

Schémathèque (circuit électronique de base)

Régulateurs électroniques, généralités

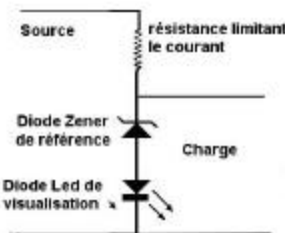
Que nous utilisons un alternateur automobile modifié ou non, un moteur CA modifié en génératrice CA, une génératrice CC, nous avons souvent besoin d'un système de régulation. Ceci est aussi vrai suivant des utilisations pour charger/décharger vos batteries ou pour alimenter votre éclairage ou votre onduleur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

Principe

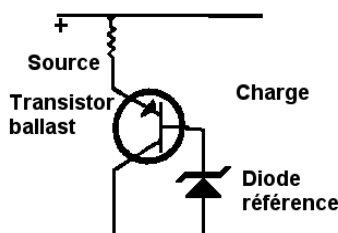
Essentiellement un régulateur est un système qui prend une source de courant/tension et la modifie pour une valeur plus basse, plus régulière ou, plus haute (eh oui c'est possible !) Ou encore limite une valeur de tension entrée ou sortie selon des limites pré-établies ou automatiques.

Exemples:

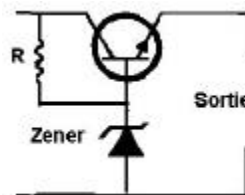
Sur le schéma ci-contre le principe de base d'un régulateur simple. Une résistance série limite le courant, une **diode Zener** limite la tension de sortie, une **diode Led** (optionnel) sert d'affichage. Ce type de régulateur est limité par la dissipation max de la diode Zener en effet, une diode Zener 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.



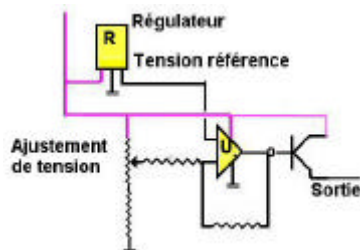
Le schéma de gauche nous montre le principe d'un régulateur du type **Shunt**. La diode Zener assigne une tension référence au transistor qui lui même "régule" la tension sortie. On peut ajouter en série dans la ligne plus ou moins une résistance limite ainsi que des condensateurs de filtrage en parallèle 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 vers l'émetteur.

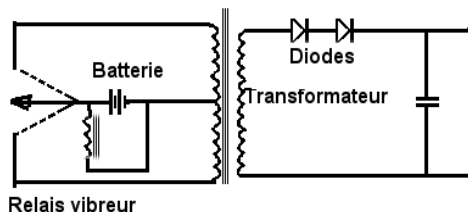


On peut améliorer considérablement l'efficacité d'un système régulateur en utilisant des circuits intégrés (CI). Dans l'exemple de gauche nous avons un **régulateur (R)** qui nous offre une tension de référence invariable (**7805 par exemple**) Cette tension de référence est appliquée sur une des entrées 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.

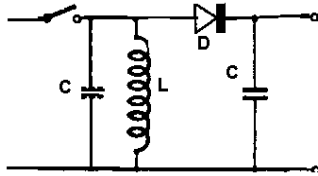


Une autre possibilité est de commuter la tension d'entrée à l'aide d'un circuit électronique ou mécanique. Ce principe utilisé aux débuts de l'électronique vers les années 1920 permettait de convertir une

tension **CC** en tension **DC supérieure** ou inférieure à l'aide de **relais vibratoire** et un ou des transformateurs pour alimenter les premiers appareils radio récepteur ou émetteurs "portatifs".



Le schéma de droite 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

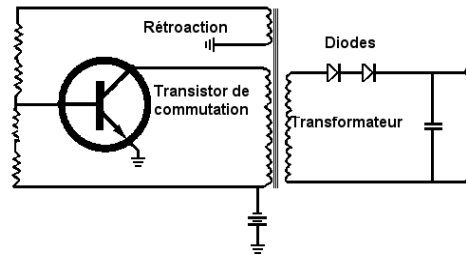


De nos jours ce principe est largement utilisé dans les alimentations à découpage (Switching power supply) largement utilisé dans nos appareils modernes à l'aide de **transistors**, **Mosfets**, voire, **Triacs**. Souvent supprimant les lourds transformateurs d'alimentation. Détails plus loin

Dès l'arrivée des transistors, image de gauche on utilisait ces merveilles pour assurer la commutation en lieu et place des relais vibreurs.

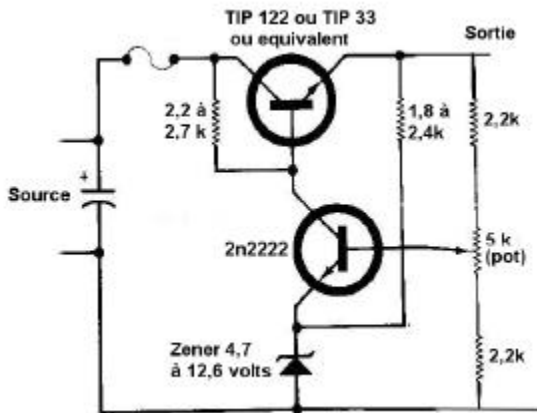
Le rendement était augmenté essentiellement dû à la fréquence de fonctionnement d'un transformateur plus petit.

