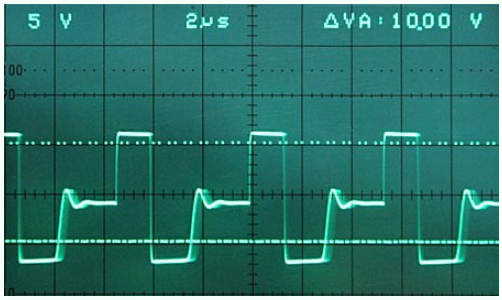
Convertisseurs de tension DC-DC



(Hacher menu, cuire a feu doux …)

Table des matières

Avant propos 1
Rappels théoriques simplifiés 1
Puissance et rendement 1
Régime permanent et impulsionnel 2
Type usuels des convertisseurs 2
Régulation série ou linéaire 2
Convertisseurs a découpage 3
Convertisseur buck 3
Convertisseur boost 3
Convertisseur flyback 3
Hacheur 4
Choix d'un convertisseur 4
Régulateurs linéaires 5
Régulateurs première génération 5
Régulateurs LDO 5
Convertisseurs à découpage 6
Abaisseurs Step-Down (Buck) 6
Module LM2596 35v 5A (1A réel) 6
Puissance d'utilisation maxi et rendement 6
Tension de déchet 7
Schéma 7
Module XL-4015 36v 5A (2 a 3A réel) 8
Puissance d'utilisation maxi et rendement 8
Tension de déchet 9
Schéma 9
Module LM2596 LEIVIN avec contrôle d'intensité de sortie 9
Module XL-4016 35v 8A 10
Puissance d'utilisation maxi et rendement 11
Régulation et chute de tension 11
Schéma 11
Elévateurs Step-Up (Boost) 12
Module XL-6009 39v 3A (1A réel) 12

Puissance d'utilisation maxi et rendement 12
Schéma 13
Module UC3843 _ 35v 6A 13
Régulation et chute de tension 13
Puissance d'utilisation maxi et rendement 13
Schéma 14
Mixtes Buck/Boost 15
Module XL-6009 _ 15
Puissance d'utilisation maxi et rendement 15
Schéma 16
Module LM2587 16
Régulation tension de sortie 16
Puissance d'utilisation maxi et rendement 17
Schéma 17
A transformateur Flyback 18
Hacheurs 19
Dimmer Led a récepteur 433Mhz 19
Schéma 19
Révisions document 19

Avant propos

Ce document n'est pas un cours sur la théorie de fonctionnement des alimentations et convertisseurs de tension mais porte sur le choix du type d'une alimentation continue et sur leur mise en œuvre pratique. L'avènement des circuits intégrés monolithiques de puissance et le large choix de modules tout prêt d'origine chinoise sur le net font que la conception complète d'une alimentation DC devient inutile dans la majorité des applications courantes.

Les caractéristiques et performances des modules cités ont été mesurées en réel et diffèrent parfois légèrement de celles théoriques annoncées par les constructeurs. Une simple recherche internet donnera l'accès aux datacheet des divers composants utilisés sur ces modules, leur contenu donnant des informations complètes et détaillées.

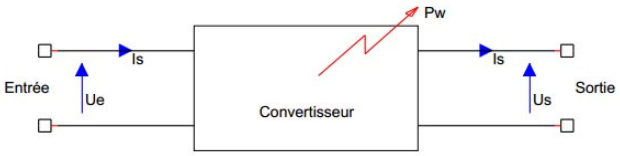
Rappels théoriques simplifiés

Contrairement au courant alternatif la modification de la tension d'une source continue est beaucoup plus problématique. Les usages sont multiples, le fonctionnement d'un même appareil peut nécessiter de multiples sources de tensions différentes, par exemple un appareil photo reflex peut inclure une vingtaine de convertisseurs fournissant des valeurs de tension allant de 3.3 a 300v.

Si la tension désirée est inferieure à celle de la source des solutions par chute de tension sont possibles, dans le cas contraire une transformation préalable de la source en alternatif sera obligatoire. Plusieurs types de convertisseurs existent avec chacun leurs avantages et inconvénients, les principaux critères de conception seront toujours la puissance et le rendement requis.

Puissance et rendement

Un convertisseur sera prévu pour fournir un courant Is absorbé par la charge sous une tension de sortie Us ce qui donnera une puissance de sortie Ps=Us x Is. La source d'entrée devra donc fournir au minimum cette puissance sous une tension quelconque a laquelle le monde n'étant pas parfait il faudra ajouter les pertes dues au fonctionnement du convertisseur. Ces pertes pouvant varier dans de grandes proportions suivant le type de convertisseur seront toujours transformées en chaleur.



Suivant le niveau de ces pertes le convertisseur devra être équipé de dissipateur, passif ou assisté par un ventilateur.

Les pertes peuvent se repartir en deux types. Les pertes dites à vide présentes pour une intensité de sortie nulle dues au fonctionnement du circuit et les pertes en charge proportionnelles à la puissance de sortie. Suivant le type et surtout la puissance des convertisseurs les pertes à vides généralement faibles pourront avoir un impact prépondérant sur le rendement général.

Il est souvent utile de bien différencier ces deux modes de fonctionnement. En fonction de la charge le choix et la taille d'un convertisseur peut en être fortement impacté.

- Le régime impulsionnel est celui que le convertisseur peut fournir pendant un bref instant, il est toujours limité par les caractéristiques des composants en particulier les courants maximum permis par les diodes ou transistors.
- Le régime permanent ou continu est celui que le convertisseur peut fournir pendant un temps illimité, il sera limité généralement par les contraintes thermiques dues aux pertes.

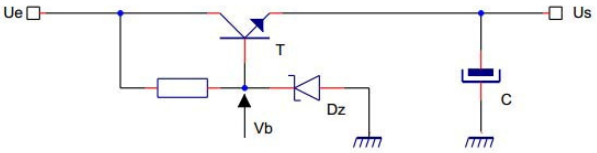
Par exemple prenons un convertisseur devant alimenter sous 12v une série de Leds ayant une puissance de 250w. Un convertisseur devant alimenter ces Leds en permanence ayant un rendement de 85% devra donc fournir un courant de 21A au minimum et dissiper 44w en chaleur ce qui implique des radiateurs et un système de ventilation conséquent. Soit un convertisseur gros, lourd et cher.

Ces mêmes Leds ne devant plus être utilisées en éclairage continu mais sous forme de flash d'une durée de 0.1s toutes les secondes devront toujours être alimentées avec un courant de 21A, mais les pertes moyennes n'étant plus que 10% de la valeur précédente le convertisseur pourra se passer de dissipateurs et être d'un cout largement inferieur.

Les composants électroniques ayant des temps de claquage relativement courts face aux surintensités il faudra donc toujours prévoir de les surdimensionner en cas de charges pouvant présenter des courants d'appels a la mise sous tension importants, dans ce cas on trouvera bien sur les moteurs, les condensateurs mais aussi les lampes halogènes par exemple.

