

BATTERIE DE VEHICULE ELECTRIQUE

Q0.1. CHOIX TECHNOLOGIQUE :

Quels sont, d'après vous, les critères techniques qui ont amené le constructeur à choisir d'utiliser des batteries Li-ion ?

Les batteries lithium-ion possèdent une meilleure énergie massique, une plus grande durée de vie que les autres types de batteries ; elles ne nécessitent pas de maintenance et la tension par élément est plus élevée.

Q0.2. CHOIX ENVIRONNEMENTAL :

D'après l'extrait du décret n°99-374 transposant en droit français la directive européenne n°91/157/CE relative aux piles et accumulateurs, déterminer de quels types d'accumulateurs il était impératif d'éviter l'utilisation. En tenant compte de l'arrêté du 26 Juin 2001, quelles sont les obligations pour le vendeur du véhicule puis celles de l'utilisateur ?

Le décret n°99-374 a pour objectif de limiter sur le marché des accumulateurs contenant des quantités non négligeables de métaux lourds tels que plomb, cadmium, mercure ... Il est donc nécessaire d'éviter l'utilisation des batteries contenant ces éléments.

L'arrêté du 26 Juin 2001 impose, au distributeur de véhicules contenant des accumulateurs, de transmettre à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) une déclaration sur la quantité de produits mis en circulation.

L'article 4 du décret n°99-374 concernant les dispositions générales de l'élimination des piles et accumulateurs usagés indique qu'il est interdit pour un particulier d'abandonner des piles ou des accumulateurs usagés ainsi que les appareils auxquels ils sont incorporés ou de rejeter dans le milieu naturel les composants liquides ou solides de ces piles ou de ces accumulateurs.

Partie A : Le chargeur réversible

1 – Etude d'un convertisseur continu-continu à accumulation inductive

Etude sur une période en régime établi dans le cas où le courant $i_1 = 0$ à $t = 0$:

Q1.1. Pendant la fermeture de K1 de $t = 0$ à $t = \alpha T$, quel est l'état de la diode D ? Exprimer $v_1(t)$ et $i_1(t)$.

Pendant la fermeture de K1 de $t = 0$ à $t = \alpha T$, la diode D est bloquée car $v_1(t) = E$.

$i_1(t) = (E / L) \cdot t$

Q1.2. Calculer la valeur I_{1m} du courant $i_1(t)$ à l'instant αT .

A l'instant αT , $i_1(t) = I_{1m} = (E \times \alpha T) / L$.

Q1.3. Au delà de $t = \alpha T$, exprimer le courant $i_2(t)$.

Au delà de $t = \alpha T$, $i_2(t) = -(E / L) \times (t - \alpha T) + I_{1m}$.

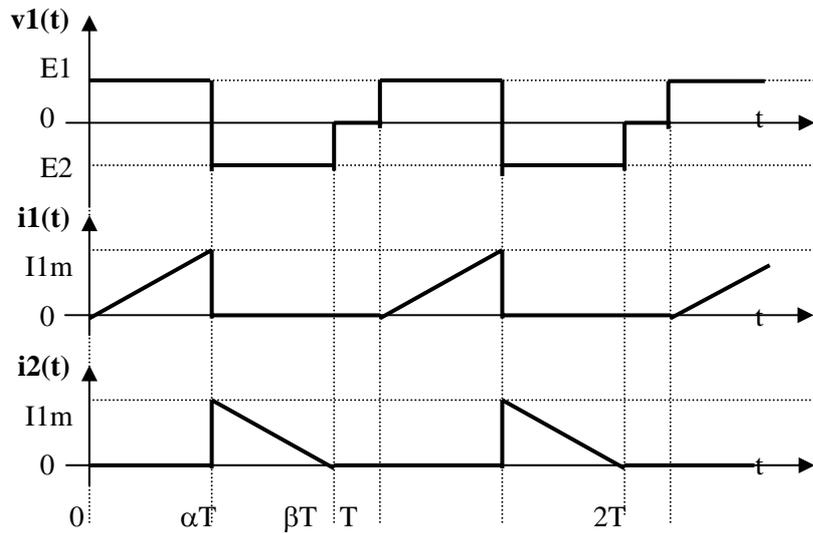
Q1.4. À partir de l'instant βT inférieur à T , le courant i_2 s'annule. Exprimer β .

$(E / L) \times (\beta - \alpha) T = I_{1m}$ et $\beta = (I_{1m} \times L / E \times T) + \alpha$

Q1.5. Que se passe-t-il de βT à T ?

De βT à T , $i_1(t) = i_2(t) = 0$.

Q1.6. Tracé des formes d'ondes de $v_1(t)$, $i_1(t)$ et $i_2(t)$ sur deux périodes du fonctionnement :



Q1.7. Pourquoi cette structure n'est-elle pas retenue pour le module esclave ?

Cette structure n'est pas retenue pour le module esclave car il faut un isolement entre les sources E1 et E2.

2- Chargeur flyback isolé

Q2.1. En appliquant le théorème d'Ampère, exprimer le flux magnétique ϕ en fonction de $N1$, $N2$, $I1$, $I2$, S , e et de μ_0 la perméabilité absolue du vide ($\mu_0 = 4 \pi 10^{-7}$).

En appliquant le théorème d'Ampère, $N1 \times i1(t) - N2 \times i2(t) = (\phi \times e / \mu_0 \times S)$.

Q2.2. Pendant la conduction de $K1$ de 0 à αT quelle est la tension $V2$? Conclure à propos de l'état de la diode $D2$.

Pendant la conduction de $K1$ de 0 à αT , $V1 = E2$.

Alors $V2 = -(N2 / N1) \times E1$ et la diode $D2$ est bloquée.

Q2.3. Quel est le courant $i1(t)$ pour l'intervalle $[0, \alpha T]$? Exprimer $i1(\alpha T)$ noté $I1m$.

Pendant l'intervalle $[0, \alpha T]$, $i1(t) = (E1 / L1) \times t$ et $i2(t) = 0$

$i1(\alpha T) = I1m = (E1 / L1) \times \alpha T$.

