

Schémathèque

Régulateurs électroniques, généralités

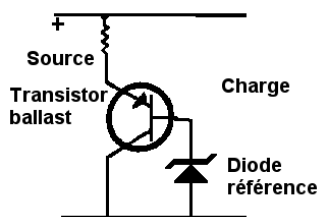
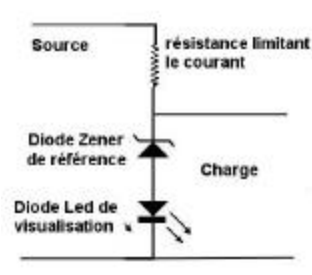
Que nous utilisons un alternateur automobile modifié ou non, un moteur CA modifié en génératrice CA, une génératrice CC, nous avons souvent besoin d'un système de régulation. Ceci est aussi vrai suivant des utilisations pour charger/décharger vos batteries ou pour alimenter votre éclairage ou votre onduleur (convertisseur CC à CA). Nous avons besoin un jour ou l'autre d'un système de régulation.

Principes

Essentiellement un régulateur est un système qui prend une source de courant/tension et la modifie pour une valeur plus basse, plus régulière ou, plus haute (eh oui c'est possible !) Ou encore limite une valeur de tension entrée ou sortie selon des limites pré-établies ou automatiques.

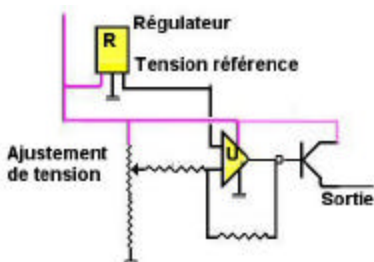
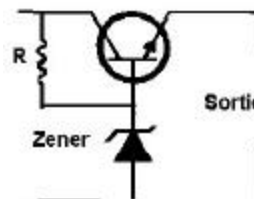
Exemples:

Sur le schéma ci-contre le principe de base d'un régulateur simple. Une résistance série limite le courant, une diode Zener limite la tension de sortie, une diode Led (optionnel) sert d'affichage. Ce type de régulateur est limité par la dissipation max de la diode Zener en effet, une diode Zener standard aura une dissipation de 1/4 à 1 watt max. Ce régulateur simple pourrait être utilisé pour alimenter un petit appareil demandant une énergie de quelques watts seulement.



En utilisant un transistor série ou parallèle avec une diode Zener on pourra "tirer" quelques watts de plus. Le schéma de gauche nous montre le principe d'un régulateur du type **Shunt**. La diode Zener assigne une tension référence au transistor qui lui même "régule" la tension sortie. On peut ajouter en série dans la ligne plus ou moins une résistance limite ainsi que des condensateurs de filtrage en parallèle sur les lignes plus et moins.

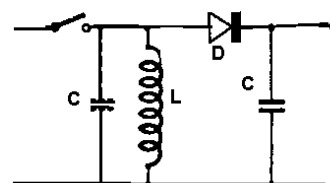
Le schéma de droite nous montre le principe d'un régulateur **Série**. Ici aussi nous avons la référence sur la base du transistor qui est également polarisée par une résistance. Le courant passe dans ce mode du collecteur à l'émetteur.

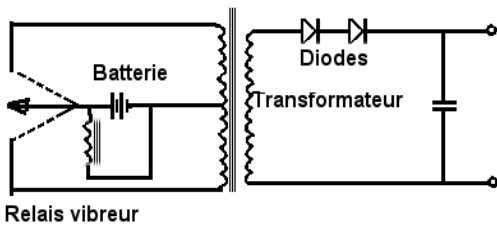


On peut améliorer considérablement l'efficacité d'un système régulateur en utilisant des circuits intégrés (CI).

Dans l'exemple de gauche nous avons un régulateur (R) qui nous offre une tension de référence invariable (7895 par exemple). Cette tension de référence est appliquée sur une des entrées d'un autre CI (U). La deuxième entrée de ce CI est ajustable grâce à la résistance variable et assigne la valeur de contrôle de tension du transistor de puissance.