Type usuels des convertisseurs

Régulation série ou linéaire

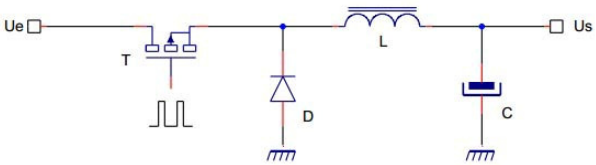


La tension d'entrée obligatoirement supérieure à celle de sortie est chutée à partir d'un élément résistif (actif ou passif). Le courant d'entrée est égal au courant de sortie, la totalité de la différence de tension est dissipée en chaleur, le rendement de l'ensemble est donc directement proportionnel au rapport Ue sur Us.

Dans le cas le plus simple présenté ici la tension de sortie est égale a la tension de la zener plus celle de la jonction base émetteur toutes deux constantes, la tension collecteur-émetteur s'adaptant alors a celle de Ue.

Ce genre d'alimentation permet d'obtenir des régulations de tension de sortie très stables et rapides mais nécessitent généralement un différentiel de tension assez important pour fonctionner, les régulateurs LDO (Low Drop Out) permettent de compenser ce défaut mais sont généralement réservés aux faibles puissances. Leur plus gros problème réside dans leur rendement pouvant devenir extrêmement faible aux rapports Ue/Us élevés.

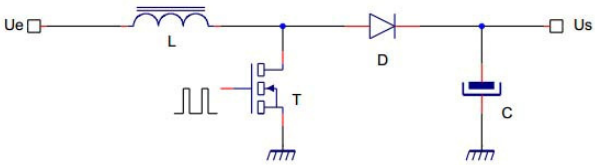
Convertisseur buck



Ce convertisseur utilise les transferts d'énergie stockée dans une self pour lisser la tension fournie par un hacheur, une contre réaction est obligatoire pour adapter le rapport cyclique de ce hacheur a l'intensité de sortie.

La tension est sortie est la aussi obligatoirement inferieure a celle d'entrée. Le courant d'entrée est inferieur ou égal a celui de sortie pour dans un convertisseur parfait respecter l'égalité des puissances d'entrée et de sortie. Dans la réalité, la résistance de la self ou du transistor, les tensions de saturation de la diode ou du transistor, les temps de recouvrement de ces derniers provoquent des pertes proportionnelles à la puissance de sortie. En fonction des couples Ue/Us choisis le rendement varie de 75 à 95% ce qui constitue une nette amélioration par rapport aux régulateurs série. D'une conception nettement plus compliquée que les régulateurs linéaires l'apparition de circuits intégrés intégrant les circuits de régulation et parfois de puissance ont nettement démocratisé leur usage, y compris pour de petites puissances.

Convertisseur boost

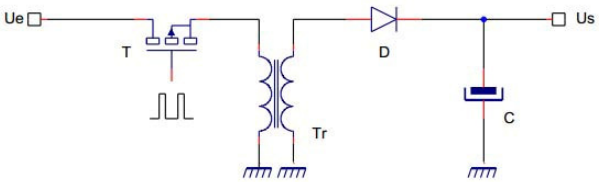


Ce convertisseur fournissant une tension de sortie superieure a celle d'origine l'utilisation d'un système a découpage est obligatoire (des versions électromécaniques a vibreur ont même existés).

Comme pour le régulateur Buck l'énergie stockée dans une self est utilisée mais pour fournir une surtension, redressée et filtrée par l'ensemble diode et condensateur de sortie. Les hautes fréquences de fonctionnement utilisées permettent d'obtenir de faibles taux d'ondulation résiduelle pour des valeurs de capacité faibles. Généralement ce type de convertisseur est utilisé pour des rapports Us/Ue peu importants. De part le principe de fonctionnement la tension de sortie ne peut pas être inferieure a celle d'entrée la self et la diode étant passantes.

La loi de conservation des puissances aux pertes près étant la aussi respectée l'intensité d'entrée sera toujours supérieure a celle de sortie, le rapport Ie/Is étant égal a celui de Us/Ue. Le rendement chute assez rapidement avec l'augmentation du rapport Us/Ue avec des valeurs allant de 95 à 60%.

Convertisseur flyback

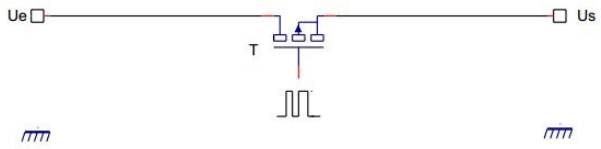


Ce type de convertisseur permet d'obtenir n'importe quel rapport Us/Ue, des tensions négatives et surtout une séparation galvanique entre les deux sources. C'est celui utilisé dans toutes les alimentations secteur à découpage ou pour la génération de haute tension comme dans les flashs photo.

Pour simplifier le fonctionnement, la tension d'entrée continue est transformée en tension alternative (pour être exact dans ce cas le primaire doit posséder deux enroulements) permettant l'alimentation d'un transformateur standard et la génération d'une ou de plusieurs tensions de sortie. Les hautes fréquences utilisées permettent l'utilisation de circuits magnétiques de faible encombrement comparés aux transformateurs classiques 50Hz.

Comme pour les convertisseurs précédents la puissance d'entrée est égale à celle de sortie additionnée des pertes, le rapport de transformation pouvant être inferieur ou supérieur à un l'intensité d'entrée sera en proportions. Le rendement de ce type de convertisseur est quasi indépendant des rapports de transformation et varie de 80 a 95%.

Hacheur



Contrairement aux convertisseurs précédents la tension de sortie délivrée n'est pas continue mais hachée. Son emploi devra donc être réservé à des récepteurs acceptant ces conditions et ne disposant pas de coefficients capacitifs élevés par exemple. La variation de la tension de sortie est donc réalisée uniquement sur sa valeur efficace, la valeur crête restant constante et identique à celle d'entrée. Ceci est réalisé en modifiant le rapport cyclique de la tension de sortie, la tension moyenne de sortie pouvant alors évoluer de 0 à 100% de son maximum. La variation de la tension de sortie est directement proportionnelle au rapport cyclique et pourcentage de conduction du hacheur, le croquis suivant montre la forme du signal pour des rapports de 75, 50 et 25%.

Si le principe de fonctionnement de ce type de convertisseur en limite l'emploi a quelques applications de variation de puissance (moteurs, éclairage, chauffage ….) son intérêt réside outre sa conception simpliste et son faible cout de mise en œuvre dans son rendement excellent. Les pertes ne sont dues qu'a la résistance RdsOn de l'élément hacheur ce qui avec les transistors mos de puissance actuel est négligeable, le rendement pouvant alors atteindre 99%.

Du fait de la sensibilité de ce type de montage a la capacité et inductance de la charge la fréquence de fonctionnement sera limitée, ce qui dans le cas d'éclairage a faible inertie comme des Leds peut être cause de sensation de flicker ou de papillonnement.

