



| | | |
|---------------------|---|---|
| الصفحة - 1 - /19 | الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة الاستدراكية 2009 الموضوع | المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي وتكوين الأطر والبحث العلمي المركز الوطني لتنظيم الامتحانات |
| C : RS46 | | |

| | |
|---|----------------------|
| المادة : علوم المهندس | المعامل : 8 |
| الشعب(ة) - المسلك : شعبة العلوم والتكنولوجيات - مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية | مدة الإنجاز : 4 س |

| |
|--|
| Filière : Sciences et Technologies Électriques |
| Matière : Sciences de l'Ingénieur |
| Durée : 4 h |
| Coefficient : 8. |

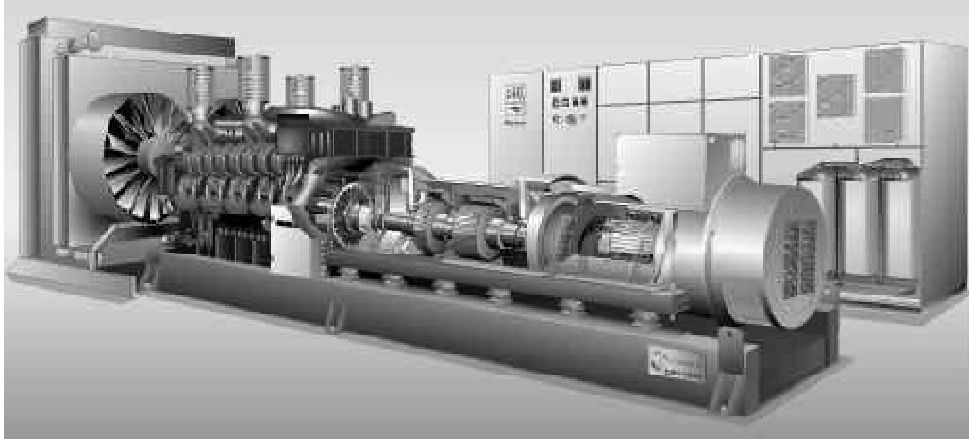
- ☞ Le sujet comporte au total 19 pages.
- ☞ Le sujet comporte 3 types de documents :
 - Pages 2 à 9 : socle du sujet comportant les situations d'évaluation (SEV);
 - Pages 10 à 13 : Documents ressources portant la mention  (Couleur BLEUE) ;
 - Pages 14 à 19 : Documents réponses portant la mention  (Couleur VERTE) ;
- ☞ Les réponses à l'épreuve doivent être rédigées sur la copie du candidat ou sur les "DREP" suivant indication.
- ☞ Les pages portant en haut la mention "DREP" (Couleur VERTE) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat.
- ☞ Le sujet est noté sur 80 points.

- Aucun document n'est autorisé ;
- Sont autorisées les calculatrices de poche y compris celles programmables.

Alimentation électrique de secours

Alimentation électrique de secours

A. MISE EN SITUATION :



I - Présentation

Pour bénéficier d'une énergie électrique permanente, stable et sans coupures (ou même microcoupures), des établissements tels que les hôpitaux, les hôtels, les entreprises industrielles... ont recours à un type d'alimentations de secours appelé "Alimentation sans interruption" (ASI).

Une ASI est un dispositif qui fournit une tension électrique stable et sans coupures.

Il existe dans le commerce plusieurs types d'alimentations de secours, de différentes configurations et architectures.

Afin d'assurer la disponibilité totale de l'énergie électrique pour son parc machines (chaîne de production), matériel informatique et éclairage de secours, une entreprise industrielle est équipée d'une installation électrique dont le schéma de principe est représenté ci-dessous.

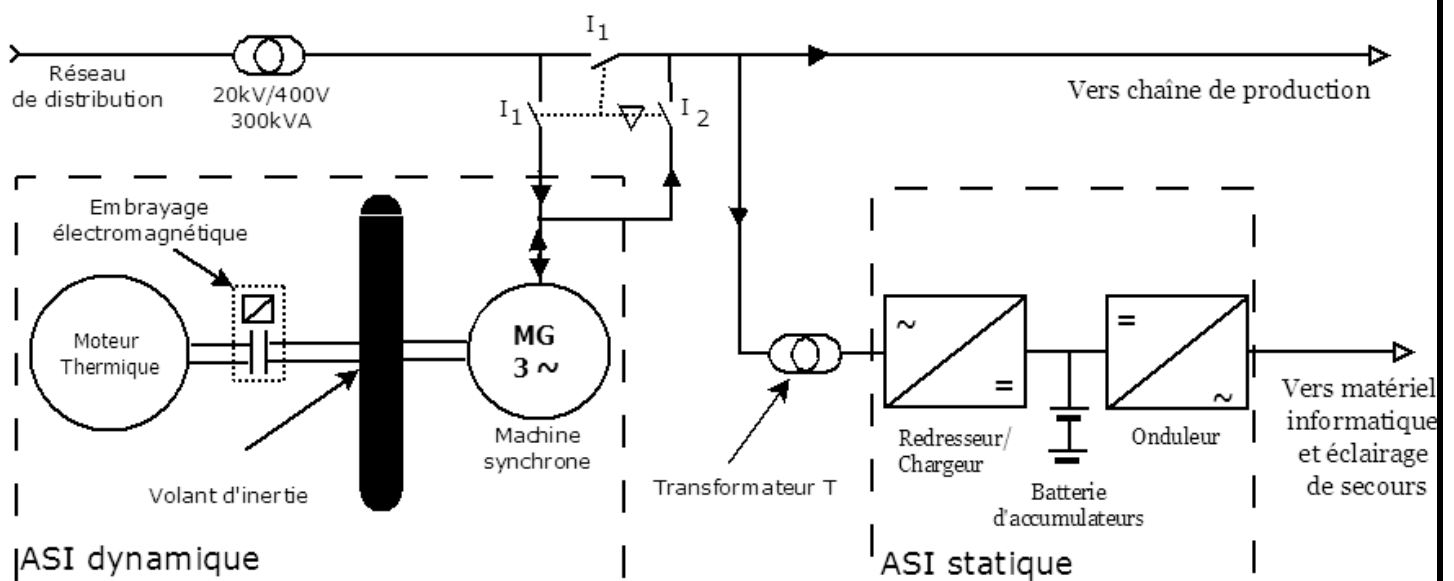


Schéma de principe de l'installation

II - Description :

L'entreprise possède trois sources d'alimentations :

1. Une alimentation à partir du réseau de distribution : Arrivée (20 kV/400 V, 50 Hz) ;
2. Une alimentation sans interruption dynamique (ASI dynamique) :

L'énergie est produite par une machine tournante, d'où le nom de dynamique, elle comporte :

- Un moteur thermique diesel ;
- Une machine synchrone triphasée ;
- Un embrayage électromagnétique ;
- Une armoire de commande et de contrôle ;
- Un volant d'inertie : masse de quelques tonnes en fibres de carbone entraînée à une grande vitesse ; elle stocke l'énergie sous forme cinétique et fonctionne ainsi comme un " accumulateur électromécanique ".

3. Une alimentation sans interruption statique (ASI statique) qui comporte :

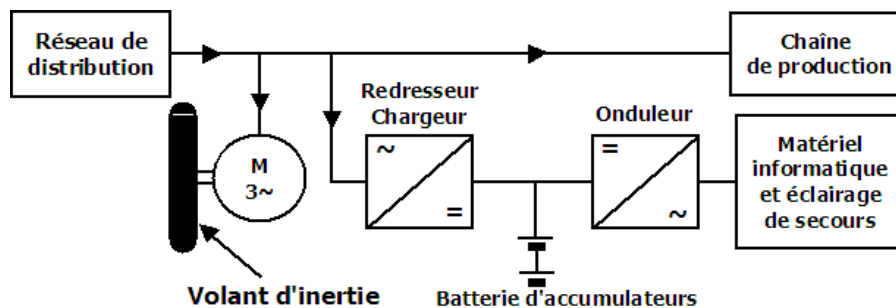
- Une batterie d'accumulateurs ;
- Un redresseur monophasé non commandé ;
- Un chargeur d'accumulateurs ;
- Un onduleur autonome monophasé ;
- L'électronique de commande.

III - Fonctionnement

L'installation électrique possède deux modes de fonctionnement distincts :

- a. Fonctionnement en « mode normal » (le moteur diesel est à l'arrêt) :

Le schéma synoptique simplifié équivalent à ce mode de fonctionnement est représenté ci-dessous :

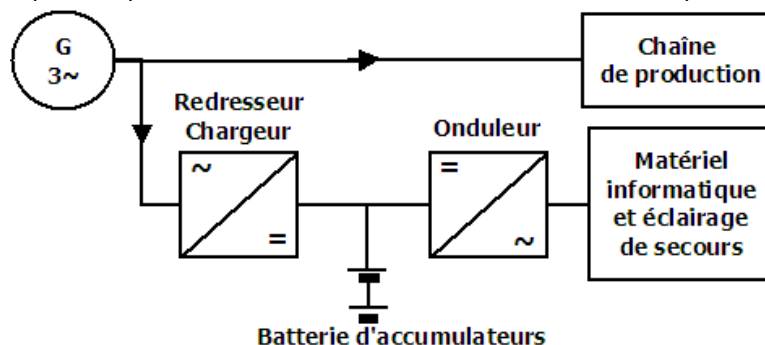


Le réseau de distribution alimente :

- La chaîne de production (Parc machines) ;
- Le matériel informatique et l'éclairage de secours à travers l'ASI statique (ce qui permet la charge des accumulateurs) ;
- La machine synchrone qui fonctionne alors en moteur entraînant le volant d'inertie.

- b. Fonctionnement en « mode autonome » :

Le schéma synoptique simplifié équivalent à ce mode de fonctionnement est représenté ci-dessous :



Lors d'une perturbation du réseau électrique le volant d'inertie :

- Entraîne la machine synchrone qui fonctionne alors en générateur ;
- Démarre le moteur thermique à travers l'embrayage électromagnétique.

Le moteur thermique est alors couplé à la machine synchrone qui continue à alimenter les récepteurs sans aucune coupure.

N.B : En cas de panne ou d'arrêt volontaire de l'ASI dynamique pour une maintenance, la batterie d'accumulateurs assure l'alimentation du matériel informatique et de l'éclairage de secours via l'onduleur.

B. SITUATIONS D'ÉVALUATION

SEV 1

Analyse fonctionnelle

/ 8 p^{ts}

On se propose de définir le besoin satisfait par l'emploi d'une alimentation de secours et d'analyser ses fonctions internes dans le but d'identifier les solutions constructives adoptées.

Tâche

Expression du besoin et Identification des solutions

- Documents ressources DRES01 (page 10);
- Répondre sur le document DREPO1 (page 14).

1. Énoncer le besoin en complétant le diagramme "bête à cornes".

/ 3 p^{ts}

2. Compléter le FAST partiel descriptif.

/ 5 p^{ts}

B1. ASI Dynamique

SEV 2

Vérification du choix de la machine synchrone

/ 5 p^{ts}

L'objectif est de justifier le choix du modèle de l'alternateur en se référant aux principaux paramètres électriques.

Tâche

Étude de l'alternateur

- Documents ressources à exploiter DRES01 (page 10) et DRES02 (page 11)

Les caractéristiques de l'alternateur sont: 300 kVA - 400/230V - 50 Hz - 1500 tr/mn - rendement : 93 %.

1. Calculer le nombre de pôles.

/1 p^t

2. Déterminer la valeur du courant nominale I_n débité par l'alternateur sachant que les enroulements du stator sont couplés en étoile.

/2 p^{ts}

3. L'alternateur de référence LSA 46.2 L9 est-il convenable? Indiquer les paramètres pris en considération.

/2 p^{ts}

SEV 3

Étude de la protection

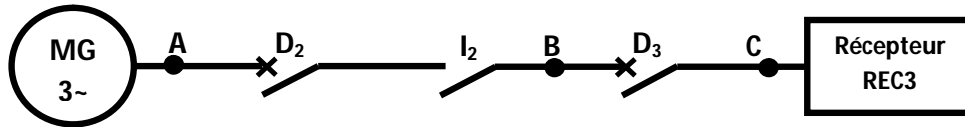
/ 6 p^{ts}

Tâche

Choix du disjoncteur D₃

➤ Document ressources à exploiter DRES02 (page 11)

On se propose de faire le choix du disjoncteur D₃.



Le courant de court-circuit I_{cc0} au point A est donné par la formule: $I_{cc0} = 100.(I_n / X'_d)$; avec : I_n : courant nominal débité par l'alternateur ; X'_d : réactance transitoire exprimée en %.

