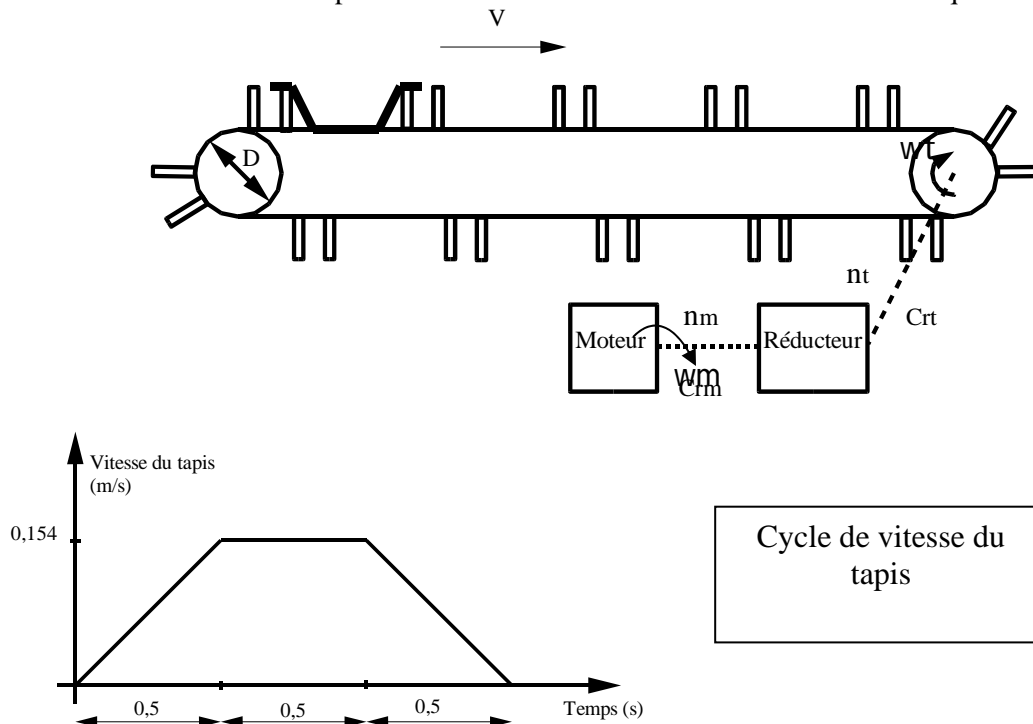
Carry : débordement de comptage

Borrow : débordement de décomptage

Partie C : ligne de conditionnement

Le tapis de ligne de conditionnement du fromage est entraîné par un moto réducteur associé à un convertisseur de fréquence.

On vous demande dans cette partie de choisir ce moteur et le convertisseur de fréquence associé.



Caractéristiques mécaniques de la ligne de conditionnement :

Le tapis de la ligne de conditionnement fait 19 indexations/min. Une indexation comprend le cycle de vitesse du tapis décrit ci-dessus et un temps d'arrêt pour permettre le remplissage des barquettes.

La masse totale (chaînes, support, charge, différents pignons et arbres) : $mt = 320 \text{ kg}$.

Le réducteur a un rendement de **90%** et un rapport de réduction **$R = 1/125$** .

Le coefficient de frottement **$C_f = 0,2$** et le diamètre du cylindre d'entraînement est **$D = 400 \text{ mm}$** .

C1- Étude mécanique de la ligne afin de choisir le moteur

Le but est de calculer le couple moteur nécessaire pour permettre le choix d'un moteur.

