

VOTRE PROJET/RÉALISATION

Moulinette ouvre ses pages pour la description de votre projet.

Jean-Yves Seveno nous parle de ses réalisations

En premier volet les suggestions de Jean Yves pour la modification d'un alternateur Valéo au fins d'utilisation mini-éolienne.

En deuxième volet, la description de construction de son éolienne.

Modifier UN ALTERNATEUR VALEO 50 A

pour usage éolien, avec hélice en prise directe

Introduction

Trouver une génératrice ou un alternateur susceptible de fonctionner à bas régime pour installer sur une petite éolienne est un vrai problème.

Je n'entrerai pas dans les débats d'initiés pour savoir s'il est préférable d'utiliser une génératrice à courant continu, un alternateur à aimants permanents ou un moteur asynchrone transformé en génératrice....

On construit généralement avec le matériel que l'on trouve ...

Nous vous proposons dans ces quelques lignes une adaptation très simple à l'usage mini-éolienne ou petite turbine hydraulique d'un alternateur facile à se procurer car il équipe nombre de véhicules en Europe, France notamment :

Il s'agit du **VALEO de 50 A**.

Les exemples qui suivent peuvent bien entendu s'adapter à tout alternateur du même type.

L'objectif est simple:

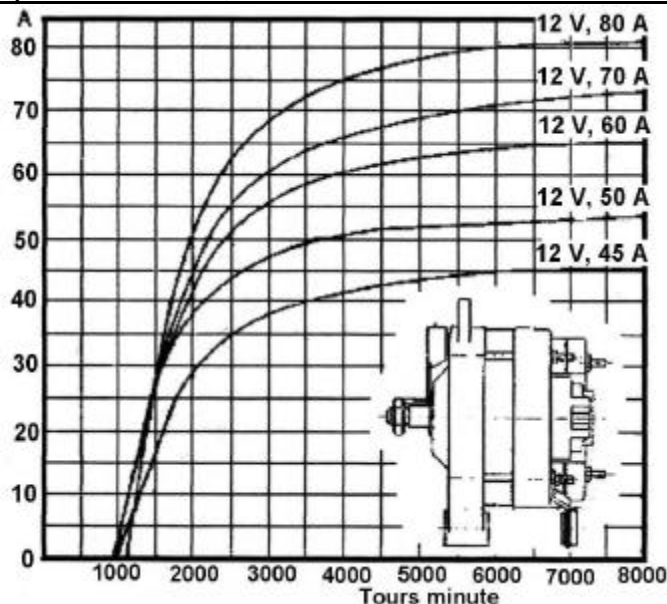
Modifier le bobinage pour l'utiliser notamment avec une hélice éolienne en prise directe de 1,70m de diamètre environ.

Le début de production aura lieu vers 350 T/mn et la puissance escomptée pourra atteindre 200 à 250w vers 1000 Timn.

Pour un alternateur à bas régime de 4 kg , ce n'est pas si mal !

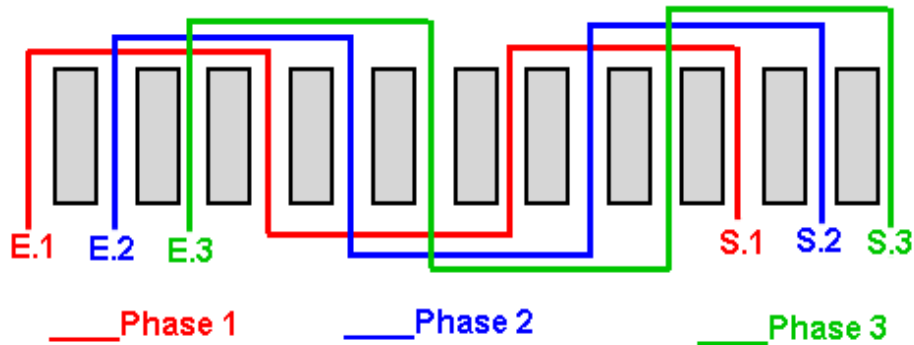
On peut obtenir, au final un aérogénérateur compact et léger , avec une masse de moins de 8 kg en haut du pylône.

1) CARACTÉRISTIQUES DE L'ALTERNATEUR D'ORIGINE:



Pourquoi utiliser cet alternateur particulièrement ? Parce qu'il possède trois particularités intéressantes à exploiter : Son stator est bobiné en « half-winding » ou spires incomplètes, et non à spires complètes comme la plupart des alternateurs automobiles. Le principe est exposé en page suivante.

Les droits de ces deux documents sont propriété de Jean Yves Seveno. © février 2004



- Ce type de bobinage est généralement plus simple à mettre en place.
- Ses phases d'origine sont branchées en triangle ce qui permettra une augmentation de tension d'un facteur de 1,73 en les connectant ultérieurement en branchement étoile.
- Ses encoches ne sont pas pleines et permettent d'ajouter 3 ou 4 fils par encoche comme nous le démontre la photo ci-après.