1. Pour $X'_d = 13,5\%$, Calculer le courant de court circuit I_{cc0} au point A; /2 p^{ts}
2. Calculer le courant nominal du récepteur triphasé **REC3** dont les caractéristiques sont :
45kW - 400V - $\cos \varphi = 0,86$ /2 p^{ts}
3. Préciser la référence du disjoncteur D₃, sachant que I_{cc} au point C est égal à 3kA. /2 p^{ts}

SEV 4

Étude du transformateur

/ 4 p^{ts}

On se propose de calculer quelques paramètres du transformateur alimentant l'ASI statique.

Tâche

Calcul des paramètres du transformateur

Le transformateur monophasé "T" a pour caractéristiques : 230/55 V - 50 Hz - 1,1 kVA, le flux maximal qui circule dans le circuit magnétique est $\Phi_{max} = 3,3$ mWb.

1. Calculer le rapport de transformation m ; /1 p^{ts}
2. Déterminer les nombres de spires N_1 au primaire et N_2 au secondaire ; /2 p^{ts}
3. Calculer le courant nominal I_{2N} au secondaire. /1 p^{ts}

SEV 5

Étude de l'accouplement moteur thermique/volant d'inertie

/ 20 p^{ts}

L'accouplement, objet de cette étude, doit assurer la transmission de puissance entre le moteur thermique et le volant d'inertie solidaire à la machine synchrone.

Le bureau d'étude s'est procuré un embrayage électromagnétique à denture muni d'un accouplement élastique (voir document DRES03 (page 12)) qui ne répond que partiellement au besoin.

En fonctionnement normal, l'embrayage est débrayé : l'électroaimant **5** est excité et attire le crabot mobile **5** qui libère le flasque denté **7** solidaire à l'arbre du volant d'inertie (non représenté) à travers l'accouplement constitué par les éléments : **10**, **11** et **16**.

Lors d'une perturbation électrique, l'électroaimant n'est plus excité, des ressorts de rappel **13** assurent l'embrayage des deux arbres.

Afin de répondre intégralement au cahier des charges, on se propose d'étudier une modification de cet embrayage et de concevoir la liaison accouplement élastique avec l'arbre du volant d'inertie.

Tâche1

Analyse du système étudié

- Document ressources à exploiter DRES03 (page 12);
- Répondre sur document DREPO3 (page 16).

Afin d'analyser le système étudié, on demande de :

1. Compléter l'actigramme (A-O) relatif à l'embrayage électromagnétique étudié.
2. Citer l'inconvénient que présente l'embrayage à denture.
3. Compléter le tableau des différentes liaisons du mécanisme.

/2 p^{ts}

/1 p^t

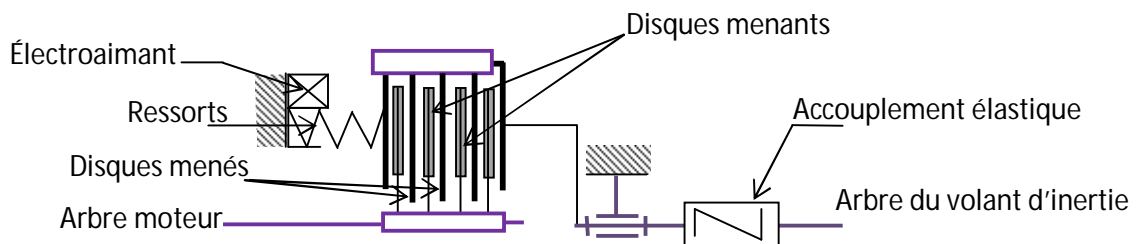
/4 p^{ts}

Tâche2

Modification de la nature des surfaces de contact

- Documents ressources à exploiter DRES03 (page 12),
- Répondre sur document DREPO3 (page 16).

Vu l'inconvénient que présente ce type d'embrayage pour le fonctionnement de notre système, on se propose de modifier la partie de contact entre les deux plateaux assurant l'engrènement en utilisant des surfaces de contact planes à l'aide des disques de friction comme l'indique le schéma partiel ci-dessous :



1. Déterminer le nombre de surfaces de contact nécessaire à la transmission d'un couple C_m de l'ordre de 2000 N.m, sachant que :
 - la vitesse du moteur thermique est $N_m = 1500$ tr/min ;
 - le coefficient de frottement des garnitures de friction est $f = 0,8$;
 - le rayon moyen des garnitures est $R_{moy} = 160$ mm ;
 - l'effort exercé par les ressorts est $F = 1600$ N.

/3 p^{ts}

2. Calculer la puissance P_v à l'entrée du volant d'inertie sachant que le rendement de l'embrayage est $\eta = 0,85$.

/2 p^{ts}

Tâche3

Conception de la liaison accouplement élastique/arbre du volant d'inertie

- Ressources à exploiter DRES03 (page 12);
- Répondre sur documents DREPO3 (page 16) et DREPO4 (page 17).

L'accouplement élastique est livré sans les usinages qui permettent de réaliser l'assemblage avec l'arbre du volant d'inertie. L'objectif de cette tâche est de définir les formes à réaliser sur le moyeu d'accouplement **16** pour assurer la liaison complète avec l'arbre du volant d'inertie en utilisant une clavette parallèle et une vis de pression sans tête à bout cuvette.

1. Citer les critères qui ont amené le concepteur à opter pour le choix de cet accouplement.

(Répondre sur document DREPO3 (page 16))

/3 p^{ts}

2. Compléter la liaison encastrement entre l'arbre du volant d'inertie et le moyeu d'accouplement **16**.

(Répondre sur document DREPO4 (page 17))

/5 p^{ts}

B2.ASI statique

SEV 6

Étude du pont redresseur

/ 5 p^{ts}

L'étude du pont redresseur exige la connaissance des caractéristiques générales du chargeur. En effet pour un fonctionnement normal, le chargeur nécessite une tension continue à courant constant. On se propose donc de déterminer la valeur de la tension moyenne redressée à l'entrée du chargeur et de représenter les formes des signaux.

Tâche

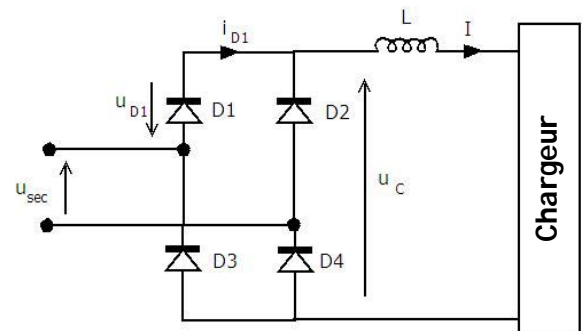
Représentation des chronogrammes et calcul de la valeur moyenne

➤ Répondre sur document DREP02 (page 15).

La bobine de lissage est supposée parfaite et son inductance L est suffisamment grande pour que le courant I soit constant et égal à 20 A.

Le schéma de principe du montage est donné ci-contre :

- Les diodes sont supposées parfaites.
- u_{sec} est la tension au secondaire du transformateur T ;
- u_{D1} est la tension aux bornes de la diode D_1 ;
- i_{D1} est le courant qui la traverse.



1. Représenter les chronogrammes des tensions $u_c(t)$, $u_{D1}(t)$ et du courant $i_{D1}(t)$.
2. Calculer la valeur moyenne de la tension $u_c(t)$ et donner sa fréquence en (Hz).

/3 p^{ts}

/2 p^{ts}

SEV 7

Conditionnement des signaux issus des capteurs

/18 p^{ts}

Les accumulateurs sont tellement fragiles devant les phénomènes de surcharge, de décharge profonde et de dérives de température et de courants qu'il faut les surveiller en permanence. Pour cela, des capteurs de température et de courant sont intégrés à l'ASI statique.

Les signaux issus des capteurs sont appliqués à des convertisseurs analogique-numérique (CAN).

Les signaux aux entrées des CAN doivent être compris entre 0 et 5V pour l'exploitation de toute l'échelle de conversion.

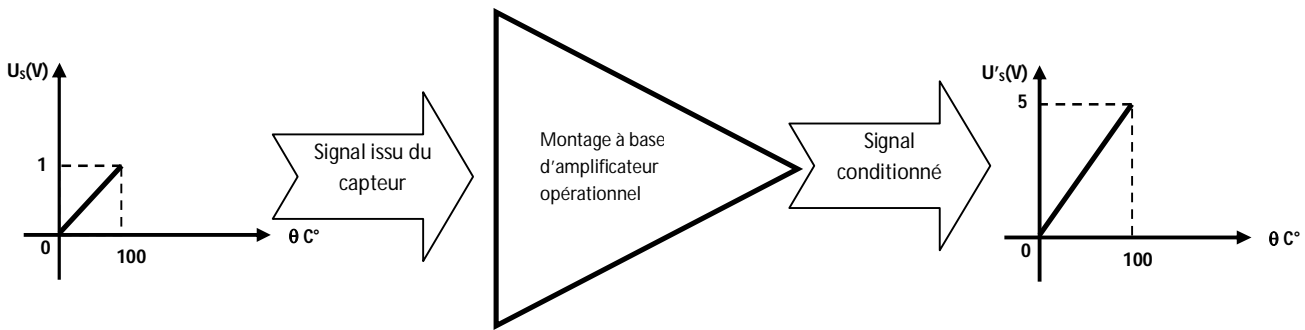
L'objectif est de conditionner les signaux issus des capteurs pour la conversion analogique numérique.

Tâche1

Étude du conditionneur du capteur de température

Les capteurs de température, solidaires aux accumulateurs, sont de type LM35DZ. Ils délivrent chacun une tension U_s proportionnelle à la température θ de l'accumulateur dont-il est solidaire.

La tension U_s délivrée est comprise entre 0 et 1V pour une variation de la température entre 0°C et 100°C (voir figure suivante).



1. Proposer le schéma de montage réalisant ainsi le conditionnement désiré: entrée U_s , sortie U'_s .
2. Préciser la relation entre les résistances du montage proposé pour avoir une amplification de +5.

/3 p^{ts}

/3 p^{ts}

Tâche2

Étude du conditionneur du capteur de courant

Pour mesurer les courants de charge et de décharge des accumulateurs, on dispose de deux capteurs de courant identiques (Référence: LAS 50-TP).

La caractéristique (voir **Figure1** ci-dessous) montre que la tension V_{OUT} à la sortie du capteur est comprise entre 0,625V et 4,375V pour une variation du courant I_P à mesurer de -150A à +150A ; avec I_{PN} courant nominal du capteur ($I_{PN} = 50\text{ A}$).

Pour conditionner le signal issu du capteur on utilise le montage de la **figure 2** ci-dessous.

Les amplificateurs opérationnels sont considérés parfaits. $V_1 = -0,625\text{V}$ (tension continue constante).

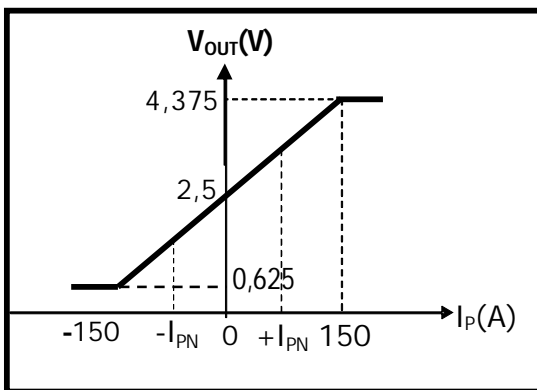


Figure 1: Caractéristique du capteur de courant

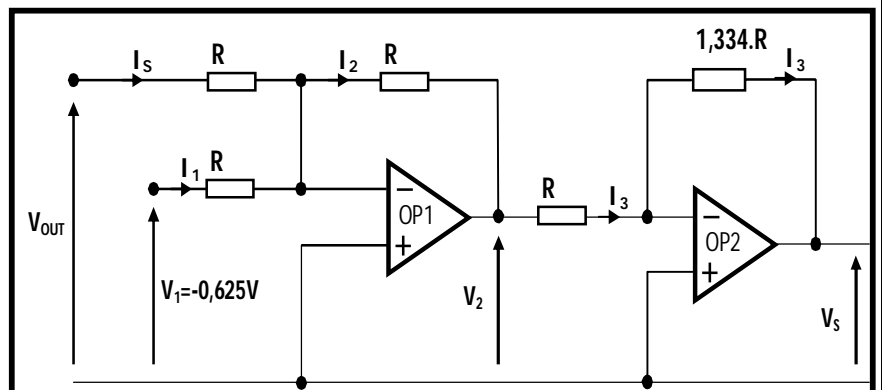


Figure 2: Conditionneur

1. Exprimer V_2 en fonction de V_{OUT} et de V_1 ;
2. Exprimer V_s en fonction de V_2 ;
3. En déduire l'expression de V_s en fonction de V_{OUT} et de V_1 ;
4. Tracer la caractéristique de V_s en fonction de I_P .