C1-1 Calculer la force de frottement F permettant le déplacement du tapis

$$F = m \times g \times C_f = 320 \times 9,81 \times 0,2 = 628 \text{ N}$$

C1-2 Calculer le couple résistant du tapis C_{rt} en sortie du réducteur

$$C_{rt} = F \times D / 2 = 628 \times 0,2 = 126 \text{ Nm}$$

C1-3 Calculer le couple C_{rm} à l'entrée du réducteur

$$C_{rm} = C_{rt} \times R / \eta_r = 126 / (0,9 \times 125) = 1,12 \text{ Nm}$$

C1-4 Calculer la vitesse angulaire à la sortie du réducteur

$$V = \omega_t \times D / 2 \text{ d'où } \omega_t = V / (D / 2) = 0,154 / 2 = 0,77 \text{ rd/s}$$

C1-5 Calculer la vitesse angulaire de l'arbre moteur

$$\omega_m = \omega_t / R = 0,77 \times 125 = 96,25 \text{ rd/s}$$

C1-6 Quelle sera alors la vitesse de rotation n_m (en tr/min), de l'arbre moteur ?

$$\omega_m = 2 \pi \times n_m \quad \text{d'où } n_m = \omega_m / 2 \times \pi = 96,25 / 2 \times \pi = 15,32 \text{ tr/s}$$
$$\text{Donc } n_m = 920 \text{ tr/min}$$

C1-7 Grâce aux équations de l'énergie cinétique, trouver l'expression de l'inertie J_t en sortie du réducteur, en fonction de ω_t , V et m_t

$$\frac{1}{2} \times m_t \times V^2 = \frac{1}{2} \times J_t \times \omega_t^2$$
$$\text{d'où } J_t = m_t \times V^2 / \omega_t^2$$

C1-8 Donner sa valeur numérique.

$$J_t = 320 \times 0,154^2 / 0,77^2 = 12,8 \text{ kg.m}^2$$

C1-9 En prenant l'équation de l'énergie cinétique et du rendement, en déduire l'équation de l'inertie J_m (inertie ramenée sur l'arbre moteur) et sa valeur

$$W_t = W_m \times \eta_r \text{ d'où } \frac{1}{2} \times J_t \times \omega_t^2 = \frac{1}{2} \times J_m \times \omega_m^2 \times \eta_r$$
$$\text{D'où } J_m = J_t \omega_t^2 / (\omega_m^2 \times \eta_r) = 12,8 \times 0,77^2 / (96,25^2 \times 0,9) = 0,91 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^2$$
$$J_m = 0,91 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^2$$

C1-10 Calculer le couple accélérateur C_a .

$$C_a = J_m \times d \omega_m / dt = 0,91 \times 10^{-3} \times 96,25 / 0,5 = 0,175 \text{ Nm}$$
$$C_a = 0,175 \text{ Nm}$$

C1-11 Calculer alors le couple au démarrage C_d

$$C_d = C_{rm} + C_a = 1,12 + 0,175 = 1,3 \text{ Nm}$$
$$C_d = 1,3 \text{ Nm}$$

C1-12 Effectuer, en le justifiant, le choix du moteur (voir le document ressource DR15)

$$C_d < C_n \quad \Leftrightarrow \quad 1,3 < 4,8$$
$$\text{LS MV 80 L}$$

C1-13 Maintenant que l'on a choisi le moteur, recalculer le couple accélérateur C_a en tenant compte de l'inertie propre (J_{pm}) du moteur choisi

$$C_a = (J_m + J_{pm}) \times d\omega_m / dt = (0,91 \times 10^{-3} + 2,4 \times 10^{-3}) \times 96,25 / 0,5 = 0,637 \text{ Nm}$$
$$C_a = 0,637 \text{ Nm}$$

C1-14 Quelle est alors la valeur du nouveau couple au démarrage ?

$$C_d = C_{rm} + C_a = 1,12 + 0,637 = 1,76 \text{ Nm}$$
$$C_d = 1,76 \text{ Nm}$$

C1-15 Le moteur précédemment choisi convient-il toujours ? Justifier.

$$C_d < C_n \quad \Leftrightarrow \quad 1,76 < 4,8$$
$$\text{Donc le moteur LS MV 80 L convient toujours.}$$

Ce moteur est muni, dans le bobinage, d'une sonde CTP.

C1-16 Que veut dire le terme CTP

Coefficient de température positive.

C1-17 Quel est le rôle de cette sonde ?

Cette sonde permet de contrôler la température des bobinages.

C2- Choix du variateur de vitesse.

