

# REALISATION D'UNE CARTE DE COMMANDE UNIVERSELLE POUR MONTAGES A THYRISTORS

Philippe MISSIRLIU  
Lycée Newton-ENREA  
1, pl. Jules Verne 92110 Clichy  
philippe.missirliu@wanadoo.fr

## 1 Présentation :

Envoyer sur la gâchette de chacun des thyristors d'un montage redresseur ou gradateur une impulsion de largeur définie et ceci avec un retard déterminé par rapport au réseau d'alimentation. Voici un très vieux problème pour lequel bien des solutions existent. Quelques exemples :

- Montage à amplificateurs opérationnels.
- Circuit spécialisé (type TCA 785).
- Montage à base de circuits logiques comme celui proposé dans le numéro de mars 2000 de cette revue.
- Carte de commande à base de microcontrôleur.

Nous proposons ici notre version de cette dernière solution conçue avec les objectifs suivant :

- Une carte de commande universelle
- Une réalisation simple
- Un coût modique ( 596,00 FHT )
- Toutes les informations (y compris le source du programme) sont disponibles afin que chacun puisse comprendre et éventuellement adapter le fonctionnement de la carte.

## 2 Cahier des charges :

La carte de commande fourni les impulsions d'amorçage pour six thyristors avec les options suivantes :

- Montage redresseur ou gradateur
- Système triphasé direct ou inverse

De plus, dans le fonctionnement en redresseur on dispose du choix entre :

- Mode non linéaire : l'angle de retard à l'amorçage est proportionnel à la tension de commande.
- Mode linéaire : la tension moyenne aux bornes de la charge est proportionnelle à la tension de commande (utilisation d'une fonction arccosinus).

La valeur du retard à l'amorçage est rafraîchie 6 fois par période soit toutes les 3,3ms.

On prévoit des butées d'angle telles que  $10^\circ \leq \alpha \leq 170^\circ$ .

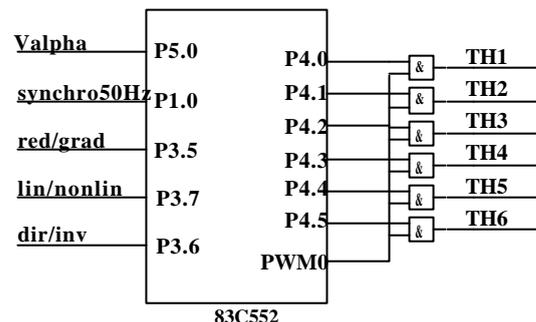
### **Remarques :**

- Nous avons fait le choix d'envoyer des impulsions d'amorçage pendant toute la durée de conduction possible d'un thyristor ce qui revient à générer des

créneaux de  $120^\circ$  de largeur en redresseur et de  $180^\circ$  en gradateur.

- Dans tous les cas, on prend comme référence temporelle le passage par 0 en valeurs croissantes de la tension simple  $V_1$ .
- Pour commander un pont mixte il suffira de n'utiliser que les trois premiers signaux d'amorçage.
- Les signaux de commande des deux thyristors de la phase un en mode gradateur pourront être utilisés pour commander un pont redresseur monophasé.
- Le microcontrôleur fourni six créneaux ( sortie P4.0 à P4.5 ) plus un signal carré de fréquence 11,8 kHz (sortie PWM0) qui, combinés, donnent des trains d'impulsions.

### **Schéma :**



### **Les entrées :**

| NOM                       | NATURE             | FONCTION                                     |
|---------------------------|--------------------|--|
| $V_{\alpha}$              | Analogique<br>0-5V | Signal de commande                           |
| $Synchro50Hz$             | Logique            | Image de la tension $V_1$                    |
| $Red / \overline{grad}$   | Logique            | Montage redresseur ou montage gradateur      |
| $Lin / \overline{nonlin}$ | Logique            | Utilisation ou non de la fonction arccosinus |
| $Dir / \overline{inv}$    | Logique            | Ordre des phases                             |

## **3 Le matériel :**

### **3.1 Le microcontrôleur :**

Le microcontrôleur 83C552 de Philips est un des nombreux dérivés du 8051. Nous l'avons choisi pour les raisons suivantes :

- Il possède les périphériques intégrés dont nous avons besoin : convertisseur analogique/numérique 10 bits, générateur de signaux MLI et un timer particulier (le timer 2) associé à des registres de comparaison et de capture.
- Une carte d'évaluation bon marché est disponible chez Farnell.
- La mémoire programme est une Eprom externe qui peut ainsi être programmée par n'importe quel programmeur.