/3 p^{ts}

/3 p^{ts}

/3 p^{ts}

/3 p^{ts}

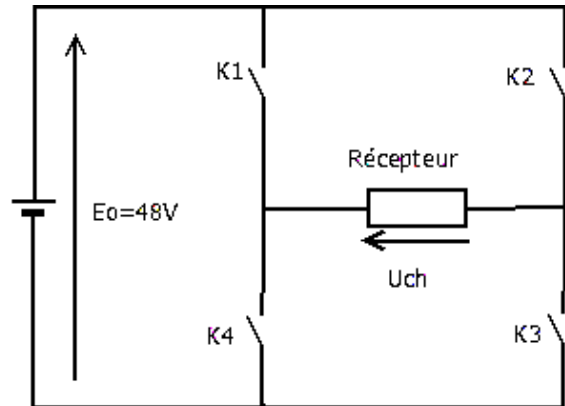
On désire générer, à partir d'une tension continue de 48V, un signal sinusoïdal de fréquence 50Hz et de valeur efficace égale à 230V pour assurer l'alimentation du matériel informatique et l'éclairage de secours.

Tâche1

Étude du principe de l'onduleur

On se propose dans un premier temps d'étudier le principe de l'onduleur autonome monophasé dont le schéma de principe est donné ci-contre :

- La tension d'alimentation $E_0 = 48 \text{ V}$.
 - Le récepteur est supposée résistif.
 - Les interrupteurs sont commandés électroniquement.
 - La période T de commande est fixée à 20 ms.
- K_1, K_2, K_3 et K_4 sont commandés de la façon suivante :
- entre 0 et 10 ms, les interrupteurs K_1 et K_3 sont fermés, K_2 et K_4 sont ouverts ;
 - entre 10 et 20 ms, les interrupteurs K_2 et K_4 sont fermés, K_1 et K_3 sont ouverts.



1. Donner le schéma équivalent du montage dans chaque intervalle de temps et exprimer $U_{ch}(t)$ en fonction de E_0 . /3 p^{ts}
2. Sur document **DREPO2** (page 15), représenter la tension $U_{ch}(t)$ pour une période T . /2 p^{ts}

Tâche2

Étude de la commande de l'onduleur

- Document ressources à exploiter **DRES04** (page 13)
- Répondre sur document **DREPO5** (page 18) et **DREPO6** (page 19).

Commande de l'onduleur (voir figure 3 DRES04 (page 13))

Dans le but de générer une tension alternative la plus proche possible d'une sinusoïde, nous allons commander les interrupteurs T_1, T_3 par le signal V_{RA0} et T_2, T_4 par le signal V_{RA1} (**figure 4 DRES04 (page 13)**).

La commande des interrupteurs statiques T_1, T_2, T_3 et T_4 est assurée par un système à base du microcontrôleur **PIC16F84**. Les données de commutation pour la génération des signaux de commande des interrupteurs sont stockées en mémoire EEPROM du microcontrôleur (**DRES04 (page 13)**).

RA0 et **RA1** sont deux bits du port A du microcontrôleur configurés en "sorties".

La **figure 5** du document **DRES04 (page 13)** donne plus de précisions sur l'évolution temporelle des signaux.

On note que :

- Le signal à l'état haut entraîne la fermeture des interrupteurs correspondants ;
- Le signal à l'état bas entraîne l'ouverture des interrupteurs correspondants.

Programmation:

Étant donné que le temps d'accès de la mémoire EEPROM est plus long que celui de la RAM, le programme recopie d'abord les données de commutation de l'EEPROM vers la RAM pour en accélérer l'exécution.

En se référant au document **DRES04 (page 13)** et aux parties de l'organigramme et du programme (**DREPO5 (page 18)** et **DREPO6 (page 19)**):

1. Compléter, sur le document **DREPO5 (page 18)**, l'organigramme de génération des signaux.

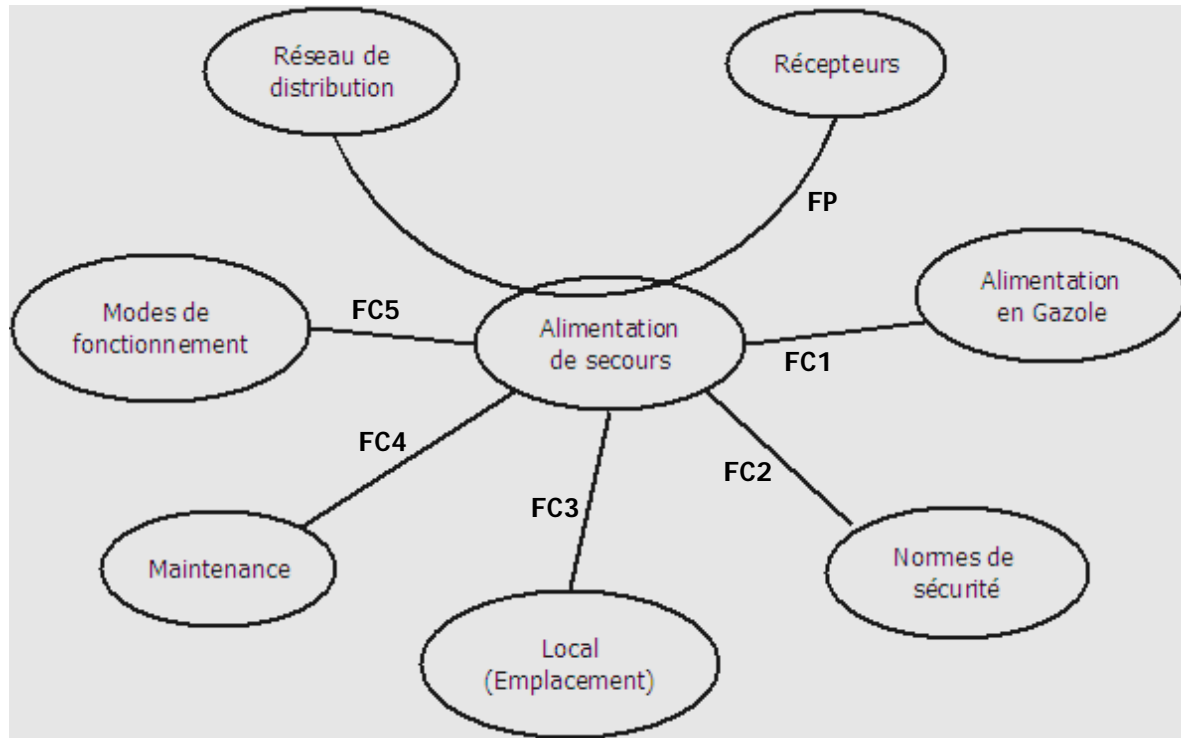
On précise que :

Le **POINTEUR** (POINT) est une variable contenant l'adresse du début de la RAM où les données de commutation sont stockées (**POINTEUR = 0D_{hex}**); /5 p^{ts}

Le **COMPTEUR** (COMPT) est une case mémoire contenant la taille de la RAM où les données de commutation sont stockées.

2. Compléter, sur le document **DREPO6 (page 19)**, le programme correspondant. /4 p^{ts}

Diagramme des interactions:



Définition des fonctions

| Fonction | But |
|----------|--|
| FP | Produire et transférer l'énergie électrique vers les récepteurs. |
| FC1 | Être alimentée en gazole. |
| FC2 | Être conforme aux normes en vigueur. |
| FC3 | Être placée dans un local bien approprié. |
| FC4 | Être facile à maintenir par un technicien de maintenance. |
| FC5 | Garantir les fonctionnements manuel et automatique. |

Extrait du cahier des charges fonctionnel :

| Fonction | Critère | Niveau | Flexibilité |
|----------|--|--|----------------|
| FP | • Tension d'alimentation | 230/400 V | ±20% |
| | • Fréquence | 50 Hz | ± 1Hz |
| | • Puissance de l'alternateur | 300 kVA | ± 5 % |
| | • Vitesse de rotation | 1500 tr/mn | ± 2 % |
| | • Rendement de l'alternateur | 93% | ± 3 % |
| | • Rendement du moteur thermique | 30% | ± 3 % |
| | • Temps de transfert d'énergie | 0 seconde | f ₀ |
| | • Tension à la sortie de l'ASI statique | 230 V | ± 5 % |
| | • fréquence | 50 Hz | ± 1Hz |
| FC1 | • consommation du Gazole | <75 Litre / heure | |
| FC2 | • Sensibilité des disjoncteurs différentiels | 30 mA | f ₀ |
| | • Bruit | <95dB | f ₀ |
| FC3 | • Température • Humidité • Poussières | 0°C < θ < 27 °C sec bien dépoussiéré | |
| FC4 | • Maintenance | Facile à maintenir | |
| FC5 | • Fonctionnements | Manuel et automatique | |

