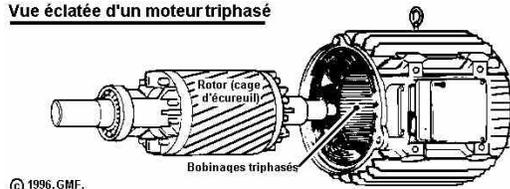


Moteurs en génératrices CA

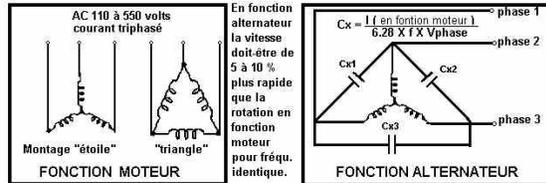
Applications pour l'exercice, petites éoliennes ou mini station hydro

© 2001/2006 Mini-Eoles, révision juin 2007

Vue éclatée d'un moteur triphasé



© 1996, GMF.



Un moteur CA asynchrone typique appelé "moteur a cage d'écureuil"

se présente généralement comme l'image de gauche. Les inducteurs sont placés en périphérie, ils peuvent être du type mono ou tri phases, plus rarement bi phases. Le rotor est un cylindre souvent d'aluminium dans lequel des "barres" de cuivre ou métal servent d'induits. Ils sont en court circuit si l'on considère la fonction électrique (simplification).

Ce type de moteur est diffusé en millions d'exemplaires et se retrouve dans quantité d'appareils ménagers ou outillages. Par exemple : dans les lave linge ou lave vaisselle, petit et gros moteurs de ventilateurs, etc. Dans ce cas ces moteurs sont habituellement mono phase. Pour de plus grandes puissances les industries se dirigent vers les moteurs tri phases.

L'on voit le fonctionnement en mode moteur soit sous connexion en étoile, soit en mode triangle. Le principe du mode en fonction alternateur est représenté à droite. On ajoute 3 condensateurs qui sont placés soit en connexion triangle soit en mode étoile. La valeur des condensateurs se calcule aisément.

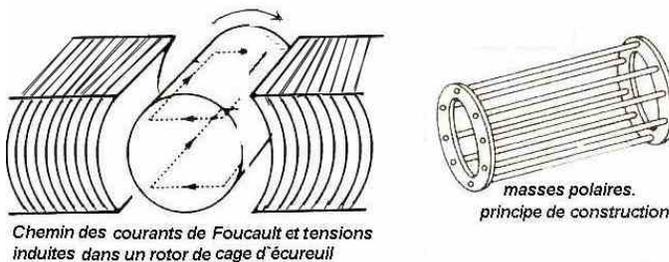
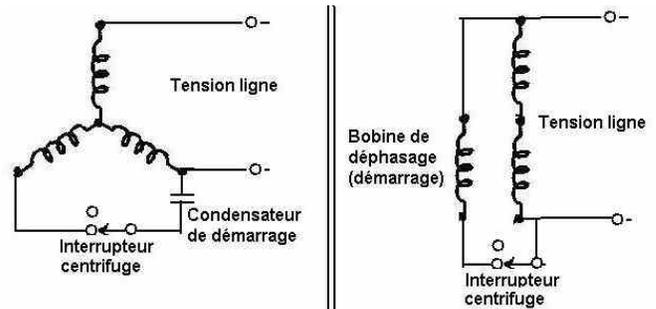
Ce type de moteur est généralement très solide et performant. L'utilisation en source électrique (alternateur) sur une éolienne ou station hydro est largement utilisé tant sur les engins de plusieurs centaines de kilowatts que pour de modestes unités.

Fonctionnement moteur, simplification.

D'une manière générale le moteur très courant du type asynchrone est constitué d'un groupe d'inducteurs (bobines en périphérie du moteur), d'un rotor (induit) qui est soit bobiné mais en court circuit (plus rare) soit massif avec des barres perpendiculaires qui elles aussi sont en court circuit. Lorsqu'un courant / tension est fourni aux inducteurs (bobines) apparaît un champ dans l'entrefer situé entre les masses polaires des inducteurs le rotor (induit). Le champ étant déformé, celui-ci tend à faire tourner le rotor (induit). Une force mécanique est créée, nous obtenons un moteur. Certains moteurs "mono phase" très courants dans nos équipements ménagers et outillages possèdent des bobinages (inducteurs) tri-phases. Deux des bobines inductrices sont connectées au réseau, la troisième bobine inductrice est connectée via un condensateur de capacité appropriée à l'une ou l'autre des deux autres bobines, suivant le sens de rotation. Deux possibilités parmi plusieurs se présentent :

Soit le condensateur est connecté en permanence soit il est actionné **seulement au démarrage**. [Image de gauche](#)

Une autre approche est le moteur a enroulement auxiliaire de démarrage, cet enroulement est déconnecté par un système centrifuge une fois **le moteur lancé**. [Image de droite](#)



Fonctionnement en alternateur, simplification.

Un moteur asynchrone peut effectivement, sous certaines conditions, fonctionner en alternateur. Ici bobinage étoile.

Les conditions sont :

A. Fournir une puissance réactive (VAR). Dans certaines machines hydro ou éolienne cette puissance est fournie par le réseau, dans ce cas la puissance active du moteur / alternateur est transmise au réseau si on obtient les conditions de génération

B. Fournir une puissance mécanique au moins égale à son fonctionnement moteur, avec une vitesse de rotation supérieure au fonctionnement moteur, généralement 5 à 10 % plus rapide qu'en fonctionnement moteur.

On conserve le paramètre **A** mais, au lieu de puiser une puissance réactive sur le réseau, on installe un groupe de condensateurs sur la ou les phases des inducteurs.

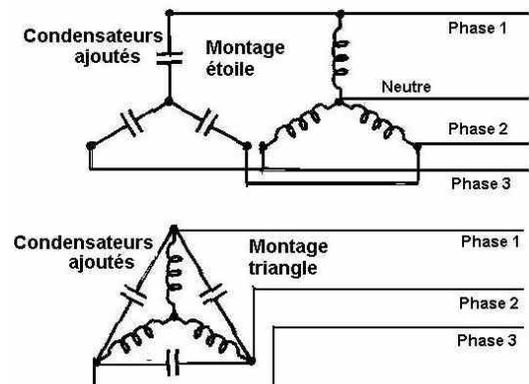
Dans ce cas le moteur pour devenir alternateur devra tourner au minimum 5 % plus rapide que la vitesse moteur. C'est cet aspect que nous allons élaborer

Copie(s), distribution(s) ou USAGE COMMERCIAL INTERDITS selon les termes des lois en usage de chaque pays signataire

Comment cela fonctionne ?

Le principe repose sur les courants de Foucault. Des inducteurs activés par une tension source, induisent des courants dans les "barres" du rotor (induit). Il se crée des forces d'attraction ou de répulsion d'ou rotation.