En exploitant ces trois avantages, on peut obtenir simplement un alternateur a bas régime tel que défini ci-dessus.

Résumé des caractéristiques d'origine :

Tension nominale : 12 a 14 volts

Puissance nominale : 50 Ampères soit 600 a 700 Watts

Vitesse de début de production utile : 1000 T/mn

Vitesse nominale : 3500 T/mn

V rotation minimale (amorçage):

Amorçage à 650 Timn ; 700 à 750 T/mn pour avoir 12v. A 650 t/mn , tension de 10,5 à 11 v ; tient une lampe de phare 40w allumée sans problème sous 10 volts.

Nature et caractéristiques des Inducteurs:

Résistance du rotor 50 A: 3,8 Ohm. Consommation moyenne: 3 à 3,5 A

Nature et caractéristiques des Induits:

Bobinage à spires incomplètes (en « S 12 fils par encoche ; fil de 1,2 mm. Connections d'origine des phases en triangle.

Mode d'excitation et Régulation : régulateur électronique intégré avec les balais.


Autres caractéristiques:

Redressement du courant par 6 diodes refroidies par un radiateur. Pas de diodes d'excitation.

Arbre court de 17 mm. 1 vis de 17 mm avec 6 pans creux en bout d'arbre.

Possibilité d'ajouter un prolongement d'axe à l'arrière, cache en plastique pouvant être facilement percé.

2) PREMIERES VERIFICATIONS

Nettoyer soigneusement et démonter entièrement l'alternateur, et vérifier que le stator présente bien les caractéristiques ci-dessus. 

Les droits de ces deux documents sont propriété de Jean Yves Seveno. © février 2004

Vérifier avec le multimètre en position « ohmmètre » que l'isolation-stator est bonne.
 En clair, la résistance entre les extrémités des phases et les tôles du stator doit être infiniment grande.
 Vérifier que les roulements sont **en bon état et n'accrochent pas**. Les changer au besoin.
 Vérifier que les balais (charbons) du régulateur sont de longueur suffisante et portent bien sur les pistes du rotor.
 Vérifier le bon état des 6 diodes de puissance.

3) MODIFICATIONS: Suppression du régulateur

La première modification à effectuer est la suppression du régulateur. Il est monobloc dans un boîtier métallique garni de résine. Il suffit de le déposer à la scie. Sur chacune des deux cosses des balais, souder un fil souple de câblage d'une dizaine de cm (rouge sur le balai positif)

Remonter l'alternateur et connecter le **fil rouge du balai +** au **+ de puissance**, sur le pont de diodes.
 Connecter le **balais -** à la masse et **au - du pont de diodes**. Connecter **le +** et **le -** du pont de diodes à une batterie d'auto. Une diode d'isolation (anti-retour) sera installée en série sur la ligne **+**

Effectuer un premier essai.

Sachant qu'il sera nécessaire de déconnecter rapidement la batterie auto pour mesurer la tension à vide à la sortie de l'alternateur un système de déconnection rapide sera à prévoir. Des pinces type automobile seraient utiles.

Pour ces essais, utiliser un moyen d'entraînement tel qu'une perceuse avec variateur de vitesse, ou une perceuse à colonne avec plusieurs vitesses; l'idéal étant d'installer l'alternateur sur le banc d'un tour à métaux, matériel dont j'ai la chance de disposer.

A titre indicatif, avant d'avoir touché aux bobinages , on doit obtenir des résultats proches de ceux-ci.

Vitesses (en T/mn)	Uo (tension à vide, en v) phases en triangle
365	Non amorcé
650	10
1140	15,5
2000	26,5

Modification des phases:

1) branchement en étoile.

La première modification des bobinages consiste à dessouder les extrémités des phases connectées deux par deux en triangle. Il faut ensuite repérer les trois entrées et les trois sorties.

Connecter ensemble les trois entrées et les souder à l'étain. Isoler avec de la gaine thermorétractable.