On va choisir maintenant le variateur de vitesse associé au moteur.

C2-1 Faire le choix du variateur avec quelques caractéristiques (voir DR16)

Nom du variateur	UMV 4301
Calibre	1,5 T
Référence CT	UNI 1401
Puissance utile moteur	0,75 kW
Intensité nominale permanente	2,1 A

C2-2 Quelle sera la valeur de réglage de la fréquence correspondante à la vitesse n_m de rotation du moteur en négligeant le glissement ?

$n_m = 920 \text{ tr/nm}$	correspond à $f = 30,7 \text{ Hz}$
---------------------------	------------------------------------

C2-3 D'après le constructeur (voir DR18), la sortie du variateur alimentant le moteur n'est pas équipée de relais thermique. Pourquoi ?

Car la protection thermique est réalisée par le variateur UMV 4301
--

C2-4 Déterminer le paramètre afin de satisfaire la protection thermique (voir DR20)

Paramètre	0.46
Libellé	Courant nominal moteur
Adresse	5.07
Type	L-E
Valeur à rentrer dans le variateur	1 (valeur exacte 0,95)

C2-5 Déterminer, sachant que l'on est en boucle ouverte, la valeur des paramètres 0.03 et 0.04 correspondant aux rampes d'accélération et de décélération (voir DR19 et DR20). Justifier la valeur par les calculs.

Paramètre	Libellé	Calcul	Valeur
0.03	Rampe d'accélération	$t(s) \times 100 \text{ Hz} / f$ $0,5 \times 100 / 30,7$	1,63 s
0.04	Rampe de décélération	$t(s) \times 100 \text{ Hz} / f$ $0,5 \times 100 / 30,7$	1,63 s

C2-6 Pour mieux répondre aux normes C.E.M. européennes EN-50081-2, on utilise des filtres optionnels. Mais que veut dire C.E.M. ?

Compatibilité électromagnétique.

C2-7 Quelles sont les références ces filtres (voir DR17) ?

Filtre RFI : FLT 5101 - 10

Self MC : 3,5 T

C2-8 Préciser leur rôle

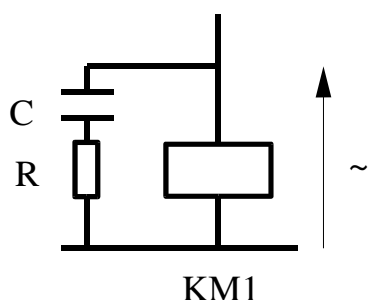
Filtre RFI : il contribue à réduire le niveau d'émission des signaux radiofréquences sur le câble d'alimentation.

Self MC : elles permettent de réduire les courants de fuites hautes fréquences qui provoquent des phénomènes de perturbations.

C2-9 Effectuer le choix du matériel de puissance raccordé à l'entrée du variateur (désignation, référence et rôle) voir DR21 à DR23.

Désignation	Référence	Rôle
QS	GS1 DD	Sectionnement et protection, avec un pouvoir de coupure car il est interrupteur
KM1	LC1 D09....	Commande
Fusible de QS	DF2 CN04	Protection surcharge et court circuit

C2-10 En parallèle avec la bobine du contacteur KM1 nous avons une résistance et un condensateur en série (DR18). Quel est le rôle de ce montage RC ?



Ce dispositif est un parasurtenseur. Il vise à réduire les surtensions de coupure ($L \, di/dt$) et les résidus HF.