Un autre possibilité est de commuter la tension d'entrée à l'aide d'un circuit électronique ou mécanique. Ce principe utilisé aux débuts de l'électronique vers les années 1920 permettait de convertir une tension CC en tension CC supérieure à l'aide de relais vibratoire et un ou des transformateurs pour alimenter les premiers appareils radio récepteur ou émetteurs "portatifs". De nos jours ce principe est largement utilisé dans les alimentations à découpage (Switching power supply) largement utilisé dans nos appareils modernes à l'aide de transistors ou Mosfets. Souvent supprimant les lourds transformateurs d'alimentation.

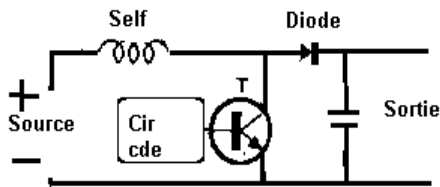
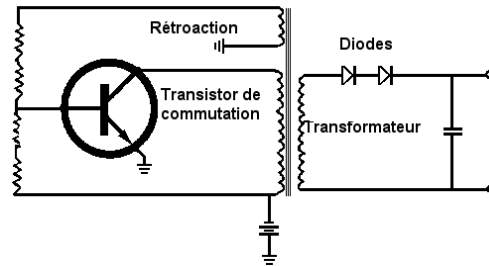




Le schéma de gauche nous montre le principe qui était utilisé bien avant l'avènement des transistors pour élever ou modifier une tension source. Ici une batterie.

Un relais vibreur envoyait une tension alternativement sur les deux branches du primaire. Le secondaire pouvait être aussi bien élévateur de tension que réducteur de tension. Les diodes rectifiaient les tensions alternatives.

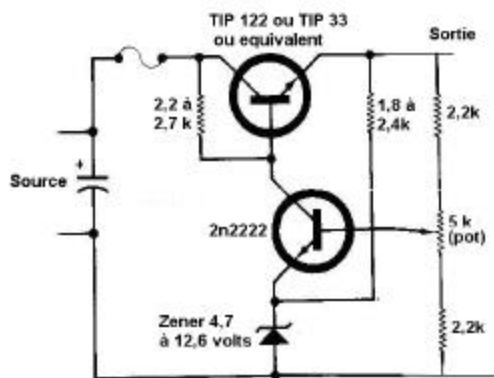
Dès l'arrivée des transistors on utilisa ces merveilles pour assurer la commutation en lieu et place des relais vibreurs. Le rendement était augmenté essentiellement dû à la fréquence de fonctionnement d'ou transformateurs plus petits. Ce principe fut l'ancêtre des premiers onduleurs CC à CA en assurant une fréquence stable bien que la forme des signaux au débuts étaient loin de la sinusoïde parfaite.



Les alimentations modernes utilisent les principe de découpage à l'aide d'un circuit de commande (CDE) qui actionne un transistor de puissance. Comme le CDE de découpage actionne le transistor a relative grande fréquence, ce dernier fonctionnant selon le mode marche-arrêt rapide, il s'échauffe très peu . L'efficacité et surtout la légèreté sont les attraits de ces alimentations.

Remarque: Tous les circuits qui suivent présentent des valeurs typiques de résistances ou condensateurs ainsi que type de semi-conducteurs. Dans vos constructions vous devrez bien entendu ajuster ces valeurs selon vos besoins et matériels en mains. Ces schémas ne sont diffusés qu'à titre indicatif.