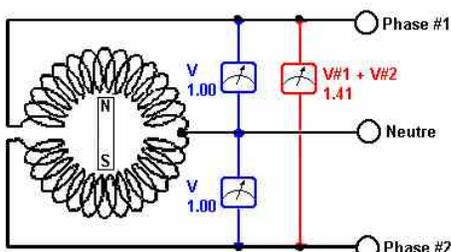
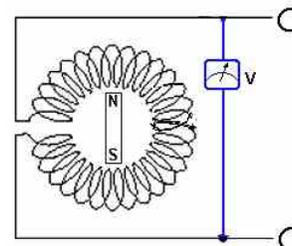
Ce principe est réversible sous certaines conditions tel qu'expliqué donc, on peut utiliser un "moteur a cage d'écureuil" en alternateur sous réserve d'une vitesse de rotation fonction alternateur supérieure d'au moins 5 % à la fonction moteur.



Trois configurations de base se retrouvent dans les alternateurs

L'image de droite nous montre le principe le plus simple, le **mono-phase**.

Une seule tension est disponible puisque un seul bobinage induit. Le signal (tension/courant) couvre 360 degrés. Ce type d'alternateur est presque totalement abandonné par les constructeurs automobile. On retrouve cependant le mono-phase dans beaucoup d'applications simples ou le rendement ou si le choix de tensions différentes n'est pas un pré-requis

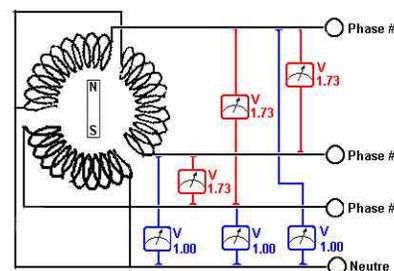


L'alternateur **bi-phases** a la particularité d'offrir deux possibilités de tensions.

En connectant les phases avec le neutre nous retrouvons deux tensions en principe identiques mais en opposition de 180 degrés.

Si nous connectons aux bornes des deux phases, nous avons une tension qui est double. Ce type d'alternateur bien que peu utilisé en automobile est cependant commun notamment sur les petites génératrices d'appoint.

L'alternateur **tri-phases** est certainement le plus commun tant sur nos véhicules automobiles que dans les grosses centrales qui produisent notre courant électrique pour nos maisons ou industries. Les tensions sont décalées de 120 degrés. Le rendement d'un alternateur tri-phase est bien plus élevé qu'en mono ou bi-phase, c'est la raison de son emploi généralisé. Cette particularité est essentiellement due à une meilleure utilisation fer/cuivre. On peut trouver sur ce type d'alternateur plusieurs possibilités de tensions diverses. Entre chaque phase et le neutre nous obtenons trois tensions dont le rapport sera de UN (1). Si nous connectons entre les phases, les tensions seront de 1,73 fois plus élevées. Cette particularité sera exploitée à notre avantage pour notre projet d'éolienne de petite puissance.



Si l'on résume :

Les alternateurs en général possèdent un rendement plus élevé que les génératrices CC à poids égal de fer et de cuivre.

Ils peuvent tourner à des vitesses souvent très élevées sans dommages. Leur efficacité est souvent très moyenne à basse vitesse, c'est donc pourquoi la vitesse de rotation, nous l'avons vu au début, est fréquemment multipliée par rapport à la vitesse du moteur du véhicule ou, dans notre cas, une petite éolienne ou mini-station hydro avec multiplication mécanique à l'aide de courroies, chaînes ou engrenages

Types de moteurs utilisables en alternateur par l'amateur,

Puissances, environ 2kw ou inférieures.

Ce type de moteur est représenté en quantité de configurations dans nos équipements ménagers, nos outillages, etc...

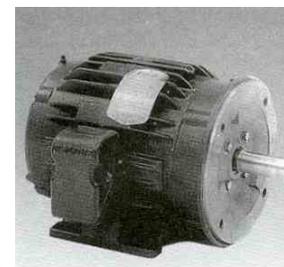
Son coût est abordable, son rendement dépasse souvent les 70 %.

Les tensions d'utilisation vont de 110 volts jusqu'aux tensions de 220 à 550 volts.

Le mode est soit mono-phase soit tri-phases. Quelquefois bi-phases.

Les puissances varient de la fraction de HP (CV) jusqu'à plusieurs chevaux.

Ce type de moteur est relativement facile à modifier en alternateur, cependant, un minimum de connaissances en électro et, ou, aide technique est requis.



Principe de modification

Ce type de moteur s'adapte bien à la modification en alternateur. Sa puissance moteur confortable en fera un alternateur suffisamment performant si l'énergie du rotor éolien et la vitesse de rotation sont bien entendu disponibles.

On ajoute trois condensateurs sur les phases. [Page suivante](#)

Le principe repose sur l'idée de fournir une énergie réactive par le déphasage introduit par les condensateurs.

Sur l'image de droite en page précédente, en haut, un moteur modifié en alternateur, condensateurs installés en étoile. En bas de l'image, condensateurs installés en triangle.

On peut calculer simplement la valeur de Cx. Ci-dessous, à gauche un tableau et la méthode pour un calcul de condensateurs installés en étoile.:

Remarque: Bien que le montage des condensateurs en étoile exige des condensateurs de plus grande valeur ce montage est recommandé pour un rendement souvent supérieur.

Votre choix se portera sur un moteur soit tri-phase initialement soit sur un moteur "pseudo tri-phase" soit un moteur a démarrage a condensateur soit un moteur a enroulement auxiliaire. Revoir page No 1.

La source idéale et bon marché sera le moteur qui actionne nos machines a laver le linge ou la vaisselle ainsi que certains moteurs industriels pour diverses application.

D'une manière générale ces moteurs sont très robustes et souvent dépassent la durée de vie de l'engin qu'ils actionnent. Leur puissance varie de 1/3 de HP (CV) à environ 2 HP (CV). Le type de bobinage (inducteurs) nous l'avons vu au début, est du mode tri-phases. Cela simplifie dans ce cas la modification en vue de son installation sur une turbine hydro ou éolienne. Les exemples de calcul ci-dessus devraient vous permettre de calculer facilement votre future usine électrique qu'elle soit actionnée par une turbine hydro ou éolienne

Les paramètres de base utiles a connaître sont indiqués sur les tableaux de gauche et droite

PARAMÈTRES DE BASE

$$ES = \sqrt{3} * V \text{ ligne} = VA$$

$$Q \text{ phase} = Q / 3 = VAR$$

$$V \text{ phase} = V \text{ ligne} / \sqrt{3} (1,73) = V \text{ phase}$$

$$I \text{ phase} = Q \text{ phase} / V \text{ phase} = I$$

$$Cx = I / 2 \pi (6,28) * f * V = C \text{ par phase en yF}$$

VALEURS (résumé)

VA = Volt Ampère

V = voltage (ou tension) (phase ou ligne)

I = courant d'appel en fonction moteur

CX = capacité calculée en microfarads

$$2 \Pi (2 \text{ PI}) = 3,1416 * 2 = 6,28$$

f = fréquence (50 ou 60 Hertz)

Exemple pratique:

L'ami Jean Pierre a construit une éolienne a l'aide d'un moteur de 1,1 KW. : [Projet Jean Pierre, voir réalisations .pdf]

Initialement il avait connecté les condensateurs en triangle, nous lui avons suggéré de tenter l'expérience de montage en étoile plus favorable bien que capacités plus importantes. Le résultat ne se fit pas attendre, une vitesse d'amorçage plus faible et un rendement visiblement amélioré. Voici une solution simple pour adapter un moteur très commun en fonction alternateur.