Ce principe fut l'ancêtre des **premiers onduleurs CC à CA** en assurant une fréquence stable bien que la forme des signaux au début était loin de la sinusoïde parfaite. Les alimentations modernes utilisent le 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 à 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. [Voir plus loin.](#)



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.

Par exemple: 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 le document [Alternat.](#)

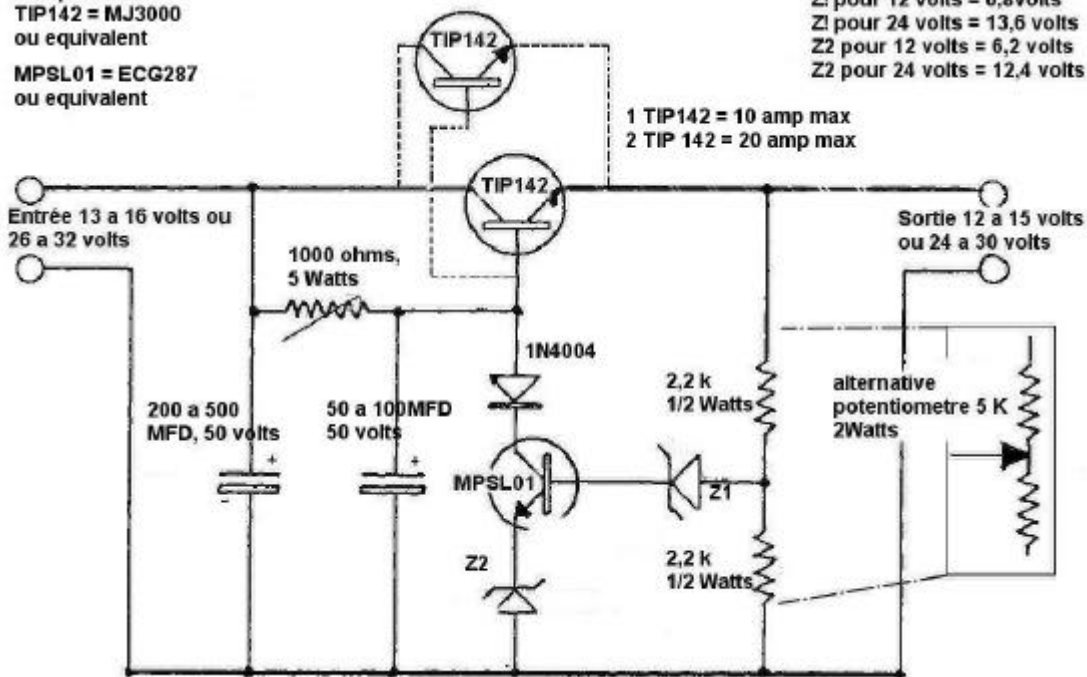
Un régulateur plus puissant est réalisable selon le schéma en [page suivante](#). On utilise encore une fois des transistors communs dans la série **TIP** ou **MJ** ou équivalents. Ces transistors **NPN** bien qu'ayant quelques années d'existence sont néanmoins encore très faciles d'approvisionnement. Tout transistor du type **Darlington** ou 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 pour de modestes puissances en sortie avant vos batteries tampons ou réserve. 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.

Remplacement
TIP142 = MJ3000
 ou équivalent
MPSL01 = ECG287
 ou équivalent

Z1 pour 12 volts = 6,8volts
 Z1 pour 24 volts = 13,6 volts
 Z2 pour 12 volts = 6,2 volts
 Z2 pour 24 volts = 12,4 volts



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 **Mofset** domine.

Le schéma de droite 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.

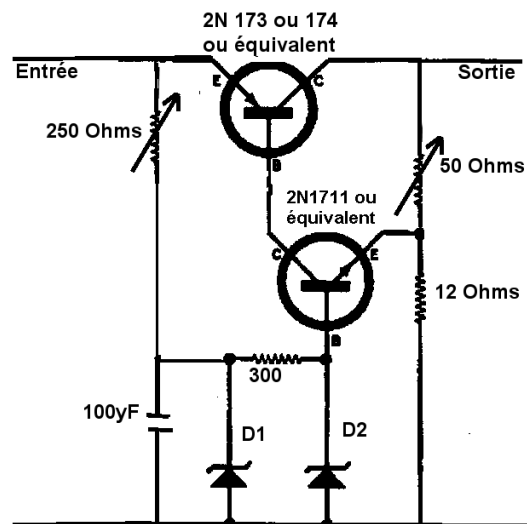
D 1 Sortie 12 volts.= 5,6 volts. Sortie 24 volts = 10,5 volts

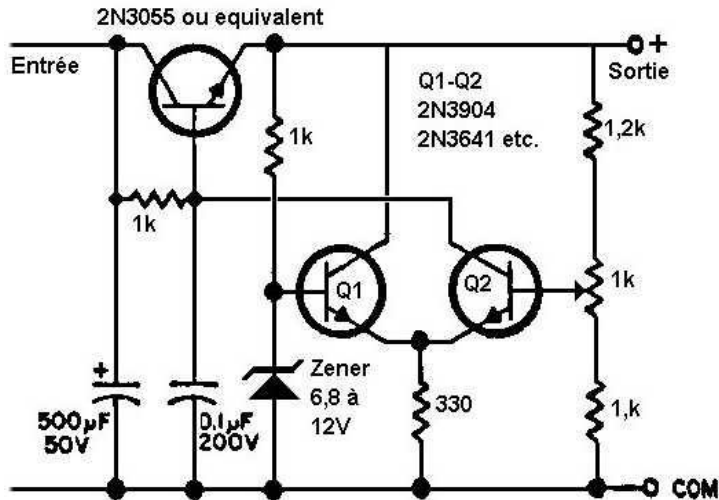
D2 Sortie 12 volts = 6,8. Sortie 24 volts = 12,8 volts

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.