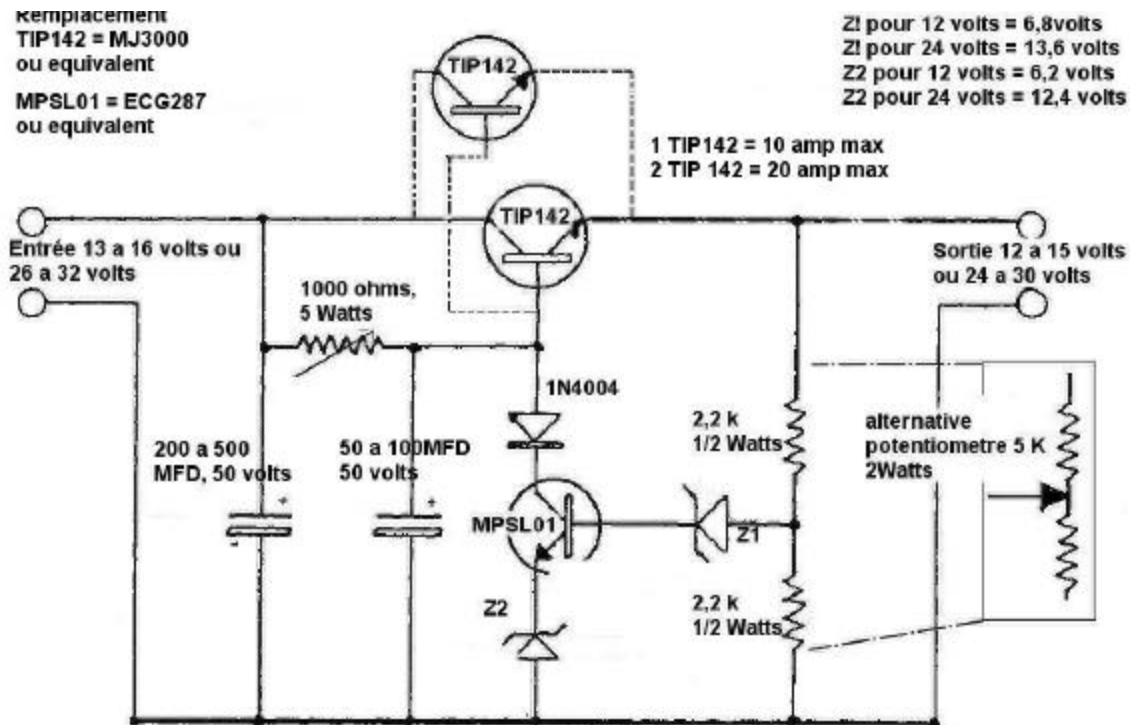
CIRCUITS PRATIQUES



Dans les applications de nos petites éoliennes ou petites centrales hydro équipées d'alternateurs auto, de génératrices CC ou CA nous avons quelquefois besoin de régulateurs plus ou moins sophistiqués selon des besoins spécifiques.

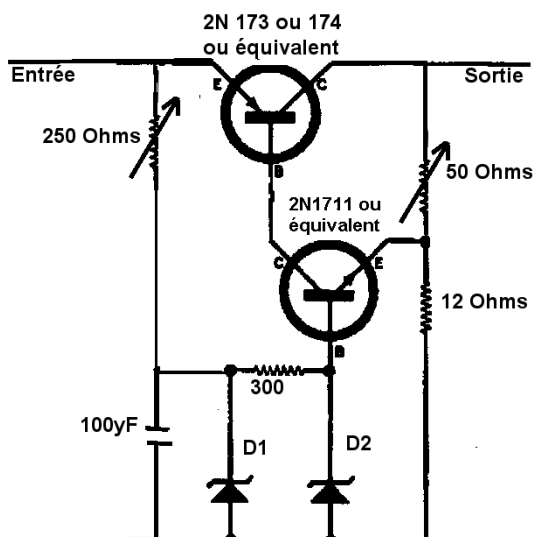
Ce circuit de gauche utilise des transistors très communs du type NPN. La source suivant vos besoins peut se situer entre 8 volts à environ 30 volts alors que la sortie stabilisée se situera entre 6 et 26 volts. Le courant optimum d'un TIP 122 ou d'un TIP 33 est de 8 ampères, vous pouvez donc "tirer" environ 4 à 6 ampères en sortie. Un radiateur de 5 X 5 cm au minimum est requis pour le TIP 122 ou TIP 33. Ce type de régulateur peut être utilisé comme simple régulateur de chargeur batterie, ou limiteur de tension rotor comme expliqué dans [ALTERNAT.PDF](#).