Caractéristiques de son moteur : 1,1 kw, U = 400 V, I=2,8 A, cos= 0,75, sin=0,66, n =920tm, f=50 Hz

$$\text{Puissance.apparente} = \sqrt{3}.U.I = \sqrt{3} \times 400 \times 2,8 = 1938 \text{ VA.}$$

$$\text{Puissance.réelle} = 1938 \times 0,75 = 1454 \text{ W}$$

$$\text{Puissance.réactive} = \sqrt{1938 \times 1938 - 1454 \times 1454} = 1281 \text{ VAR}$$

$$\text{Efficacité} = 1.100 / 1454 = 0,56$$

$$\text{Puissance réactive par phase} = 1281 / 3 = 427 \text{ VAR}$$

$$V \text{ phase} = 400 / \sqrt{3} = 231 \text{ V}$$

$$I \text{ phase} = 427 / 231 = (1,85 \text{ A})$$

$$\text{Calcul (montage triangle) : } Cx = 1,85 / 2 \Pi \times 50 \times 231 = 25,5 \text{ yF}$$

$$\text{En montage étoile Calcul (montage étoile) : } Cx = 1,85 / \Pi \times 50 \times 231 = 51\text{yF}$$

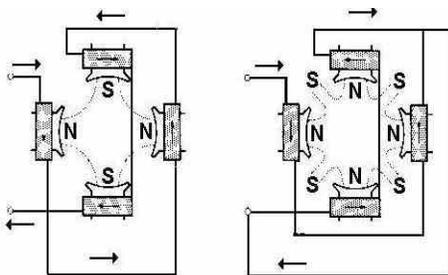
Cx en montage étoile seront deux a trois fois plus importants avec cependant un bénéfice fréquent de meilleur rendement . Seuls les tests dans notre cas nous permettrons d'obtenir le rendement Max.

En quelques minutes les paramètres de ce moteur modifié en alternateur sont connus ainsi que la valeur des condensateurs.



Puissance inférieures a 1 kw.

La variété disponible de petits moteurs apes a êtres modifiés en génératrices CC ou CA est très vaste. Ce type de moteur très courant, de relative faible puissance, environ 1/8 a 1 HP (CV) équipe bien de nos appareils d'outillage. Sa particularité est un groupe de bobines (4) donc 2 fois deux pôles N-S. Sa vitesse est élevée, de l'ordre de 1500 a plus de 3000 tm. Le couple est intéressant. Son type de construction en fait un engin robuste.



Curiosité.

Il est quelquefois techniquement possible sur certains de ces moteurs de diviser la vitesse de rotation en reconnectant les pôles inducteurs. Certains de ces moteurs comprenant 4 bobines image de droite (2 pôles Sud, 2 pôles Nord) peuvent diviser la vitesse de rotation de ces engins en reconnectant les bobines selon le schéma.

Image de gauche

On s'aperçoit que nous créons artificiellement des "interpôles" qui permettent effectivement de diviser la vitesse de rotation. Il est a noter cependant que tous ces moteurs NE sont pas modifiables. Certains s'en accomodent, d'autres PAS du tout. Expérimentez !

Expérimentation simple.

La conversion en alternateur d'un petit moteur pour votre première expérimentation est simple. On ajoute un condensateur papier ou huile en parallèle sur les bobines (PAS de condensateur électrolytique, risque d'explosion !).

La valeur de ce condensateur mis en parallèle aux bornes du petit moteur est approximativement de 2 yF par 100 watts de puissance moteur en fonction alternateur

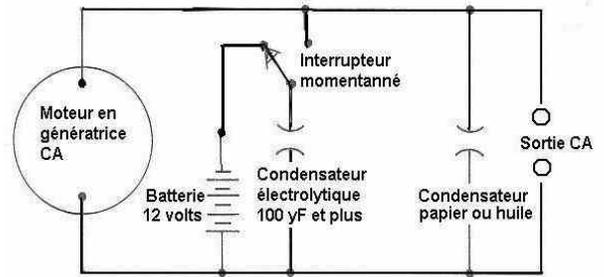
Cette valeur est empirique, seule l'expérimentation répondra à vos attentes.

Remarque. Certains moteurs s'amorcent SANS appuis d'une tension CC momentanée. Par contre d'autres moteurs sont réticents à s'amorcer seuls.

Une solution simple est d'utiliser un GROS condensateur électrolytique chargé par une batterie comme l'exemple ==>>>

Impératif. Utilisez SEULEMENT un contact momentané a relâche rapide. La décharge de ce condensateur électrolytique préalablement chargé par la batterie

induit une tension sur les bobines. L'induction se crée, le moteur devient générateur CA si la vitesse de rotation est suffisante bien entendu. Ce simple test vous permet de comprendre le principe de base.



Autres types de moteurs utilisables en générateurs CA ou CC

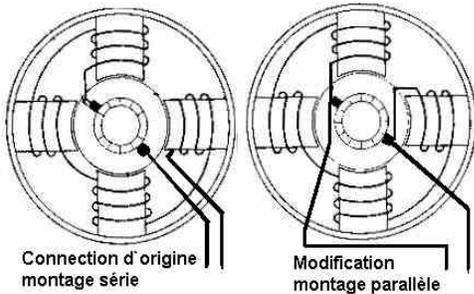
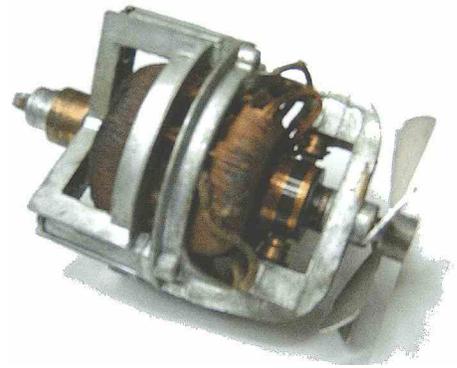
Nous l'avons vu, nous avons à notre disposition un large éventail de moteurs petits ou grands. Les sources sont multiples il s'agit de fouiller, demander aux amis, voisins, qui ne savent que faire de ces "vieux moteurs" !