Reconnecter les trois sorties aux trois bornes du pont de diodes. Remonter l'alternateur et faire un essai au banc. Les tensions à vide relevées doivent être sensiblement celles-ci:

Vitesses (T/mn)	Uo phases en étoile
365	7,3
650	17,5 à 18
1140	27,1 à 17,9
2000	46 à 48

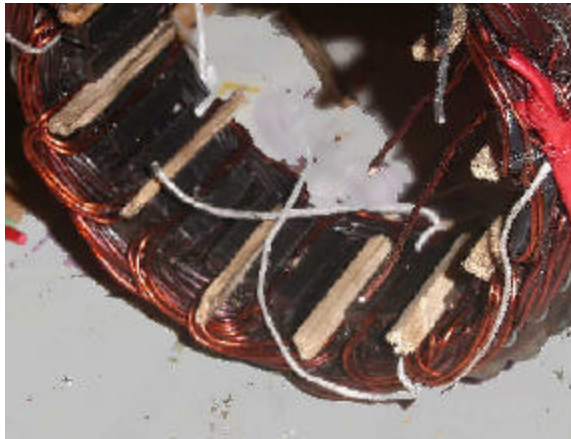
ATTENTION! : ne pas prolonger les mesures au-delà de quelques secondes, car le rotor est construit pour fonctionner sous 12v (max environ 15 volts) ! Il ne supporterait pas longtemps les surtensions.

2) Rallongement des phases (augmentation du nombre de spires.)

Grâce aux caractéristiques particulières de ce stator, il n'est pas nécessaire de défaire le bobinage pour le refaire.

La deuxième modification consiste simplement à rallonger chaque phase de 3 à 4 spires du même diamètre que le fil d'origine (1,2 mm) , en respectant le sens du bobinage.

Souder le fil de rallonge à chaque sortie de phase et isoler le raccord avec de la gaine thermo-rétractable. Bloquez vos bobines avec de petites languettes de bois en vous assurant qu'elle ne débordent pas.



Remonter l'alternateur et refaire un essai au banc. S'il n'y a pas d'erreur de bobinage, les valeurs de tensions à vide doivent avoisiner les suivantes:

Vitesses (en T/mn)	Uo phases en étoile rallongées de 3 à 4 spires
365	12 a 13 volts
650	23 a 24 volts
1140	35 a 37 volts

Ne pas faire d'essais au-delà de 1000 à 1200 T/mn, toujours pour éviter trop de surtensions dans le rotor. De toute manière, ces vitesses ne seraient pas envisageables en usage éolien sans précautions préalables.

3) ESSAIS DE PUISSANCE.

Si l'on récapitule, les modifications effectuées permettent d'atteindre une tension de 12 à 13 v aux alentours d'une vitesse de rotation de 350 à 360 T/mn, ce qui est une bonne valeur pour un usage éolien avec une hélice éolienne en prise directe. Les autres avantages de nos modifications, par rapport à un « rebobinage » classique avec du fil plus fin sont les suivants:

- on diminue relativement la résistance interne de l'alternateur (25 à 30% de résistance en plus, grand maximum), alors qu'en passant d'un fil de 1,2 mm à un fil de 0,7 mm, par exemple, on multiplierait la résistance interne au moins par 3, soit une augmentation de 300% !

- en conséquence, on aura une meilleure puissance électrique restituée , un meilleur rendement et un couple d'entraînement nécessairement plus faible.

Le tableau ci-dessous donne à titre indicatif les essais réalisés sur une batterie de 12 v et 125 Ah avec la version proposée dans ce document, comparée à une autre version entièrement rebobinée avec du fil de 0,8 mm, demandant donc davantage de modifications

Version avec 3 spires ajoutées en fil de 1,2 mm, présentée dans ce document,

Version avec bobinage refait en fil de 0,8 mm (30 spires, contre 12 à l'origine)

Vitesse en Timn	Tension à vide Uo	Tension en charge Uc	Courant de charge	Puissance électrique restituée	Tension à vide Uo	Tension en charge Uc	Courant de charge	Puissance électrique restituée
210	Non amorcé	NA	NA	NA	8,6	0	0	0
365	13,3	13	0,1 amp	1,3 W	18	13,2	1,6	21
650	23,2	13,2	10,8 amp	142,5 W	33,4	13,3	7,5	100
1140	35,6	13,6	17,8 amp	242 W	Essai impossible couple mécanique trop élevé)			

Les droits de ces deux documents sont propriété de Jean Yves Seveno. © février 2004

Les essais sont réalisés sur un petit tour de mécanicien muni d'un moteur d'un demi-cheval, soit 368 w, environ.

On remarque que la version rembobinée qui semble plus séduisante (amorçage et tension nominale obtenus à plus bas régime.) n'est pas intéressante .

L'amorçage se produit certes très tôt, mais le rendement globalement moins bon se traduit par un couple d'entraînement beaucoup trop élevé; celui-ci est si élevé à 1140 T/mn, dans la deuxième version, que mon tour capitule et s'avère incapable d'entraîner l'alternateur, même à vide. Des essais avec une hélice de 1,70m montrent que celle-ci est incapable de prendre sa vitesse au moment de l'amorçage de l'alternateur , ce qui n'est pas le cas avec la version « à spires ajoutées »

CONCLUSIONS.