Choix d'un convertisseur

	Linéaire	Buck	Boost	Flyback	Hacheur
Tension de sortie minimale	0v	> 0v	Ue	0v	0v
Tension de sortie maximale	Ue - Udo	Ue - Udo	10 x Ue	Très grande	Ue
Régulation tension de sortie max	0.001%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
Vitesse régulation tension de sortie	Rapide	Faible, dépend de la fréquence de hachage			
Ondulation tension de sortie	Faible				100%
Tension de déchet (DropOut)	0.7 à 3v	0 à 4v	-	-	0v
Rendement (Fabrication correcte)	Ue/US	80 à 90%	70 à 95%	75 à 95%	99%
Pertes à vide	Très faibles	Faibles	Faibles +	Faibles	Nulles
Pertes en charge	Fortes	Moyennes	Moyennes	Moyennes	Faibles
Us si rupture transistor principal	0v	0v	Ue	0v	0v
Us si court circuit "" ""	Ue	Ue	0v	0v	Ue
Complexité de conception	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Faible
Rapport puissance / taille, poids	Faible	Fort	Fort	Moyen	Très fort

Régulateurs linéaires

Régulateurs première génération

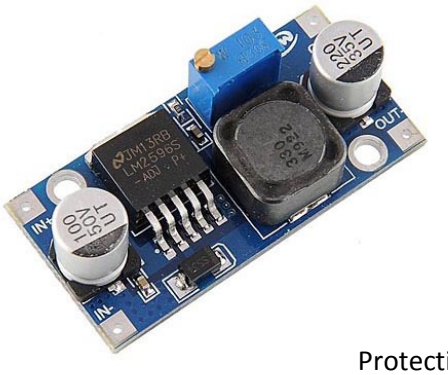
Régulateurs LDO

Convertisseurs à découpage

Abaisseurs _ Step-Down (Buck)

Module LM2596 _ 35v 5A (1A réel)

Ce petit module d'un cout minime est décliné en plusieurs versions, parfois avec un voltmètre a Led 3 digit intégré et possède les caractéristiques théoriques suivantes



U Entrée	: 3.2 à 40v
U Sortie	: 1.24 à 35v
Régulation de sortie	: 4%
Tension de déchet	: 3v
I Sortie	: 3A max
Rendement	: 92% max
Fréquence de fonctionnement	: 110 à 170khz

Protection automatique contre les surcharges thermiques

Puissance d'utilisation maxi et rendement

L'énergie perdue dans le convertisseur se repartie en des pertes à vide constante et en des pertes en charge dépendant de la puissance délivrée, leurs valeurs dépendant des couples tension d'entrée et de sortie appliquées au module. Les pertes à vide ne sont pas forcement négligeables et devront être prises en compte dans le cas de système autonome sur batterie.

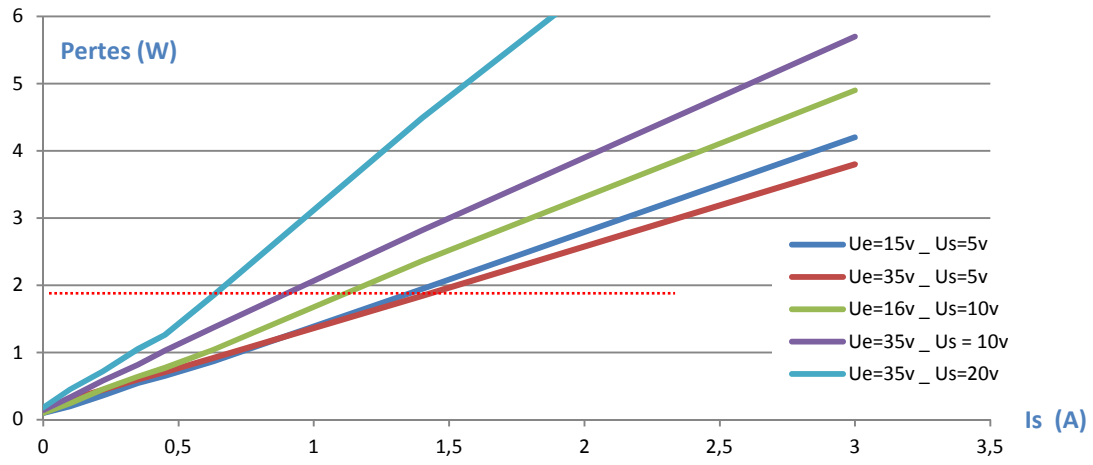
Le tableau ci-dessous donne les valeurs de ces pertes à vide et du rendement pour couples Ue/Us.

Ue - Us	15 - 5	35 -5	16 - 10	35 - 10	35 - 20
Pertes à vide (w)	0.08	0.14	0.1	0.15	0.18
Rendement Is > 0.3A	0.78	0.79	0.86	0.83	0.87

Dans la pratique si le courant maximum permis par le circuit intégré et la diode de sortie permettent un courant de 3A maximum en usage intermittent en régime continu les contraintes thermiques limiteront l'usage du module à une valeur largement inferieure de l'ordre de 1A.

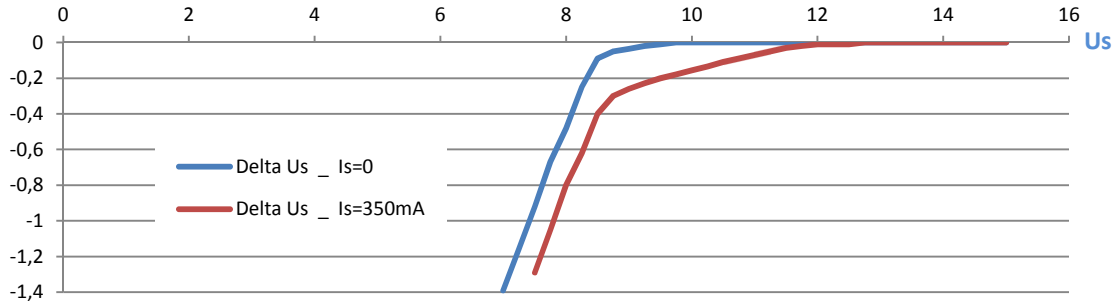
Module nu des pertes de 2w provoquent une élévation de sa température aux environs de 60° ce qui pourra être considéré comme un maximum. L'utilisation de dissipateurs thermiques collés sur le boitier du LM2596 ou sur la face du module ne comportant pas de composant permettra d'augmenter légèrement la puissance dissipée maximale.

Le réseau de courbe suivant représentant pour plusieurs couples Ue-Us les pertes en fonction du courant de sortie permettra de déterminer la valeur maximale permise par celui-ci pour ne pas dépasser la puissance dissipée par le module possible et garder une température de fonctionnement raisonnable.

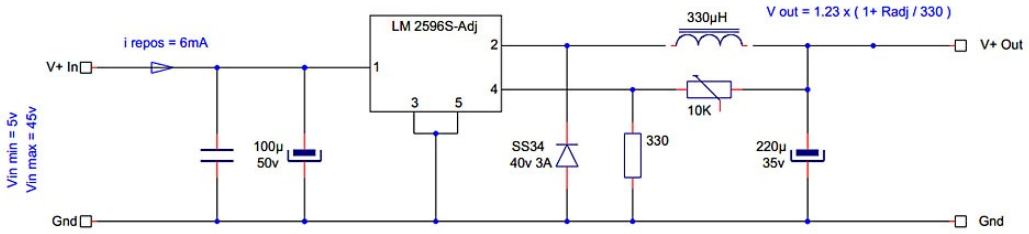


Tension de déchet

Sans doute en raison de l'utilisation de transistors bipolaire comme étage final de la partie hacheur la différence minimale entre la tension d'entrée et de sortie est assez importante. La courbe ci-dessous montre que pour que la régulation fournisse la valeur de sortie théorique de 8v en charge la tension d'entrée doit être supérieure à 12v.