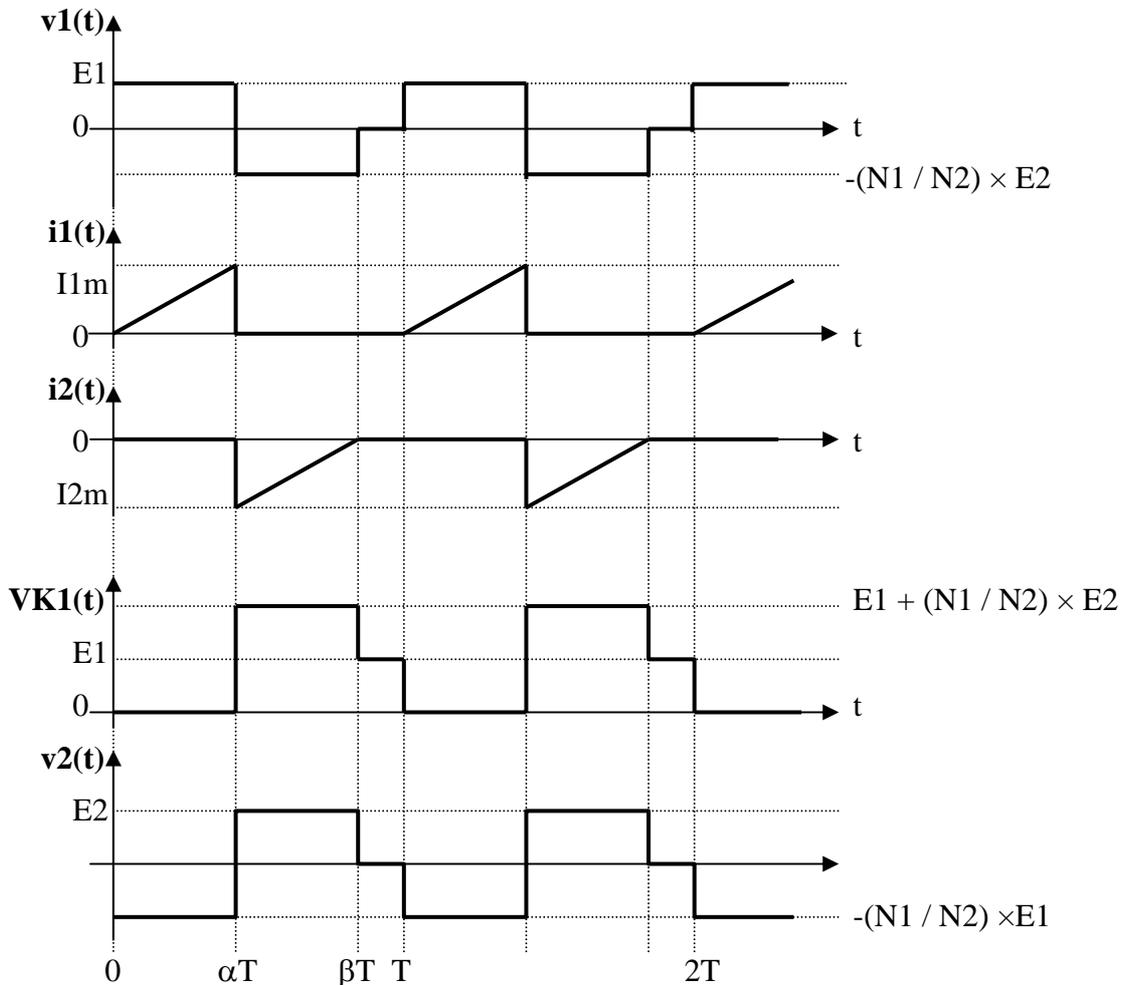
Q2.4. Pour des raisons de conservation de l'énergie, le flux magnétique ne peut varier spontanément. En déduire l'état de la diode $D2$ après αT et la valeur de $i2(\alpha T)$ notée $I2m$.

A αT , la diode $D2$ doit conduire $i2(\alpha T) = I2m = -(N1 / N2) \times I1m$.

Q2.5. Exprimer pendant la conduction de $D1$ de αT à βT le courant $i2(t)$.

Pendant la conduction de $D2$ de αT à βT le courant $i2(t) = (E2 / L1) \times (t - \alpha T) - (N1 / N2) \times I1m$.

Q2.6. Tracé des formes d'onde des signaux $V1$, $V2$, V_{K1} , $I1$ et $I2$.



Q2.7. Calculer les valeurs efficaces I_{1eff} et I_{2eff} des courants $i_1(t)$ et $i_2(t)$.

Application numérique pour $T = 8,5 \mu s$, $E_1 = 48 V$, $E_2 = 3,6 V$, rapport de spires $N_1 / N_2 = 4$, $\beta = 0,932$, $\alpha = 0,215$, valeur moyenne de $i_2(t)$ notée $\langle i_2 \rangle = -3 A$.

La valeur moyenne de i_2 , notée $\langle i_2 \rangle$, permet de calculer I_{2m} . $\langle i_2 \rangle = I_{2m} \cdot (\beta - \alpha) / 2$.

On obtient I_{1m} à partir de $I_{1m} = -I_{2m}(N_2 / N_1)$.

$$I_{1eff} = I_{1m} \cdot (\alpha / 3)^{1/2} \text{ et } I_{2eff} = I_{2m} \cdot (\beta - \alpha)^{1/2} / 3^{1/2}$$

3 - Amélioration du rendement

Q3.1. Calculer l'énergie stockée à αT dans le circuit magnétique si $L_1 = 41,2 \mu H$.

L'énergie stockée à αT dans le circuit magnétique, $W = (1 / 2) \times L_1 \times I_{1m}^2 = 90 \mu J$.

Q3.2. En déduire l'expression de la puissance moyenne qui transite de la source E_1 vers la source E_2 .

La puissance moyenne qui transite de la source E_1 vers la source E_2 est $P = W / T \times P = 10,6 W$.

Q3.3. Exprimer la puissance perdue en conduction dans la diode D_2 . La diode D_2 a une tension de seuil constante de $0,7 V$ en conduction.

La diode D_2 a une tension de seuil constante $V_0 = 0,7 V$ en conduction. La puissance perdue en conduction dans la diode D_2 est $P_{d2} = V_0 \cdot \langle i_2 \rangle = 2,1 W$.

Pour réduire ces pertes un Mosfet K_2 est monté en parallèle sur D_2 . La commande de K_2 donne l'ordre de fermeture dès le début de la conduction de D_2 . K_2 s'ouvre quand le courant I_2 s'annule.

Q3.4. Calculer les pertes en conduction dans K_2 si sa commutation est parfaitement conforme à la procédure décrite ci-dessus. Le Mosfet K_2 commandé à la fermeture est équivalent à une résistance R_{dson} .

Le Mosfet K_2 est monté en parallèle sur D_2 . K_2 est commandé dès que D_2 tend à conduire. La tension sur K_2 , $V_{K2} = R_{dson} \times i_2$, est inférieure à $0,0837 V$. Le courant i_2 ne passe donc pratiquement plus dans D_2 .

Les pertes en conduction dans K_2 sont $P_{K2} = R_{dson} \cdot I_{2eff}^2 = 0,17 W$.