Un régulateur plus puissant est réalisable selon le schéma en page suivante. On utilise encore une fois des transistors communs dans la série TIP ou MJ. Ces transistors NPN bien qu'ayant quelques années d'existence sont néanmoins encore très faciles d'approvisionnement. Tout transistor du type Darlington et de configuration semblable pourra être utilisé. En utilisant un seul transistor de puissance on pourra extraire en sortie environ 8 ampères sans problèmes. En couplant deux transistors nous doublons cette capacité. Ce type de régulateur sera utile en sortie avant vos batteries tampons,



Vos ajustements sont simples. En conservant des valeurs fixes, la puissance de sortie vous semblera modeste. En agissant sur la résistance variable de 1000 Ohms, base du transistor de puissance, et sur le potentiomètre de polarisation de la diode Z1, vous obtiendrez sans difficultés la stabilisation et pouvoir de sortie souhaités .

Nous trouvons chez les distributeurs de pièces électroniques des ensembles vrac de transistors de petite, moyenne et grande puissance a peu de frais.



Dans ces spéciaux vrac il y a fréquemment d'excellents transistor PNP trop souvent négligés a notre époque ou le tout NPN ou Mosfet domine.

Le schéma de gauche est un classique. La double référence a l'aide de diodes Zener autorise une excellente stabilité tension/courant.

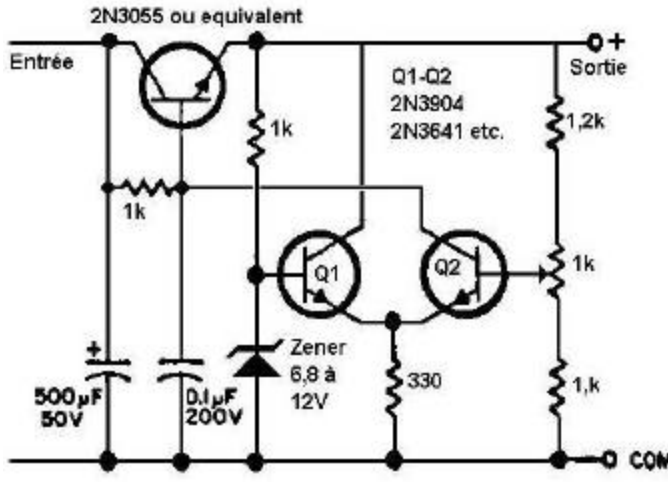
Vos ajustements tout comme le circuit précédent se limitent a l'ajustement des résistances variables.

D 1 Sortie 12 volts.= 5,6 volts. Sortie 24 volts = 10,5 volts

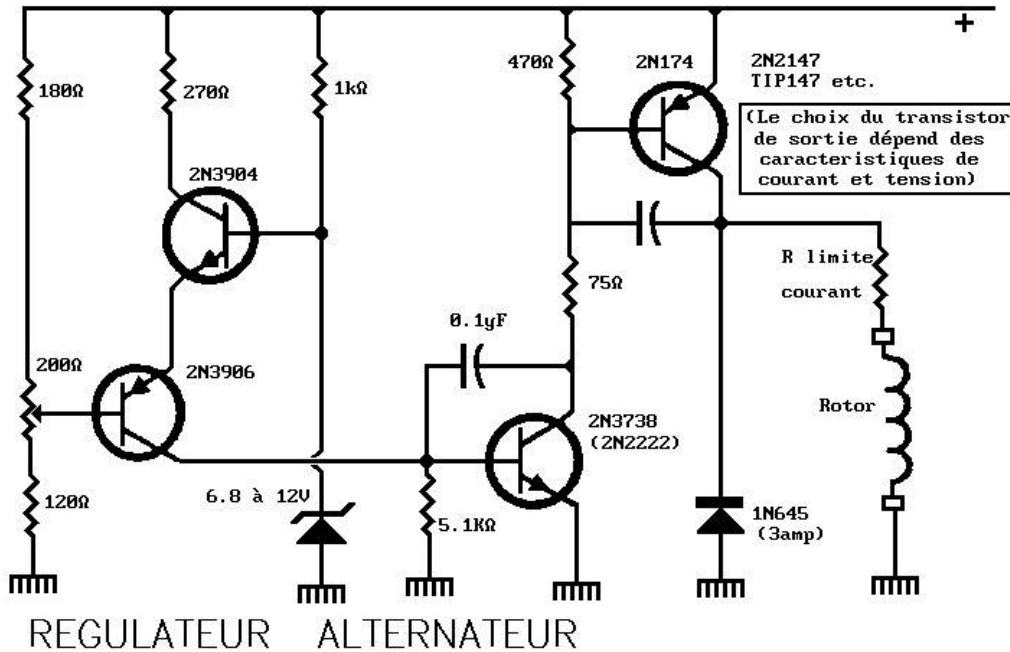
D2 Sortie 12 volts = 6,8. Sortie 24 volts = 12,8 volts