Schéma



Module XL-4015 _ 36v 5A (2 a 3A réel)

Module un peu plus puissant que le précédent mais toujours limité par les contraintes de dissipation thermiques, le rendement légèrement supérieur du a l'emploi d'un transistor Pmos permet d'obtenir une charge un peu plus importante.

U Entrée	: 8 à 38v
U Sortie	: 1.25 à 32v
Régulation de sortie	: <1%
Tension de déchet min	: 0.3v
I Sortie	: 5A max
Rendement	: 96% max
Fréquence de fonctionnement	: 180khz

Protection automatique contre les surcharges thermiques et surintensités.

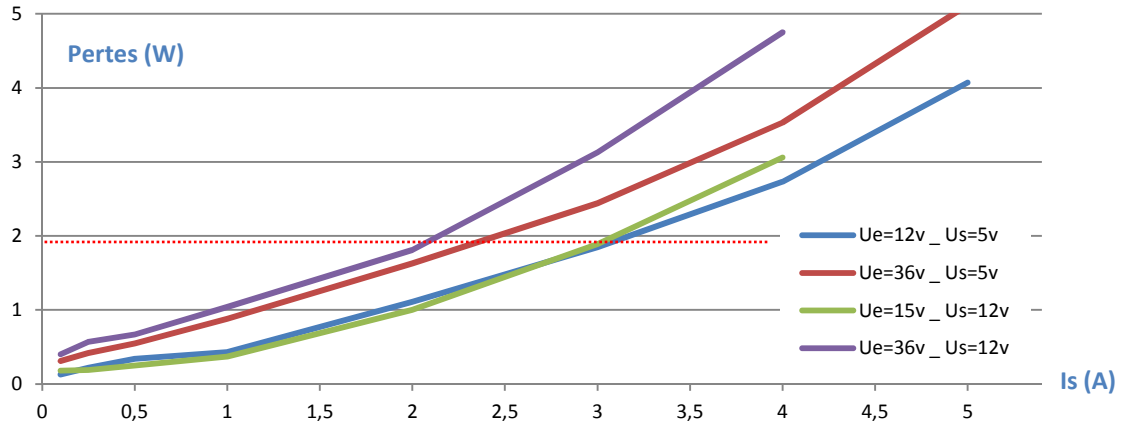
Le modèle ci-dessus dispose d'un disjoncteur électronique. Celui-ci ne fonctionne pas par limitation du courant de sortie mais en ajustant la tension de sortie a sa valeur minimale a chaque passage du courant de sortie au dessus du seuil (Fréquence de rafraichissement 500Hz).

Puissance d'utilisation maxi et rendement

Comme pour le convertisseur précédent le tableau ci-dessous donne les valeurs des pertes à vide et du rendement pour couples Ue/Us. Du fait de la présence des Leds de signalisation et du circuit de protection contre les surintensités le courant à vide est supérieur à celui consommé par le convertisseur seul.

Ue - Us	15 - 5	35 -5	16 - 10	35 - 10	35 - 20
Pertes à vide (w)	0.21	0.42	0.24	0.49	0.56
Rendement Is = 0.6A	0.89	0.82	0.95	0.85	0.9

De par la présence de composant des deux cotés du module la mise en place d'un dissipateur externe sera moins aisé, la aussi une valeur de pertes de 2W sera la limite d'utilisation ce qui correspond a une intensité de sortie maximale de 3A pour Ue=15v.



Tension de déchet

Contrairement aux convertisseurs basés sur des LM-2596 la tension d'entrée ne doit être supérieure à la tension de sortie que de 0.1v environ.

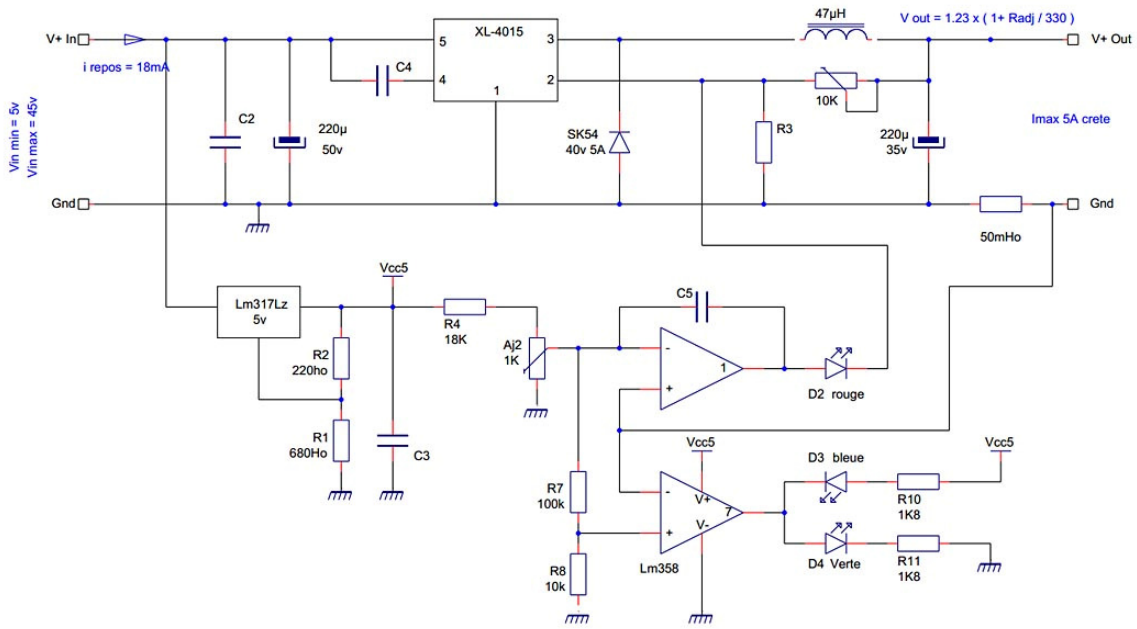
Schéma

Du fait de la présence d'un shunt de mesure d'intensité sur la ligne négative il faudra faire attention aux éventuelles mises à la masse des châssis du bloc d'alimentation amont et des appareils utilisateur.

Le contrôle d'intensité maximale est réalisé par un AOP double standard utilisé en comparateur et alimenté par la source principale en 5v via un petit régulateur linéaire.

Si la tension mesurée par le shunt dépasse la tension de référence définie par Aj2 la première moitié de l'AOP en envoyant une tension d'environ 3v sur l'entrée feedback du régulateur à découpage provoque son extinction. Le condensateur C5 maintient le blocage pendant une durée d'environ 2ms avant de libérer le régulateur et de provoquer un nouveau cycle de mesure.

