

**EXAMEN DU B.E.P ELECTRONIQUE  
ACADEMIE DE GRENOBLE**

**EPREUVE EP3 1999**

**Correction du  
DOSSIER ELEVE**

**CANDIDATS LIBRES**

# SOMMAIRE

<b>Thème 1:</b> approche de la technologie des CMS et analyse fonctionnelle du système.....	pages 2 à 3
<b>Thème 2:</b> analyse fonctionnelle de la machine de report et de FP7.....	page 4
<b>Thème 3:</b> étude de la partie opérative et détermination de $\alpha$ rapport cyclique de $V_{pp}$ .....	pages 5 à 6
détermination de $U_c$ .....	pages 7 à 9
<b>Thème 4:</b> étude de FS7.6.....	pages 10 à 11
étude de FS7.7.....	page 12
étude de FS7.5.....	pages 13 à 15
étude de FS7.4 .....	pages 15 à 16
<b>Synthèse:</b> détermination de $U_c = f(V_{vr}, V_{vc})$ .....	page 17
<b>Synoptique</b> .....	page 18
<b>Thème 5:</b> fabrication du typon.....	page 19
<b>Schémas structurels avec repérage</b> .....	pages 20 à 22

## THEME 1: APPROCHE DE LA TECHNOLOGIE DES CMS ET ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTEME

⇒ Différences essentielles entre le montage en surface et le montage par insertion.

Dans le montage par insertion, les composants à fils et les broches des circuits intégrés sont insérés sur une face de la carte imprimée dans les trous de celle-ci, les liaisons électriques étant réalisées avec les pistes conductrices par soudage à la vague sur l'autre face.

Dans le montage en surface, les composants sont fixés à plat sur la carte imprimée avec une pâte à souder, une colle ou un flux puis sont soudés à celle-ci. Ils peuvent donc être fixés indifféremment d'un côté ou de l'autre de la carte et trouvent leur place entre les pistes conductrices. On ne fait plus de distinction entre le côté composant et le côté soudure.

⇒ Mise en évidence des principaux avantages liés à l'utilisation des CMS.

- ♣ **miniaturisation:** - Faibles dimensions conduisant à un encombrement moindre, à un degré d'intégration plus élevé et à un espace de stockage plus réduit.
- ♣ **fiabilité:** - Poids des appareils réduits.  
- Abandon des fils conduisant à une résistance mécanique supérieure et à une suppression des inductances et des capacités parasites (HF).  
- Tolérances sur les valeurs des composants plus faibles.
- ♣ **réduction des coûts:** - Suppression des opérations de préparation des fils (plier, couper etc...)  
- Meilleure possibilité de placement automatique.  
- Abandon des trous.

⇒ Différentes étapes dans l'ordre chronologique, nécessaires à l'équipement des cartes en CMS.

- Dépôt de la pâte à souder pour les composants qui sont soudés par refusion.
- Placement de ces CMS.
- Soudage par refusion.
- Rotation de la carte.
- Dépôt de la colle pour les CMS soudés à la vague.
- Placement de ces CMS.
- Rotation de la carte.
- Soudage à la vague.

⇒ Eléments d'une chaîne de montage de CMS ainsi que le rôle de chacun.

- **Micro-ordinateur:** permet l'élaboration et le transfert vers la machine de report du programme d'implantation.

- Chargeur: permet de stocker les cartes imprimées à équiper et d'alimenter la machine de report.
- Machine de report: implante et colle les composants CMS à reporter en fonction du programme d'implantation, puis les envoie vers le tunnel de polymérisation.
- Tunnel de polymérisation: permet un durcissement de la colle époxyde afin de fixer les composants.
- Machine de soudage à la vague: soude les composants CMS afin d'établir les connexions électriques.

Un opérateur peut intervenir sur les différents éléments de la chaîne de montage en fonction des consignes de réglage et de fonctionnement préconisées par le technicien qui élabore le programme d'implantation.

Les cartes sont soumises à un contrôle fonctionnel final après assemblage.

## THEME 2 : ANALYSE FONCTIONNELLE DE LA MACHINE DE REPORT ET DE FP7

⇒ **Fonction d'usage de la machine de report.**

Voir page 23 du dossier ressources.

⇒ **Description du processus de fonctionnement de la machine de report.**

La machine charge le programme d'implantation qui est fonction du type de cartes à imprimer et qui contient les coordonnées x,y des composants.