Q3.5. Vérification de l'opportunité du redresseur synchrone. $T = 8,5 \mu s$, $E_1 = 48 V$, $E_2 = 3,6 V$, rapport de spires $N_1 / N_2 = 4$, $\beta = 0,932$, $\alpha = 0,215$, $R_{dson} = 10 m\Omega$, courant moyen de charge $\langle i_2 \rangle = -3 A$. Conclusion.

Le redresseur synchrone réduit singulièrement les pertes et s'impose dans cette application où le rendement est prioritaire.

4 - Principe du chargeur réversible

Etude d'une séquence où K2 est le seul interrupteur commandé.

Conditions initiales à $t = 0$: $I_1 = I_2 = 0$.

Q4.1. On ferme K2 de 0 à βT . Ecrire l'expression du courant $i_2(t)$.

De 0 à βT , $i_2(t) = (E_2 / L_2) \times t$.

Q4.2. À partir de βT K2 est ouvert. Quel est l'état de D1 ? À $(\alpha + \beta)T$ le courant I_1 s'annule. Exprimer $i_1(t)$ sur l'intervalle $[\beta T, \alpha T]$.

Pour des raisons de conservation de l'énergie, le flux magnétique ne peut varier spontanément. À βT K2 est ouvert et $i_1(\beta T) = -i_2(\beta T) \times (N_2 / N_1) = -(E_2 \cdot \beta T / L_2) \times (N_2 / N_1)$. La diode D1 doit conduire. Sur l'intervalle $[\beta T, \alpha T]$, $i_1(t) = (E_1 / L_1) \times (t - \beta T) - (E_2 \times \beta T / L_2) \times (N_2 / N_1)$.

Q4.3. Commenter le sens du transfert d'énergie entre les sources E1 et E2 en comparant aux résultats des questions 2.

$i_2(t)$ est toujours positif sur la période donc la puissance électrique est consommée sur E2.

$I_1(t)$ est toujours négatif sur la période donc la puissance électrique est absorbée par E1.

Le sens du transfert d'énergie entre les sources E1 et E2 est inversé par rapport à la situation des questions 2.

Le convertisseur continu-continu étudié est réversible.

Q4.4. Pour chaque étape d'une période du fonctionnement du convertisseur continu-continu, définir l'état des composants (conducteur ou bloqué) en situation de charge de l'élément puis en situation de décharge.

Elément en charge :

- De 0 à αT , seul K1 conduit.
- De αT à βT , seul K2 conduit.
- De βT à T , tous les composants sont bloqués.

Elément en décharge :

- De 0 à βT , seul K2 conduit.
- De βT à αT , seul K1 conduit.
- De αT à T , tous les composants sont bloqués

Q4.5. Trouver sur les schémas structurels les références des composants qui correspondent à K1 D1 et K2 D2
Sur les schémas structurels à K1 correspond le Mosfet Q2 (12N10), à D1 correspond la diode D3 (100 V/3 A) et à K2 D2 correspond le Mosfet Q1 (IRF7421D1).

5- Vérification de l'état de charge d'un élément de batterie

L'utilisation d'un accumulateur Li-ion nécessite un contrôle permanent en cours de charge.

Q5.1. Quelle est la référence du composant surveillant les conditions de charge et quels sont les paramètres surveillés par celui-ci ?

U3 : moniteur de surveillance batterie DS2438

Q5.2. Indiquer dans le tableau ci-dessous les informations majeures de ce moniteur de batterie :

	fonction	registres
1.	<i>64-bit lasered ROM</i>	<i>ROM 64 bits</i>
2.	<i>Temperature sensor</i>	<i>Temperature register 16 bits</i>
3.	<i>Battery voltage A/D</i>	<i>Voltage register 16 bits</i>
4.	<i>Battery current A/D</i>	<i>Current register 16 bits</i>
5.	<i>Current accumulators</i>	<i>ICA Register 8 bits</i>
6.	<i>Elapsed time meter</i>	<i>Time register 32 bits</i>
7.	<i>40-Byte non volatile memory</i>	<i>User bytes</i>

Q5.3 Combien de fil(s) de communication comprend le bus ? Donner le nom des broches du microcontrôleur reliées.

Bus 1 fil (DQ) Data in/out

Broche du microcontrôleur : PB0 – PB1

Justifier l'utilisation d'une ligne drain ouvert sur la broche DQ.

La configuration Drain ouvert permet de connecter plusieurs capteurs, avec code série, sur les mêmes fils.

La fonctionnalité permise par cette configuration est-elle utilisée dans le chargeur de batterie ?

Un autre capteur de température est utilisé : U13 D18S20

Q5.4 Quelle est la précision de la mesure de tension effectuée ?

La valeur d'un LSB est de 10 mV

Q5.5 Décrire une séquence d'opérations minimales à effectuer pour réaliser une mesure de tension.

Mode du microcontrôleur	Donnée	commentaires
TX	reset	Initialisation du ds2438
RX	Présence	Acquittement de présence du ds2438
TX	CCh	Autorisation accès mémoire
TX	B4h	Conversion tension V
TX	reset	Initialisation du ds2438
RX	Présence	Acquittement de présence du ds2438
TX	CCh	Autorisation accès mémoire
TX	B8h 00h	Rappel mémoire
TX	Reset	Initialisation du ds2438
RX	Présence	Acquittement de présence du ds2438
TX	CCh	Autorisation accès mémoire
TX	BEh 00h	Lecture page mémoire
RX	9 data bytes	Lecture octets données
TX	Reset	Initialisation du ds2438
RX	Présence	Acquittement de présence du ds2438

Q5.6.

```
// Génération d'un reset
// renvoi d'un « 1 » si non détection et d'un « 0 » si détection interface
//
int Owreset(void)
{
    int presence ;

    outp(PORTADR,0x00);
    delay(480);
    outp(PORTADR,0x01);
    presence = inp(PORTADR) & 0x01;
    delay(410);
    return presence ;
}
```

Q5.7.

```
// Lire un octet de donnée
//
int Owlireoctet(void)
{
    int loop, result=0 ;
    for(loop=0;loop<8;loop++)
    {
        result=result>>1;
        if (OwLirebit())
            result |=0x80;
    }
    return result ;
}
```

Q5.8.

```
// Commander la mesure et retourner la valeur mesurée
//
int lireV(void)
{
    if (Owreset())
        return 0 ;

    OwEcrireoctet(0xCC) ;
    OwEcrireoctet(0xB8) ;
    OwEcrireoctet(0x00) ;
    OwReset;
    OwEcrireoctet(0xCC) ;
    OwEcrireoctet(0xBE) ;
    OwEcrireoctet(0x00) ;
    OwLireoctet();
    OwLireoctet();
    OwLireoctet();
    OwLireoctet();
    VLSB = OwLireoctet();
    VMSB = OwLireoctet();
    V = (16*VMSB + VLSB);
    return V ;
}
```

6 – Etude du transformateur

Pour réaliser un chargeur qui puisse s'intégrer dans la batterie d'accumulateurs directement sur l'élément une hauteur de un centimètre est disponible. Une technologie « planar » sur une ferrite en E / I extra plat permet de réaliser un transformateur de très faible hauteur. Les bobinages sont composés des spires gravées sur un circuit imprimé huit couches d'une épaisseur de cuivre 70 µm. N2 = 4 spires et N1 = 16 spires. La jambe centrale du noyau magnétique a une section droite de $0,8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

Q6.1. Calculer la longueur e de l'entrefer à tailler sur la jambe centrale pour que $L1 = 41,2 \mu\text{H}$.