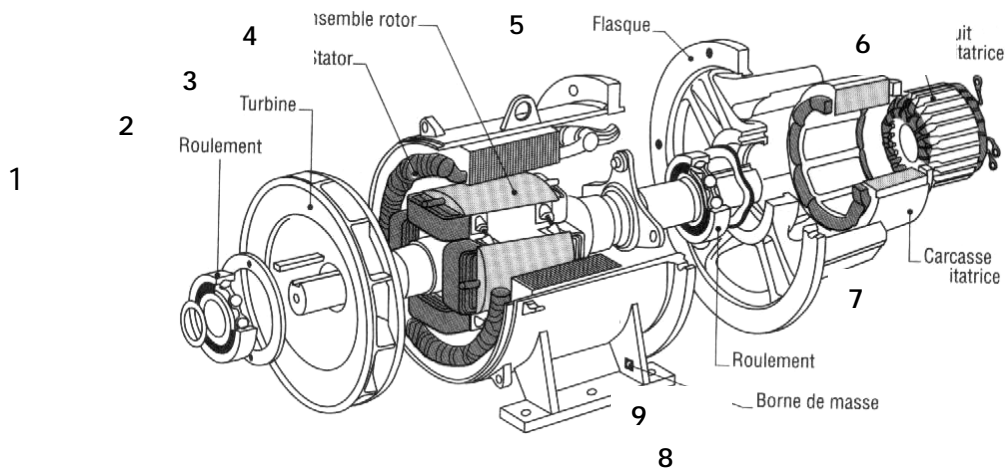
C2-11 Dans notre système, l'UMV 4301 est configuré en variateur de vitesse fonctionnant à $U/f = \text{constant}$. Quel est l'intérêt de fonctionner à U/f constant ?

Le fait de conserver le U/f constant permet de maintenir un flux constant dans la machine et donc de conserver la caractéristique de couple.

Partie D : le groupeur

Dans cette partie, nous allons étudier la motorisation et le mode de fonctionnement du groupeur. Il permet de transférer la rangée des six barquettes de la ligne de conditionnement vers la ligne VGS.

D1- Étude de la motorisation du groupeur



D1-1 Quel est le type de machine que représente la vue éclatée ? 8

Machine synchrone ou alternateur.

D1-2 Donner le nom des différents constituants repérés sur la vue éclatée de la machine

- 1 : Roulement
- 2 : Turbine
- 3 : Stator (induit)
- 4 : Rotor (inducteur)
- 5 : Flasque
- 6 : Induit excitatrice
- 7 : Carcasse excitatrice
- 8 : Borne de masse
- 9 : Roulement

D1-3 Expliquer la fonction du stator et du rotor

⇒ **Stator** : il produit un champ tournant créé par trois bobines fixes géométriquement décalées de 120° et parcourues par des courants alternatifs présentant le même déphasage électrique. La composition vectorielle des trois champs alternatifs, créés par les courants, donne un champ tournant H_s d'amplitude constante (th. De Leblanc).

⇒ **Rotor** : il est soit bobiné, soit à aimant permanent; Il possède son propre champ. L'interaction du champ tournant et du champ fixe de l'inducteur crée un couple moteur qui provoque la rotation du moteur à la vitesse du champ tournant.

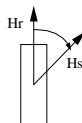
Il n'y a pas de glissement, c'est pour cela que ce type de moteur est appelé **synchrone**.

D1-4 Donner la relation entre la vitesse de rotation et la fréquence

$$n_s = f / p$$

D1-5 Rappeler l'expression du couple moteur en fonction des champs statorique et rotorique

$$C = k \times H_s \times H_r \times \sin\theta$$



D1-6 Dédurre alors l'angle entre les champs statorique et rotorique permettant d'obtenir le couple maximal

Le couple C est max pour $\sin\theta = 1 \Leftrightarrow \theta = 90^\circ$

D1-7 Donner les deux principaux inconvénients du moteur synchrone

Le déphasage entre le champ tournant et le champ rotorique H_r dépend du couple résistant de la machine. Si ce couple devient trop important, le rotor "décroche" et s'arrête. Si le champ tournant est rapide (50 Hz), le moteur ne démarre pas seul. En effet l'accélération du champ tournant est tel que le décrochage est instantané à la mise sous tension.