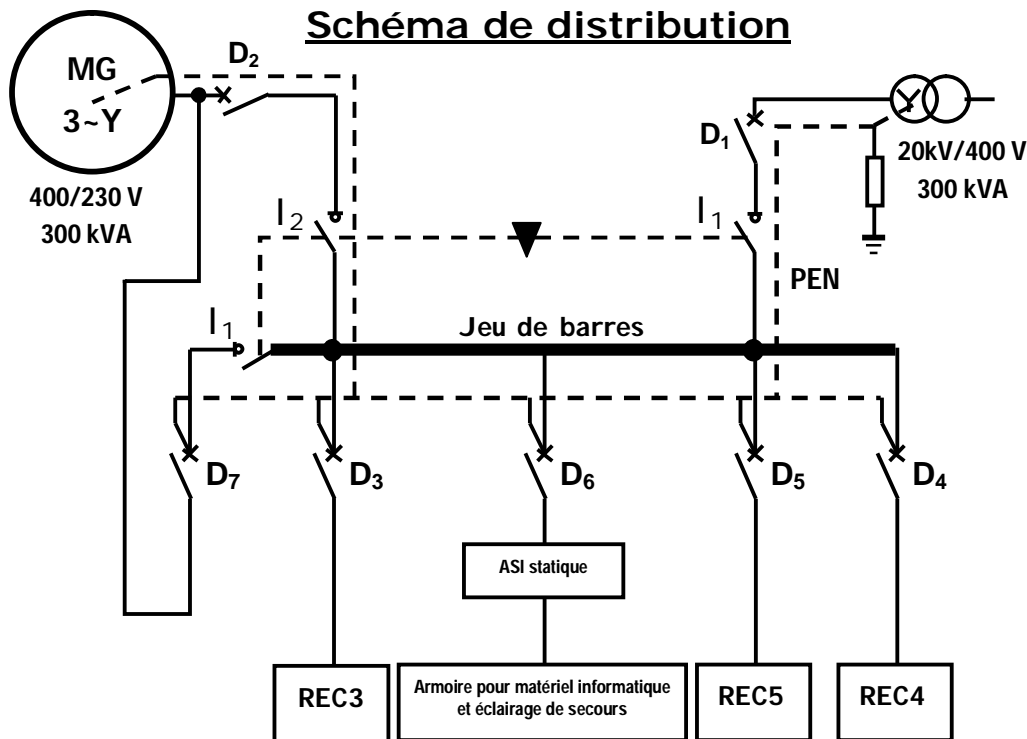
DRES 02

Alternateurs de type LSA 46.2 - 50 Hz - 1500 tr.min⁻¹

Puissances

kVA / kW - Cos $\theta = 0,8$

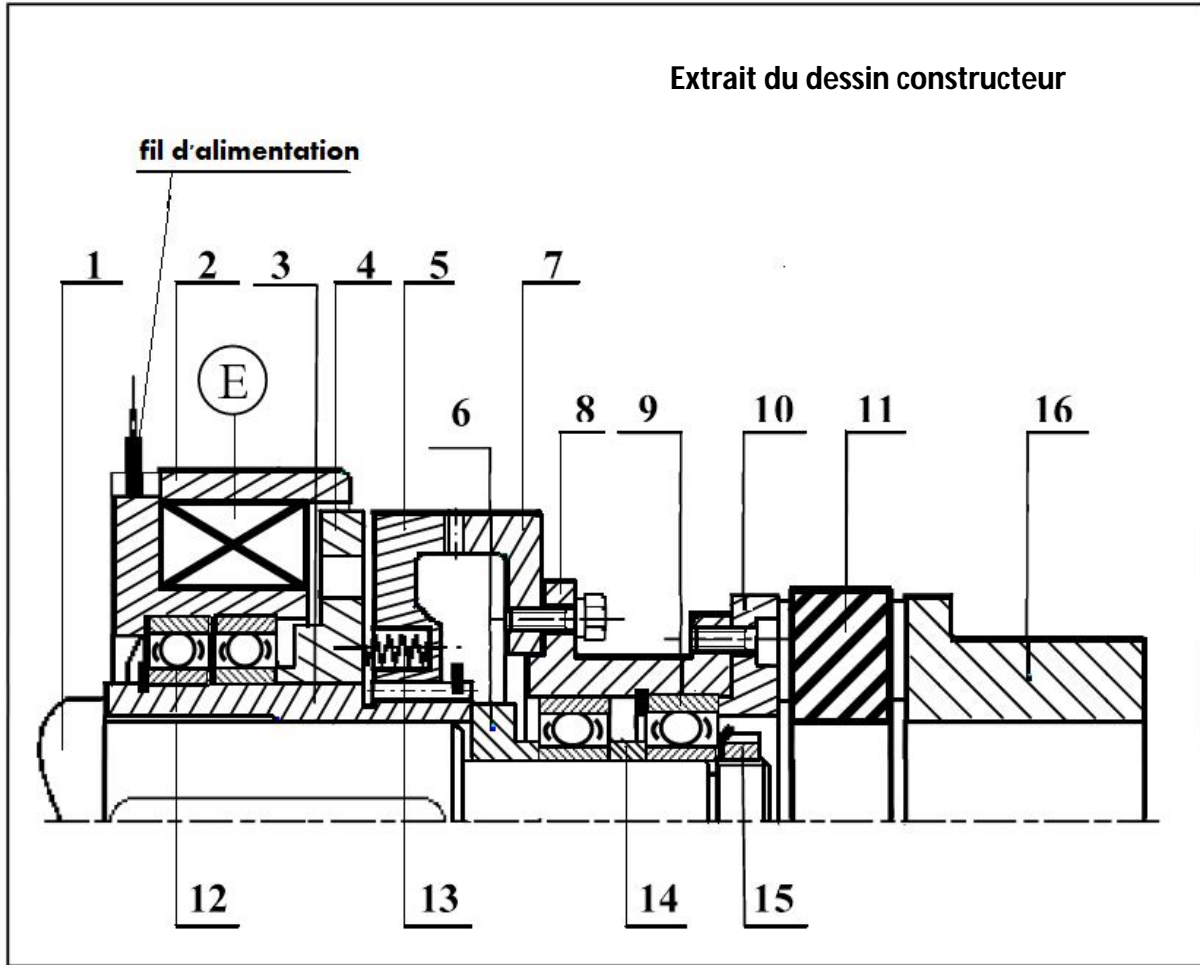
| Service | Continu / 40 °C | | | | | Continu / 40 °C | | | | | Secours / 40 °C | | | | | Secours / 27 °C | | | | | |
|---------------|-----------------|------|------|-------|-----------------|-----------------|------|------|-------|-----------------|-----------------|------|------|-------|-----------------|-----------------|------|------|-------|-----------------|-----|
| | H / 125° K | | | | | F / 105° K | | | | | H / 150° K | | | | | H / 163° K | | | | | |
| Classe / T° K | H / 125° K | | | | | F / 105° K | | | | | H / 150° K | | | | | H / 163° K | | | | | |
| Phase | 3 ph. | | | 1 ph. | | 3 ph. | | | 1 ph. | | 3 ph. | | | 1 ph. | | 3 ph. | | | 1 ph. | | |
| Y | 380V | 400V | 415V | 440V | $\Delta \Delta$ | 380V | 400V | 415V | 440V | $\Delta \Delta$ | 380V | 400V | 415V | 440V | $\Delta \Delta$ | 380V | 400V | 415V | 440V | $\Delta \Delta$ | |
| Δ | 220V | 230V | 240V | | 230V | 220V | 230V | 240V | | 230V | 220V | 230V | 240V | | 230V | 220V | 230V | 240V | | 230V | |
| YY | | | | 220V | | | | | 220V | | | | | 220V | | | | | 220V | | |
| 46.2 M3 | kVA | 180 | 180 | 180 | 160 | 104 | 168 | 168 | 168 | 146 | 97 | 195 | 195 | 195 | 175 | 110 | 203 | 203 | 203 | 180 | 114 |
| | kW | 144 | 144 | 144 | 128 | 83 | 134 | 134 | 134 | 116 | 78 | 156 | 156 | 156 | 140 | 88 | 162 | 162 | 162 | 144 | 91 |
| 46.2 M5 | kVA | 200 | 200 | 200 | 175 | 116 | 184 | 184 | 184 | 160 | 108 | 214 | 214 | 214 | 190 | 123 | 223 | 223 | 223 | 200 | 127 |
| | kW | 160 | 160 | 160 | 140 | 93 | 147 | 147 | 147 | 128 | 86 | 171 | 171 | 171 | 152 | 98 | 178 | 178 | 178 | 160 | 102 |
| 46.2 L6 | kVA | 250 | 250 | 240 | 205 | 141 | 217 | 217 | 217 | 190 | 131 | 254 | 260 | 254 | 225 | 150 | 266 | 275 | 266 | 237 | 156 |
| | kW | 200 | 200 | 192 | 164 | 113 | 174 | 174 | 174 | 152 | 105 | 203 | 208 | 203 | 180 | 120 | 213 | 220 | 213 | 190 | 125 |
| 46.2 L9 | kVA | 280 | 280 | 280 | 215 | 154 | 250 | 250 | 250 | 195 | 142 | 290 | 290 | 290 | 240 | 165 | 300 | 300 | 300 | 250 | 170 |
| | kW | 224 | 224 | 224 | 172 | 123 | 200 | 200 | 200 | 156 | 114 | 232 | 232 | 232 | 192 | 132 | 240 | 240 | 240 | 200 | 136 |
| 46.2 VL12 | kVA | 315 | 315 | 300 | 260 | 187 | 276 | 276 | 260 | 230 | 170 | 327 | 327 | 310 | 285 | 200 | 341 | 341 | 325 | 300 | 208 |
| | kW | 252 | 252 | 240 | 208 | 150 | 221 | 221 | 208 | 184 | 136 | 262 | 262 | 248 | 228 | 160 | 273 | 273 | 260 | 240 | 166 |



Fiche technique pour le choix des disjoncteurs

| | | C60N | C60L 25 A | C60L 32-40A | C60L 50-53A | NC100H | C161N | C250N |
|--|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|------------|-------|------------|
| Courant assigné (A) | | 63 à 40°C | | 63 à 40°C | | 100 à 40°C | | 250 à 40°C |
| Tension assignée d'emploi (V) | CA 50/60 Hz | 400 | 415 | 415 | 415 | 415 | 690 | 690 |
| | CC | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 500 | 500 |
| Tension d'isolement U _i (V) | | 500 | | 500 | | 500 | | 500 |
| Nombre de pôles | | 1 2-3-4 | | 1 2-3-4 | | 1 2-3-4 | | 3-4 |
| Pouvoir de coupure I _{cc} CA (kA) | 130 V | 20 | | 50 | | 50 | | 50 |
| | 230 V | 10 | | 25 | | 20 | | 15 |
| | 240 V | 20 | | 50 | | 40 | | 30 |
| | 415 V | 3 | | 6 | | 5 | | 4 |
| | 440 V | 10 | | 25 | | 20 | | 15 |
| Pouvoir de coupure I _{cc} CC (kA) | 60 V | 15 (1p) | | 25 (1p) | | 25 (1p) | | 25 (1p) |
| | 125 V | 20 (2p) | | 30 (2p) | | 30 (2p) | | 30 (2p) |
| | 125 V | 30 (3p) | | 50 (3p) | | 50 (3p) | | 50 (3p) |
| | 250 V | 40 (4p) | | 60 (4p) | | 60 (4p) | | 60 (4p) |
| | 500 V | 15 (1p) | | 25 (1p) | | 25 (1p) | | 25 (1p) |

DRES 03



| | | | |
|----------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 16 | Moyeu d'accouplement | | |
| 15 | Ecrou à encoches | | |
| 14 | Entretoise | | |
| 13 | Ressort | | |
| 12 | Roulement à billes de centrage | 2 | |
| 11 | Manchon élastique | | |
| 10 | Flasque d'accouplement | | |
| 9 | Roulement à billes | 2 | |
| 8 | Moyeu support | | |
| 7 | Flasque denté | | |
| 6 | Entretoise de réglage | | |
| 5 | Crabot mobile | | |
| 4 | Rotor assemblé | | 3 et 4 assemblés |
| 3 | Rotor assemblé | | 3 et 4 assemblés |
| 2 | inducteur | | |
| 1 | Arbre moteur | | |
| Repères | Désignations | nombres | observations |

DRES 04

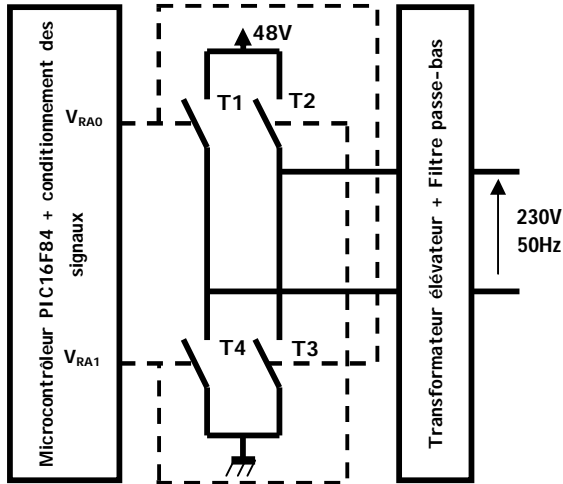


figure 3

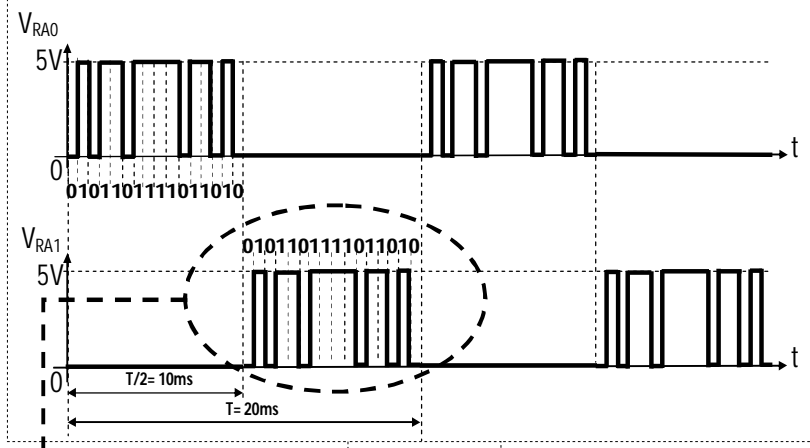
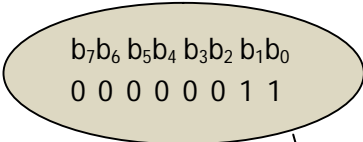


figure 4

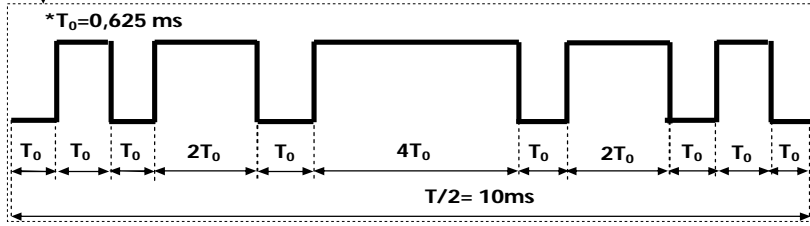


figure 5

Données de commutation

| Mémoire EEPROM | Adresse (hex) | 2100 | 2101 | 2102 | 2103 | 2104 | 2105 | 2106 | 2107 | 2108 | 2109 | 210A | 210B | 210C | 210D | 210E | 210F |
|----------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Donnée de commutation | 00 | 03 | 00 | 03 | 03 | 00 | 03 | 03 | 03 | 03 | 00 | 03 | 03 | 00 | 03 | 00 |

| Mémoire RAM | Adresse (hex) | 0D | 0E | 0F | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 1A | 1B | 1C |
|-------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | Donnée de commutation | 00 | 03 | 00 | 03 | 03 | 00 | 03 | 03 | 03 | 03 | 00 | 03 | 03 | 00 | 03 | 00 |