Les modifications que je propose sur cet alternateur sont les plus simples qui soient et ne nécessitent pas de refaire tout le bobinage du stator.

Elles donnent d'excellents résultats qui doivent permettre d'atteindre une puissance de 250 w à une vitesse raisonnable pour une hélice éolienne de 1,60m à 1,70m en prise directe

VOTRE PROJET/RÉALISATION

Deuxième partie

Jean-Yves Seveno nous parle de son éolienne



Vue d'ensemble de mon éolienne 50-60 Watts

PRINCIPES :

Trois principes ont guidé la conception et la réalisation de ce petit aérogénérateur.

- La simplicité mécanique maximale; régulation par effacement latéral de l'hélice.
- La légèreté maximale.
- L'utilisation de matériel et de solutions déjà éprouvés et disponibles sur le marché (matériel automobile)

Ceci doit normalement conduire à une fiabilité maximale.

Performances générales de la machine :

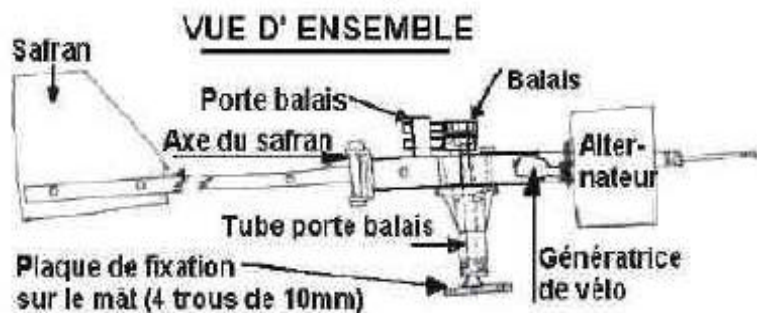
Vitesse de démarrage de l'hélice: 3 m/s, soit 11 km/h (vitesse nécessaire pour prendre son régime)

Vitesse de début de charge : 3,3 m/s (12 km/h) ; soit une vitesse de rotation de 300 à 350 t/mn environ.

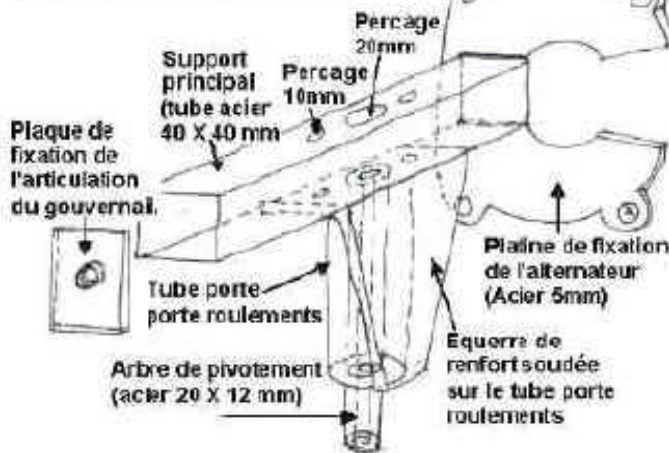
Vitesse nominale : 9 m/s

Puissance nominale : 50-60 Watts (soit 4 à 4,5 ampères sous 13,5 à 14 volts)

Charge de batteries de 12 volts : dans le cas présent, une batterie de tracto-pelle de 125 Amp/h (tracto-pelle = "loader" ou "pépine" pour nos amis canadiens et québécois) .



SUPPORT et PIVOT VERTICAL



DESCRIPTION :

Architecture et caractéristiques générales :