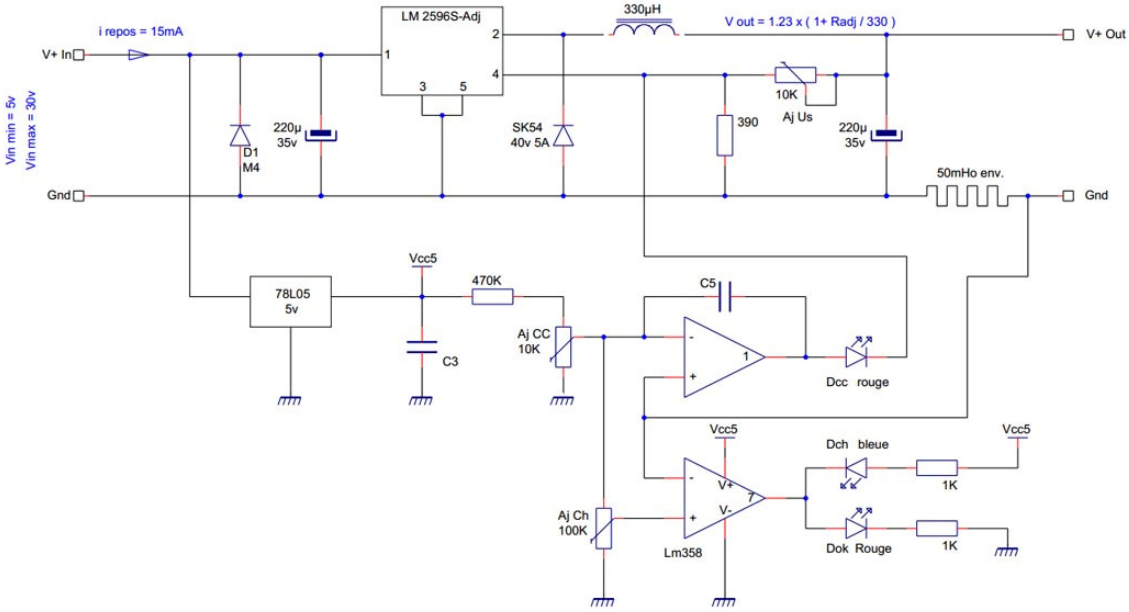
La seconde moitié de l'AOP sert à détecter la connexion d'une charge en sortie de l'alimentation par allumage de la Led bleue, la Led verte signalant une marche a vide.



Module LM2596 LEIVIN avec contrôle d'intensité de sortie

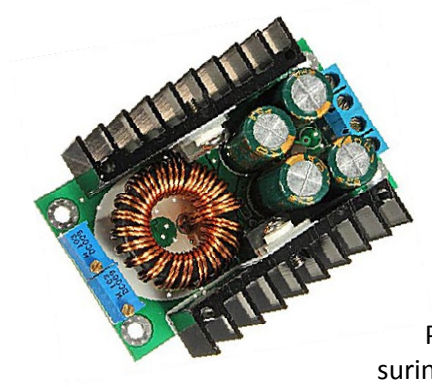
Convertisseur ayant les caractéristiques du module LM2596 simple décrit précédemment est équipé d'un limiteur de courant de sortie utilisant un principe similaire à celui du module doté d'un XL4015. Ce module étant principalement prévu dans un contexte de recharge de batterie un potentiomètre de réglage supplémentaire a été ajouté permettant un réglage séparé et plus fin du basculement de l'éclairage des Leds vertes (pas de courant de sortie) et bleues (courant de sortie détecté). La résistance shunt de mesure d'intensité n'est pas un composant CMS séparé mais directement réalisée par une piste du circuit imprimé.

La tension de service du condensateur d'entrée plus faible limitera la plage d'utilisation. Une diode de protection anti-inversion est placée sur l'entrée, attention sans présence d'un fusible en entrée sa durée de vie sera plus qu'éphémère.



Module XL-4016 _ 35v 8A

Ce modèle fabriqué par QSKJ et d'une dimension de 65x50 mm est trouvable facilement sur eBay pour un cout avoisinant les 5euros. Contrairement aux caractéristiques annoncées les courant de sortie n'est pas de 12A mais seulement de 8, la présence de dissipateurs permettra d'obtenir des valeurs en régime continu sans ventilation forcée de 6 à 8A sans trop de soucis. Si la tension d'entrée maximale du XL-4016 est de 40v la présence d'un régulateur 78x limitera la tension d'entrée à 35v.



U Entrée	: 8 à 35v
U Sortie	: 1.25 à 34v
Régulation de sortie	: <2%
Tension de déchet min	: 0.3v
I Sortie	: 8A max
Rendement	: 96% max
Fréquence de fonctionnement	: 180khz

Protection automatique contre les surcharges thermiques et surintensités.

Comme pour le modèle précédent ce module dispose d'un disjoncteur électronique réglable fonctionnant par mise a zéro de la tension de sortie en cas de détection d'une valeur limite de l'intensité, des impulsions de courant restant alors présentes a une fréquence d'environ 500hz.

Puissance d'utilisation maxi et rendement

Les pertes à vide sont dues principalement par le circuit de disjonction et la Led de signalisation avec un courant d'environ 20mA indépendant de la tension d'entrée.

Du fait de la puissance plus élevée de ce module et de l'absence de charge réglable adaptée le rendement n'a pu être calculé que pour des points particuliers.

Ue	Us	Ie	Is	Pe	Ps	Pertes (w)	Rend %
19,3	11,06	0,5	0,8	9,65	8,85	0,8	0,92
19,28	6,92	0,82	2	15,81	13,84	1,97	0,88
19,1	10,67	1,85	3	35,34	32,01	3,33	0,91
18,92	13,8	3,09	4	58,46	55,2	3,26	0,94
19,15	6,27	1,83	4,95	35,04	31,04	4	0,89
19	8,09	2,87	6	54,53	48,54	5,99	0,89
18,69	10,33	4,71	7,8	88,03	80,57	7,46	0,92

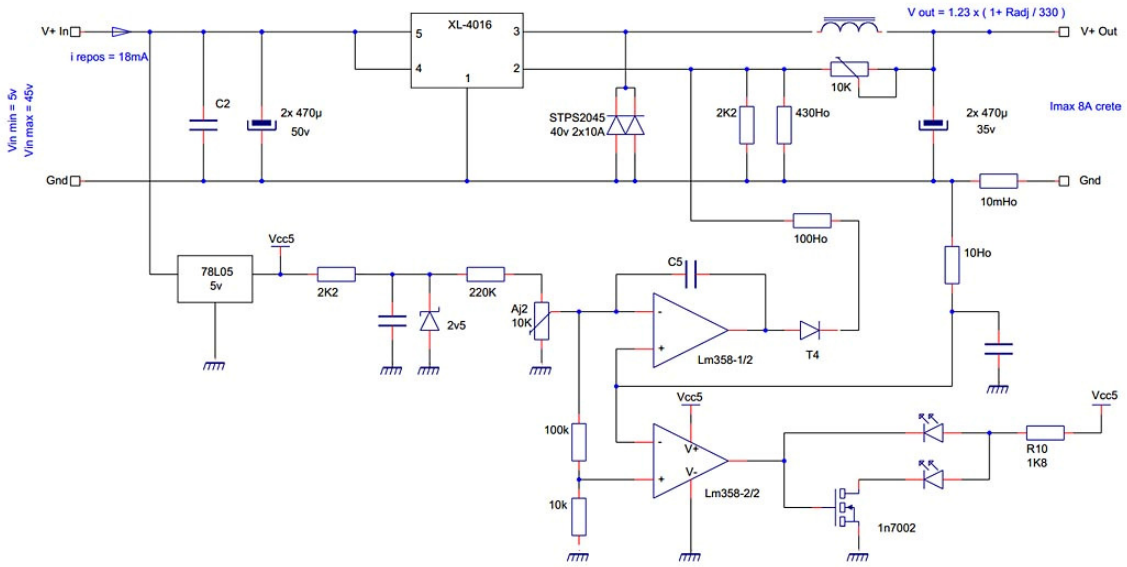
Les dissipateurs utilisés pour le regulateur et la diode Schottky permettant d'évacuer environ au moins 6w en gardant une température correcte l'intensité maximale permise en régime continu par le XL-4016 pourra être atteinte en fonction des couples Us-Ue.