Ces valeurs de tension de D1 et D2 peuvent varier dans une direction ou une autre. L'essentiel est que vous ayez au moins 1, 2 volts de différence en 12 volts et environ 2 volts en sortie 24 volts. Un tel régulateur peut fournir près de 25 ampères.

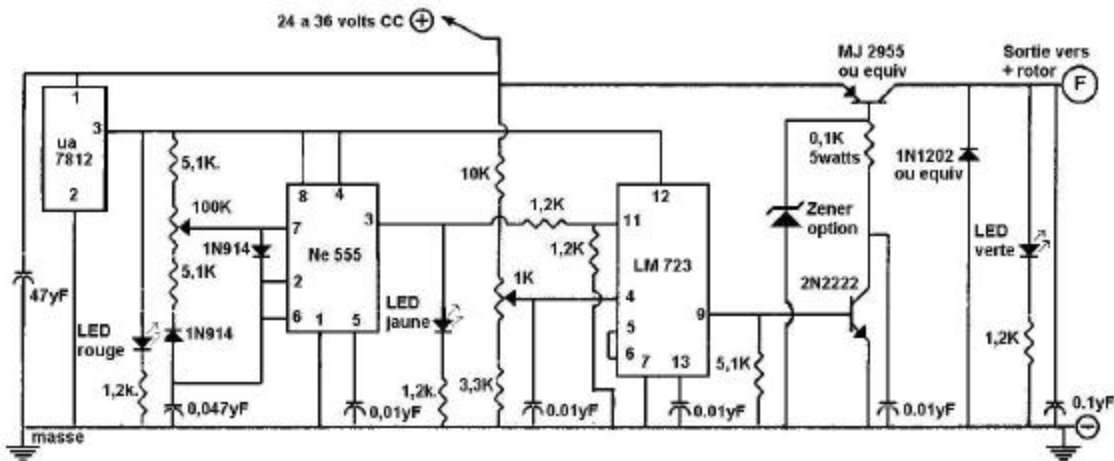
Le radiateur de dissipation du transistor 2n173 ou son équivalent fera au moins 10 cm X 10 cm.



Ce circuit, un autre classique simple, a été réalisé par des dizaines de copains afin d'obtenir un régulateur simple et efficace. Les éléments sont des plus courants et a bas prix. On peut facilement obtenir un courant de sortie de 10 a 12 ampères grâce au classique 2N3055 bien connu des électroniciens. Les transistors du type 2N3904 sont également des éléments très communs. Un radiateur d'au moins 8 X 8 cm est requis. Pour une sortie de 12 volts vous utiliserez une diode Zener de 6,8 volts alors que pour une sortie de 24 volts une diode Zener de 12 volts sera requise. La résistance de 1 Kohm entre le collecteur et la base du 2N3055 sera de 5 watts