La longueur e de l'entrefer à tailler sur la jambe centrale est $e = \mu_0 N1^2 \times S / L1$ $e = 0,625 \text{ mm}$.

Q6.2. Evaluer la puissance perdue par effet joule dans le cuivre. La longueur moyenne d'une spire $l = 0,06 \text{ m}$. La largeur moyenne de la gravure des N1 spires est $lg1 = 0,5 \text{ mm}$, pour des N2 spires, $lg2 = 3 \text{ mm}$. La résistivité du cuivre est $\rho = 1,6 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$.

Calculons les résistances des bobinages :

Les N1 spires ont une résistance $R1 = (\rho \times l \times N1) / (e_{cu} \times lg1) = 0,44 \Omega$

Les N2 spires ont une résistance $R2 = (\rho \times l \times N2) / (e_{cu} \times lg2) = 0,018 \Omega$

La puissance perdue par effet joule dans le cuivre :

$P = R1 \cdot I_{eff}^2 + R2 \cdot I_{eff}^2 = 0,44 \text{ W}$

Q6.3. Les pertes dans le noyau magnétique atteignent 0,25 W. Quelles sont les pertes totales dans le transformateur ? Comparer ces pertes à la puissance utile du transformateur.

Les pertes dans le noyau magnétique atteignent 0,25 W. Les pertes totales dans le transformateur s'élèvent à $0,25 + 0,44 = 0,69 \text{ W}$.

Ce qui correspond à un rendement du transformateur de $10,6 / (10,6 + 0,69) = 93,9\%$.

7 – Alimentation des structures

Q7.1. Justifier la nécessité d'un isolement entre les sources E1 et E2 du convertisseur continu-continu.

La batterie d'accumulateurs associe les sources E2 en série. Chaque élément doit donc être isolé de la source E1.

Q7.2. Faire l'inventaire des composants qui transmettent des signaux isolés.

Les composants qui transmettent des signaux isolés sont les transformateurs T1 et T2, les optocoupleurs U2, U5, U12.

Q7.3. Sur les schémas structurels plusieurs points de référence de masse sont définis. Dans le schéma de principe du convertisseur continu-continu seulement deux circuits sont différenciés. Parmi les indications « 0PUI, DGND, AGND, DGND1, DGND2, 0V12, GND4 » quelles sont celles qui sont rattachées au pôle négatif des sources E1 ou E2 ?

Le pôle négatif de la source E1 est rattaché aux indications : «0PUI, DGND, GND4, AGND».

Le pôle négatif de la source E2 est rattaché aux indications : «DGND1, DGND2, 0V12».

Q7.4. Les composants sont alimentés sous les repères « VCC, VCC1, VCC2, VCC4, V12, Valim, PUI, VP12 ». Quelles sont les valeurs des contraintes de tension d'alimentation correspondant ?

Les tensions d'alimentation ont les valeurs suivantes :

$VCC = VCC4 = 5 V, \quad VCC1 = VCC2 = 5 V, \quad V12 = VP12 = 12 V, \quad Valim = PUI = 48 V.$

Q7.5. Pourquoi ces distinctions entre les différentes masses et entre les différentes sources d'alimentation ?

Chaque indication est rattachée à un plan de masse différent bien que la liaison électrique ainsi réalisée corresponde à un même potentiel sur le schéma de principe. Dans ce cas on garantit une référence de masse pour la fonction électronique sur un plan de masse associé. L'implantation du circuit imprimé s'est faite en prenant soin de réunir dans une zone réduite les composants d'une fonction électronique sensible aux perturbations électromagnétiques.

Q7.6. Compatibilité électromagnétique

Une représentation des couches internes 2 et 3 est donnée sur les pages suivantes, les plans de masses et d'alimentations sont repérés sur ce document.

Justifier l'organisation des couches (plans de masses et d'alimentations internes).

Les couches internes 2 et 3 comportent des plans de cuivre en vis-à-vis pour chaque zone associée à une fonction électronique. Ainsi le concepteur s'est assuré de rendre sa réalisation peu sensible aux perturbations électromagnétiques.

Q7.7. Le chargeur est dimensionné pour une puissance de 10 W par élément. La puissance nécessaire à l'alimentation de l'électronique de commande est à considérer dans le rendement. La puissance consommée sur les alimentations des structures de commande est de 0,3 W. Le convertisseur qui élabore les alimentations possède un rendement de 50%. Cette consommation est-elle acceptable dans une version définitive ?

Le chargeur est dimensionné pour une puissance de 10 W par élément. La puissance nécessaire à l'alimentation de l'électronique de commande (en considérant le rendement de l'alimentation à découpage) est de $0,3 / 0,5 = 0,6 W$. Ces pertes font baisser le rendement global de près de 6%. Un choix technologique plus judicieux est à envisager pour le circuit U10.

8-Technologie des cartes imprimées

Q8.1. Technologie :

D'après la fiche technique donnée en annexe :

Quel est le type de cartes imprimées :

- Double face
- Multicouches 4 couches
- Multicouches 6 couches

Quelle est la technologie utilisée :

- Traditionnel
- CMS 1 face
- CMS 2 faces

Quel est le matériau du support utilisé :

- FR2 papier phénolique
- FR3 papier époxy
- FR4 verre époxy

Quel est le type de boîtier de circuit intégré utilisé :

- DIP
- LCC
- BGA

Partie B
Elaboration d'une séquence pédagogique

AU CHOIX ENTRE CES 3 DOMAINES :

Des éléments de correction sont proposés sur les choix 1 et 3, il s'agit de propositions qui doivent varier d'un candidat à l'autre ; ce qui suit constitue un exemple de réponse.

9-CHOIX 1 ALIMENTATION DES STRUCTURES DU MODULE ESCLAVE

Définition de la séquence :

Il s'agit de concevoir une séquence autour de l'alimentation à découpage des structures de l'esclave pour montrer la pertinence des choix du concepteur dans le contexte du chargeur modulaire (schémas page 4/5).

Niveau : Classe de TS électronique.