Moteurs du type Universel modifié en génératrice CC

Ces moteurs acceptent indifféremment une tension alternative ou continue. Souvent ces petits moteurs sont soit a rotor a aimants permanents soit a bobines. Ils peuvent devenir de bonnes petites génératrices CC de faible puissance. L'inconvénient a priori est qu'ils tournent a grande vitesse en fonction moteur.

En réalité ces moteurs de petits appareillages ménagers ou plus gros, comme un moteur d'aspirateur par exemple, tournent effectivement très rapidement mais... nous visons une puissance modeste et une tension tout juste apte a charger nos batteries. Nous-nous contentons de ce que nous avons sous la main pour nos premiers pas en petit éolien ou petite station hydro .

Image de droite: moteur d'aspirateur récupéré type universel (CA / CC).



En expérimentant différentes connexions des bobines inductrices on arrive a produire une puissance substantielle, amplement suffisante pour nos tests initiaux avec des vitesses de l'ordre de 1000 a 1200 tours minute, vitesse facilement atteinte avec une petite turbine hydro ou une petite éolienne dans un vent de 35 km/h et plus.

Sur l'image de gauche on voit les connexion d'origine qui sont en série, on peut, sous certaines réserves, connecter nos bobines en parallèle et vérifier les rendements.

Il est cependant nécessaire de mentionner qu'en mode série la charge doit être permanente. En mode parallèle cette génératrice CC (voir document suivant sur les génératrices CC) s'amorce indifféremment en charge ou sans charge, bien entendu si tout va comme vous l'espérez ! Si vous avez la chance de mettre la main sur un moteur a rotor a aimants permanents, vos chances de succès seront bien meilleures.

En général les petits moteurs du type Universel sont bobinés en montage série comme le démontre l'image de gauche. En modifiant les connexions (plusieurs possibilités) on peut obtenir un petit générateur CC produisant a bien plus basse vitesse.

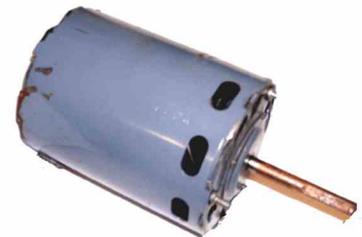
L'exemple de l'image (montage parallèle) est une possibilité parmi d'autres. Expérimentez !

Autres types de moteurs aptes a devenir de petites sources d'énergie

Le marché nous offre quantité de moteurs dans des puissance de moins de 100 watts à quelques milliers de watts. Pour nos débuts, notre usage, nous-nous arrêtons a des moteurs d'environ 1KW MAX limitant volontairement la dimension de nos premiers projets. La majorité de ces petits moteurs CA sont du type asynchrone, généralement bon marché et surtout très solides. Choisissez si possible des moteurs dont le rotor tourne sur des roulements a billes. Les moteurs bon marché sont souvent équipés de roulements a bagues de bronze. **EVITEZ** ces modèles qui risquent de vous procurer des ennuis d'entretien, graissage, voir, blocage. Cependant si c'est seulement pour " voir comment ça marche" vous pouvez expérimenter avec ces engins. Une perceuse électrique de bonne puissance dont la vitesse est d'au moins 1200 tm vous servira au début de source d'énergie. Lorsque vous serez satisfait vous pourrez alors envisager la construction de votre centrale éolienne ou hydro . Ce type de moteur se trouve fréquemment sur nos scies radiales, scies circulaires, perceuse verticales et autres outils électriques. Son fonctionnement est tout a fait semblable a ce que nous avons vu précédemment. Les modifications a l'aide de condensateurs se feront soit en mode tri-phases si votre moteur possède trois enroulements ou en mode bi-phases (en réalité mono-phase) si c'est le cas de l'exemple précédent (revoir au besoin: Expérimentation simple.)

Vérifier avant de vous lancer dans vos tests. Une puissance de 500 watts et plus est commune avec un moteur de 7 a 10 ampères sous 110 volts. (3,5 Amp sous 220V). En fonction alternateur avec les modifs suggérées plus haut vous devriez obtenir au moins les 2/3 de la puissance absorbée en fonction moteur.

Exemple: Fonction moteur 220 volts sous 3,5 amp = 770 watts. Fonction alternateur 180 a 220 volts sous 2 amp = 300 à 450 watts soit de 40 a 60 % de la puissance moteur. Bien entendu ces valeurs ne sont valables que SI vous avez une source (hydro ou éolienne) pouvant fournir Et la vitesse de rotation Et l'énergie suffisantes.





Autres types de moteurs.

Ce modèle de moteur, image de droite, est souvent du type rotor à aimants permanents et se retrouve fréquemment sur d'anciens appareils tels que tireuse de plans ou imprimantes de grands formats, etc. Il peut être soit du modèle CC (courant continu) ou CA (courant alternatif)

Il est actionné, suivant les modèles, soit en basse tension de l'ordre de 12 ou 24 volts, soit en tension secteur 110 ou 220 volts suivant les régions. Son fonctionnement en génératrice CC ou CA suivant le modèle est généralement satisfaisant SANS modifications.

En installation hydro il faudra s'assurer d'un fonctionnement en mode horizontal.

En effet, ce type de moteur n'acceptera pas facilement un fonctionnement en position verticale les axes et surtout les roulements à billes ne sont pas prévus pour un fonctionnement vertical.

Il existe des dizaines de types de moteurs disponibles sur le marché de l'occasion.

Celui de l'image de droite est une particularité intéressante bien que souvent de modeste puissance. Il s'agit du moteur type PABST qui est breveté depuis des dizaines d'années.

Sa particularité est une vitesse de rotation en fonction moteur particulièrement stable.

Il possède un stator (induits) à l'intérieur alors que le rotor (inducteur) sous forme d'aimants permanents en périphérie est à l'extérieur.

En fonction alternateur SANS modifications, le rendement sera très modeste.

Par contre en ajoutant des condensateurs sur les induits comme suggéré plus haut le rendement augmentera rapidement.

On peut espérer une puissance de 50 à 200 Watts d'un tel moteur en fonctionnement alternateur sans modifications importantes.

Un copain a utilisé un tel moteur sur une éolienne du type Savonius en prélevant la source d'énergie sur le disque périphérique limitant un système compliqué de multiplication de vitesse de rotation à l'aide d'engrenages ou courroies. En effet ce moteur exige une vitesse relativement élevée Avant de commencer à produire.!!!

En expérimentant les moteurs que vous avez en mains ou ceux que vous pouvez récupérer ou acquérir à peu de frais, vous pouvez envisager une approche quelque peu différente de génératrice pour vos engins éoliens ou hydraulique.



Une remarque pour clore cette section moteurs et alternateurs CA (courant alternatif).