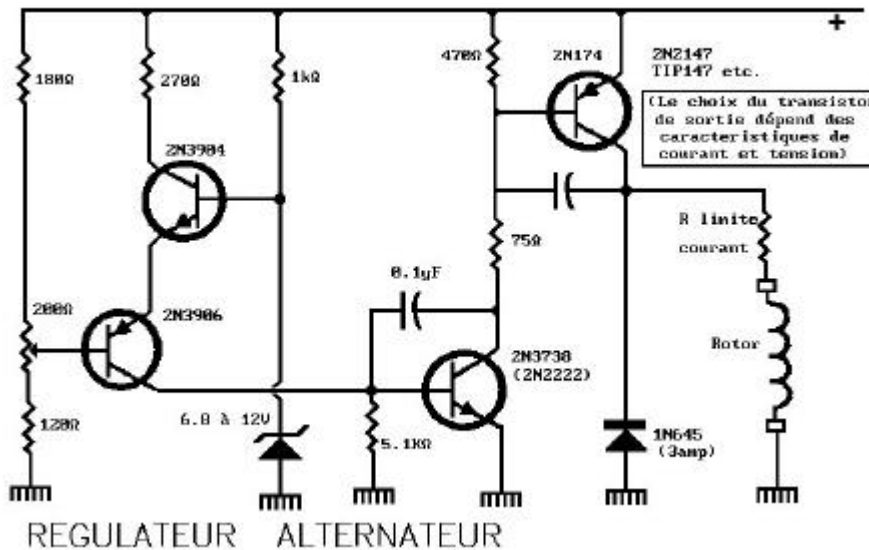
Ce circuit, un autre classique, a été réalisé par des dizaines de copains afin d'obtenir un régulateur simple et efficace. Les éléments sont des plus courants et a bas prix. On peut aisément obtenir un courant de sortie de 10 a 12 ampères grâce au classique **2N3055** bien connu des électroniciens.

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.

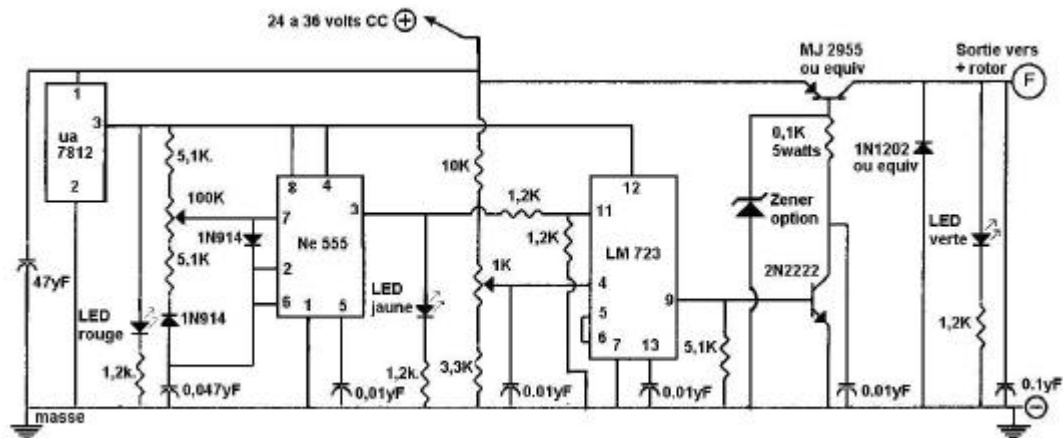
La résistance de 1 Kohm entre le collecteur et la base du 2N3055 sera de **5 watts**

Le circuit suivant est spécifique a une régulation du rotor lorsque le régulateur d'origine de votre alternateur auto ne fonctionne pas correctement en usage éolienne ou mini-hydro.



Il peut être utilisé en régulateur puissance de la sortie de votre génératrice compte tenu que les transistors suggérés sont du type puissance facile a trouver chez votre fournisseur. En fonction de régulation rotor, votre batterie est connectée aux bornes PLUS sortie puissance de votre alternateur de la manière classique. Ces bornes plus et moins sont connectées au circuit ci-contre en respectant les polarités.

L'ajustement de coupure/fonctionnement via le potentiomètre de 200 Ohms. Ce circuit est adaptable pour des rotors consommant jusqu'à 5 ampères et jusqu'à plus de 15 volts. Un radiateur de dissipation d'au moins 7cm X 7 cm est requis.