Travail demandé :

Q9.1. Situer la séquence et sa durée dans la progression des années de TS. Définir ce que l'élève de TS électronique doit apprendre dans la séquence.

La séquence a lieu en fin de l'année de TS. Je vérifie auprès du professeur de physique que les structures de hacheur ont été abordées.

Avant cette séquence une présentation du système complet est nécessaire. Une approche systémique descendante permet d'organiser les données. Ici distribuer, moduler et stocker l'énergie électrique sont les fonctions essentielles. Cette première approche devra dégager une problématique principale : les solutions technologiques retenues doivent impérativement engendrer les pertes minimales.

L'objectif est de montrer à l'élève comment choisir une structure d'alimentation pour un système électronique quand un rendement élevé est exigé dans un très faible volume. C'est aussi l'occasion de découvrir les régulateurs à découpage, les convertisseurs isolés du point de vue de l'ensemblier.

Durée de l'activité : 3 heures.

Q9.2. Faire le point des moyens à mettre en œuvre pour réaliser cette séquence avec les élèves en documents et matériels. Faire une approche pragmatique dans les conditions du laboratoire du lycée où vous enseignez actuellement.

Dans mon lycée je ne dispose pas du système réel. Mais à partir des schémas structurels et des données sur le système il est possible d'examiner la pertinence des choix du concepteur. A cette fin j'utilise les 12 ordinateurs du laboratoire connectés à Internet pour rechercher des documents constructeurs.

Q9.3. Préciser les informations complémentaires à celles fournies dans le sujet à rassembler.

Il est nécessaire de trouver des ressources à propos des structures d'alimentation à découpage et en particulier un guide de choix des produits du commerce.

A l'adresse : <http://www.national.com/appinfo/power/>

Enter your power supply design requirements

VinMin	<input type="text" value="36.0"/> V	VinMax	<input type="text" value="72.0"/> V
Vout	<input type="text" value="5"/> V	Iout	<input type="text" value="0.07"/> A
Ambient Temperature		<input type="text" value="80"/> °C	

[Click here to enter more outputs](#)

WEBENCH™ Online Power Supply Design Tools feature **WebSIM™** **WebTHERM™**, and **Build It**.

These tools speed up the design process, improving productivity and time to market.

A l'adresse : <http://www.ee.nmt.edu/~wedeward/EE443L/FA00/nmh.pdf> on trouve des convertisseurs continu-continu isolés de « newport components ».

Q9.3. Comment sera présentée la fonction alimentation des structures par rapport à l'objet technique ?
L'élève connaît le système dans son ensemble. Il dispose du schéma de principe du « Manager de batterie Li-ion », de l'approche globale, des schémas structurels d'un module chargeur réversible.
Dans un premier temps l'élève est conduit à faire le point sur les caractéristiques entrée sorties de l'alimentation et des exigences d'isolement entre entrée et sorties. L'accent sera mis sur l'incidence des pertes de cette alimentation sur la qualité de fonctionnement du système complet.

Q9.4. Etablir soigneusement le document qui guide l'élève dans son travail.

TP Alimentation du chargeur de batteries.

1- Présentation

Le « Manager de batterie Li-ion » est destiné à charger une batterie d'accumulateur élément par élément. En phase de décharge il est capable de renvoyer sur les éléments les plus déchargés une partie du stock d'énergie contenue dans les éléments les plus chargés.

Pour que cette opération soit utile il faut que le rendement du module chargeur réversible soit excellent. La partie puissance dissipe 1 W. La commande consomme 0,3 W. L'alimentation existante possède un rendement de 50% dans un volume de 2 cm³.

Une puissance de 10 W est puisée sur un élément A vers un élément B. Combien reçoit B ? Quel est le rendement de cet échange ?

Si le rendement de l'alimentation atteint 90% quel est le nouveau rendement de l'échange ?

A partir du principe du « Manager de batterie Li-ion » et du schéma structurel trouver les sources d'alimentation qui ont un point de référence de masse commune et celles qui sont isolées.

Faire l'inventaire des sources d'alimentation qui sont repérées sur le schéma structurel.

Pourquoi toutes ces appellations différentes ?

2- Analyse de la structure existante

Quelle est l'organisation des fonctions alimentation depuis la source d'entrée 48 V et les différentes sorties ? Quelles sont les alimentations régulées et non régulées ? En utilisant les documents constructeurs, estimer la précision des tensions d'alimentation.

Evaluer l'ordre de grandeur des courants à fournir par chaque source d'alimentation à partir des schémas structurels et des documents constructeur des composants alimentés.

3- Quelle autre structure d'alimentation serait plus performante ?

Vous comparerez les organisations suivantes :

- 48 V / 5 V (non isolé), 5 V / 12 V (isolé), 12 V / 5 V (non isolé).
- 48 V / 5 V (non isolé), 48 V / 12 V (isolé), 48 V / 5 V (isolé).
- 48 V / 5 V (non isolé), 48 V / 12 V (isolé), 12 V / 5 V (non isolé).

Pour vous aider dans ce travail, à l'adresse : <http://www.national.com/appinfo/power/> vous trouverez un outil d'aide au choix d'une alimentation proposé par National Semiconducteur.

Attention : l'outil ne prend pas en considération le rendement le volume et le besoin d'isolement, il vous appartiendra de faire vous-même un tri parmi les solutions proposées.

Entrez votre demande, validez. L'outil vous propose différentes solutions. Analysez les « data sheet » jointes avec un intérêt majeur ; la solution convient-elle compte tenu des besoins en isolement, volume, précision et rendement ?

Vous trouverez des convertisseurs continu-continu isolés « newport components » à l'adresse : <http://www.ee.nmt.edu/~wedeward/EE443L/FA00/nmh.pdf>

4- Conclusion : Peut-on améliorer le rendement du module chargeur dans les mêmes conditions de volume ?

Q9.5. Exprimer comment l'évaluation se concrétise. Produire les documents éventuellement prévus à cet effet.

L'élève doit rédiger un compte rendu sur ses recherches documentaires et ses conclusions (réponses aux questions du guide pour les questions 2, 3, 4).

Ce compte rendu est noté sur 15 points. Il est tenu compte de la présentation et de la rigueur de la rédaction (sur 4 points), de la pertinence des résultats (sur 7 points) et de la qualité des conclusions et du degrés d'approfondissement (sur 4 points).

Le sérieux, le niveau d'autonomie, l'appétence de l'élève en TP compte pour 5 points.

Q9.6. Définir les différentes étapes de l'intervention du professeur et ses intentions ainsi que les phases d'autonomie des élèves de la présentation à l'évaluation de la séquence.

Au tout début, le professeur réunit les élèves sur l'espace lancement de TP.

Le professeur présente le TP et en développe l'objectif. Il établit les consignes pour le bon déroulement de l'activité et prévient de la durée et des modalités de l'évaluation.