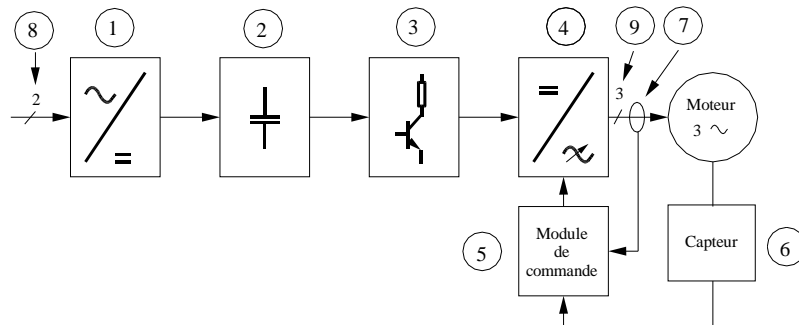
D1-8 Quelle est alors la solution pour remédier à ces problèmes ?

Le moteur synchrone autopiloté.

⇒ Convertisseur de fréquence car il permet de démarrer le champ tournant depuis une fréquence proche de zéro.

⇒ Connaître la position du rotor à l'aide d'un capteur de position en bout d'arbre. Alors la fréquence des courants statoriques n'évolue que si l'on constate que le rotor s'est déplacé et donc qu'il a entraîné la charge mécanique.

D1-9 Donner le nom et la fonctionnalité des différents blocs du schéma constructeur



- 1- Redresseur en pont triphasé PD3 à diode (convertisseur \sim /unidirectionnel).
- 2- Filtrage par condensateur.
- 3- Un module de freinage intégré permettant de dissiper l'énergie (optionnel).
- 4- Onduleur de tension à transistor à MLI produisant un courant de sortie de forme sinusoïdale.
- 5- Module de commande des transistors qui contrôle la phase et la fréquence des courants envoyés au stator, pour que le couple soit optimal ($\theta = 90^\circ$) quels que soit la vitesse et le sens de rotation.
- 6- Capteur qui donne la position angulaire électrique du rotor par rapport au champ tournant du stator.
- 7- Capteur de mesure de courant
- 8- Alimentation en monophasé 230 V
- 9- Sortie du variateur et alimentation du moteur en triphasé 400 V

D1-10 Donner les principes des capteurs de position angulaire couramment utilisés dans ce cas précis liés au schéma bloc précédent

⇒ Codeur incrémental :

- Une impulsion par incrément.
- Un traitement extérieur permet de connaître la position (par comptage).
- 2 voies décalées de 90° permettent de connaître le sens de rotation.
- Un top zéro permet de compter les tours.

⇒ Le résolver : il comporte deux parties :

- T1, dont le primaire alimenté par une porteuse à 10 kHz est placé sur le stator, tandis que le secondaire se trouve sur le rotor.
- T2, dont le primaire intégré au rotor reçoit son alimentation du secondaire de T1. Cette induction, tournant avec le rotor, provoque un champ tournant qui induit un champ variable dans les deux secondaires placés dans le stator.