### **3.2 La carte d'évaluation:**

La carte d'évaluation, vendue en kit, se présente sous la forme d'un circuit imprimé double face avec trous métallisés comportant des emplacements pour le microcontrôleur et les mémoires EPROM et RAM externes, des entrées-sorties (boutons poussoirs, voyants, RS232), et une zone à wrapper (voir photo n°1).

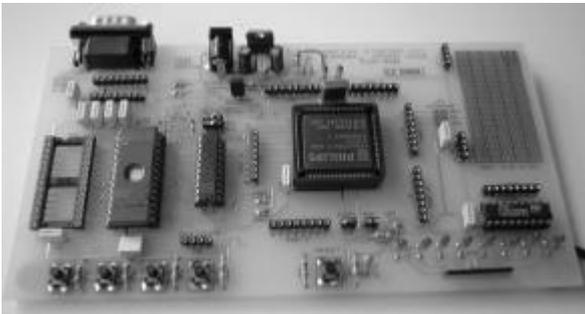


Photo n°1

Pour la réalisation de la carte de commande universelle seuls sont à monter sur le circuit imprimé le microcontrôleur et l'EPROM.

### **3.3 Son intégration dans un projet :**

Le problème est le suivant : intégrer cette carte dans un rack format Europe, réaliser les interfaces d'entrée et de sortie. Nous procédons de la façon suivante :

- Découper la carte d'évaluation au format Europe (100x160 mm).
- Réaliser une carte (également au format Europe) munie d'un connecteur au format des racks utilisés au Lycée sur laquelle sont placées les interfaces.
- Monter ces deux cartes en « sandwich » à l'aide d'entretoises.
- Relier électriquement les deux couches du « sandwich » à l'aide d'un câble plat.

Le résultat est visible sur la photo n°2

Dans le cadre des projets de STS Electrotechnique cette solution a pour avantage de séparer le travail en deux parties distinctes :

- Une carte microcontrôleur industrielle fournie.
- Une carte interface entièrement conçue et réalisée par l'étudiant.

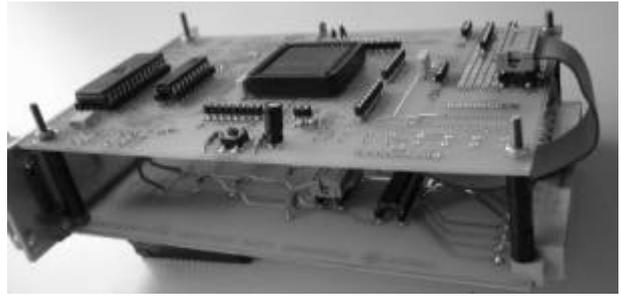


Photo n°2

### **4 Le logiciel :**

Cette question est trop complexe et trop spécialisée pour être développée ici. Le programme a été écrit en C avec les outils RAISONANCE. On trouvera sur le site du lycée aussi bien le fichier binaire permettant de programmer l'EPROM pour ceux qui veulent utiliser directement la carte que le programme source avec des explications pour ceux qui désirent aller plus loin.

### **5 Exemple d'application :**

Nous avons réalisé un projet intitulé « pupitre d'étude des montages à thyristor » qui utilise toutes les possibilités de la carte présentée ici. L'objectif était de pouvoir réaliser en TP tous les montages classiques à thyristors : redressement par pont mixte ou tout thyristor, gradateur, le tout soit en monomphasé soit en triphasé. Le projet est visible sur la photo n°3.



Photo n°3

### **6 Les ressources en ligne :**

Nous avons mis sur le site internet de la section Electrotechnique du Lycée Newton-ENREA de Clichy (<http://membres.tripod.fr/tsetclichy>) toutes les ressources pour, non seulement réaliser la carte de commande universelle, mais aussi comprendre son fonctionnement :

- Le source du programme écrit en C.
- Le fichier format *.bin* pour programmer l'EPROM.
- Les références exactes du matériel à commander.
- Un texte reprenant et développant le contenu de cet article (en particulier le programme).
- Le rapport du projet présenté ci dessus.
- Des liens divers.