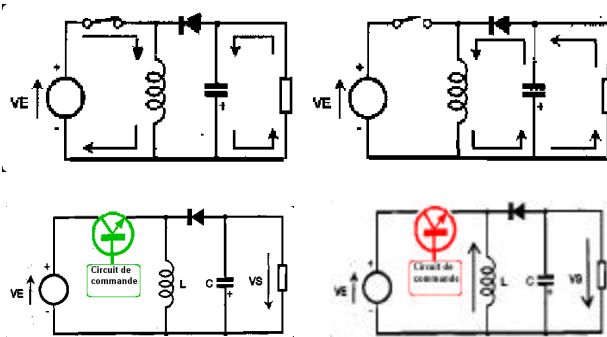
Ce circuit est spécifique a une régulation du rotor lorsque le régulateur d'origine de votre alternateur auto ne fonctionne pas adéquatement en usage éolienne peut très bien être utilisé en régulateur puissance de la sortie de votre génératrice compte tenu que les transistors suggérés sont du type puissance. En fonction régulation rotor, votre batterie est connectée aux bornes PLUS sortie puissance de votre alternateur de la manière classique. Ces bornes plus et moins sont ensuite connectées au circuit ci-contre en respectant les polarités. L'ajustement de coupure/fonctionnement est fait simplement en ajustant le potentiomètre de 200 Ohms. Ce circuit est adaptable pour des rotors consommant jusqu'à 5 ampères et jusqu'à plus de 12 ampères en fonction régulateur puissance suivant vos ajustements. Un radiateur de dissipation d'au moins 7cm X 7 cm est requis.



Un circuit de régulation rotor plus élaboré est présenté ci-dessus. Deux circuits intégrés assurent la régulation tension/courant ainsi que le mode de découpage. Ce circuit est extrait d'une documentation diffusée dans le magazine Homepower il y a quelques années. Ce schéma présente un fonctionnement en 24 volts. Vous pouvez cependant l'utiliser en 12 volts en supprimant le régulateur référence Yu7812. Le radiateur de dissipation du transistor de puissance sera d'au moins 7cm X 7cm

Alimentations a découpage.

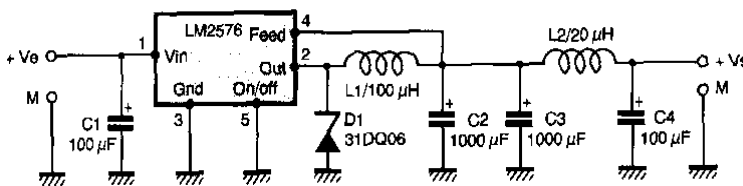
L'inconvénient des alimentations classiques comme celles vues plus haut est que les transistors de puissance fonctionnent en continu et doivent dissiper une somme considérable de calories d'où radiateurs nécessaires. Nous avons vu en fin de page 2 le principe des alimentations a découpage. Ce principe est fort simple. Un oscillateur a découpage actionne un transistor de puissance qui fonctionne en "tout ou rien" au rythme des impulsions de l'oscillateur.



Sur les images nous voyons le principe de fonctionnement.

Les images de gauche nous montrent ce qui se passe en fonction charge. L'équivalence transistor ou Mofset est l'image du bas. Le transistor est fermé, le courant passe.

Sur l'image de droite, le principe de la fonction décharge. L'équivalence transistor ou Mofset est l'image du bas, le transistor est ouvert, le courant ne passe pas de la source mais se décharge vers la charge. Le cycle recommence.



Un schéma pour débuter. Extrait de Electronique Pratique No 269 ou nous trouvons un excellent topo sur les alimentations a découpage. Un circuit intégré LM2576 assure le découpage et les fonctions. Ce montage autorise 3 ampères en sortie.