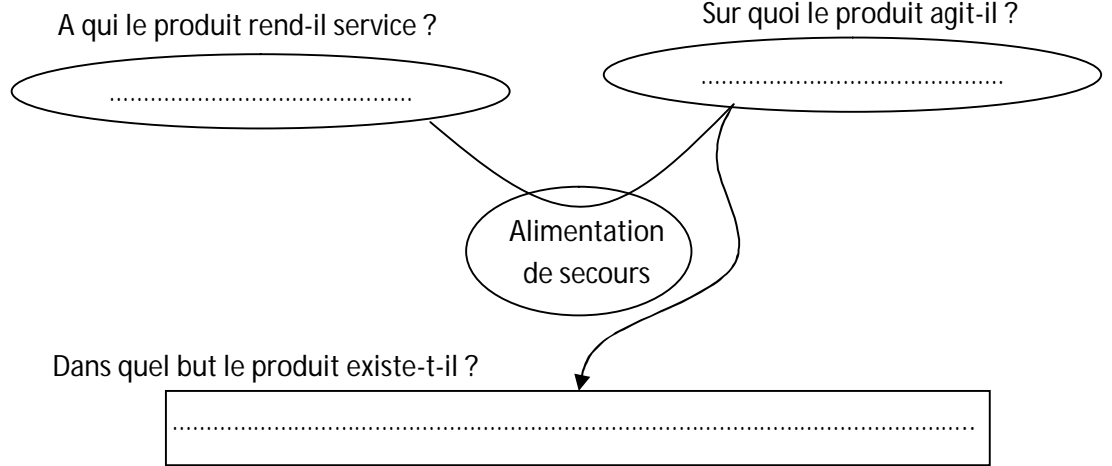
JEU D'INSTRUCTIONS DU PIC16F84

| N° | structure | Description | Affectés | cycles |
|----|------------|--|----------|--------|
| 1 | ADDLW k | ajoute k (0 à 255) à la valeur contenue dans W | C,DC,Z | 1 |
| 2 | ANDLW k | Effectue un ET logique entre k (0 à 255) et W . Le résultat est dans W | Z | 1 |
| 3 | IORLW k | Effectue un OU inclusif logique entre W et k (résultat dans W) | Z | 1 |
| 4 | MOVLW k | Charge le registre W avec la valeur k | | 1 |
| 5 | SUBLW k | Soustrait la valeur k de W (résultat dans W) | C,DC,Z | 1 |
| 6 | XORLW k | Effectue un OU EXCLUSIF entre k et W (résultat dans W) | Z | 1 |
| 7 | ADDWF f,d | Additionne W et la valeur du registre f.si d=0 le résultat est dans W , si d=1 ,il est dans f | C,DC,Z | 1 |
| 8 | ANDWF f,d | Effectue un ET logique entre W et la valeur du registre f. Même principe pour d | Z | 1 |
| 9 | CLRF f | Met tous les bits du registre f à 0 | Z | 1 |
| 10 | CLRW | Met tous les bits de W à 0 | Z | 1 |
| 11 | COMF f,d | inverse tous les bits du registre f (résultat dans W ou f suivant d) | Z | 1 |
| 12 | DECf f,d | décrémente la valeur contenue dans le registre f. Même principe pour d | Z | 1 |
| 13 | DECFSZ f,d | décrémente la valeur de f et saute l'instruction suivante si le résultat est 0 | | 1(2) |
| 14 | INCF f,d | Incrémente la valeur contenue dans le registre f (résultat dans f ou W) | Z | 1 |
| 15 | INCFSZ f,d | Incrémente f et saute l'instruction suivante si le résultat est 0 (résultat dans f ou W) | | 1(2) |
| 16 | IORLWF f,d | Réalise un OU logique entre les valeurs de W et de f (résultat dans W ou f suivant d) | Z | 1 |
| 17 | MOVF f,d | Le contenu du registre f est déplacé dans W si d=0 ou reste dans f si d=1 | Z | 1 |
| 18 | MOVWF f | Charge la valeur contenue dans W dans le registre f | | 1 |
| 19 | NOP | Signifie "No Operation" : instruction qui permet d'attendre un cycle | | 1 |
| 20 | RLF f,d | Déplace tous les bits du registre f vers la gauche . Le bit 0 devient le reflet de C | C | 1 |
| 21 | RRF f,d | Déplace tous les bits du registre f vers la droite . Le bit 7 devient le reflet de C | C | 1 |
| 22 | SUBWF f,d | Soustrait la valeur contenue dans W de celle contenue dans f (résultat dans f ou W) | C,DC,Z | 1 |
| 23 | SWAPF f,d | Effectue une inversion de 2 quartets de la valeur de f (0x2A devient 0xA2) | | 1 |
| 24 | XORWF f,d | Effectue un OU exclusif entre W et f (résultat dans W ou f) | Z | 1 |
| 25 | BCF f,b | Met le bit b du registre f à 0 | | 1 |
| 26 | BSF f,d | Met le bit b du registre f à 1 | | 1 |
| 27 | BTFSC f,b | Teste le bit b du registre f . S'il est égal à 0 , on saute l'instruction suivante | | 1(2) |
| 28 | BTFSS f,b | Teste le bit b du registre f . S'il est égal à 1 , on saute l'instruction suivante | | 1(2) |
| 29 | CALL p | Appelle le sous-programme dont le label de début est p | | 2 |
| 30 | CLRWDT | Efface le WDT et le prescaler | TO,PD | 1 |
| 31 | GOTO p | Se rend directement au label p | | 2 |
| 32 | RETFIE | Signal de fin d'une routine d'interruption, on revient à l'endroit où le PIC a été interrompu. | | 2 |
| 33 | RETLW k | Fin d'un sous-programme, W est chargé avec la valeur k (0 à 255) | | 2 |
| 34 | RETURN | Fin d'un sous-programme . On revient à l'endroit où ce sous-programme a été appelé. | | 2 |
| 35 | SLEEP | Le microcontrôleur passe en mode sleep (oscillateur arrêté) | TO,PD | 1 |

