

On souhaite réaliser un onduleur autonome destiné à alimenter en énergie une habitation à partir d'une installation photovoltaïque, avec un système de stockage de l'énergie (batteries) telle que celle décrite à la figure 1.

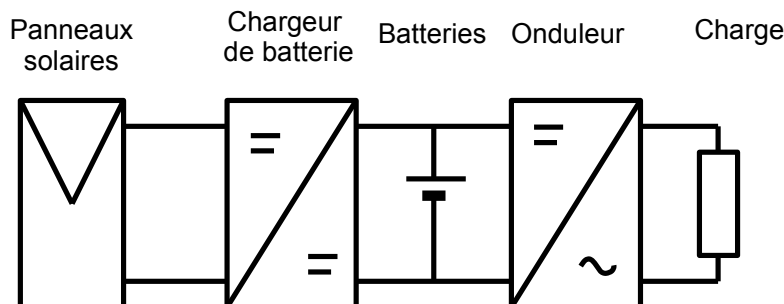


Figure 1: Schéma fonctionnel de l'onduleur

Le schéma de réalisation est donné à la figure 2. Sur cette figure, nous avons fait apparaître le montage de l'onduleur sans toutefois présenter la génération de la MLI et le contrôle, puisque cela fait l'objet de la question 2 de ce TD.

1. Etude du schéma structurel

1. Repérer les cellules de commutation sur le schéma structurel de la figure 2.
2. Ces cellules sont-elles réversibles en courant? Expliquez.
3. Repérer le transformateur et le filtre de sortie.
4. Donnez le schéma simplifié de cet onduleur.
5. À quoi sert U3?

2. Programmation du microcontrôleur

La gestion de l'onduleur est laissée à un microcontrôleur de type 16F184, dont on fournit en annexe un extrait de la documentation technique.

On suppose que la stratégie employée est de type MLI à 2 états.

1. Exprimez la tension de sortie $v_s(t)$ désirée en fonction du temps (pour la France).
2. la tension des batteries est notée E et vaut 13V au régime nominal. On appelle m le rapport de transformation du transformateur; $m=28$. Donnez l'expression du rapport cyclique en fonction du temps.
3. Entre quelles limites varie ce rapport cyclique?
4. Qu'est ce qu'un timer?
5. A partir de la lecture de la data-sheet du micro-contrôleur, déterminez:
 - le nom du registre qui porte la période de découpage et le nombre de bits associés,
 - le nom du registre qui compte et le nombre de bits associés
 - le nom du registre qui porte le rapport cyclique et le nombre de bits associés.
6. Remplissez le graphique de la figure 3.
7. La fréquence de horloge du microcontrôleur est appelée F_{OSC} , avec $F_{OSC}=32\text{MHz}$. L'horloge du Timer est obtenue par la division de la fréquence de l'horloge du microcontrôleur par 4 puis par la division par un nombre appelé TMR_{PSCL} . Donnez, en fonction de TMR_{PSCL} et de F_{OSC} , la période de comptage du timer.
8. On souhaite une période de découpage de $T_H=20\mu\text{sec}$ (1/50kHz) environ. En fonction de la réponse à la question 4, déterminez un couple de nombre (PR, TMR_{PSCL}) qui permette de régler T_H .
9. Le rapport cyclique est rafraîchi toutes les millisecondes. Tracez sommairement l'évolution du rapport cyclique qui sera effectivement réglé. En déduire le plus grand écart entre le rapport cyclique théorique et le rapport cyclique vraiment réglé puis la résolution utile pour l'application.
10. Exprimez le plus petit rapport cyclique pouvant être réglé en fonction de PR , TMR_{PSCL} et de F_{OSC} .
11. À partir des résultats des questions 8., 9., 10., donnez la valeur de PR qui convient bien.
12. Quelles sont les limites de variation de CCPR?
13. En déduire, en fonction du temps, la valeur de CCPR.
14. Proposez un organigramme de programmation de ce micro-contrôleur.
15. Quelle forme aura la tension de sortie si la fréquence de coupure du filtre L_1, C_f est réglée sur 5kHz?