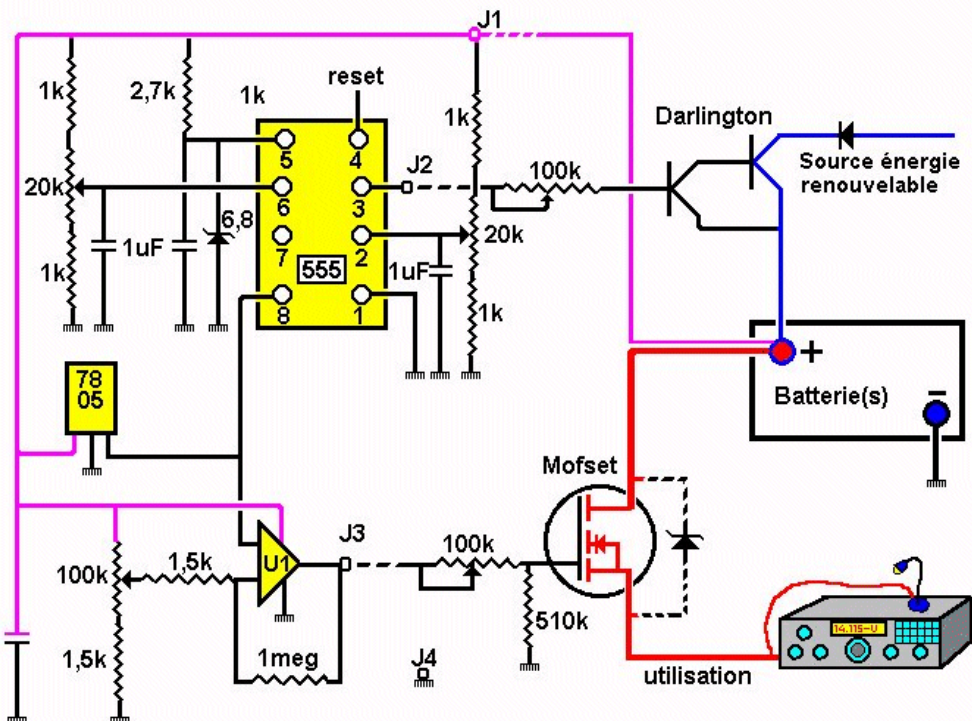
Il est a noter que nous trouvons de plus en plus d'alimentations a découpage dans nos appareils électroniques. Le plus remarquable est l'alimentation d'un ordinateur. Ce bloc, relativement léger, alimente en 12 volts et plus 5 ET moins 5 volts (6 volts max) les circuits de notre PC ou Apple. Ce type d'alimentation est récupérable lorsque votre ordino devient désuet peut constituer, moyennant quelques modifs mineures, un excellent régulateur a des fins de chargeur de batterie ou régulateur de moyenne puissance pour votre installation éolienne. Il en est de même (ré-utilisation) pour certaines alimentations a découpage d'autres appareils. Vous recyclez intelligemment pour vos besoins mini-éolienne ou mini-centrale hydro.

Circuit charge/décharge complet

Nous pouvons avoir besoin d'un système comprenant le circuit charge ET le circuit décharge. Un tel module est techniquement réalisable pour une personne ayant suffisamment de connaissance en électronique.

L'électronique.

Votre système pourra être simple et robuste. Un comparateur électronique décèle la présence /absence de courant venant de votre source et un autre comparateur décèle la tension minimale admissible de la batterie en fonction décharge. Un tel circuit peut être construit a peu de frais. Fouillez vos tiroirs ! A défaut de connaissances suffisantes en électronique faites appel a un copain plus versé dans ce domaine, un Radio Amateur par exemple. Si les commande des contacts "puissance" peuvent s'effectuer avec des relais de puissance cette solution simple offre cependant un inconvénient en CC. La coupure crée inmanquablement des étincelles qui ont la mauvaise habitude de "bouffer" les contacts des relais à moins d'un système de protection adéquat Les manufacturiers se dirigent de plus en plus vers la technologie Transistors de puissance, Mofsets ou Triacs, non sans raison. Les schémas suggérés pourront peut-être répondre à vos besoins. Circuit ci-dessous. Le régulateur de charge est commandé par un 555 classique. La tension d'alimentation est stabilisée par un 7805 qui alimente également U1 qui commande le limiteur de décharge



Ce schéma de principe a été adapté par l'auteur de différentes sources Européennes et Nord Amérique.

Ajustements, exemples seulement :

Pour le régulateur charge/décharge en page précédente les valeurs (peuvent varier selon votre montage) sont : Tension maximum (**coupure**) de la batterie 15,5 V = ajustez le potentiomètre de 20 k pour une tension de 5,20V mesurée sur la porte 6. 15V = 5,40V. 14,5V = 5,60V. 14V = 5,80V. etc

La porte 2 commande la mise sous tension (**tensions de charge**) lorsque la batterie est en dessous d'un seuil limite inférieure. Ajustez le deuxième potentiomètre de 20k pour une tension limite de : 11,5V = 3,50V mesurés sur la porte 2. 12V = 3,40. 12,5V = 3,20V. 13V = 3,10, etc

La sortie sur la porte 3 fonctionne : Tension max d' environ 12 volts lorsque la tension mesurée sur la porte 2 est approximativement la moitié de la tension référence sur la porte 5.