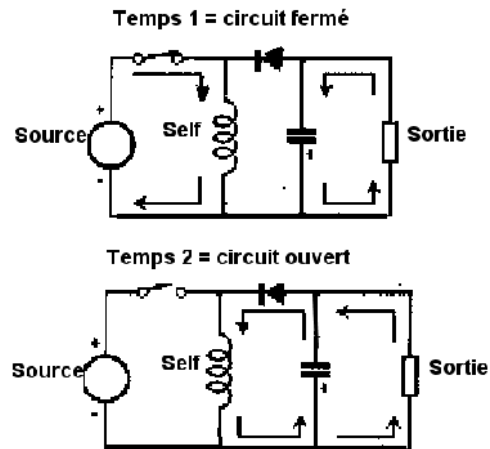
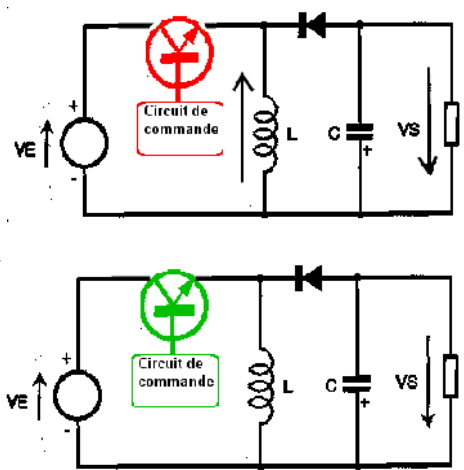


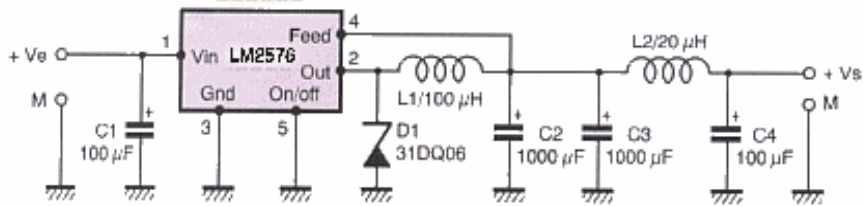
Un circuit de **régulation rotor** plus élaboré est présenté ci-dessus. Deux circuits intégrés assurent la régulation tension/courant ainsi que le mode de découpage. Ce circuit est extrait d'une documentation diffusée dans le magazine Homepower il y a quelques années. Ce schéma présente un fonctionnement en 24 volts. Vous pouvez cependant l'utiliser en 12 volts en upprimant le régulateur référence Yu7812. Le radiateur de dissipation du transistor de puissance sera d'au moins 7cm X 7cm. Ce circuit est sujet a copyright donc vous ne pouvez le commercialiser sans l'autorisation des auteurs de la vue Homepower. (<http://www.home power.com>) Utilisation strictement privée autorisée.

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 Gros radiateurs nécessaires.

Nous avons vu au début le principe des alimentations simples, prémices des alimentations a découpage de nos jours. Ce principe est fort simple. Un oscilateur a actionne un transistor de puissance qui fonctionne en "tout ou rien" au rythme des impulsions de l'oscilateur. Les images nous montrent ce qui se passe en fonction charge/décharge. L'équivalence transistor, image de gauche. Le transistor est fermé ou ouvert, le courant passe ou ne passe pas.





Un schéma simple 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.

Utilisations multiples du NE 555 (régulateurs et autres circuits pratiques)

L'équipe qui entoure votre Amie Moulinette reçoit fréquemment des demandes de circuits simples a peu de frais.

Il s'agit de déterminer: "**Qu'entendez vous par circuits simples... qu'entendez vous par peu de frais ???**"

Les réponses sont trop variées pour un consensus. Donc nous nous sommes plongés dans nos expériences du passé et d'aujourd'hui et également dans nos sources techniques.

Egalement des demandes comme... "**j'ai un transistor XYZ ou un Mofset ABC ou un Triac No 123456, comment puis-je m'en servir ?**" Il n'est pas toujours aisé de répondre adéquatement a de telles demandes.

C'est alors que nous nous sommes souvenus du vaste éventail des possibilités du vénérable **555** bien connu des électroniciens et bricoleurs du dimanche ainsi que les mille et uns schémas disponibles dans les ouvrages spécialisés.

Voici un circuit intégré facilement accessible, peu coûteux et dont la mise en oeuvre est a la portée de tout Bon bricoleur.

Sa versatilité en applications diverses est légendaire, inutile d'en dire plus, les **555** et leurs doubles, les **556** sont visibles sur des milliers d'applications de nos appareils électroniques.



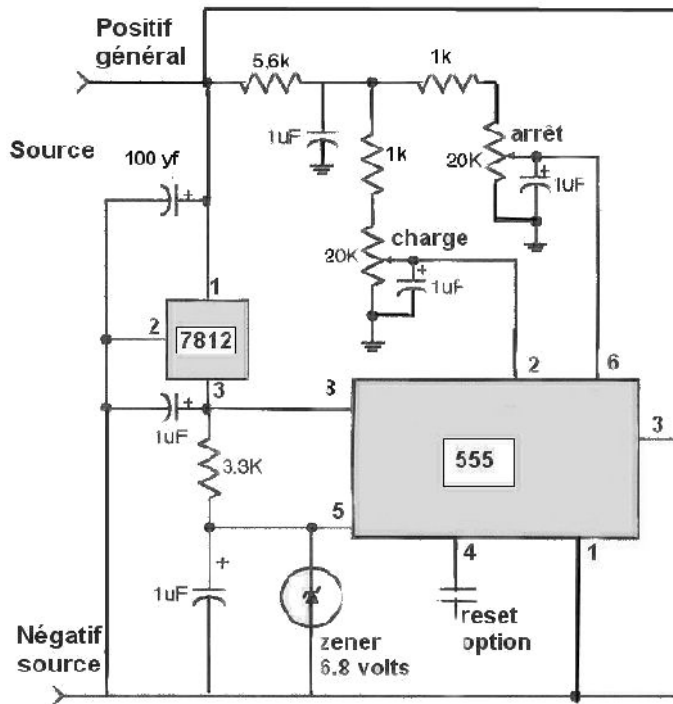
Le circuit intégré **555** se trouve sous divers noms suivant le manufacturier.