---- FIN ----

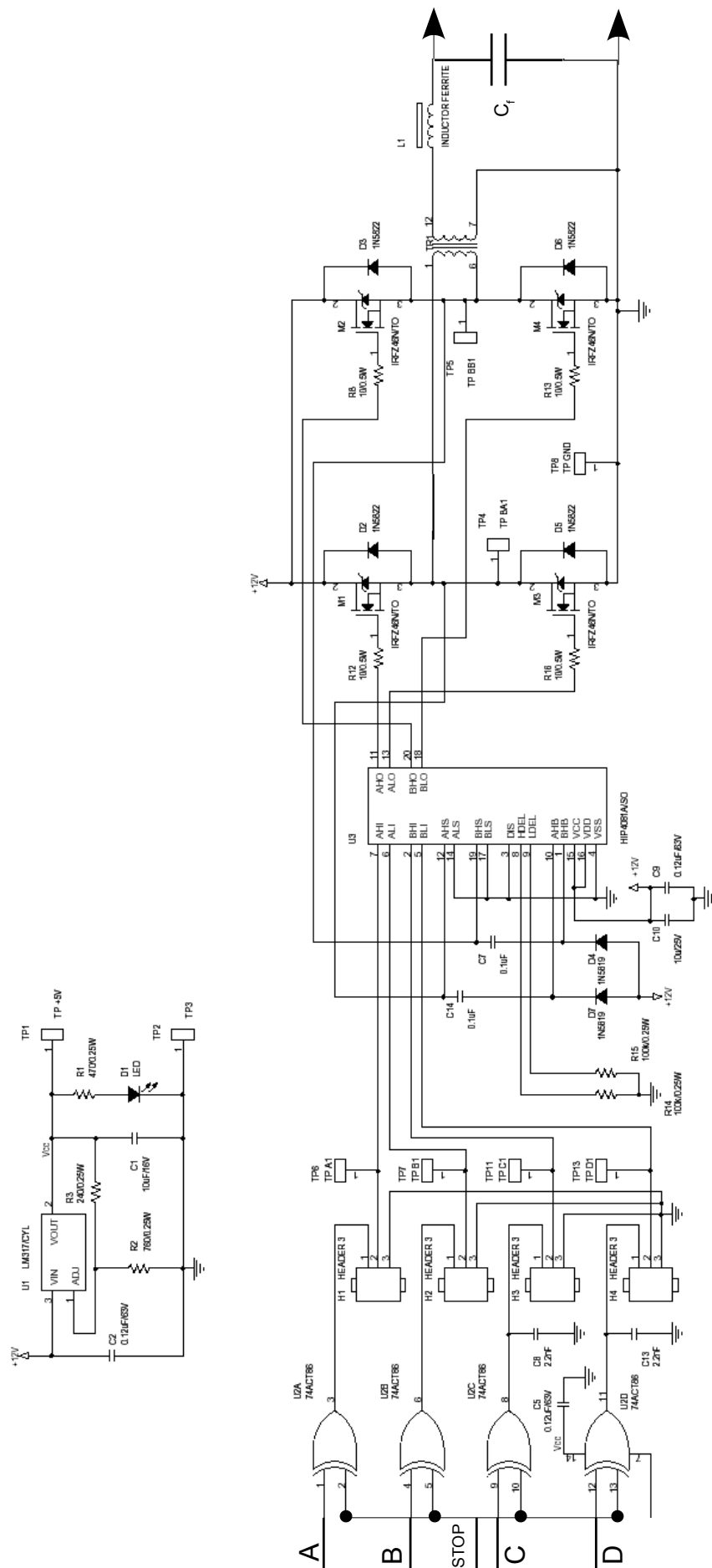


Figure 2: Schéma de l'onduleur monophasé
tiré de la thèse de Valentin Bolborici (2009, Université de Toronto)