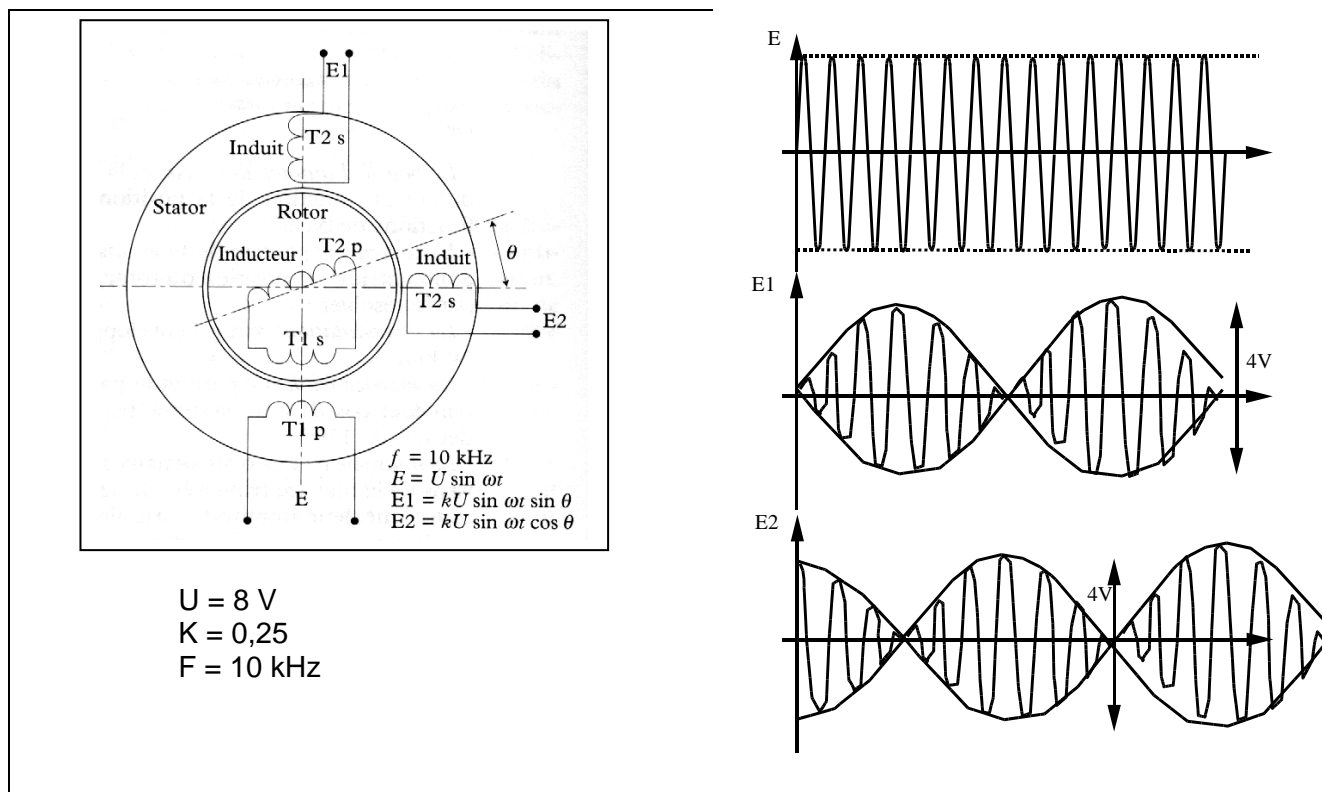
Les deux secondaires de T2, placés à 90° , en combinant leurs informations, donnent la position angulaire du rotor dont la précision est de $15'$. Après traitement du signal, cette position est exploitée par le variateur pour réaliser les fonctions :

- Commande des transistors.
- Élaboration du signal de vitesse.
- Élaboration du signal numérique de position.

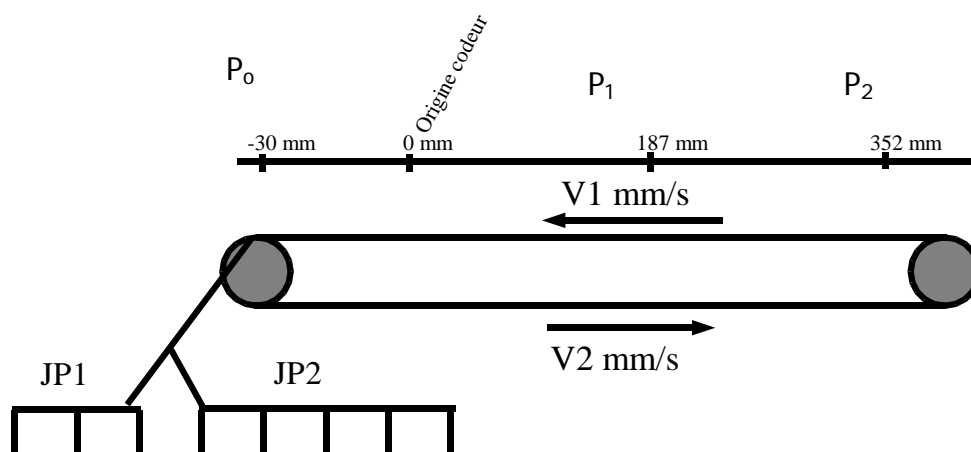
D1-11 Le capteur utilisé pour ce moteur synchrone autopiloté est un codeur absolu analogique dit « resolver » (capteur de position angulaire magnétique). Son principe est basé sur le phénomène d'induction magnétique. Il comporte deux parties :

- Un transformateur T1 alimenté par une porteuse de fréquence 10 kHz.
- Un transformateur T2 avec deux secondaires qui sont placés de telle façon qu'en combinant leur information de sortie on puisse en déduire la position angulaire du rotor.