Il peut s'appeler **NE555, SE555, MC555**, etc, etc.

Sa fonction principale est d'utilisation en "timer" et il peut fonctionner aussi bien en mono-stable qu'en mode astable et ses modes de fonctiones sont totalement ajustables.

Il est TTL compatible (transistor/transistor logique). Sa sortie peut délivrer près de **200 mA** sous une tension d'alimentation de **5 a 15 volts**, la puissance de sortie peut atteindre près de **600 mw** et sa plage de température peut aller de **- 55 degrés Celsius a 125 degrés Celsius**. Sa configuration est disponible en CI de 8 pins type **DIP** (cf schéma de gauche) ou 8 pins en ligne type **SIP**. Son prix est très bas, de l'ordre de moins de 1 Euro ou \$ et sa disponibilité est très vaste. Nous avons choisi cet élément pour des raisons d'uniformisation, de fiabilité, d'accessibilité, de bas prix et d'utilisation très facile même pour un bricoleur pas très familier avec les mille et uns détours et pièges de l'électronique moderne.

Schéma de base



L'idée de base du concept est un circuit simple de régulation, en réalité détection de tensions, aux fins d'actionner en sortie soit:

un **Relais**, ou un **Transistor**, ou un **Mofset** ou un **Triac** pour réguler soit la tension, soit le courant de nos engins éoliens ou hydrauliques, voire, d'autres applications de votre choix.

Le coeur de nos futurs circuits est représenté à gauche.

La tension source arrive à gauche en haut.

Afin de ne pas dépasser la tension limite d'utilisation de notre **555** nous insérons un petit régulateur de tension de 12 volts (**7812** ou tout équivalent) qui va alimenter la borne positive (**8**) de notre circuit intégré.

La tension brute est dirigée via une résistance de 5,6 K (**4,7 à 6,5 kOhms**) vers les potentiomètres ajustables (**20 K**) qui vont déterminer les seuils **Haut** et **Bas** des fonctions désirées sur les portes **No 2** et **No 6** de notre CI. .

Une tension référence est appliquée sur la porte **No 5** via Diode Zener de 4,7 à 7,2 volts suivant vos besoins ou, disponibilités dans vos tiroirs, afin de déterminer le point de fonctionnement de votre CI.

La masse commune sur la porte **No 1** et aux condensateurs de découplage est le **néga**tif de votre source.

La sortie sur la porte **No 3** sera soit en état Haut,

soit en état Bas, suivant les ajustements de vos potentiomètres de réglage et le niveau de votre tension source. La sortie 4 (**reset**) pourra être activée via un bouton poussoir si une remise à zéro est justifiée (**RAZ**). Nous obtenons avec ce schéma simple la source **régulateur** de nos futurs circuits.

Ajustements, Pour un régulateur charge max et coupure ou circuit décharge les valeurs (peuvent varier selon votre montage).

Supposons pour l'exemple que nous désirons charger convenablement une batterie conventionnelle de 12 volts.

Exemples seulement :

Tension maximum (coupure de la charge) de la batterie:

15,5 V = ajustez le potentiomètre de 20 k pour une tension de 5,20V mesurée sur la **porte 6**.

15V = 5,40 volts. 14,5V = 5,60 volts 14V = 5,80 volts 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 **porte 2** pour une tension limite de :

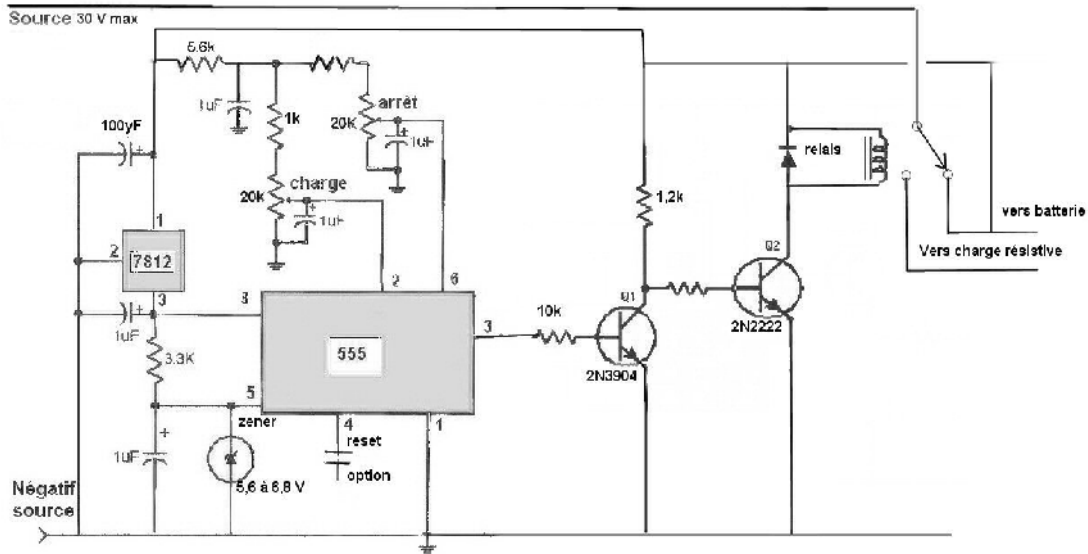
11,5 volts = 3,50V mesurés sur la **porte 2**. 12V = 3,40 volts. 12,5V = 3,20 volts 13V = 3,10 volts, etc