ATTENTION, les tensions en jeu sont fréquemment dangereuses, vous travaillez avec des voltages de 110 à 220 volts voir plus, or, vous risquez un choc des plus douloureux est toujours à craindre ou.... pire !!!

>>>> **Soyez excessivement prudents en manipulant les connections sous tension.**

Ne travaillez JAMAIS SEUL pour ces essais et manipulations

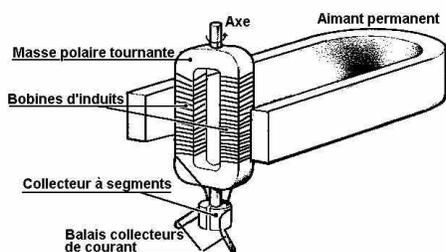
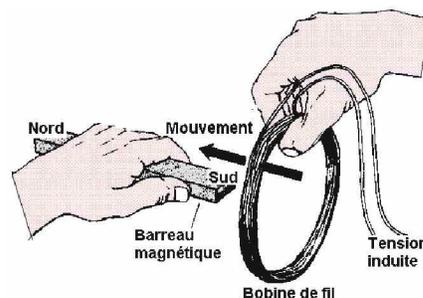
Bonnes expérimentations et... tentez de faire concurrence à votre réseau !

Dans la partie suivante nous abordons les moteurs et génératrices CC.

Moteurs en GÉNÉRATRICES CC en usage éolien

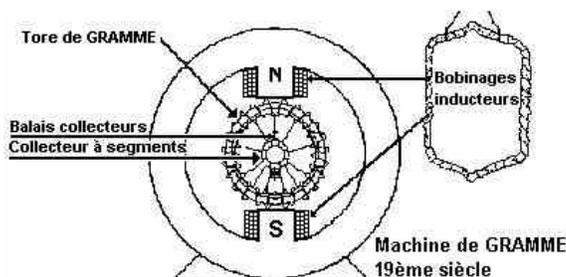
Comment ça marche ?

Lorsque l'on déplace un barreau magnétique à l'intérieur d'une bobine de fil une tension induite apparaît. C'est Faraday vers 1821 qui élabora le principe. Cette tension est proportionnelle à la densité magnétique et la vitesse de déplacement du barreau et le nombre de spires de fil. Ce principe est utilisé pour la génération de tensions alternatives [Alternateurs] ou continues lorsqu'il y a redressement de la tension CA. Une génératrice (machine tournante) qu'elle soit du type CA (courant alternatif) ou CC (courant continu) utilise ce principe.



En 1832 Hyppolyte Pixii présente à Paris probablement la première machine électrique à induction. [Image de gauche](#)

Les génératrices CC plus modernes existent depuis le 19ème siècle basées sur l'invention du Belge Zenobe GRAMME. Ces engins plus modernes dans leur concept ont équipé nos automobiles et camions pour plus de trois quarts de siècle. Des centaines de milliers de ces génératrices CC sont encore en usage de nos jours. L'utilisation d'un générateur automobile en usage éolien est tout à fait possible moyennant soit une multiplication de la vitesse hélice ou rebobinage du rotor.



Les génératrices CC modernes ou les "antiquités" qui équipaient les autos de nos



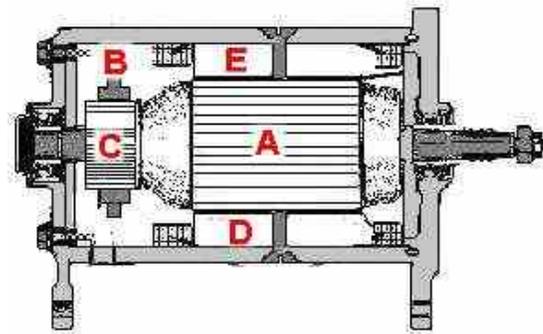
grands-parents avant les années 50 et 60 sont une excellente source de courant à bas prix. L'excitation est fréquemment automatique sur les générateurs de dernière génération. Ne négligez pas les anciens générateurs qui équipaient nos automobiles d'antan Plus massifs, et quelquefois moins performants que les engin modernes mais souvent très vaillants et pour beaucoup "incroyables". L'image de gauche ci dessus nous montre une "antiquité" récupérée dans un marché aux puces pour la modique somme de 5 dollars (environ 4 Euros). Cet engin provenant de toute évidence d'une petite voiture du type VW ou Mini Cooper vers les années 1960 est de marque Bosch. Une fois les collecteurs et balais nettoyés, un sérieux nettoyage et graissage, cet engin nous a surpris par ses performances. En test sur banc, 1800 t/m il produit 14,5 volts sous 18 à 20 ampères. Avec une vitesse de seulement 600 à 800 tours minute, il produit déjà 6 ampères. Voici une unité apte à devenir une petite éolienne robuste et fiable. L'ami Menfred (Voir réalisations disponible en ligne) a utilisé ce principe simple.

Construction, génératrices CC

La majorité des génératrices CC (dynamos) comportent :

La coquille (carcasse). Les **inducteurs E & D**, généralement ils sont de 2 ou 4. Il s'agit de bobines en périphérie qui induisent l'armature, que l'on appelle aussi l'**induit A**. Le **collecteur C** qui comporte des dizaines d'encoches isolées de la masse. Les **balais B** qui conduisent le courant produit.

Dans les génératrices CC modernes, Image de droite, l'espace magnétique entre les **inducteurs (E & D)** et l'**induit (A)** est réduit au minimum. Cet espace est appelé "entrefer".