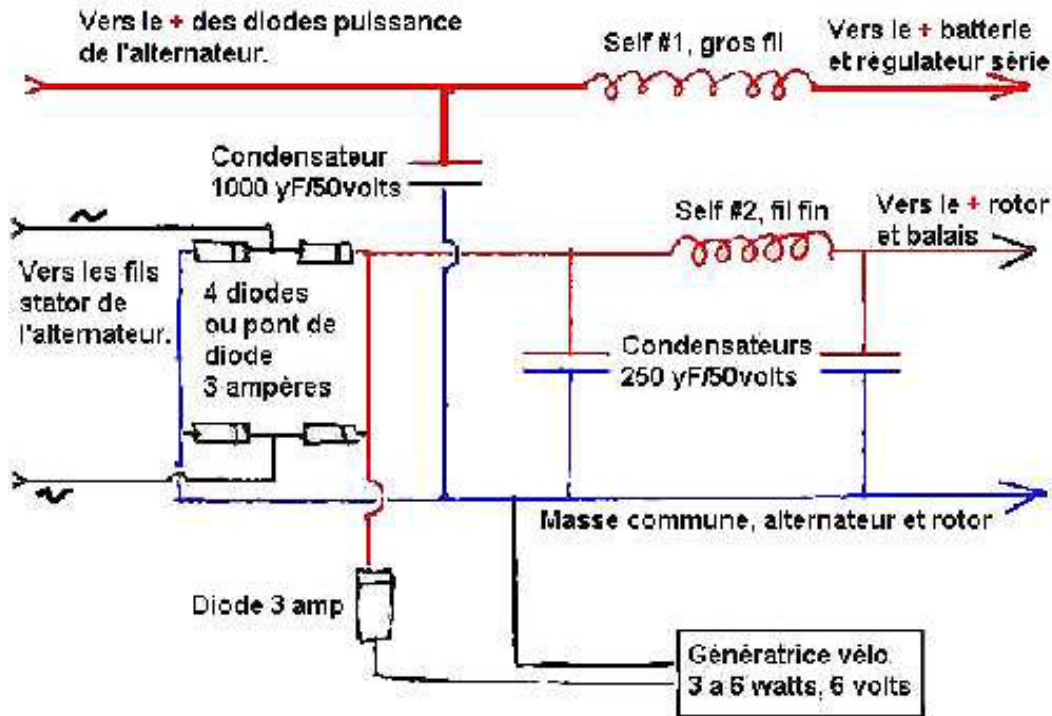
La nacelle est organisée autour d'un tube carré de 40 X 40mm en acier.

L'alternateur est fixé à l'avant sur une platine décentrée ; le pivot est en dessous et le gouvernail boulonné à l'arrière.

Tout est donc démontable et modulaire.

Le collecteur (deux balais d'alternateur) est fixé au dessus du bras carré, dans un boîtier étanche.

Le câblage est extérieur, protégé des intempéries et une bonne couche d'hydrofuge à base de silicone (produit pour la protection des circuits électriques en automobile).



Le système d'excitation est contenu dans un boîtier étanche adjoint au capot du collecteur.

Le pont de diodes de puissance, moins encombrant que celui d'origine est boulonné à l'arrière de l'alternateur, sous le capotage du câblage.

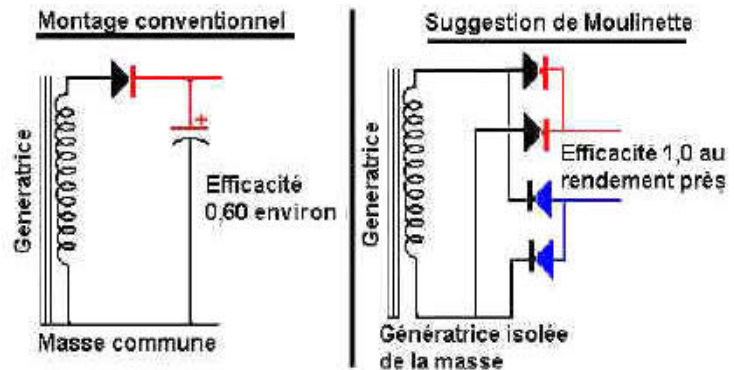
Alternateur : J'ai utilisé un alternateur de voiture , ce qui garanti une bonne fiabilité. Dans ce cas, il s' agit d'un PARIS-RHONE monophasé de 28 ampères provenant d'une "deux-chevaux" partie à la ferraille ! Les modifications apportées permettent d'obtenir des performances acceptables a bas régime. Elles doivent aussi permettre de résister aux intempéries sans compromettre le refroidissement.

Modifications apportées à l'alternateur, modifications électriques :

L'auto-excitation a bas régime (environ 300 t/mn) est obtenue avec une génératrice de bicyclette (dynamo) entraînée par l' arbre de l'alternateur. Cette génératrice qui produit un courant alternatif débite dans un circuit électronique a base de selfs (bobines sur noyau ferrite ou métal) et capacités (condensateurs électrolytiques) qui permettent le lissage courant/tension et réhausser l'énergie générée vers le rotor { cf schéma électrique plus haut } . Ce dispositif est emprunté aux suggestions de Moulinette [Alternateur]

Remarque de Moulinette.