La sortie sur la **porte 3** fonctionne alors :

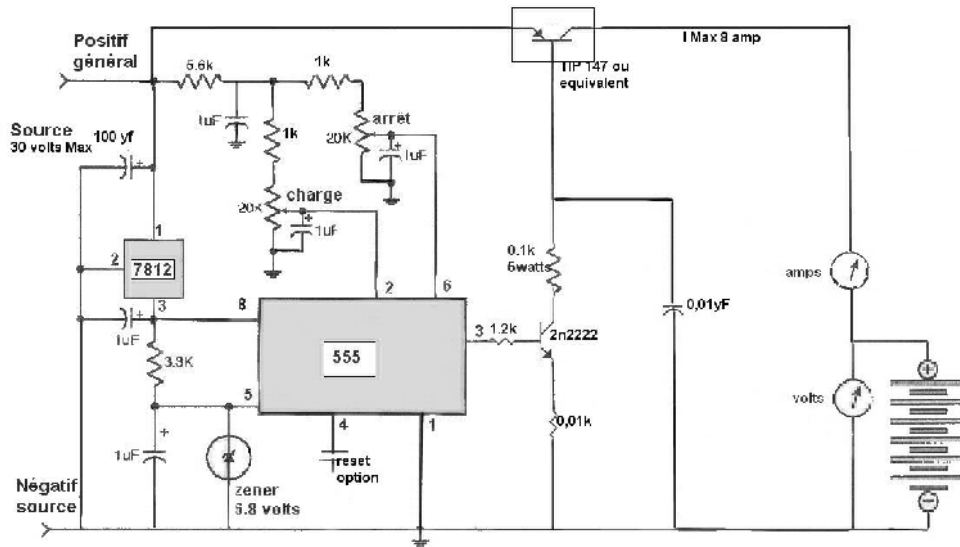
Tension (**max**) d'environ 12 volts lorsque la tension mesurée sur la porte 2 est approximativement la moitié de la tension référence sur

la porte 5. Tension (**zéro**) lorsque la tension de la porte 6 est **supérieure** d'environ 0,5 volts au-dessus de la tension référence de la porte 5. Ce simple circuit de commande peut piloter tout système (*ou presque !*) de votre imagination. .

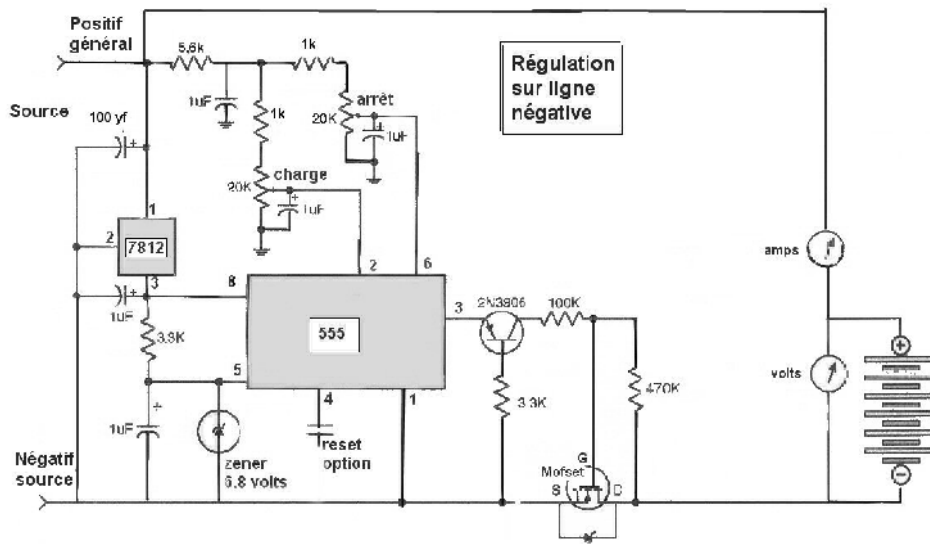
Vous pourrez donc utiliser à peu près tout ce que vous avez sous la main comme éléments pour expérimenter, installer



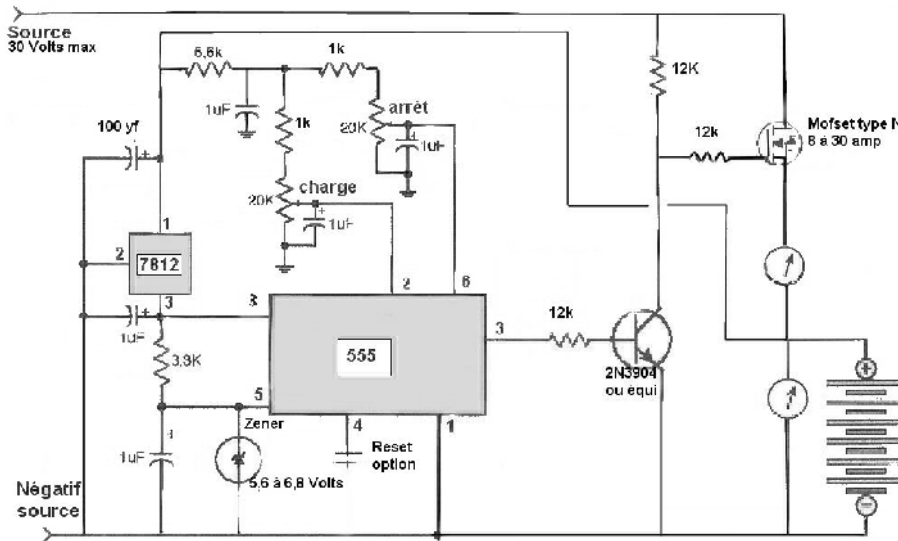
Ce simple circuit actionne un relais électromécanique via deux transistors très communs . Vous pouvez l'utiliser soit comme déviation (**charge résistive**) en cas de Gros vents ou en série avec un deuxième circuit ou encore actionner directement la charge qui vous convient directement au travers des contacts du relais. Un relais de 200 à 500 Ohms est recommandé. Les applications sont multiples.