Régulation et chute de tension

La chute de tension due au shunt de mesure d'intensité est quasiment entièrement compensée par le la régulation légèrement positive du XL-4016 avec une tension de sortie variant de seulement 0.2% a charge maximale.

Schéma

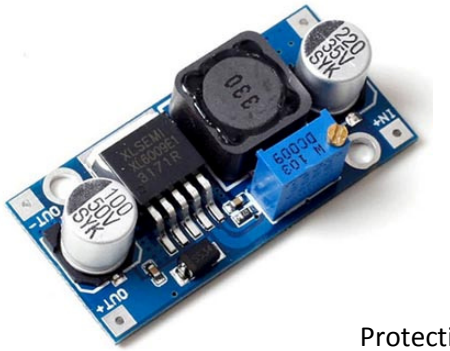
La aussi la mesure d'intensité du disjoncteur étant réalisée par le moins les masses amont et aval du module devront donc être isolées et indépendantes. Pour le fonctionnement général se reporter au module basé sur le XL-4015 analysé précédemment.



Elévateurs _ Step-Up (Boost)

Module XL-6009 _ 39v 3A (1A réel)

Ce petit module à bas cout permet d'obtenir une tension de sortie d'environ 39v dans un environnement extrêmement réduit.



U Entrée	: 5 à 32v
U Sortie	: 5 à 35v
Régulation de sortie	: 0.5%
I Entrée max	: 4A
I Sortie max	: 3A
Rendement	: 94% max
Fréquence de fonctionnement	: 400khz

Protection automatique contre les surcharges thermiques

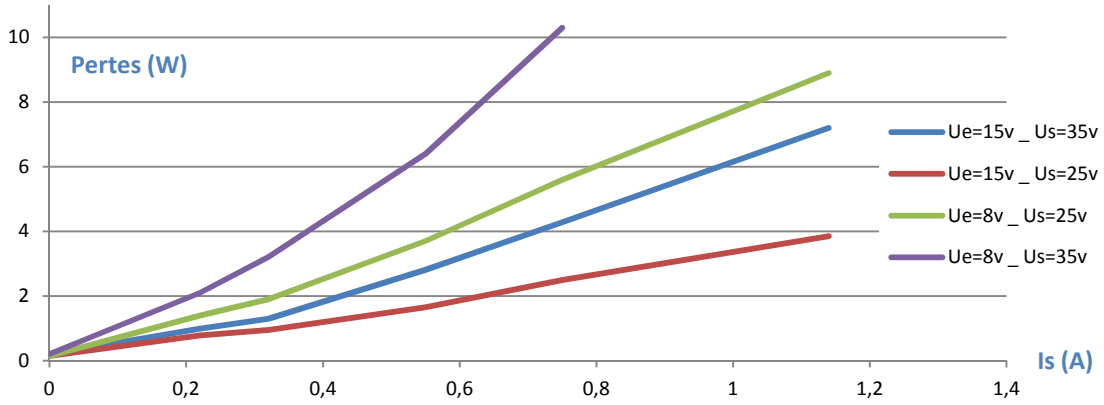
Puissance d'utilisation maxi et rendement

L'intensité de sortie sera limitée non seulement par les possibilités de la diode de sortie mais aussi par celles de l'ensemble booster dépendant du rapport Ue/Us souhaité. L'intensité de sortie en régime impulsionnel ne devra donc pas dépasser la valeur de 3A ou 4xUs/Ue. De plus la aussi les limitations dues aux problèmes de dissipation thermique dues aux pertes seront prépondérantes.

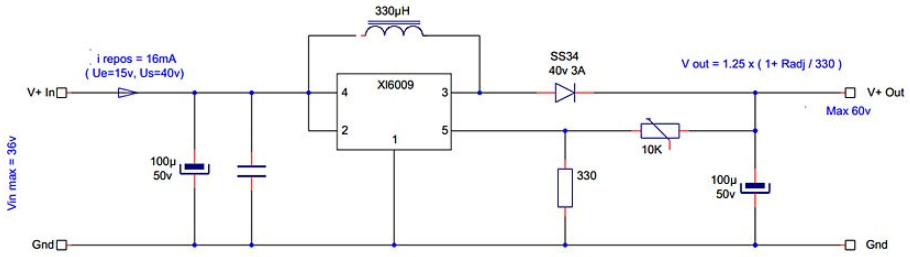
Le tableau ci-dessous donne les valeurs de Is max et du rendement pour différentes combinaisons de Ue et Us, le rendement chutant pour les rapports Us/Ue élevés.

Ue - Us	15-18	15-25	15-35	8-15	8-25	8-35
Pertes à vide (w)		0.15	0.2	0.14	0.15	0.21
Rendement Is = 80% max	0.93	0.88	0.86	0.87	0.79	0.72
Is max crête	3	2.1	1.45	1.85	1	0.65

Les pertes limiteront donc les possibilités de fonctionnement en régime continu, les courbes suivantes permettant d'évaluer le courant de sortie maximal possible pour plusieurs couples Us et Ue. Le module nu montant à une température supérieure a 60° pour une dissipation de 2w pourra être équipé de dissipateurs thermiques collés sur le boitier du XL-6009 ou sur sa face inferieure.

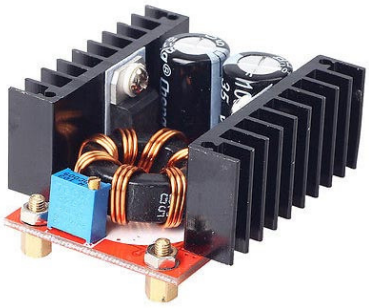


Schéma



Module UC3843 _ 35v 6A

Ce modèle fabriqué par QSKJ et d'une dimension de 65x48 mm est trouvable facilement sur eBay pour un cout avoisinant les 5 euros. L'intensité de sortie maximale est dépendante du rapport d'élévation de tension et peut atteindre 6A en restant dans les limites permises par les dissipateurs intégrés. La tension de sortie maximale normalement de 35v devra au vu du condensateur de sortie de qualité inferieure être limitée à une valeur largement inferieure ou le condensateur remplacé (meilleur choix).



U Entrée	: 10 à 32v
U Sortie	: 12 à 35v
Régulation de sortie	: 2%
I Sortie max	: 6A
I Entrée max	: 10A
Rendement	: 94%
Fréquence de fonctionnement	:

Aucun système de limitation de l'intensité de sortie ni de protection contre les courts circuits n'est prévu.

Régulation et chute de tension

Les valeurs annoncées par le constructeur de la régulation de tension peuvent être dépassées largement avec des valeurs pouvant aller jusqu'à 3% en limite de fonctionnement.