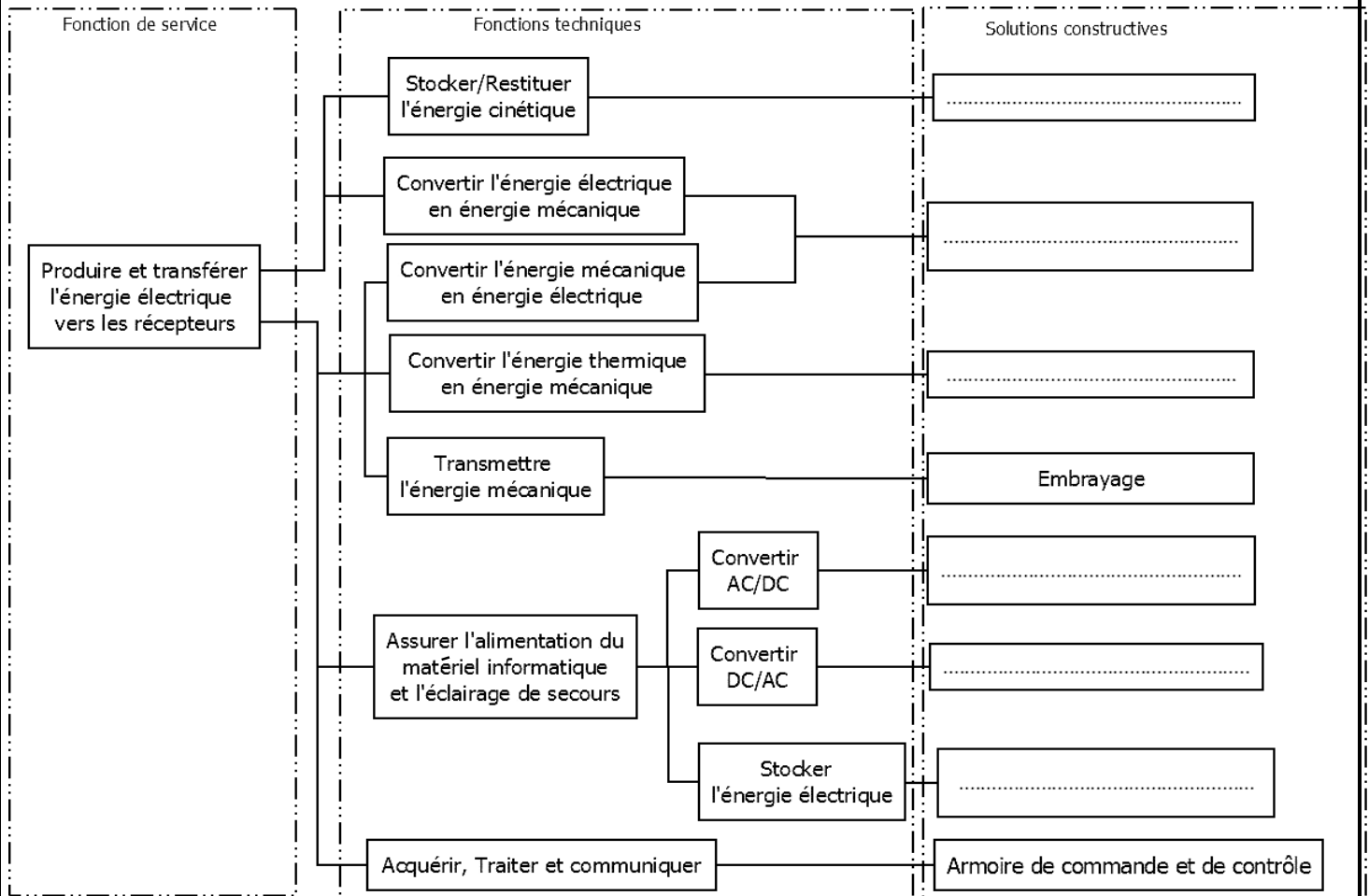
DREP 01

Document à rendre

1. Bête à cornes à compléter /3 p^{ts}



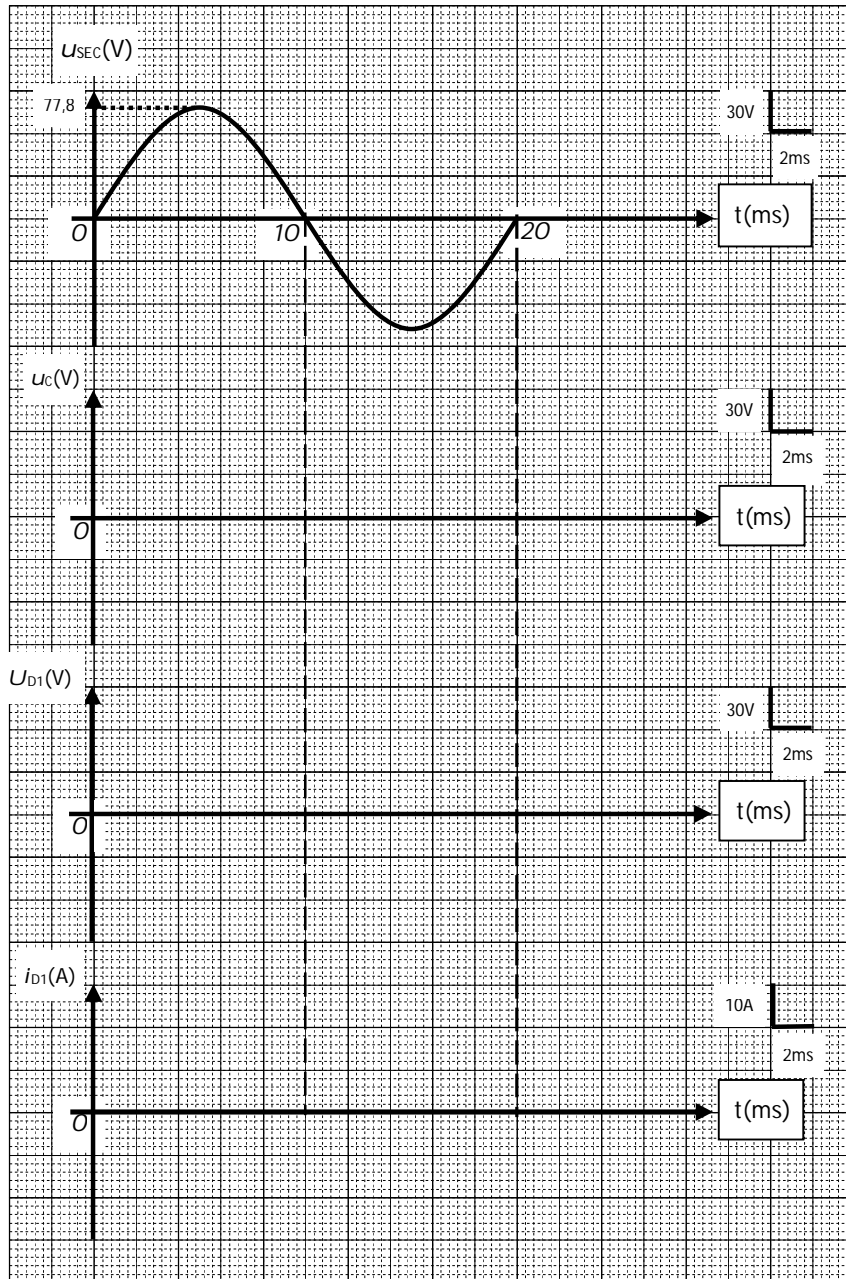
2. FAST partiel à compléter /5 p^{ts}



DREP 02

Document à rendre

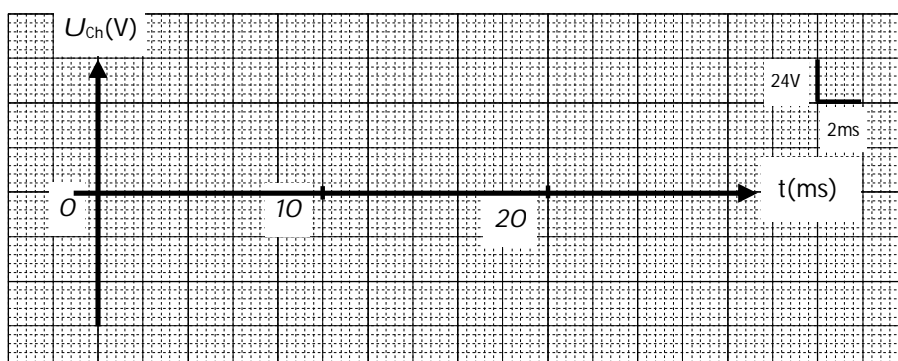
1. Représenter les chronogrammes des tensions $u_C(t)$, $u_{D1}(t)$ et du courant $i_{D1}(t)$. /3 p^{ts}



2. Calculer la valeur moyenne de la tension $u_C(t)$ et donner sa fréquence en (Hz). : /2 p^{ts}

$U_{Cmoy} = \dots$; $f = \dots$

2. Représenter la tension $U_{ch}(t)$ pour une période T : /2 p^{ts}

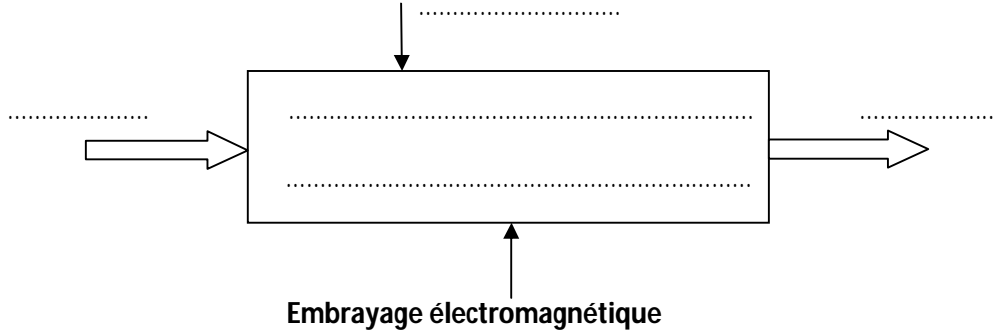


DREP 03

Document à rendre

Tâche 1 :

1. Compléter l'actigramme (A-0): /2 p^{ts}



2. Citer l'inconvénient que représente l'embrayage à denture. /1 p^t

.....
.....

3. Compléter le tableau des différentes liaisons du mécanisme : /4 p^{ts}

| Liaison | Nom de la liaison | Schéma en deux vues |
|---------|-------------------|---------------------|
| 1/3 | | |
| 3/5 | | |
| (7+8)/1 | | |

Tâche 2 :

- 1- Déterminer le nombre de surfaces de contact nécessaire à la transmission d'un couple C_m : /3 p^{ts}

.....
.....
.....

- 2- Calculer la puissance P_v à l'entrée du volant : /2 p^{ts}

.....
.....

Tâche 3 :

1. Citer les critères qui ont amené le concepteur à opter pour le choix de cet accouplement. /3 p^{ts}

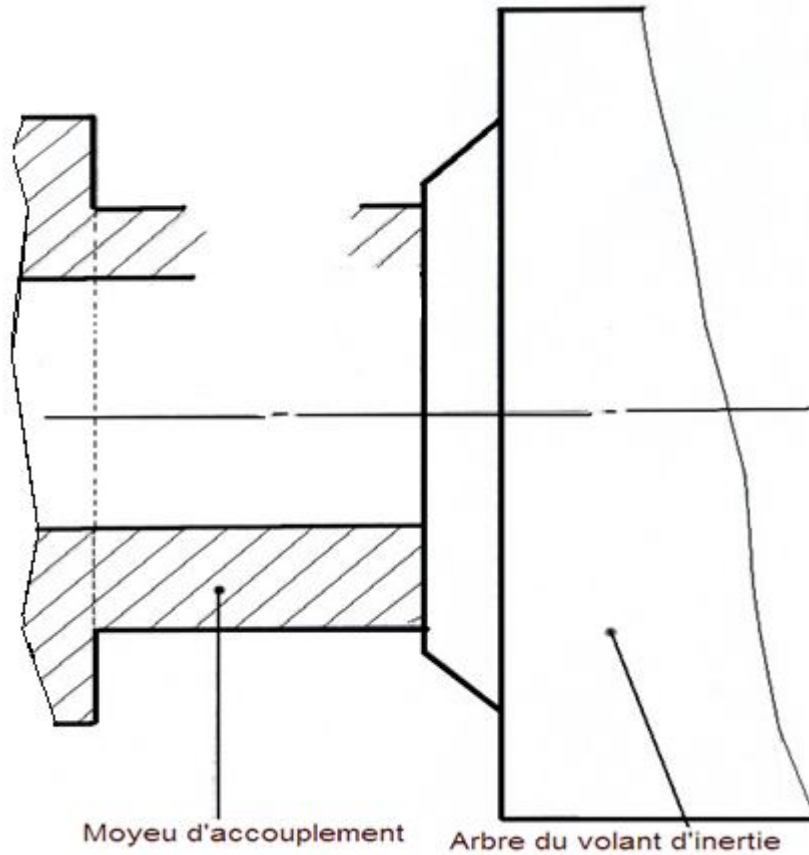
.....
.....
.....

DREP 04

Document à rendre

2. Compléter la liaison encastrement entre l'arbre du volant d'inertie et le moyeu d'accouplement **16.**

/5 p^{ts}

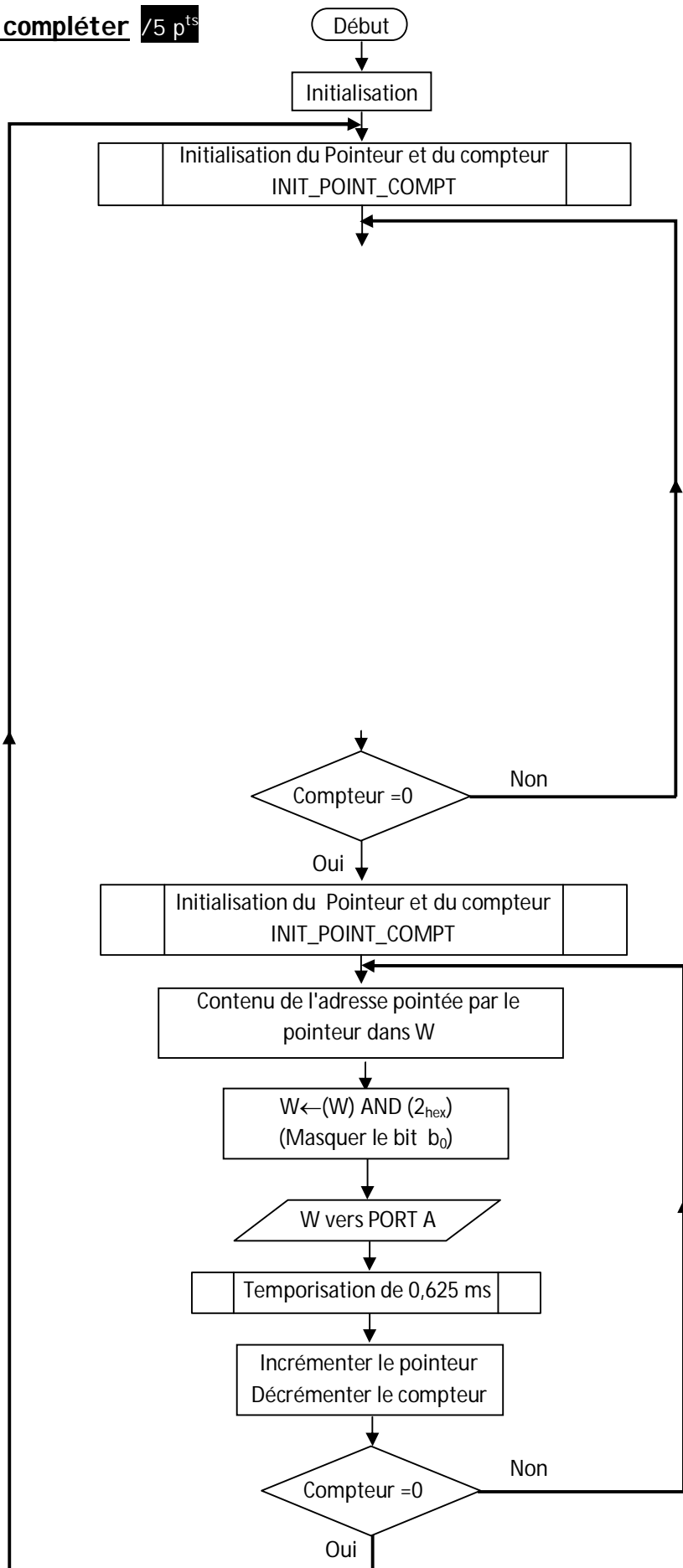


DREP 05

Document à rendre

Organigramme à compléter /5 p^{ts}

A compléter



DREP 06

Document à rendre

Programme à compléter /4 p^{ts}

| | | |
|------------------|--|--|
| INITIALISATION | <ul style="list-style-type: none"> • Déclarations des variables et des constantes. (initialisation du pointeur et du compteur • Configuration RA0 et RA1 du port A en sorties. • Transfert des données de commutation de l'EEPROM (Adresses "2100_{hex}" à "210F_{hex}") vers la RAM (Adresses "0D_{hex}" à "1C_{hex}") | |
| START | CALL INIT_POINT_COMPT | ; Appel du sous-programme d'initialisation du pointeur et du compteur, |
| LABEL1 | MOVF INDF,W ANDLW 0x01 MOVWF PORTA CALL TEMPO INCF FSR,f DECFSZ COMPTEUR,f GOTO LABEL1 CALL INIT_POINT_COMPT | ; Contenu de l'adresse pointée dans W, ; Masquer le bit b ₁ , ; Placer W dans le port A, ; Appel du sous-programme de temporisation, ; Incréments le POINTEUR, ; Décrémenter le compteur, ; Si COMPTEUR est différent de zéro saut à LABEL1 ; Sinon Appel du sous-programme d'initialisation du pointeur et du compteur, |
| LABEL2 | | |
| INIT_POINT_COMPT | MOVLW 0x10 MOVWF COMPTEUR MOVLW POINTEUR MOVWF FSR RETURN | ; Mettre la taille des données de commutation dans W (10 _{hex}), ; initialisation du COMPTEUR, ; L'adresse du pointeur dans W, ; initialisation du POINTEUR, ; Fin de l'initialisation du POINTEUR et du COMPTEUR, |
| TEMPO | TEMPORISATION DE 0,625ms END | ; Temporisation de 0,635 ms ; Fin du programme. |

A compléter



SEV 1

Analyse fonctionnelle

/8 p^{ts}

Tâche1

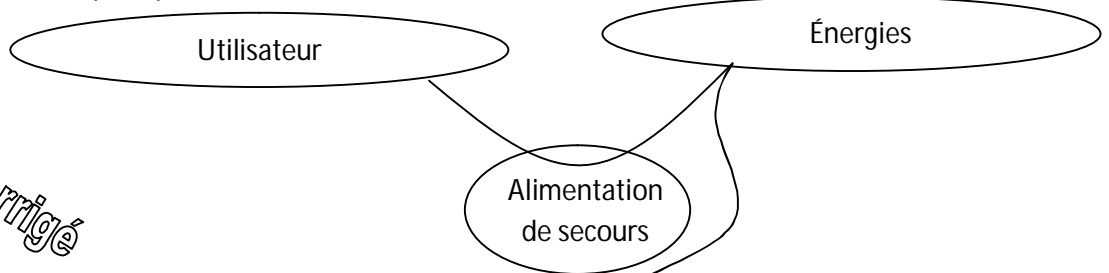
Expression du besoin et Identification des solutions

1. Bête à cornes /3 p^{ts}

A qui le produit rend-il service?