Il est au tableau et fait usage du rétroprojecteur ou du vidéo projecteur avec à l'écran le document sur lequel on travaille.

Les élèves disposent du schéma de principe du « Manager de batterie Li-ion », de l'approche fonctionnelle, des schémas structurels d'un module chargeur réversible et de la fiche guide du TP .

Au bout d'une heure la présentation est terminée, les élèves en équipe de deux deviennent autonomes.

Le professeur circule sur les postes de travail, répond aux questions et accompagne les élèves dans leur approfondissement tout en vérifiant la pertinence des résultats produits. Il va en priorité vers ceux qui semblent en difficulté ou qui se déconcentrent.

En fonction des personnalités de chacun le professeur stimule la motivation.

TECHNOLOGIE DES CIRCUITS IMPRIMES

Q9.7. Préparation d'une séquence de technologie : proposer une démarche pédagogique qui permette d'aborder la technologie industrielle de fabrication des cartes de circuits imprimés.

Objectif : connaître les caractéristiques technologiques des circuits imprimés afin de savoir rédiger une demande de devis pour une fabrication industrielle.

1- Définition des caractéristiques d'un circuit imprimé :

- Classe.
- Epaisseur de cuivre.
- Nombre de couches. Couches externes et internes.
- Nature du support.
- Revêtement de protection.
- Sérigraphie.

2- Fabrication industrielle des circuits imprimés :

Faire une visite virtuelle aux adresses :

- <http://www.linea-concept.fr/electronique/index.htm>
- <http://perso.wanadoo.fr/deltaci>
- http://www.db-electronic.com/index_f.html
- <http://www.preciohm.com/>
- <http://www.capcad.fr/Conseils/Normes.htm>

Vous observerez le niveau d'automatisation des moyens de production. Vous rechercherez aussi sur ces sites les données technologiques qui permettent de renseigner la demande de devis qui suit.

3- Exemple de demande de devis pour la réalisation d'un circuit imprimé :



<input type="text"/>	Dim. max du circuit imprimé
<input type="text" value="Traversante"/>	Technologie
<input type="text" value="3"/>	Classe de routage
<input type="text" value="Simple face"/>	Nature du circuit imprimé
<input type="text" value="FR4"/>	Matière :
<input type="text" value="1,6 mm"/>	Epaisseur isolant
<input type="text" value="35 microns"/>	Epaisseur cuivre
<input type="text" value="SNPB sélectif"/>	Revêtement
<input type="text" value="Vernis 2 faces différentes"/>	Protection
<input type="text" value="1 sérigraphie"/>	Marquage
<input type="text" value="non"/>	Découpe spéciale (détourage, rainurage, lamage)
<input type="text" value="1"/>	Quantité (nbre de pièces)
<input type="text"/>	Délai souhaité jours (pour la réalisation de l'étude)

Rédiger cette demande de devis sur la base du document de fabrication de la carte du module esclave du chargeur de batteries.

Proposer les moyens qui seront mis en œuvre (vidéo, visite de site, etc.) ; préciser quelles seront les activités élèves durant cette séquence pédagogique. Vous pourrez citer des noms d'entreprise avec lesquelles vous avez collaboré.

Des cartes industrielles avec différents niveaux de sophistication sont montrées aux élèves. Une séquence d'une durée de deux heures suffit.

11-CHOIX 3 GESTION DE PROJET (COMMUNICATION MAITRE-ESCLAVE)

Q11.1. Rédaction d'un cahier des charges de mini-projet pour une équipe de 4 étudiants.

Proposez une rédaction de cahier des charges pour une activité de mini-projet en STS électronique ou STS IRIS permettant de mettre en place la liaison entre les modules maître et esclaves du chargeur.

Eléments du cahier des charges fournis aux étudiants (pour des STS en fin de première année)

Réaliser une communication maître-esclave pour le chargeur de batterie de façon à communiquer la lecture des tensions d'éléments et les consignes de charge ou décharge.

Informations échangées :

Tensions des éléments (depuis l'esclave vers le maître) : toutes les secondes

Tension du bus de puissance (depuis esclave générateur et maître) toutes les millisecondes.

Tension et quantité électricité depuis le maître vers les éléments toutes les minutes.

Q11.2 Définir les contraintes liées au déroulement du mini-projet (durée, modalités d'organisation, économie...)

Durée : 20 heures au total

- *Travail préparatoire d'équipe : 6 H appui sur un TP sur une liaison série en état de fonctionnement*
- *Travaux individuels : 8 H*
- *Travail d'intégration et validation : 4 H*
- *Synthèse : 2 H*

Utilisation de cartes micro programmées avec afficheurs pour les tests unitaires et d'outils de téléchargement. Utilisation d'une maquette d'un sous-système réel pour effectuer les tests d'intégration.

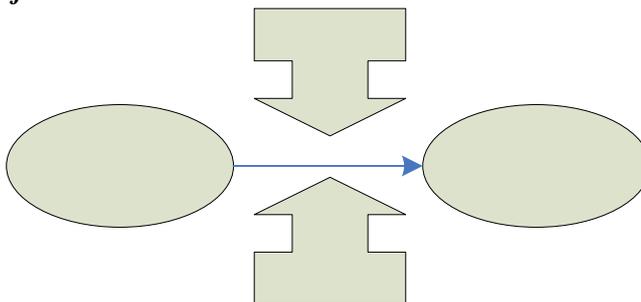
Norme RS485.

Documentation de format des échanges.

Q11.3. Préparer la phase pédagogique d'information sur la gestion de projet.

1. Définition du projet :

Composantes d'un projet



2. Phases de déroulement d'un projet

- INITIALISATION**
- PREPARATION**
- PLANIFICATION**
- PILOTAGE**
- BILAN**

3. DIAGRAMME DE GANTT

*Définition des tâches de réalisation du projet
Application au mini-projet à mettre en place*

EQUIPE						
<i>Définir et répartir les tâches à réaliser</i>	█					
<i>Formaliser le Schéma fonctionnel et Prévoir le plan de test (unitaire et d'intégration)</i>		█				
TACHES INDIVIDUELLES						
<i>Conception détaillée du MAITRE</i>			█			
<i>Réaliser et tester le MAITRE</i>			█			
<i>Conception détaillée de l'esclave1</i>			█			
<i>Réaliser et tester l'esclave 1</i>			█			
<i>Conception détaillée de l'esclave 2</i>			█			
<i>Réaliser et tester l'esclave 2</i>			█			
						→ Bilan d'étape
EQUIPE						
<i>Test d'intégration et adaptation des solutions</i>				█		
<i>Finaliser le dossier technique</i>					█	
<i>Bilan</i>						█

Q11.4. Rédaction des évaluations.