Puissance d'utilisation maxi et rendement

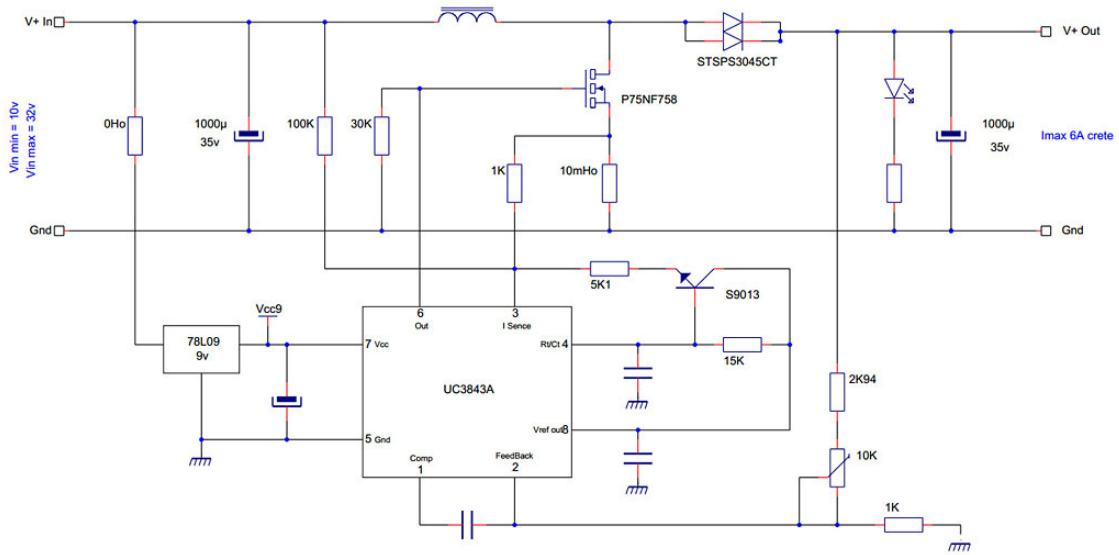
Le courant de repos du convertisseur varie en fonction de la tension d'entrée allant de 25ma pour Ue min à 35mA pour Ue max ce qui représente respectivement des pertes de 0.25 et 1.25w.

Le rendement variant dans de grandes proportions en fonction du rapport Us/Ue la limite d'intensité de sortie devra être déterminé pour ne pas dépasser des pertes dépassant 6 à 8w de moyenne sans refroidissement forcé. De manière générale même si le transistor de découpage est largement dimensionné il faudra éviter de dépasser un courant d'entrée de 10A en régime continu et de 20A a 25 en impulsionnel.

Ue	Us	Us/Ue	Ie	Is	Pe	Ps	Pertes (w)	Rend %
19,26	18,87	0,98	1,42	1,37	27,35	25,85	1,5	0,95
19	27,7	1,46	3,31	2	62,89	55,4	7,49	0,88
19,6	21,5	1,1	2,46	2	50,18	43	7,18	0,89
18,69	25,69	1,37	4,69	3	87,66	77,07	10,59	0,88
18,49	38,14	2,06	6,8	2,72	125,73	103,74	21,99	0,83

Schéma

Le montage n'utilise pas un régulateur monolithique mais un circuit intégré spécialisé en boitier tsop 8 commandant des composants discrets de puissance. La diode schottky de redressement de sortie est un composant double 2x15A 45v, le transistor hacheur ayant une intensité max de 75A sont tout deux en boitiers To220 montés sur radiateurs isolés.



Mixtes Buck/Boost

Module XL-6009 _

Ce module combine les avantages des deux types de convertisseurs précédents, la tension de sortie est assurée pour que soit la tension d'entrée.

U Entrée	: 4 à 32v
U Sortie	: 1.25 à 30v
Régulation de sortie	: 0.5%
I Entrée max	: 3A
I Sortie max	: 2A
Rendement	: 94% max (0.85 moy)
Fréquence de fonctionnement	: 400khz

Protection automatique contre les surcharges thermiques

Puissance d'utilisation maxi et rendement

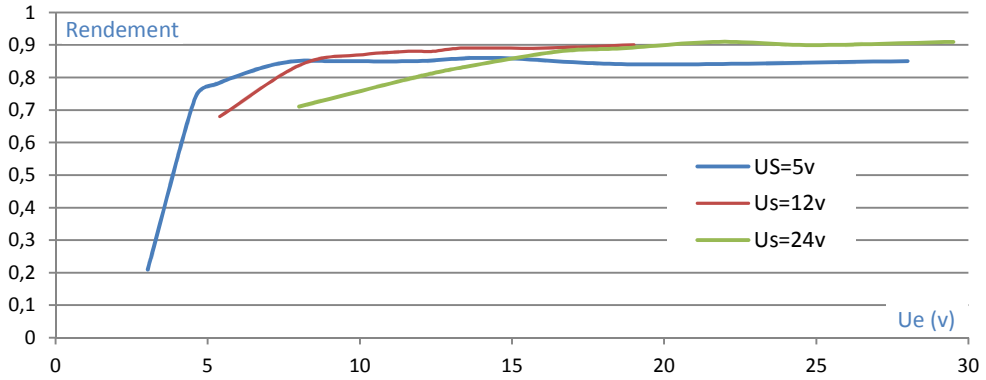
Le nombre d'inductances et de composants étant accru le rendement de l'ensemble s'en ressent, la température du circuit intégré et des deux selfs principales peut augmenter fortement en mode boost.

Les transitoires crées par les deux selfs en mode buck provoquent la destruction de la diode de sortie SS34 a partir d'une tension de sortie de 32v et une tension d'entrée de 24v environ. Il sera donc bon soit de remplacer cette diode par un modèle plus résistant (SR505 ou 506) soit de se limiter a une tension de sortie de 24 a 28v.

Le courant de repos à vide du convertisseur dépend des couples Ue/Us utilisés avec bien sur les valeurs les plus fortes en mode boost.

Ue	5	12	19	24	32
Ie (mA) pour Us=32v	37	18	20	Destruction SS34	
Ie (ma) pour US=24v	26	14	10	10	22
Ie (ma) pour US=12v	16	12	8	7	

Le rendement évolue de 60 à 90% en fonction du mode de fonctionnement et des valeurs de tensions de sortie. La résistance et les courants de circulation des selfs plus importants provoquent un échauffement nettement plus sensible qu'avec les autres petits régulateurs de ce type (Buck Lm2596 ou Boost XL6009).

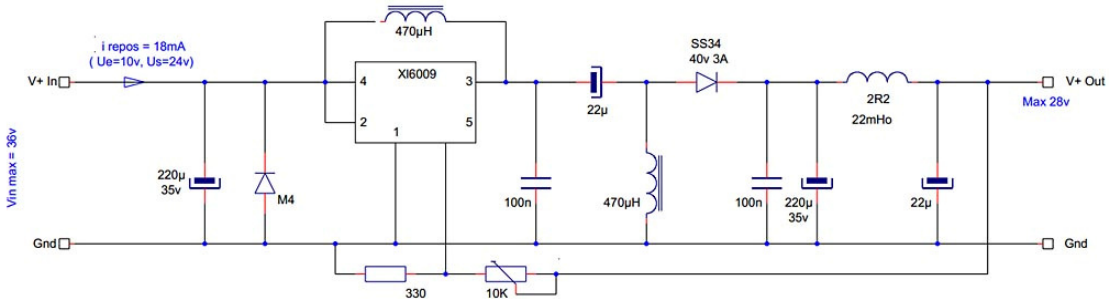


Les pertes peuvent atteindre 6w pour une tension pour un couple Ue/Us de 12/24v et un courant de sortie de 1A, ce qui n'est que peu supportable en régime permanent par le module.