Sur quoi le produit agit-il?

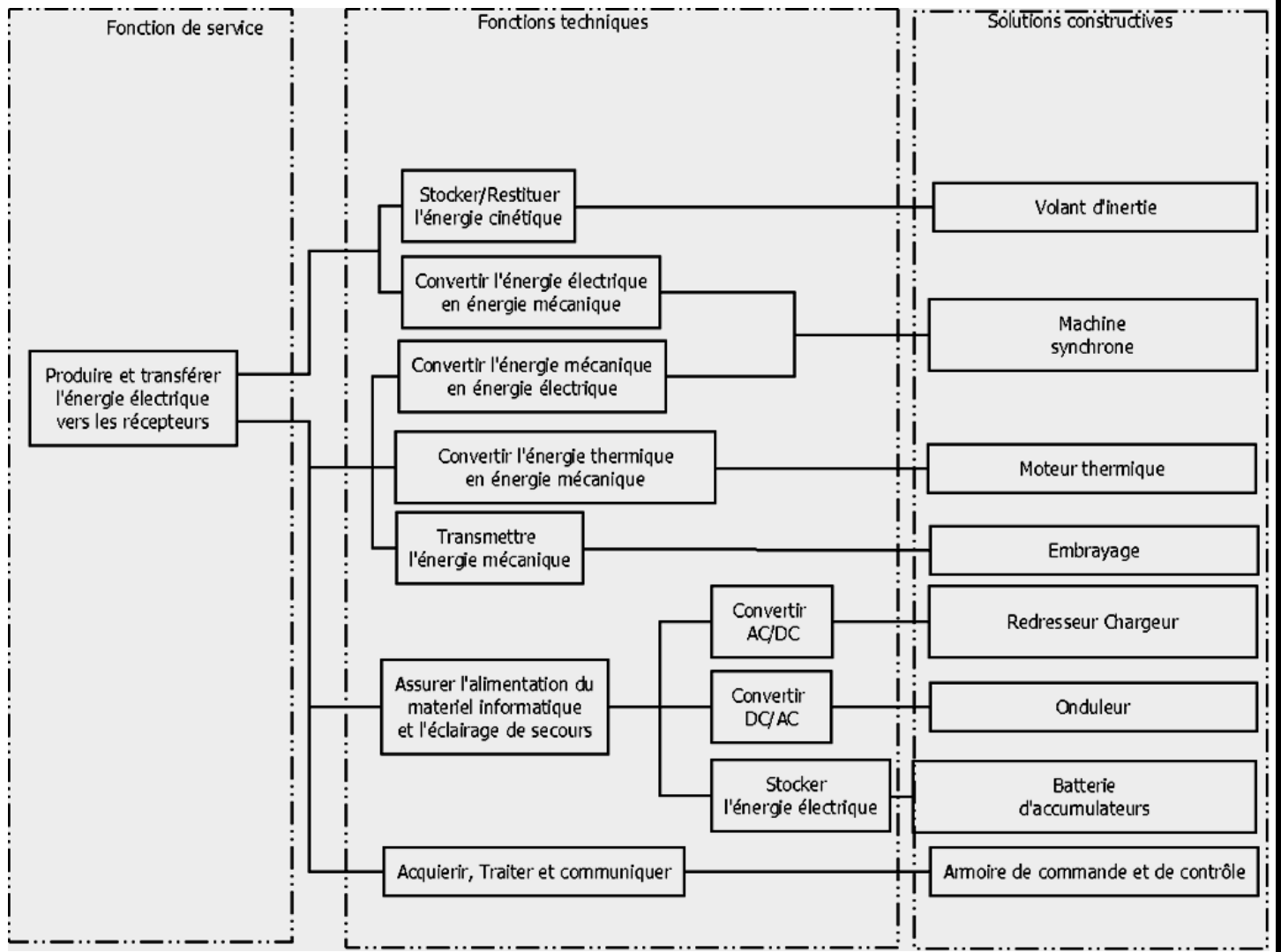
Éléments de corrigé



Dans quel but le produit existe-t-il?

Produire et transférer l'énergie électrique vers les récepteurs

2. Diagramme FAST : /5 p^{ts}



SEV 2

Vérification du choix de la machine synchrone

/ 5 p^{ts}

Tâche1

Étude de l'alternateur

Éléments de corrigé

- $p=f/n = 2 \Rightarrow$ "4 pôles" /1 p^t
- Couplage Y: $U_N = 400V$; $I_n \approx 433A$ /2 p^{ts}
- 46.2 L9 : $S=300kVA$, $\theta=27^\circ$, $n=1500$ tr/min, 400V/230V. /2 p^{ts}

SEV 3

Étude de la protection

/ 6 p^{ts}

Tâche1

Calcul des paramètres de la protection

- $I_{cc0} = (I_n / X'd) \times 100$, Soit $I_{cc0} = 433 / 13,5 \times 100$, $I_{cc0} = 3,2$ kA /2 p^{ts}
- $P = U_n \cdot I_n \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi$, $I_n = P / (U_n \sqrt{3} \cdot \cos\phi)$, Soit $I_n = 45 / (400 \times \sqrt{3} \times 0,86)$, $I_n = 75,52$ A /2 p^{ts}
- Le disjoncteur choisi est de type : **NC100H** /2 p^{ts}

SEV 4

Étude de l'adaptateur d'énergie

/ 4 p^{ts}

Tâche1

Calcul des paramètres du transformateur

- $m \approx 0,24$; /1 p^t
- $N_1=314$ spires et $N_2=75$ spires; /2 p^{ts}
- $I_{2N} = 20A$. /1 p^t

SEV 5

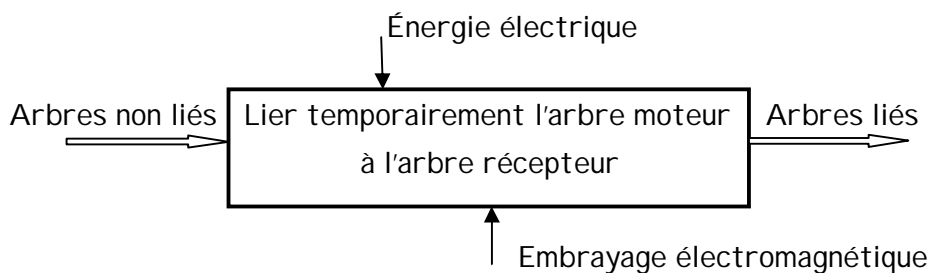
Étude de l'accouplement moteur/volant d'inertie

/ 20 p^{ts}

Tâche1

Analyse du système étudié

- Compléter l'actigramme (A-0): /2 p^{ts}



- Citer l'inconvénient que présente l'embrayage à denture pour le système étudié :
L'embrayage à denture ne peut être manipulé qu'à l'arrêt. /1 p^t
- Compléter le tableau des différentes liaisons du mécanisme : /4 p^{ts}

| Liaison | Nom de la liaison | Schéma en deux vues | | | |
|---------|-------------------|---------------------|--|----|--|
| 1/3 | Encastrement | | | ou | |
| 3/5 | Glissière | | | ou | |
| (7+8)/1 | Pivot | | | ou | |

Tâche2

Modification de la nature des surfaces de contact

Éléments de corrigé

1. Déterminer le nombre de surface de contact n : /3 p^{ts}

$$C_m = F.f.n.R_{moy}; n = C_m / F.f.R_{moy}; n = 2000 / (1600 \cdot 0,8 \cdot 160 \cdot 10^{-3});$$

$$n = 10$$

2. Calculer la puissance à l'entrée du volant d'inertie P_v : /2 p^{ts}

$$\eta = P_v / P_m$$

$$P_m = C_m \cdot \omega_m$$

$$P_v = \eta \cdot C_m \cdot \omega_m$$

$$P_v = 0,85 \cdot 2000 \cdot \pi \cdot 1500 / 30$$

$$P_v = 267 \text{ KW}$$

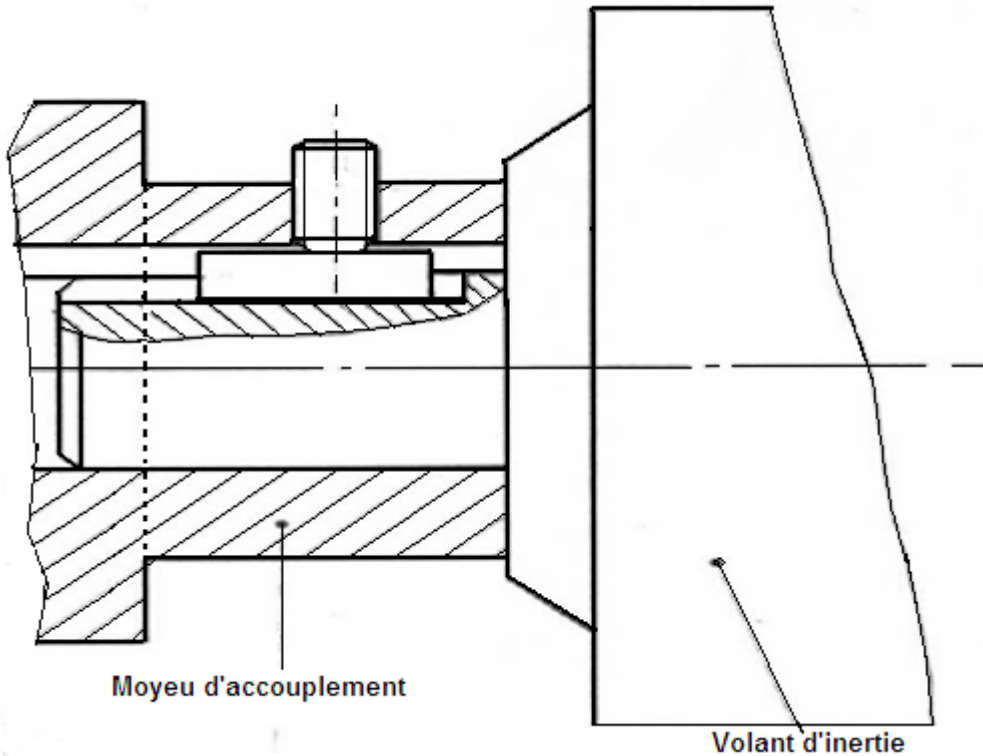
Tâche3

Conception de la liaison accouplement élastique/arbre

1. les critères qui ont amené le concepteur à opter pour le choix de cet accouplement : /3 p^{ts}

- Compensation des défauts d'alignement dus aux imperfections du montage.
- Régularisation du couple moteur en absorbant les surcharges instantanées.
- Amortissement des vibrations.
- Assurance de la souplesse au démarrage.