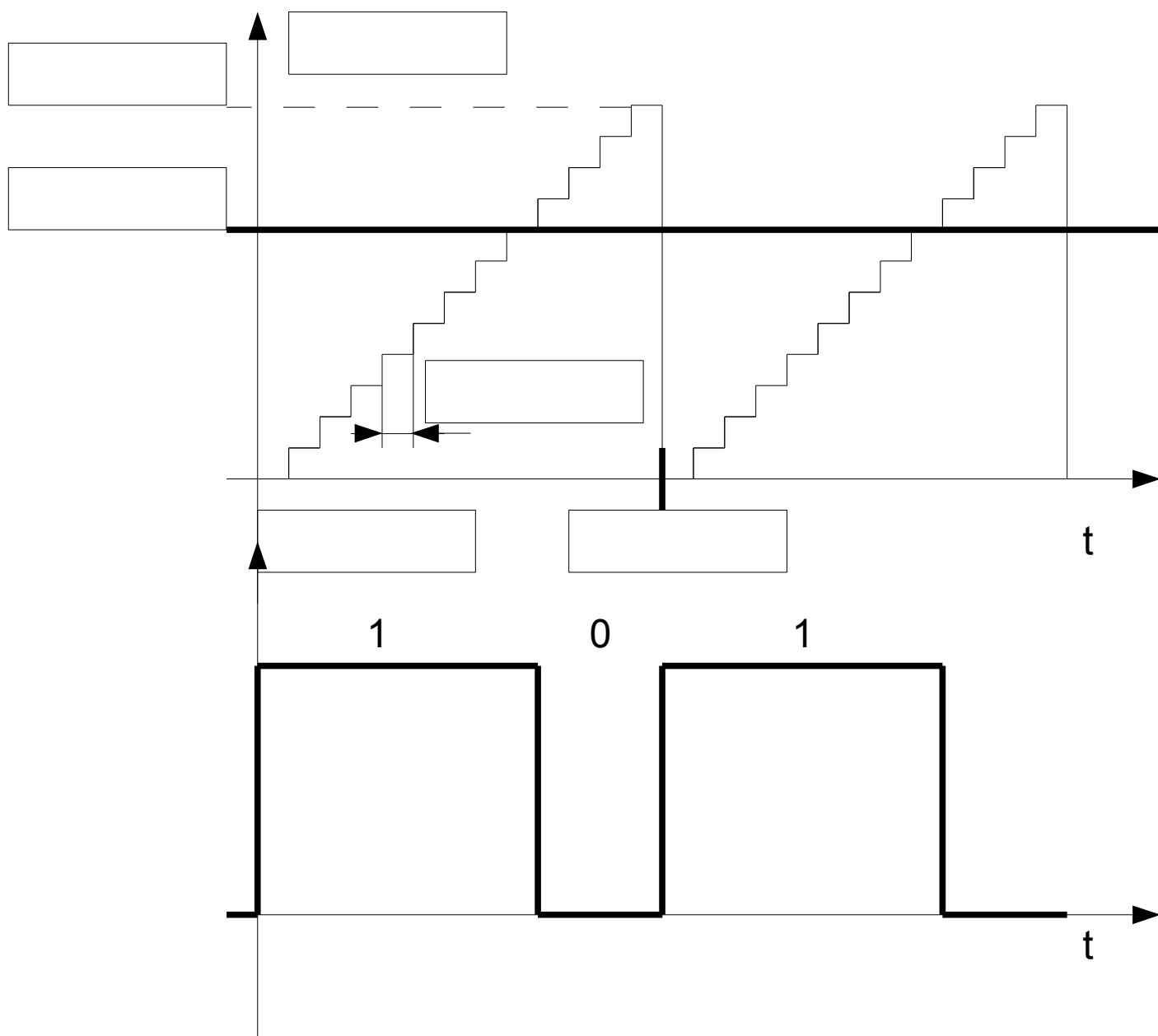


Figure 3: Chronogramme des registres du PIC