La tension de sortie ne présente pas de trou lors du passage du mode buck au mode boost avec des variations inferieures à 5mv. La linéarité de son réglage comporte quelques anomalies avec des "sauts" de tension en fonction du réglage du potentiomètre un peu illogiques pour certaines plages de tension, je n'ai pas déterminé si ce phénomène était du a un potentiomètre douteux ou au montage en lui-même sur les deux modules testées.

Schéma

On retrouve un dérivé des structures employées dans les datasheet du constructeur, la partie boost est suivie d'une self parallèle buck séparée par un condensateur de découplage tantale. Une dernière petite self de lissage améliore les ondulations résiduelles de sortie.



Module LM2587

Ce module identique dans la structure au précédent, seule le régulateur utilisé change ainsi que la valeur des selfs, ce qui se sent sur les performances.

U Entrée	: 3 à 35v
U Sortie	: 1.25 à 24v
I Entrée max	: 4A
I Sortie max	: 2A
Rendement	: 80%
Fréquence de fonctionnement	: 100khz

Régulation tension de sortie

La régulation de la tension de sortie en charge est nettement moins efficace que le modèle basé sur un Xl6009, les phénomènes de difficulté de réglage n'ont pas été constatés. De plus une assez grosse dérive en température est à constater, par exemple une tension a vide de 24v descend à 23.7v pour une température du module de 60° environ.

Régulation en charge pour Ue=19v

Us a vide (v)	5.005	12.04	24
Delta Us (v) / Is (A)	0.09 / .7A	0.18 / 0.8	3.8 / 1.1

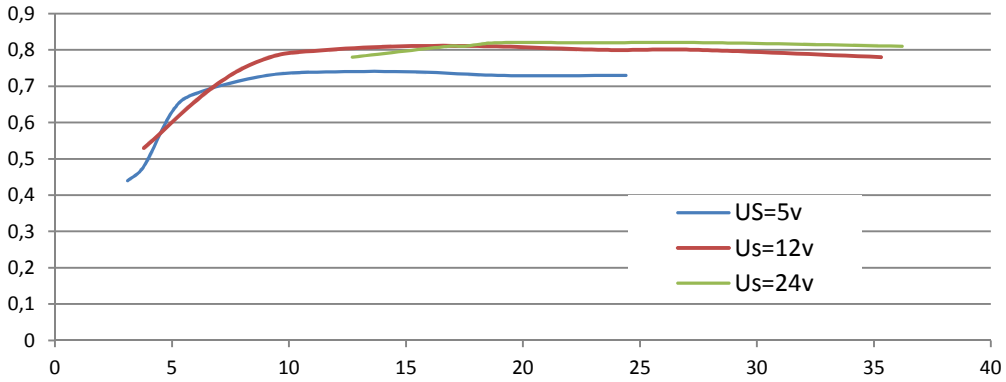
Puissance d'utilisation maxi et rendement

Contrairement au modèle précédent, la diode de sortie du convertisseur SS310 propose une tension de service de 100v ne posant pas de problèmes, la tension de sortie sans doute en raison des valeurs de self plus faible à des difficultés a monter au dessus de 24v surtout en mode boost, 28 étant un maximum a vide pour une tension d'entrée de 19v.

Le courant de repos à vide du convertisseur dépend des couples Ue/Us utilisés avec bien sur les valeurs les plus fortes en mode boost.

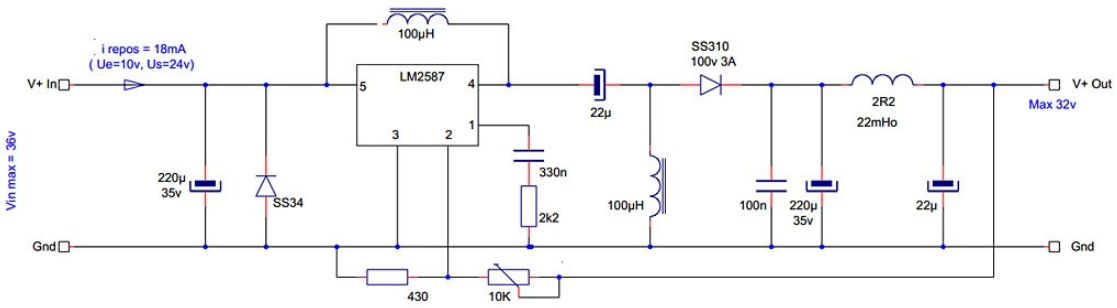
Ue	5	12	24	36
Ie (mA) pour Us=28v	25	15	11.9	11
Ie (ma) pour US=12v	16	12	9	9
Ie (ma) pour US=5v	9.2	9	8.5	8.5

Le rendement est nettement moins bon que le module a Xl6009, le transistor de découpage bipolaire laisse son empreinte. Le rendement plafonne difficilement à 80% en mode buck et s'écroule en mode boost.



Hormis pour le bon point offert par un meilleur choix du type de diode de sortie ce module présente des performances nettement inferieures au précédent basé sur un XL6009, que se soit au niveau régulation tension de sortie ou rendement.

Schéma



A transformateur _ Flyback

Hacheurs

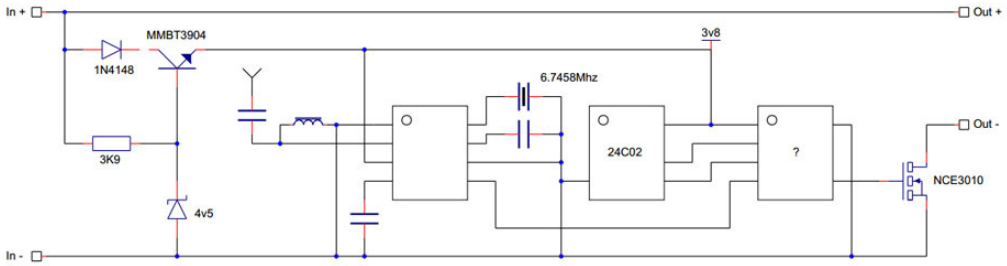
Dimmer Led a récepteur 433Mhz

U Entrée	: 12 à 26v
I Sortie max	: 6A
Fréquence de fonctionnement	: 153hz
Fréquence réception	: 433.92Mhz

Schéma

Les composants ayant eu leur marquage effacés il est difficile de déterminer le fonctionnement de l'ensemble. Le premier circuit est certainement un récepteur radio spécialisé envoyant les données en provenance de la télécommande a un microcontrôleur, l'eeprom 24c02 devant contenir le programme ou la table de transcodage des donnés.

Le résultat est directement transmis en PWM à la grille du mos de sortie (30v, 10A, Rds 20mHo) pilotant les Leds de sortie.



Révisions document

v1.00	04/03/2014	Première diffusion.
v1.01	28/04/2016	Correction schéma XL4015.
v1.02	07/05/2016	Ajout modules Lm2596 Icc.
v1.03	18/05/2016	Ajout module buck-boost XL6009 et LM2587.