Avec l'aide du schéma, compléter les courbes ci-dessous (tracé et amplitude).



D2- Étude du fonctionnement du groupeur



Le groupeur se compose de deux jeux de pinces repérés JP1 et JP2 ; ces pinces sont actionnées par des micro vérins pneumatiques double effet.

- JP1 permet le transfert de deux rangées de six barquettes de la ligne de conditionnement vers le groupeur.
- JP2 permet le transfert de quatre rangées de six barquettes du groupeur vers le tapis VGS.
- La fonction du groupeur est d'assembler quatre rangées de six barquettes sur le tapis VGS.
- Les différentes étapes du transfert sont décrites dans le document ressource DR24.

D2-1 Pour chacune des séquences de fonctionnement du groupeur, donner l'état électrique des capteurs S1 et S2 dans le tableau TB1

Tableau TB1

Séquence	S1	S2	Vitesse du moteur en tr/mn
1	0	0	1 200
2	0	1	1 000
3	0	1	1 200
4	1	1	1 000
5	1	1	1 200
6	0	1	1 000

D2-2 À l'aide des documents ressources DR25 à DR30, décoder les instructions des lignes N200 à N230 du programme implanté dans le convertisseur de fréquence

N200 GO W AH51 V1000:	Aller à la position 1 à la vitesse de 1 000 tr/min	
N220 Set O000 = 0 N221 Set O001 = 1 N225 Set O003 = 0	Mettre à 0 les sorties O000 et O003 Mettre à 1 la sortie O001 = 1	
N230 JMP N101	Aller à la ligne N101 du programme	

D2-3 Déduire du programme les vitesses du moteur en tr/min pour chaque phase du tableau TB1 (cf. TB1)

Voir réponse D2-1 (tableau TB1)

D2-4 Le temps de retour de la position 2 vers la position 0 est de 1,3 s : calculer la vitesse linéaire V_1 en mm/s. Donner le résultat à 1 mm/s près par excès

$$\frac{352 + 30}{1,3} = 293,8 \text{ soit } V_1 = 294 \text{ mm/s}$$

D2-5 Sachant que la vitesse de rotation est identique lors du retour de la position 1 à la position 0, calculer le temps de retour en seconde

$$t = \frac{217 \times 1,3}{294} = 0,74 \text{ s}$$

D2-6 En déduire la vitesse V_2 de déplacement en mm/s de la position 0 vers la position 1 ou vers la position 2

$$\frac{294 \times 1000}{1200} = 245 \text{ mm/s}$$

D2-7 Calculer le temps de parcours en seconde du groupeur pour aller de la position 0 à la position 1 puis de la position 0 à la position 2

De P0 à P1 $\frac{217}{245} = 0,88 \text{ s}$	De P0 à P2 $t = \frac{382}{245} = 1,56 \text{ s}$
--	--

D2-8 Calculer le temps total en seconde de la séquence suivante :

- Prise des barquettes sur la ligne de conditionnement
- Avance du groupeur vers la position 2
- Retour du groupeur vers la position 0

$$t = 0,1 + 1,56 + 1,3 = 2,96 \text{ s}$$

D2-9 Calculer la temporisation x de la phase 3 du document DR24 afin que le temps total en seconde de la séquence suivante soit identique au temps total calculé à la question D2-8 :

- Prise des barquettes sur la ligne de conditionnement
- Avance du groupeur vers la position 1
- Retour du groupeur vers la position 0

Calcul :

$$X = 2,96 - 0,88 - 0,74 = 1,34s$$

$$X = 1,34 s$$

D2-10 Compléter le Grafcet suivant permettant de décrire le fonctionnement du groupeur en utilisant les variables de l'automate programmable industriel (voir documents DR24 et DR25)