Elle exécute ensuite ce programme en déposant sur les cartes la colle époxyde aux points où seront implantés chacun des composants CMS.

Elle implante enfin sur les cartes encollées les composants CMS selon l'agencement prévu par leur concepteur.

⇒ **Déplacements auxquels sont associés les axes x, y, z et  $\theta$  ?**

La tête de préhension et de report des composants CMS est commandée selon 3 axes:

-  $\theta$  de rotation.

- z, de montée et de descente.

- y, de translation avant, arrière.

La table, support de la carte imprimée en cours d'implantation se déplace selon 2 axes x et y (coordonnées cartésiennes du point de report).

⇒ **Fonctions secondaires associées au traitement de l'information "consigne de vitesse de translation" de la tête de préhension et description des entrées sorties.**

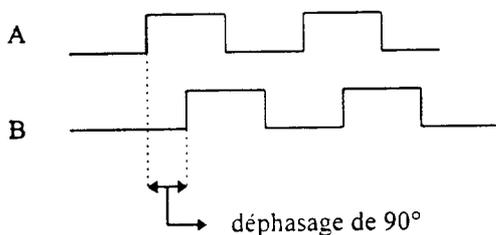
Fonctions FS7.8, FS7.6, FS7.4, FS7.3, FS7.2, FS7.1: voir pages 31, 32, 33, 34 du dossier ressources.

**THEME 3: ETUDE DE LA PARTIE OPERATIVE,  
 DETERMINATION DE  $\alpha$ , RAPPORT CYCLIQUE DE  $V_{pp}$   
 ET DETERMINATION DE  $U_c$**

⇒ **Principe de fonctionnement d'un codeur incrémental.**

Un codeur incrémental est un dispositif électro-mécanique qui convertit l'angle de rotation de l'axe d'un moteur en un signal électrique rectangulaire dont la durée des niveaux hauts est proportionnelle au déplacement angulaire de l'arbre.

Deux différences de potentiel sont issues du codeur. Elles sont créées par 2 diodes photo-sensibles qui captent un faisceau lumineux qui traverse les secteurs transparents d'un disque placé sur l'arbre du moteur. Lorsque le faisceau rencontre un secteur opaque, les diodes délivrent 2 ddp égales à 0 V d'où la forme carrée de ces 2 ddp. Les 2 diodes sont décalées, ce qui explique le déphasage de 90° (électrique) entre les 2 ddp. Ainsi, la fréquence des 2 signaux est image de la vitesse de rotation de l'arbre, et leur déphasage (A est en avance sur B ou B est en avance sur A) permet de déterminer le sens de rotation.



⇒ **Définition du pas de vis.**

Distance parcourue par la tige de la vis lorsque celle-ci fait un tour complet.

⇒ **Fréquence des signaux issus du codeur.**

Le codeur incrémental fournit 64 impulsions par tour.

Une vitesse de 3000 tr/min de l'arbre du moteur correspond à:  $\frac{3000}{60} = 50 \text{ tr/s}$  c'est à

dire à:

$50 \times 64 = 3200$  impulsions par seconde.

La fréquence des signaux issus du codeur est donc de 3200 Hz pour une vitesse de 3000 trs/min.

Pour une vitesse de 1500 trs/min, la fréquence des signaux issus du codeur sera de:

$$\frac{1500}{60} \times 64 = 1600 \text{ Hz.}$$

⇒ **Nombres de fronts délivrés par D1 ou D2.**

Pour un déplacement de la tête de préhension de 0,8 mm, l'arbre du moteur effectue un tour, donc pour un déplacement de 6mm, celui-ci va effectuer:  $\frac{6}{0,8} = 7,5$  tours.

En effectuant 7,5 tours, le codeur incrémental va fournir:  $7,5 \times 64 = \underline{480}$  impulsions.

⇒ Détermination de  $t_1$ , la durée du niveau haut de  $V_{pp}$  en fonction de  $t_H$  et de  $t_2$ , la durée du niveau bas de  $V_{pp}$  en fonction de  $t_L$ .