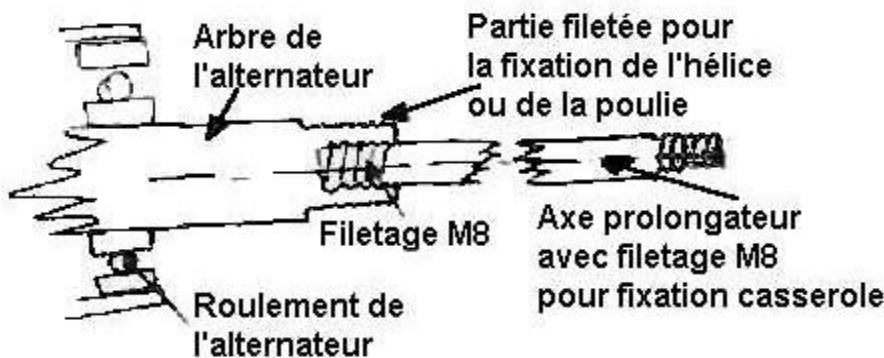
Lorsque l'on prévoit la pré-activation du rotor à l'aide d'une petite génératrice de vélo (sortie CA) il est recommandé d'isoler électriquement la masse de cette génératrice de la masse de l'éolienne. Un simple isolant (plexiglass par exemple) ou tout autre matériel isolant fait l'affaire. On peut ainsi extraire l'optimum de tension/courant. Cette simple astuce a laquelle vous ajoutez un pont de diodes augmente le rendement de près de 30 %, voir plus ! Il existe aussi des génératrices CC provenant par exemple de mobylettes et autres petits deux roues. En consultant votre marchand préféré vous trouverez certainement un générateur CC ou dynamo CA de puissance plus confortable, d'ou meilleur rendement



Etanchéité :

- Toutes les ouvertures ont été obturées a l'aide de produits de carrossier (tissus de fibre de verre en vrac et résine polyester). Les joints soumis à démontage ont été garnis de mastic silicone souple (produit pour baignoires).

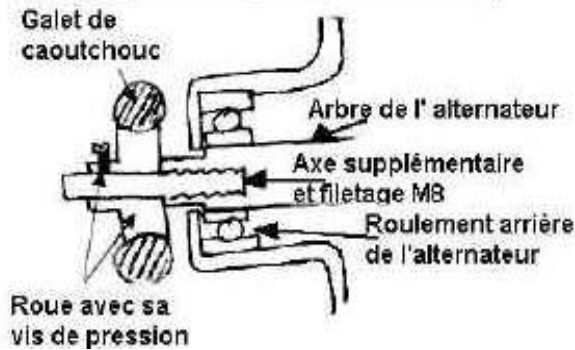
PROLONGEMENT AXE



Modifications mécaniques

- Prolongement de l'arbre pour entrainer la génératrice {cf schéma gauche} L'arbre a été percé a l'arrière puis taraudé M8 (environ 3/8 de pouce). On y visse un prolongateur sur lequel est fixée la roue caoutchoutée qui entraine la génératrice de bicyclette avec un rapport de multiplication de 2,5 environ. C'est un minimum

Prolongement arrière



Prolongation de l'arbre pour la fixation du cône à l'avant de la machine {cf schéma droit} selon le même principe qu'à l'arrière.

L'arbre a été percé et aussi taraudé M8. On y visse une tige d'acier supportant le cône permettant ainsi de l'immobiliser avec un écrou

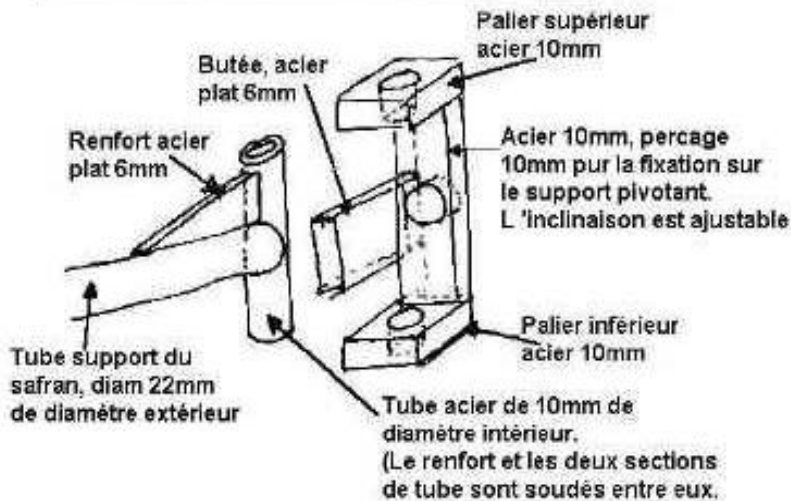
Allègement du carter :

- Toutes les excroissances inutiles ont été supprimées, y compris les anciennes pattes de fixation de l'alternateur. Celle-ci se fait désormais par l'arrière, à l'aide des boulons réunissant les deux carters du boîtier alternateur.

Refroidissement de l'alternateur :

Du fait de l'absence de ventilation, on aurait pu craindre un échauffement excessif de l'alternateur, mais compte-tenu de la puissance modeste, l'échauffement reste tout à fait acceptable. La machine a fonctionné des semaines entières de vents soutenus, sans avaries particulières. J'avais pensé monter un interrupteur thermique sur le stator et/ou le circuit d'excitation, mais le décrochage de l'alternateur risque de provoquer l'emballement de l'hélice et sa destruction par vent fort. En effet, la régulation par effacement latéral ne permet pas le contrôle de vitesse de rotation si on diminue la charge. On pourrait monter cet interrupteur thermique si l'hélice était à pas variable.