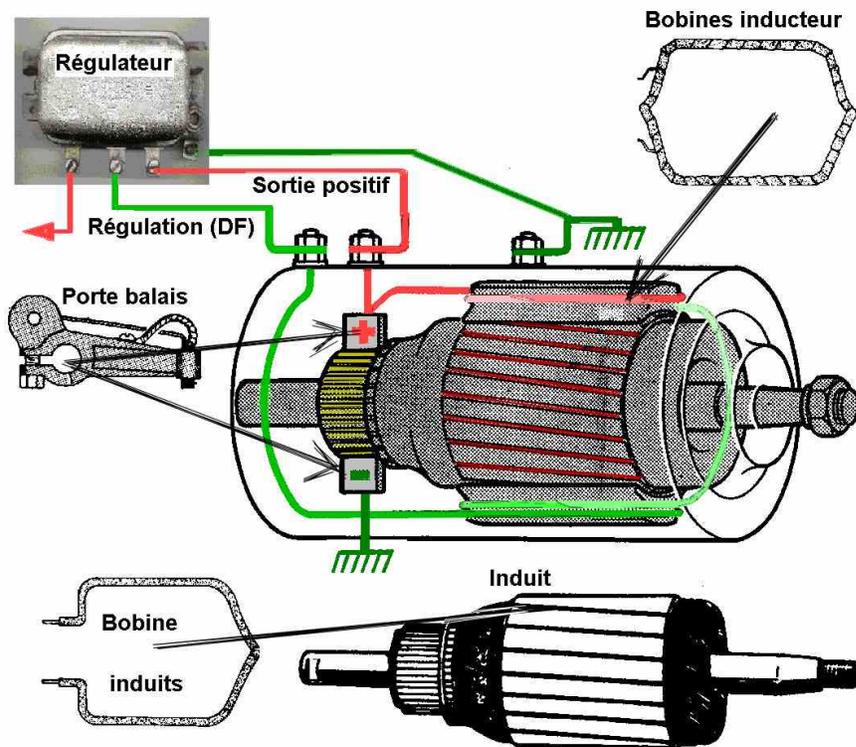


Les aciers modernes offrent un rendement qui est nettement amélioré par rapport aux générateurs de première génération (avant 1960/70). Le rotor (**A**) est constitué d'un cylindre massif sur lequel des encoches longitudinales sont creusées et dans lesquelles les fils induits sont logés. On peut rebobiner un rotor de génératrice CC, tout comme un **alternateur auto**, de telle manière qu'il produise à plus basse vitesse. Dans un générateur, les bobines du rotor sont toutes bobinées dans le même sens. En général l'on ne modifie pas les inducteurs qui sont les bobines fixes en périphérie du boîtier.

Sur l'image de gauche on voit l'éclaté d'une génératrice CC (dynamo) montage classique.

Les deux inducteurs prélèvent une partie du courant sur le collecteur via les balais, un magnétisme est créée, plus ce magnétisme est important plus l'induit produit. L'auto-excitation s'effectue très rapidement dans les dynamos automobile, en général ces engins du passé ou modernes peuvent commencer à produire SANS batterie, voir plus loin les dynamos du **type shunt**.

Pour rappel.



L'on voit sur l'image ci-contre les différents éléments qui constituent une génératrice CC (dynamo). Du type bi-pôles. Les **inducteurs** sont de deux pôles (un pôle Nord, un pôle Sud). Dans le cas des dynamos automobiles les inducteurs sont bobinés en fil relativement fin et connectés en parallèle aux bornes du collecteur via les balais.

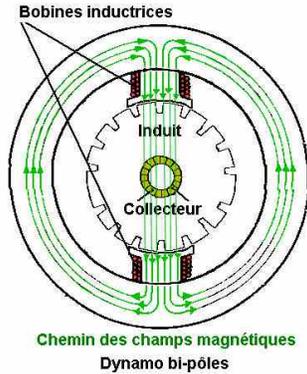
Ces inducteurs sont enroulés autour de la masse polaire Nord ou Sud. Ce montage est le plus commun sur ce type de dynamo, on appelle cela le montage **shunt**, voir détails plus bas, L'**induit** est la masse tournante. Il est constitué d'un bloc cylindrique sur lequel des encoches sont taillées et dans lesquelles les fils induits sont logés. Ces enroulements sont connectés au collecteur suivant différentes configurations suivant le type de montage, également suivant le **manufacturier**. Voir plus loin,

Les balais sont constitués d'un support. Ici un support est connecté à la masse de la dynamo et du véhicule, c'est en général la polarité négative. L'autre support est isolé de la masse et il conduit la polarité positive. Les balais "brosses ou charbons" sont constitués de carbone aggloméré souvent allié à de la poudre de cuivre.

Régulateur.

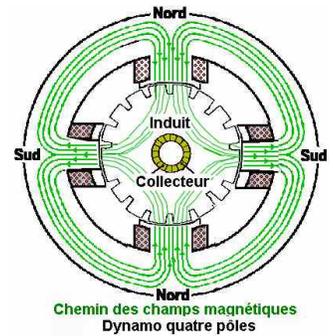
Ces dynamos viennent en général avec un régulateur d'origine qui fonctionne avec deux ou trois relais électro-mécaniques. Les connexions sont simples. Vous vous trouvez avec au moins trois fils à connecter. Un premier fil, noir ou vert part du bloc dynamo vers le bloc régulateur, c'est la masse générale ou le moins. Cette

connexion est placée soit à gauche ou à droite du bloc régulateur. Une deuxième connexion appelée **DF** est à connecter avec un fil, généralement jaune, entre la sortie **DF** de la dynamo et la connexion identifiée **DF** sur le régulateur. La sortie + de la dynamo va d'une part vers la batterie et d'autre part vers le régulateur identifié **Batt**. Sur certains régulateurs il existe une autre connexion qui est appelée **A** ou **D+**. Cette connexion va vers l'interrupteur du véhicule ou une lumière témoin. A vérifier avec votre service technique.



Champs magnétiques.

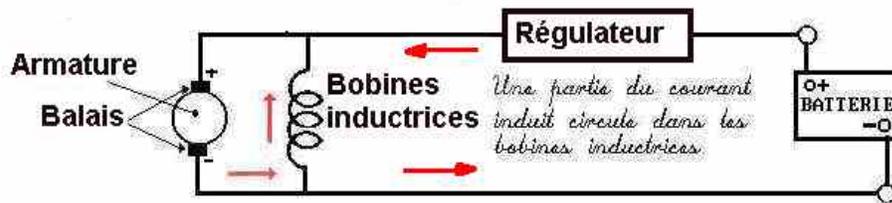
Il est important de mentionner comment les champs magnétiques se comportent. Sur les images ci-contre nous remarquons que les champs d'une dynamo bi-pôles sont en opposition. Cette opposition est créée par l'inversion du sens des bobines inductrices ou par l'inversion des connexions. Dans le cas d'une dynamo à quatre pôles la disposition et direction des champs est aussi importante. En effet il est possible soit par l'inversion du sens du courant ou des connexions d'obtenir une mauvaise disposition d'un fonctionnement déplorable ou PAS de production ! Il est important de vérifier à l'aide d'un petit aimant le sens de ces connexions lors de la reconstruction d'une dynamo AVANT de réinstaller le rotor (induit).



Types de génératrices CC.

Générateur "shunt"

S'amorce avec ou SANS batterie



Le générateur "Shunt" souvent utilisé sur les véhicules avant 1960.

Ce générateur s'amorce indifféremment en circuit ouvert ou fermé.

GÉNÉRATEUR SÉRIE Ne peut s'amorcer si le circuit n'est pas fermé.

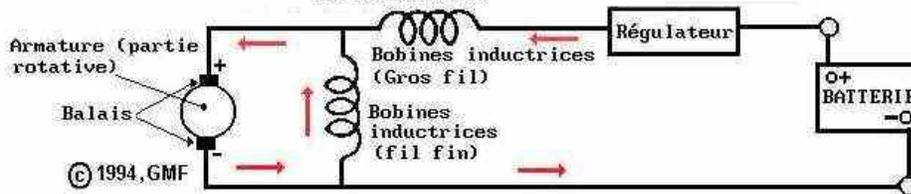
Le moteur "universel CA ou CC" est construit sur le même principe.