D'après les chronogrammes de  $V_M$  et  $V_{pp}$  on a:

$$t_1 = t_H + t_d \Rightarrow t_H = t_1 - t_d$$

$$t_2 = t_1 + t_d \Rightarrow t_1 = t_2 - t_d$$

⇒ Valeur moyenne de  $V_M$  en fonction de  $t_H$  et de  $t_2$ .

$$V_{M\text{moy}} = V_{M\text{max}} \times \frac{t_H - t_L}{T}$$

$$V_{M\text{moy}} = V_{M\text{max}} \times \frac{t_1 - t_d - (t_2 - t_d)}{t_H + t_L + 2t_d}$$

$$V_{M\text{max}} = V_{M\text{max}} \times \frac{t_1 - t_2}{t_1 + t_2 - 2t_d + 2t_d}$$

$$V_{M\text{moy}} = V_{M\text{max}} \times \frac{t_1 - t_2}{t_1 + t_2}$$

⇒ Détermination de  $V_{M\text{moy}}$  pour une vitesse de 1500 trs/min.

Pour une ddp nominale de 27 V, la vitesse nominale du moteur est de 3000 trs/min.

Pour une vitesse de 1500 trs/min, la ddp moyenne de  $V_M$  devra donc être de 13,5 V (27/2) car la vitesse est proportionnelle à  $V_{M\text{moy}}$ .

$V_{M\text{moy}} = 13,5$  V pour  $v = 1500$  trs/min.

⇒ Calcul de  $t_1$  et  $t_2$  permettant d'obtenir  $V_{M\text{moy}} = 13,5$  V.

$$V_{M\text{moy}} = V_{M\text{max}} \times \frac{t_1 - t_2}{t_1 + t_2}$$

$$(t_1 + t_2) \cdot V_{M\text{moy}} = V_{M\text{max}} \cdot (t_1 - t_2)$$

$$t_1 \cdot V_{M\text{moy}} + t_2 \cdot V_{M\text{moy}} - V_{M\text{max}} \cdot t_1 + V_{M\text{max}} \cdot t_2 = 0$$

$$\text{Or } V_{M\text{moy}} = 13,5 \text{ V et } V_{M\text{max}} = 27 \text{ V}$$

$$\text{donc: } 13,5 \cdot t_1 + 13,5 \cdot t_2 - 27 \cdot t_1 + 27 \cdot t_2 = 0$$

$$- 13,5 \cdot t_1 + 40,5 \cdot t_2 = 0$$

$$- 13,5 \cdot t_1 = - 40,5 \cdot t_2$$

$$t_1 = \underline{3 \cdot t_2}$$

⇒ Rapport cyclique  $\alpha$  de  $V_{pp}$

$$\alpha = \frac{t_1}{t_1 + t_2} = \frac{3 \cdot t_2}{4 \cdot t_2} = \frac{3}{4}$$

$$\alpha = \underline{0,75}$$

## Détermination de $U_c$

### ⇒ Caractéristiques de $V_{pp}$

$V_{pp}$  est une ddp rectangulaire de valeur maximale 5 V et minimale 0 V de rapport cyclique variable.

### ⇒ Explication de l'obtention de $U_c$ .

La ddp  $U_c$  est obtenue à partir des ddp  $V_{vr}$  et  $V_{vc}$ .  $V_{vr}$  est la ddp rectangulaire dont la valeur absolue de la valeur moyenne est représentative de la vitesse réelle de la tête de préhension.

La fonction FS7.4 élabore  $U_c$  à partir de  $V_{vr}$  et  $V_{vc}$  et on obtient ainsi, une ddp  $U_c$  dont la valeur absolue est représentative de la vitesse corrigée du moteur.

### ⇒ Action du composant LM 311 sur $U_c$ et $e_c$ .

Le LM 311 est un comparateur analogique qui va comparer les ddp  $U_c$  et  $E_c$ . Ces 2 ddp sont comprises entre +12 V et -12 V ce qui explique les valeurs des 2 ddp d'alimentation du LM 311 (+12 V et -12 V).

### ⇒ Choix technologique du LM311 et rôle de $R_1$ (FS7.3).

Le LM311 est un circuit intégré avec sortie à collecteur ouvert c'est à dire que le collecteur du transistor de sortie n'est pas connecté. L'utilisateur peut ainsi lui appliquer un potentiel de son choix par l'intermédiaire d'un élément résistif de tirage ( $R_1$ ).

Au niveau de la fonction FS7.3, le potentiel choisi est 5 V afin que la valeur maximale de  $V_{pp}$  ne dépasse pas 5 V.