ARTICULATION DU GOUVERNAIL



REGULATION MÉCANIQUE

Le système choisi est le plus simple, et de surcroît facile à régler et à modifier (on peut agir facilement sur les différents paramètres : bras de levier, surface du safran, raideur du ressort.) Il s'agit ici du système de décalage du pivot et gouvernail effaçable; l'axe de rotation est incliné et c'est le poids du gouvernail qui ramène la nacelle en position. Un ressort additionnel permet de régler le seuil de vent au-delà duquel intervient la régulation. Ce système compatible avec une hélice tripales de petite taille permet une régulation grossière et une mise en sécurité simple et

fiable.

La construction est très simple, le gouvernail étant constitué d'un simple tube sur lequel un empennage de contreplaqué de 6mm est fixé par trois brides et des écrous (matériel d'antennes de télévision récupérés)

Régulation électrique :

Là, tout est à faire ! Le plus simple est recommandé. Moulinette offre quelques solutions adaptables et son auteur n'est pas avare de suggestions, voire envois de schémas simples bien que non publiés sur ce site.

N'hésitez pas à consulter Moulinette ou Michel son géniteur en cas de doutes ou infos complémentaires.

Batteries d'essais :

Actuellement pour les essais l'éolienne débite dans une batterie de tracto-pelle de 12 volts, 125 amp/h. J'envisage des batteries de plus grande capacité.

Remarque de Moulinette. Au prix d'une dépense plus élevée, procurez vous des batteries de grande capacité en rapport bien entendu avec l'énergie générée de votre "bébé". Voyez les suggestions [Batteries]

HÉLICE

Afin d'obtenir un niveau de vibrations le plus bas possible j'ai opté pour une hélice tripaless d'un diamètre de 1,25m

PROFILS EPPLER

Eplier 197

Pourcentage de la corde	0,000	0,316	1,104	3,990	11,561	34,60	107,90	330,16	1000,00	3080,47	9516	29000	88310	26935	8210	25070	7690	2390	100
Extrados	0,000	0,785	1,083	3,600	5,479	7,14	8,44	9,41	9,99	10,01	7,54	5,92	4,25	2,73	1,48	0,96	0,533	0,219	0,00
Pourcentage de la corde	0,279	1,184	2,565	4,438	6,510	10,40	14,82	19,23	24,41	30,00	35,72	41,72	48,00	54,74	61,57	68,00	74,57	80,04	100
Intrados (négatif)	0,640	1,278	1,893	2,464	3,000	3,56	4,20	4,80	5,34	5,75	6,07	6,25	6,31	6,27	6,10	5,79	5,29	4,64	0,00

Eplier 196

Pourcentage de la corde	0,000	0,360	1,226	4,190	13,917	44,82	142,20	450,00	1390,00	4200,00	12600	37800	113400	340200	1020600	3061800	9185400	27556200	100
Extrados	0,112	0,86	1,719	3,540	5,33	8,90	13,12	18,85	26,97	38,37	54,17	76,55	106,40	146,66	202,20	280,00	384,00	516,00	0,00
Pourcentage de la corde	0,196	0,986	2,295	4,112	6,206	10,10	15,53	23,14	34,54	51,36	76,04	110,00	161,00	234,00	340,00	500,00	720,00	1000,00	100
Intrados (négatif)	0,400	1,043	1,653	2,263	2,900	3,500	4,053	4,55	5,00	5,35	5,60	5,74	5,78	5,74	5,60	5,35	5,00	4,55	0,00

(tirés de la revue *RADIO-MODELISME* de mai 1981) EPPLER est un aérodynamicien allemand

à pas fixe, profil évolutif et angles de calage évolutifs.

J'ai utilisé le profil EPPLER-197 destiné normalement au modélisme avion {cf corrdonnées ci-dessous}.

Cela garantit de meilleures performances que les habituels NACA à bas régimes et faibles nombre de Reynolds.

Les pales sont construites en bois lamellé-collé sur moule { épaisseurs de contreplaqué qualité aviation superposé de 2mm chacune }.

Corde maximale à la base des pales : 11 cm. Corde en extrémité 4 cm

Le moyeu des pales est constitué du moyeu d'une poulie de pompe à eau de camion dont j'ai démonté la jante, fixée sur le moyeu par 3 boulons M8. J'ai ainsi un support à trois branches en acier coulé sur lequel j'ai soudé les plaques et contre-plaques enserrant chaque pale. L'ensemble est léger et résistant { cf schéma }


Chaque pale est fixée dans son support par trois boulons M6 en acier inox, avec rondelles.