Le générateur "Série" a besoin de voir son circuit fermé pour commencer à générer.

Par analogie le moteur série est souvent utilisé en traction électrique.

GÉNÉRATEUR "COMPOUND" Ce générateur allie les avantages des générateurs série ou shunt.

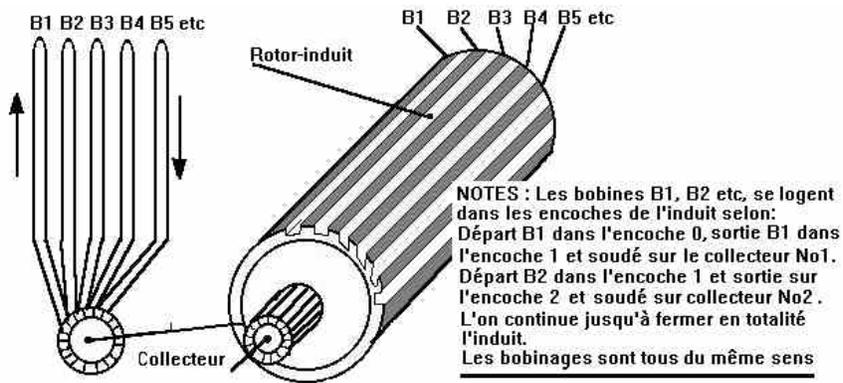


Le générateur "Compound" allie les avantages à la fois du générateur série et du générateur shunt.

Résumé: Dans un générateur CC en usage on rembobine le rotor qui est la partie rotative. Les spires du rotor sont toutes bobinées dans le même sens. Rarement l'on rembobine le stator.

Selon ces trois possibilités, pour une utilisation petite éolienne notre choix se portera de préférence sur le modèle shunt qui constitue la majorité des génératrices CC (dynamos) automobiles. Ce type de dynamo s'amorce avec ou sans charge. La tension générée est relativement constante par rapport au courant qui varie selon la charge.

Types de bobinages.



La même technique que celle de la modification d'un alternateur peut-être utilisée. Revoir alternat.pdf. La différence est que nous agissons sur le rotor (**induit**) au lieu du stator bien que tous les deux soient des induits. Nous avons vu que sur un stator d'alternateur les bobinages sont inversés à chaque encoche. Sur un générateur les bobinages du rotor sont tous bobinés dans le même sens

Sur la première image en page suivante précédente nous voyons le principe et le cheminement des fils. Dans ce cas précis, les bobines ne se chevauchent pas, elle sont en série. Ce type de bobinage se retrouve aussi bien sur certains générateurs CC que sur les moteurs CC et les moteurs dit Universels, qui acceptent indifféremment du courant continu ou du courant alternatif.

Il existe plusieurs méthodes de bobinages des armatures (rotors ou induits). Deux types de bobinages sont à retenir. Le bobinage dit **SIMPLEX**. Ce type de bobinage se retrouve sur la majorité des

moteurs CC et générateurs modernes. Les positions des fils sur les dessins ne sont QUE des exemples pour les positions !

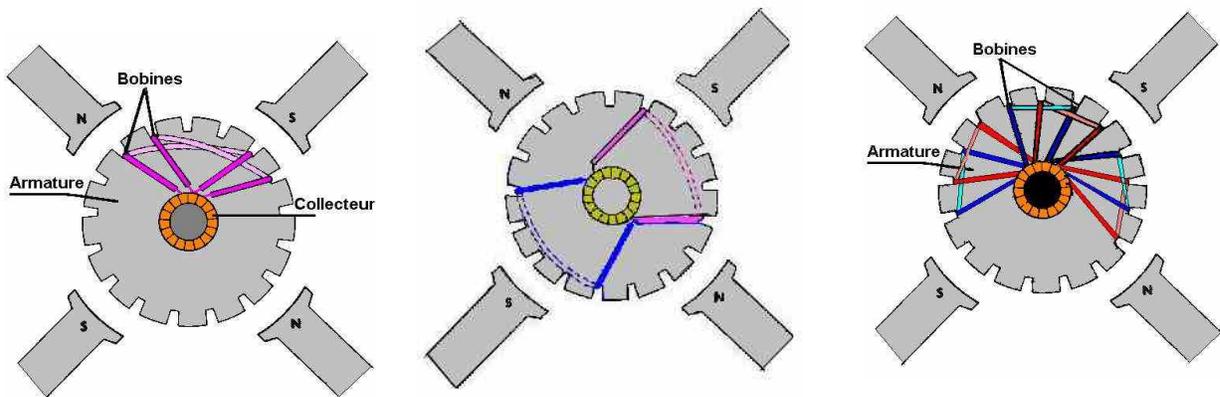


Image de gauche le bobinage type [SIMPLEX] Les bobines sont connectées en série sur les collecteurs. Le recouvrement des bobines est simple.

Image du centre. Le bobinage simple du type [EN VAGUE], on voit ici que les bobines se suivent en vague en simple couche.

Image de droite Bobinage dit [DUPLEX]. Ce bobinage double se retrouve sur certains appareils ou le couple

doit être plus élevé. Une couche est bobinée en premier suivie de la deuxième couche de bobines. Il s'agit en fait de deux bobinages du type SIMPLEX mais qui ne sont pas connectés ensemble.

En cas de modification électrique l'amateur utilisera la MEME METHODE de bobinage que celle de la fonction moteur.

Il est donc très important de vérifier attentivement le type de bobinage sur l'original afin de retrouver les mêmes conditions de travail, aux courants débités près, bien entendu.

Faites vous un plan sur papier AVANT de tout débobiner puis, rebobiner

Au risque d'être répétitif...

Lors de la modification d'un moteur en génératrice CA ou CC vous devez prendre soin de bien noter la position des bobines sur le noyau du rotor et leur connections sur le collecteur ou du stator, suivant le type de moteur, **AVANT d'envisager son rebobinage. page suivante**

Pour rappel, généralités

- Vérifiez attentivement le type de bobinage utilisé de votre moteur CC ou moteur CA.
- Aidez-vous avec un dessin aide mémoire AVANT d'enlever l'ancien bobinage
- Une fois bien noté, enlevez seulement les bobines du rotor ou du stator

Dans le cas de moteur CC, généralement ne touchez pas aux bobines fixes qui sont sur le pourtour de la carcasse.

- Rembobinez votre nouveau rotor de moteur CC ou stator lors de modifs moteurs CA avec le nouveau fil en vous assurant qu'il n'y a aucun court circuit entre les bobines ou entre les bobines et la masse.
- Soudez à la soudure argent si possible les fils en respectant les positions d'origine.
- Attention aux courts circuits toujours possibles sur les connections collecteur ou entre les bobines et la masse
- Remontez le rotor (moteur CC) en vous assurant que les roulements sont en bon état et graissés sans excès.
- Placez les balais, remplacez-les au besoin par des balais neufs. Fortement recommandé !
- Serrez bien toutes les vis. Vous voici avec un générateur basse vitesse prêt à l'essai pour emploi petit éolien.