Etablir un suivi de ce mini-projet en proposant la forme des évaluations et leur contenu.

<i>Etudiant</i>	<i>Tâche</i>	<i>Objectifs généraux</i>	<i>Objectifs opérationnels</i>	<i>Savoirs</i>
A B C	COMUNICATION MAITRE-ESCLAVES	<i>*Valider des schémas fonctionnels</i>	<i>*caractériser la communication maître-esclave (appui sur un TP)</i>	<i>*Liaison série différentielle RS485 *vitesse de transmission *constitution d'une trame</i>
A	MAITRE	<i>*Mettre en œuvre des éléments de logiciel *Définir et utiliser une procédure *Etablir ou modifier une fiche de maintenance</i>	<i>*Installer et configurer des éléments de logiciel *réaliser et tester le câble série</i>	<i>*adressage *types de câbles et de connecteurs</i>
B	ESCLAVE1	<i>Idem</i>		
C	ESCLAVE2	<i>Idem</i>		
A B C	COMUNICATION MAITRE-ESCLAVES	<i>*Proposer une méthode de test *Etablir ou modifier une fiche de maintenance *Décider de la validation du produit</i>	<i>*relever une trame avec un oscilloscope numérique *valider la communication (niveaux, débit, données)</i>	<i>*Liaison série différentielle RS485 *vitesse de transmission *CEM *constitution d'une trame</i>

Q11.5. Pré-requis.

Quels sont les pré-requis que doit posséder l'étudiant pour pouvoir mener à bien ce travail ? Préciser la nature des travaux qui ont du être engagés auparavant ; préciser le type des activités liées à ces travaux.

Utilisation d'outil de développement pour télécharger un module logiciel dans une carte microprogrammée
Connaissance de la liaison série

Partie C

Etude de la commande

12 – Mesure du courant.

L'étude porte sur la structure autour de U4/A.

Q12.1. Quelle est la structure qui fournit l'alimentation de U4/A ?

U4/A est alimenté par l'auto-alimentation du circuit intégré U11 (UC3845) qui est régulée par ce dernier à $V_{cc} = 5 V$.

Q12.2. La tension aux bornes de la résistance R2 représente quelle grandeur électrique du convertisseur ?
R2 est traversée par le courant $i_I(t)$ du convertisseur continu-continu. La tension aux bornes de R1 est l'image de ce courant.

Préciser les critères de choix de cette résistance.

Il faut tenir compte de la puissance dissipée et de la précision.

Q12.3. Exprimer la fonction de transfert autour de U4/A. Quel est son rôle ?

Avec $C15 = C16$, $R18 = R17$ et $R20 = R19$, la fonction de transfert se simplifie,

$$\frac{V_{si}}{U_i} = (R19 / R18) \times (1 / (1 + jR20 \times C16 \times \omega)).$$

Il s'agit d'un filtre passe bas du 1^{er} ordre de fréquence de coupure :

$$f_0 = (1 / 2 \times \pi \times R20 \times C16), f_0 = 3114 \text{ Hz.}$$

Comme la fréquence de découpage du convertisseur continu-continu est de 120 kHz, seule la composante continue de $u_i(t)$ passe atténuée dans le rapport $(R19 / R18) = 1 / 20$.

Q12.4. Justifier le choix technologique du composant TLC662 pour U4/A.

Le concepteur a choisi l'amplificateur intégré linéaire TLC662 pour son aptitude à fonctionner en single supply rail to rail en particulier.

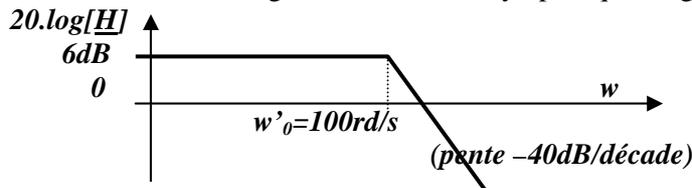
13 – Filtre.

On appelle U_p la tension au point PWMI et U_{ci} la tension en sortie de U7/B.

Q13.1. Etablir la fonction de transfert de la structure (U7 / B, R37, R38, R42, R43, C28, C30) $\underline{H} = \underline{U_{ci}} / \underline{U_p}$, on posera $R = R37 = R38 = R42 = R43$ et $C = C28 = C30$.

$$\underline{H} = 2 / (1 + jRC\omega + j^2 R^2 C^2 \omega^2) = 2 / (1 + 2j\omega/w_0' + j^2 \omega^2/w_0'^2) \text{ ou } m = 0,5 \text{ et } w_0' = 100 \text{ rd/s.}$$

Q13.2. Tracer l'allure du diagramme de Bode asymptotique du gain de cette fonction.



Q13.3. Le signal en PWMI est un signal logique de rapport cyclique variable de fréquence 1kHz. Définir le signal généré par la sortie de U7/B.

Le filtre étudié ci-dessus est passe bas du 2^e ordre. Comme PWMI est à 1 kHz (2.π.1 000 rd/s), seule la composante continue du signal PWMI passe avec une amplification de 2.

14 – Commande de K1.

Q14.1. Quelle est la fonction réalisée par la structure (U7/A, R40, R44, C32) ? Justifier la réponse de manière simple.

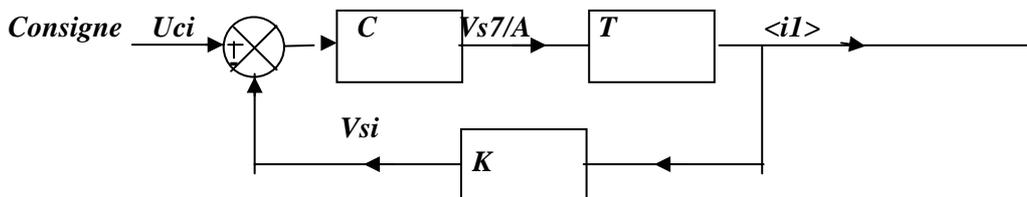
U7/A élabore une soustraction pour les signaux continus. La sortie Vs7/A est telle que $V_{si} - U_{ci}$. Pour les signaux variables, U7/A opère une intégration.

Q14.2. En produisant les calculs justificatifs utiles, valider la forme d'onde du signal U_r au point « REGI » porté sur le document réponse.

Sur le document réponse REGI varie linéairement de 2,5 V en pratiquement 4 μs. Il s'agit de la charge à courant constant de C3. L'application numérique donne pour ce courant $C31 (dREGI/dt) = 0,14 \text{ mA}$. La structure (Q8, R36, R39) génère ce courant.

Q14.3. Quand U_r correspond à un niveau logique 1 l'interrupteur K1 est fermé ($U_r > V_{cc} / 2$).