Tension (zéro) lorsque la tension de la porte 6 est supérieure d' environ 0,5volts au-dessus de la tension référence de la porte 5.

Cette commande peut piloter tout système de votre imagination. Ici après le pointillé une suggestion de commande à l'aide d'un transistor de puissance Darlington de votre choix vous évitent bien des complications de montage. Vous pouvez également utiliser tout transistor de puissance d'un modèle de 10 à 30 ampères et plus qui sera commandé soit par un Op amp ou un transistor de petite puissance. Idem si vous envisagez l'utilisation d'un Mofset si les puissances sources en jeu sont plus importantes.

Le circuit limiteur de décharge est tout aussi simple.

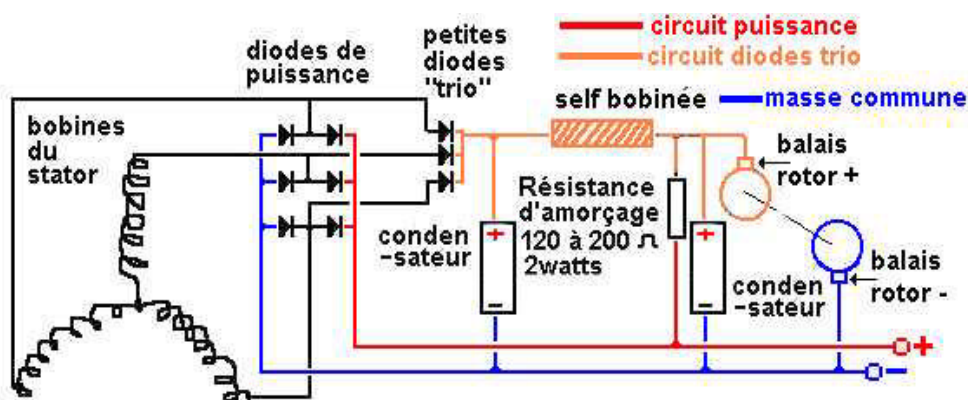
Un comparateur constitué d'une partie d'un LM1458, LM 318, Ua 741, LM393, etc, voire, un comparateur de voltage du type CA311 ou LM 723 fera l'affaire. Encore une fois votre débrouillardise peut faire des miracles ! La porte négative reçoit une tension de référence provenant du 7805. La porte positive est ajustable par le potentiomètre de 100k. Lorsque la tension tombe en dessous d'une valeur limite déterminée par le diviseur de tension constitué par le potentiomètre de 100k la sortie de U1 tombe à zéro et interdit de ce fait le fonctionnement du Mofset. Votre batterie est protégée d'une décharge accidentelle. **C'est le but recherché.**

Suivant le type de Mofset utilisé vous aurez peut-être besoin d'une tension supérieure à la tension de sortie de U1. Un ampli de tension à l'aide d'un second Op amp ou d'un transistor sera nécessaire à la sortie de U1.

Certains manufacturiers utilisent un simple oscillateur à l'aide d'un CMOS 4011 ou un classique Opamp suivi d'un multiplicateur de tension pour cette fonction. C'est à essayer si le coeur vous en dit !

Auto amorçage d'un alternateur auto.

Certains alternateur auto des anciennes générations ne peuvent s'amorcer seuls sans l'aide d'une batterie. Dans nos expérimentation éoliennes cette lacune peut-être gênante pour un alternateur auto modifié ou non.



Une simple modification est illustrée ci-contre. On ajoute selfs et condensateurs de filtrage plus une petite résistance pour alimenter le rotor. Ce courant de quelques milliampères ne risquera pas de décharger votre batterie.

Cette première série sur les régulateurs n'est qu'un survol de ce qui est techniquement réalisable par une personne ayant une bonne base en électronique. A défaut tel que dit plus haut vous pouvez faire appel à un copain qui s'y connaît, un Radio Amateur ou un Technicien qui pourra fabriquer/expérimenter pour vous. Dans un prochain volet nous verrons d'autres astuces tant mécaniques qu'électroniques.

A vos fers a souder !

Cordialement. Moulinette