Exemples de réalisations ou utilisations possibles.

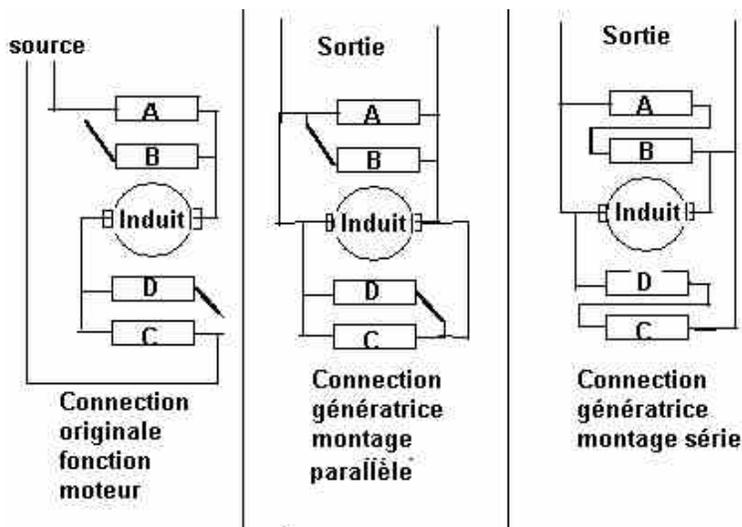
Nous avons à notre disposition des centaines de petits moteurs CC ou moteurs dit Universels qui peuvent être utilisés en fonction petites éoliennes. Les puissances de ces engins sont généralement modestes.

On trouve des quantités de ces petits moteurs à inducteurs bobinés ou à aimants permanents sur nos appareils ménagers

Lorsque l'on fait affaire à des moteurs à aimants permanents, la seule solution est de rebobiner les induits si l'on envisage une production à relative basse vitesse de rotation.

Dans le cas de moteurs universels [pour rappel, les moteurs universels acceptent indifféremment une tension alternative ou continue] nous pouvons tenter le coup de les faire tourner rapidement et de vérifier si une production se produit. En vérifiant la tension générée ainsi que le courant on pourra juger de sa viabilité pour charger une batterie ou allumer quelques ampoules. Si tel est le cas, il ne vous reste plus qu'à fabriquer une petite éolienne haute vitesse. Dans le cas contraire, si la production vous paraît insuffisante vous pouvez tenter de reconnecter les inducteurs

[bobines fixes].



Exemples : Le moteur à gauche peut-être expérimenté

AVANT de tenter le rebobinage.

Les connections d'origine comportent 4 bobines inductrices qui peuvent être connectées soit seules, soit parallèles suivant la vitesse désirée, la source étant 110 ou 220 volts.

2^{ème} image, à droite.

En reconnectant les bobines en mode shunt (bobines en parallèle sur les balais et commutateur) avec 2 ou 4 bobines, on obtient une dynamo à relative basse vitesse.

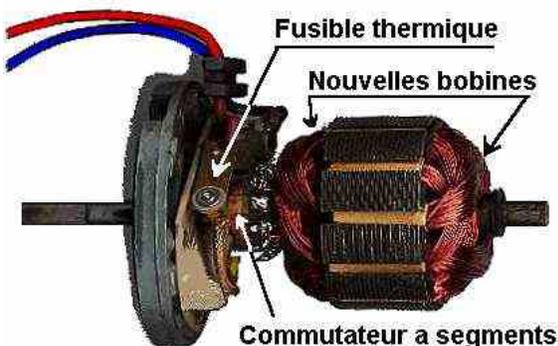
3^{ème} image.

En reconnectant les bobines en série (mais toujours en mode shunt sur le collecteur) on obtient un mode légèrement différent du moteur original

Ce qui précède nous démontre que l'on peut, en expérimentant, obtenir une génératrice CC (dynamo) à partir de moteurs universels de nos appareils ménagers mis au rancart. Le rendement bien entendu ne sera pas comparable à une dynamo d'origine mais vous aurez la satisfaction en reconnectant les bobines inductrices de différentes manières, obtenir un engin produisant à relative basse vitesse.

Autre exemples:

Sur l' image de gauche un petit générateur modifié. Originalemment il s'agissait d'un moteur CC de pompage dont les caractéristiques étaient 12 volts 7 ampères en fonction moteur.



La vitesse de rotation en fonction moteur était de 1500 tm environ. Après tests sur banc du moteur NON modifié, les tensions en fonction générateur étaient de seulement 4,5 volts @ 1200tm. Quelques minutes de calculs et quelques heures de rebobinage, nous nous retrouvons avec un petit générateur qui fournit 12,7 volts et 2,25 ampères avec une vitesse de rotation de 1200 tm . Voici un petit générateur prêt pour une mini-mini-éolienne de 0,60 à 0,80 m de diam., idéale pour un campeur.

Sur l'image de droite un moteur 24 volts provenant d'une imprimante commerciale "traceur de plans". Ce type de moteur à aimants permanents se retrouve fréquemment sur les gros appareils électroniques de première génération soit avant les années 90. Le couple moteur est très important. En test générateur ce "moteur" nous a surpris très

agréablement. SANS modifications aucune en fonction producteur d'énergie on relève sans peine une tension de plus de 14 volts et un courant de 3,75 amp avec une vitesse de rotation @ 1200 tm de ma perceuse électrique. En 2001/2002 j'envisageais une utilisation mini-mini-éolienne avec ce moteur/générateur. Au cours de la morte saison 2002 il a été "bricolé" juste pour le plaisir un jeu d'hélice tripales de 95 cm de diamètre. Avec les vents d'automne/hiver, quel ne fut la surprise de voir une production momentanée de 5,5 ampères soit une puissance apparente de 75 watts environ sous des vents de 35 à 40 km/h. Voici un bon exemple de ce qui est possible de réaliser avec un peu de patience. Voir (ma première éolienne, disponible en ligne)



Avant de clore il est bon de rappeler que vous devez installer une diode de puissance en série entre votre dynamo CC et votre batterie afin d'éviter une décharge de votre batterie lors de NON vent ou de voir votre dynamo fonctionner en moteur au lieu de génératrice CC.

Dans les marchés aux puces et ferrailleurs vous pouvez trouver des trésors de moteurs ou génératrices CC ou CA souvent à bas prix que vous pouvez expérimenter et exploiter en vue de tenter de faire concurrence à votre compagnie d'électricité.

Bons Vents à tous.

Votre amie Moulinette



© 2001/2006 Mini-Eoles, révision avril 2006