Mettre en évidence à l'aide d'un schéma bloc l'asservissement du courant moyen appelé sur la source 48 V. Bien repérer les entrées sorties entre les fonctions et faire le lien avec les schémas structurels. On ne demande pas l'expression des fonctions de transfert de chaque bloc.



La consigne est proportionnelle au rapport cyclique de PWMI.

C est un correcteur intégral réalisé par U7/A.

K construit Vs7/A, image du courant moyen $iI(t)$ consommé sur la source $E1 = 48 \text{ V}$.

Q14.4. De quelles grandeurs physiques dépend la précision de cet asservissement ? Evaluer l'ordre de grandeur de la précision de l'asservissement.

La précision de cet asservissement dépend de la précision de R2, du décalage d'offset de U4/A, U7/B et de U7/A en particulier. La précision des résistances de puissance dépasse rarement 5%, celle de l'asservissement ne sera pas meilleure.

Q14.5. Pourquoi les signaux de commande de K1 et de K2 ne sont-ils pas directement générés par le microprocesseur ?

Les commandes de K1 et K2 doivent être très rapides ce n'est possible avec le microprocesseur.

Q14.6. Quel est le rôle de l'association (Q4, Q6, R13) ?

L'association (Q4, Q6, R13) permet de créer des fronts très raides de tension sur la grille de Q2. Or les Mosfets de puissance présente une capacité entre grille et source de l'ordre de quelques nF. Le courant de l'inverseur CMOS U14 est amplifié d'un facteur de l'ordre de 100 par les transistors Q4 et Q6 qui travaillent en mode linéaire pendant les phases de commutation

15 – Commande de K2.

Q15.1. Identifier les différents étages qui transmettent les ordres de commande de K2 depuis le circuit U10 jusqu'à K2.

Depuis U10 vers K2 on trouve depuis la sortie TDM, Q17, l'optocoupleur U12, Q18, Q3 et Q5.

Q15.2. Quand le convertisseur opère en chargeur, la fermeture de K2 pendant la conduction de la diode D2 améliore le rendement. Quelles sont les conséquences à prévoir si les ordres de fermeture ou d'ouverture arrivent en retard ?

Si l'ordre de fermeture de K2 est tardif, D2 conduit et produit des pertes en conduction et son blocage prend du temps.

Si l'ordre d'ouverture arrive trop tard i_2 s'inverse et on fait circuler de l'énergie inutilement dans le convertisseur continu-continu et les pertes augmentent.

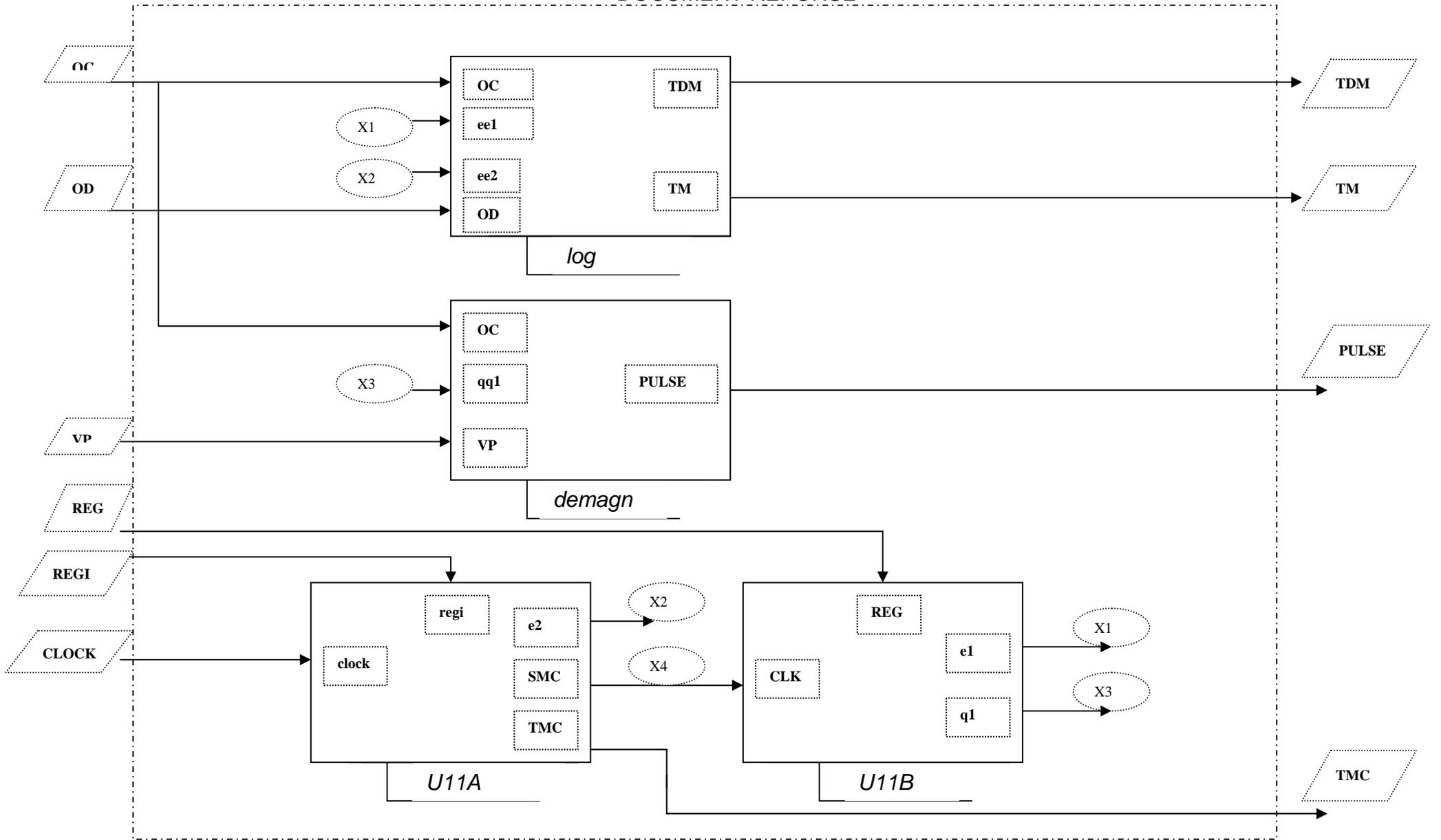
Q15.3. Montrer que les choix technologiques des différents étages apportent une rapidité suffisante.

Le circuit U10, l'opto coupleur et les transistors Q3 et Q5 ont un temps de propagation de l'ordre de 10ns ce qui est très convenable devant la période de découpage de 8,5 μ s.

16 - Chronogrammes de commande de K1 et K2

Voir document réponse.

DOCUMENT RESPONSE



DOCUMENT REPOSE