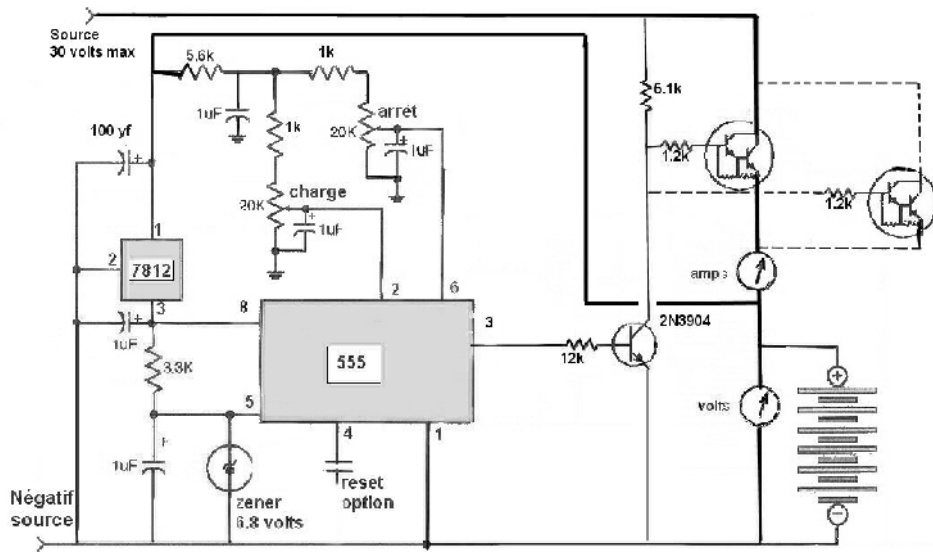
Ce circuit très simple, régulation sur la ligne positive, est équipé d'un classique transistor de puissance **NPN** du type **TIP 147** ou équivalent. La source dans un tel cas peut atteindre près de 32 volts pour une charge batterie de 12 volts. Si vous désirez charger une batterie de 24 volts, la résistance de **5,6K** en série avant les potentiomètres d'ajustement passera à **9** ou **10 K**.



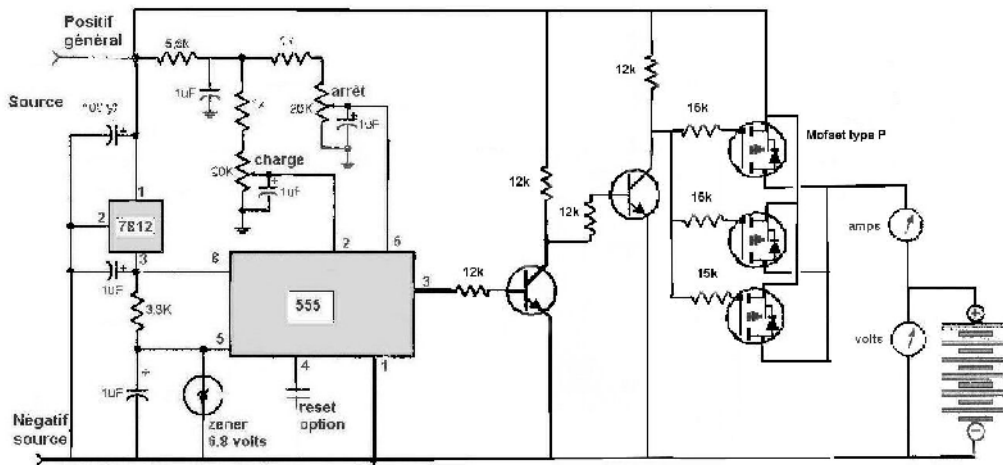
Il est parfois nécessaire d'effectuer une régulation sur le **négatif**, certaines éoliennes peuvent en effet offrir une commun négatif versus le classique commun positif, ou, votre génératrice exige une régulation négative. Ici nous réglons via le négatif, de PLUS nous en profitons pour expérimenter l'utilisation d'un **Mofset**.



Ici nous utilisons encore une fois un **Mofset** mais sur la ligne Positive. Notez la disposition et le type de transistor pilote en sortie de la borne No 3 du 555. Une autre intéressante modification que vous pouvez appliquer aux autres circuits est que nous premons nos mesures aux bornes de la batterie.



Besoin de plus de courant ? Avec un montage a transistors (ici NPN type Darlington) vous pouvez sans difficultés majeures connecter deux ou plusieurs transistors en parallèle. Par précaution nous installons des résistances identiques dans les base aux fins d'égalisation. Une précaution supplémentaire serait d'ajouter un fusible avant chaque collecteur. En effet, si par accident un transistor venait a claquer, le deuxième continuerait mais a moindre courant débité.