2. /5 p^{ts}



SEV 6

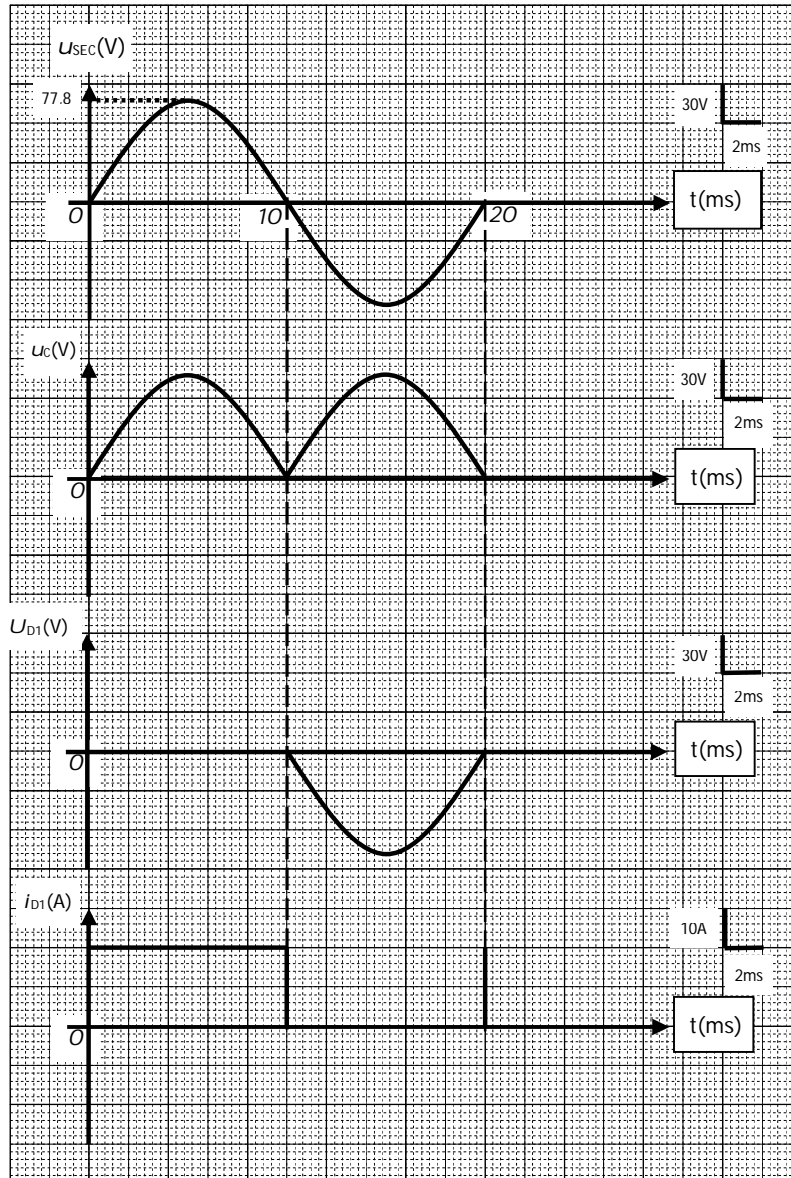
Étude du pont redresseur

/ 5 p^{ts}

Tâche

Représentation des chronogrammes et calcul de la valeur moyenne

1. Chronogrammes : /3 p^{ts}



Éléments de corrigé

2. $U_{cmoy} = 2U/\pi = 49.52V$; $f=100Hz$ /2 p^{ts}

SEV 7

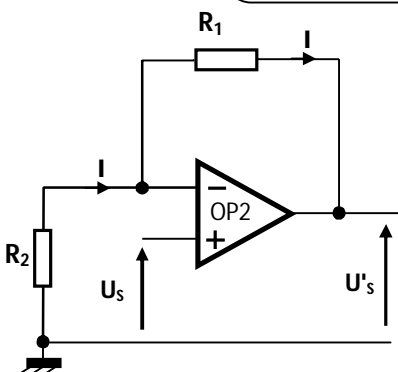
Conditionnement des signaux issus des capteurs

/ 18 p^{ts}

1. /3 p^{ts}

Tâche1

Étude du conditionneur du capteur de température



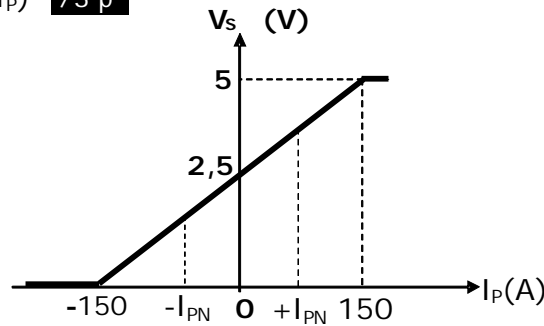
2. $U's = U_s \cdot (R_1 + R_2) / R_2$; $(R_1 + R_2) / R_2 = +5 \Rightarrow R_1 = 4R_2$ /3 p^{ts}

Tâche2

Étude du conditionneur du capteur de courant

Éléments de corrigé

- $I_1 = V_1/R, I_S = V_{OUT}/R; I_2 = I_S + I_1, V_2 = -R \cdot I_2$
 $V_2 = -R \cdot (I_S + I_1) = -R(V_1/R + V_{OUT}/R), V_2 = -(V_1 + V_{OUT})$ /3 p^{ts}
- $V_2 = R \cdot I_3 = R \cdot (-V_S/1,334 \cdot R) = -V_S/1,334, V_S = 1,334 \cdot V_2$ /3 p^{ts}
- $V_S = 1,334 \cdot (V_1 + V_{OUT})$ /3 p^{ts}
- Caractéristique $V_S = f(I_P)$ /3 p^{ts}



SEV 8

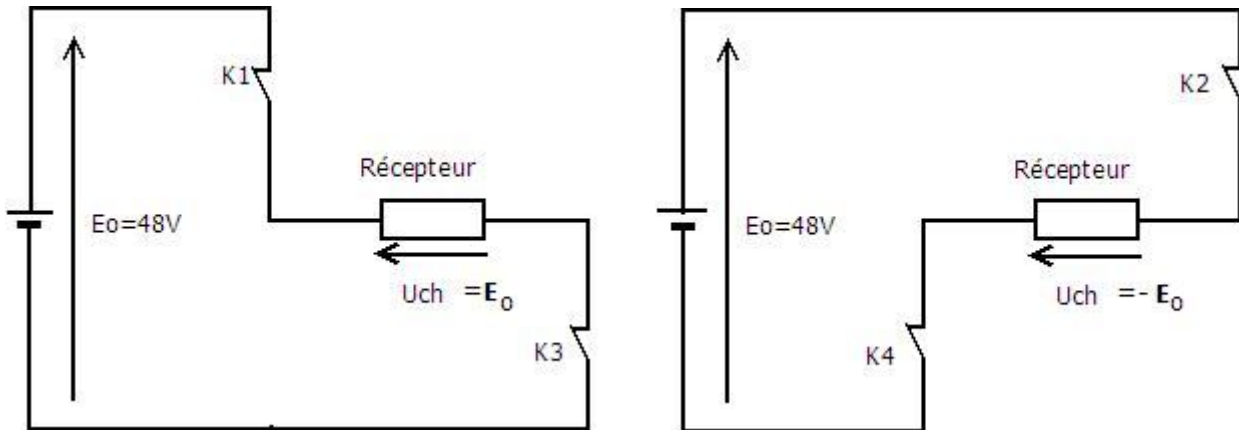
Étude de l'onduleur

/ 14 p^{ts}

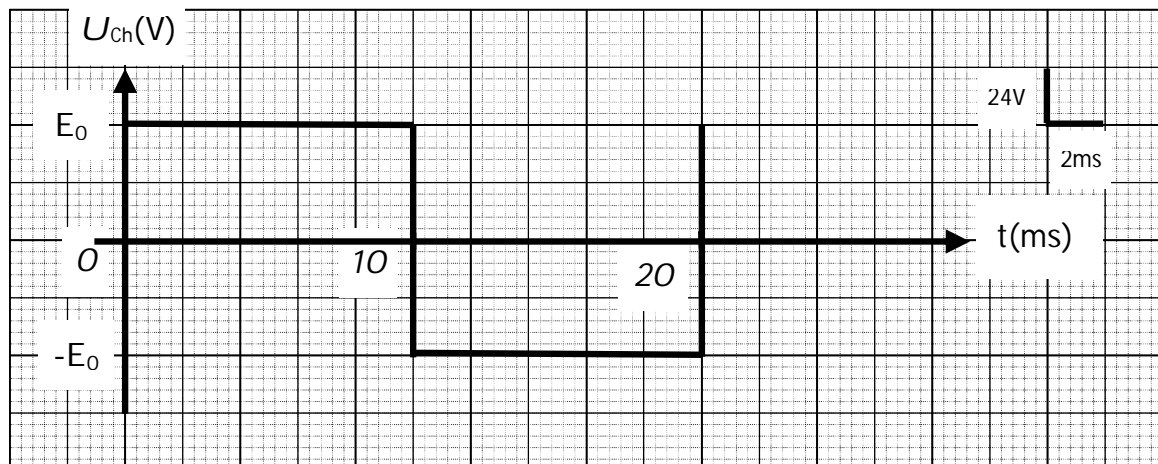
Tâche

Étude du principe de l'onduleur

1. schémas équivalents : /3 p^{ts}



2. Représentation de $U_{ch}(t)$ pour une période T : /2 p^{ts}

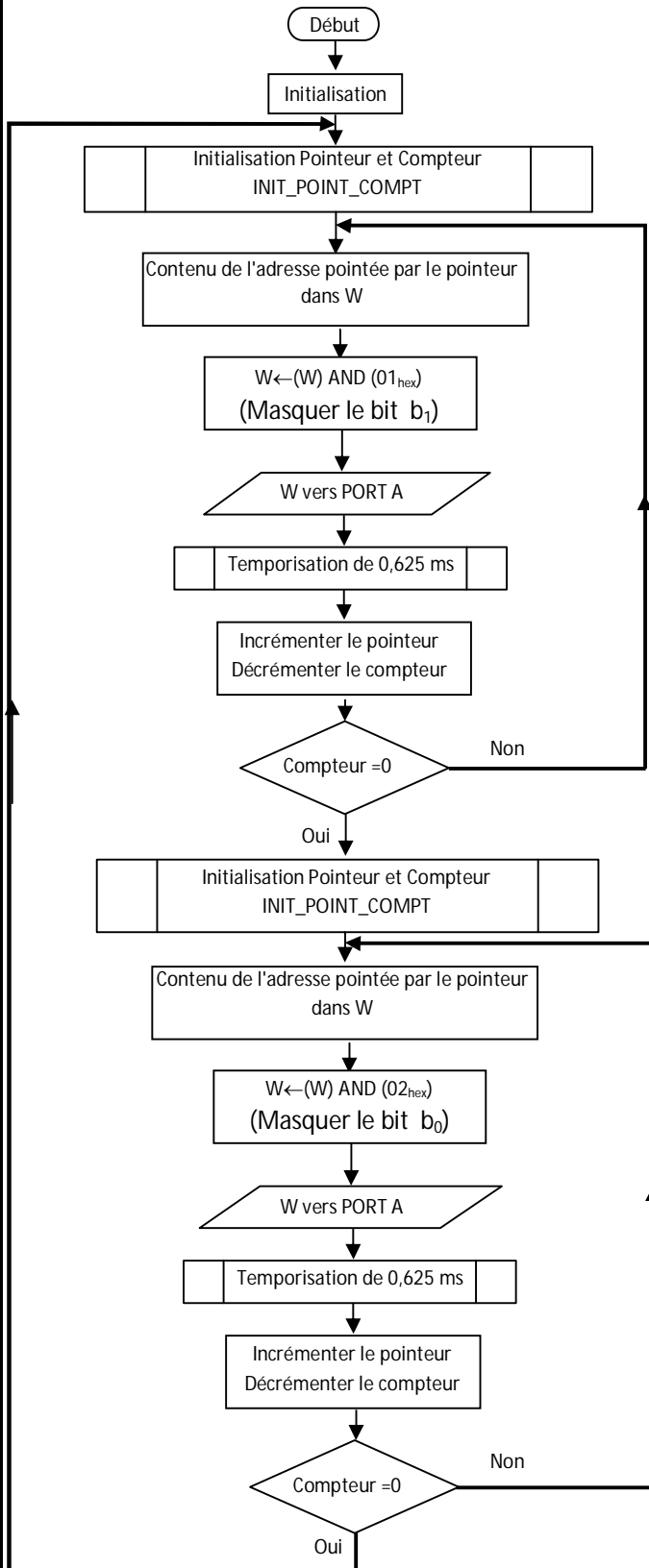


Tâche2

Étude de la commande de l'onduleur

1. Organigramme : /5 p^{ts}

2. Programmation /4 p^{ts}



| Label | Mnémonique | Commentaire |
|--------|-------------------|--|
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| LABEL2 | MOVF INDF,W | ; Contenu de l'adresse pointée dans W, |
| | ANDLW 0x02 | ; Masquer le bit b ₀ , |
| | MOVWF PORTA | ; Placer W dans le port A, |
| | CALL TEMPO | ; Appel du sous-programme de temporisation, |
| | INCF FSR,f | ; Incrémenter le POINTEUR, |
| | DECFSZ COMPTEUR,f | ; Décrémenter le compteur, |
| | GOTO LABEL2 | ; Si COMPTEUR est différent de zéro, saut à LABEL2 |
| | GOTO START | ; Sauter à START, |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |

Éléments de corrigé