Le même principe peut-être utilisé si vous optez pour des **Mofset** en lieu et place de Transistors de puissance.

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. A défaut faites vous aider par un copain qui s'y connaît.

L'électronique.

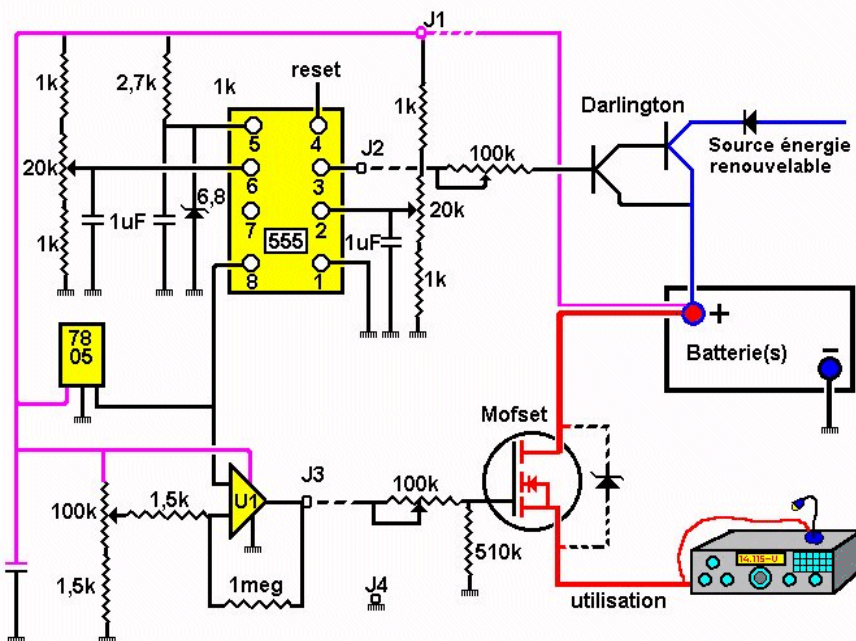
Votre système pourra être simple et robuste. Un comparateur électronique décèle la présence /absence de courant venant de votre source et un autre comparateur décèle la tension minimale admissible de la batterie en fonction décharge. Un tel circuit peut être construit a peu de frais. Fouillez vos tiroirs !

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 selon notre circuit base au début de cet exposé. La tension d'alimentation est stabilisée par un 7805 (petit régulateur intégré) qui alimente également U1 qui commande le limiteur de décharge



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 petit régulateur **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 cherché.**

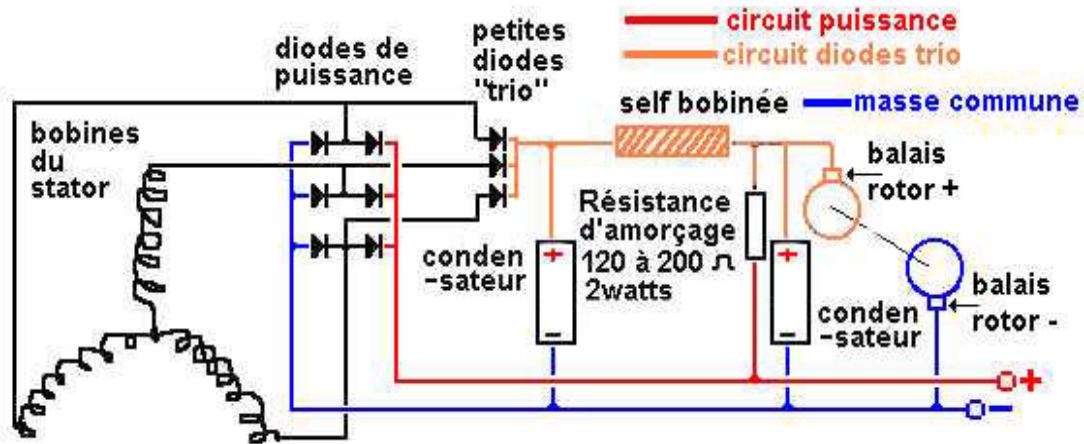
Suivant le type de Mofset utilisé vous aurez peut-être besoin d'une tension supérieure à la tension de sortie de U1. Un ampli de tension à l'aide d'un second Op amp ou d'un transistor sera nécessaire à la sortie de U1.

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 a essayer si le coeur vous en dit !

Ce schéma de principe a été adapté de différentes sources Européennes et Nord Amérique

Auto amorçage d'un alternateur auto.

Certains alternateurs auto des anciennes générations ne peuvent s'amorcer seuls sans l'aide d'une batterie. Dans nos expérimentations éoliennes cette lacune peut-être gênante pour un alternateur auto modifié ou non. Une simple modification est illustrée ci-après. On ajoute selfs et condensateurs de filtrage plus une petite résistance pour alimenter le rotor si votre alternateur est réticent à s'amorcer seul à partir d'une certaine vitesse. Ce courant de quelques milliampères ne risquera pas de décharger votre batterie.



Cette série sur quelques circuits électroniques n'est qu'un survol de ce qui est techniquement réalisable par une personne ayant une bonne base en électronique.

À 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.

Fouillez vos tiroirs et.... A vos fers à souder !



Cordialement. Moulinette