La casserole d'hélice est constituée d'un cône destiné aux modèles réduits d'avions { diamètre : 8 cm }. Toute autre solution est acceptable... y compris absence de cône !

Cette hélice tripaless est surdimensionnée car l'alternateur utilisé demande un couple d'entraînement élevé dès qu'il est amorcé

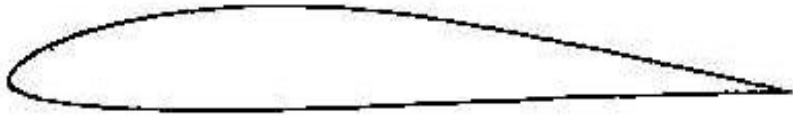
Ce choix de diamètre permet cependant le démarrage et le début de charge pour un vent assez faible, aux environ de 3,5 m/s.

Le rendement est assez mauvais a bas régime dès qu'il est amorcé, comme la plupart des alternateurs d'automobile dont les premiers Watts produits sont utilisés pour l'alimentation du rotor. Les essais effectués ont montré que cette hélice soignée [finition miroir] peut atteindre sans problèmes des " lambda zéro " de 8 à 9.

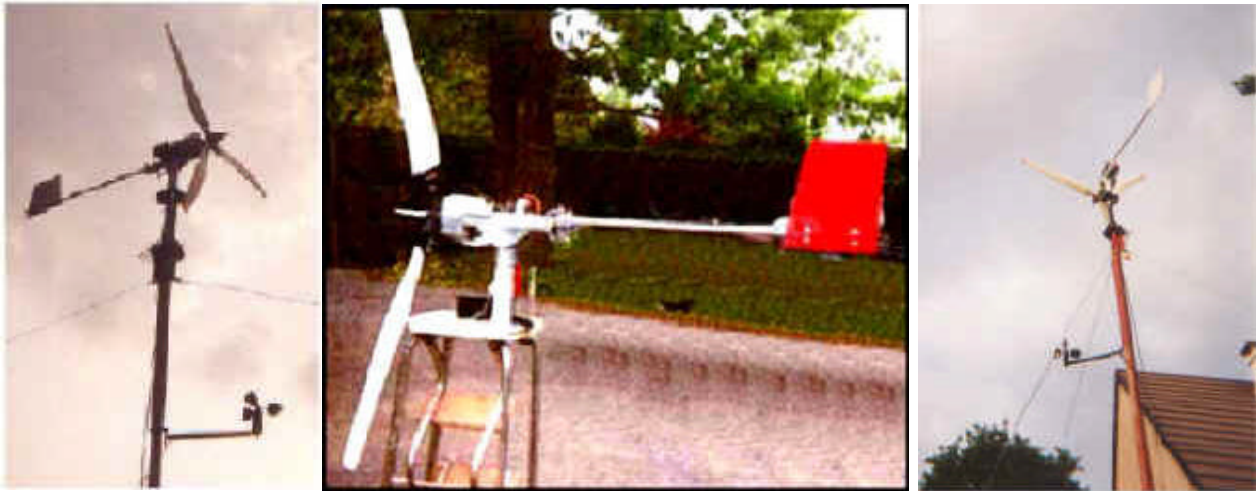
Coupe du profil en page suivante  .

Les droits de ces deux documents sont propriété de Jean Yves Seveno. © février 2004

Type de profil utilisé



EN PHOTOS



Ciel de Bretagne

Avant l'installation sur le mât porteur.

Et voilà la beauté sur son mât

Notes de Moulinette : Les roses.

Voici une magnifique réalisation de Jean Yves. Un alternateur mono-phasé de vieille 2CV Citroen se paye une nouvelle vie. Les hélices en bois collé-laminé. LA solution pour une durée de vie appréciable ET solidité. Le système de régulation par effacement du plan vertical du gouvernail est une solution duement éprouvée. La nacelle et les éléments mécaniques en acier sont à l'épreuve du temps, DES bons et mauvais temps.

Les épines, bien douces en réalité !

L'ami Jean Yves possède visiblement un outillage élaboré d'ou, travaux de réusinage de l'axe alternateur dans son atelier. Idem pour les travaux de soudure. Soudure à l'arc semble t'il. Malheureusement la majorité des copains n'a pas cette chance.

Lorsque par absolue nécessité de soudures, à l'arc ou autogène, n'hésitez pas a faire appel a des pros. Pour une modique somme, Euros, Francs ou Dollars, vous vous évitez bien mes maux de tête.

Circuit électrique.

Bien que le système mono-phase est le plus simple, il n'en demeure pas moins que le rendement mono est du genre modeste.

Cependant a la défense de Jean Yves, la simplicité a été son mot d'ordre et le rebobinage (inspiré des suggestions de Moulinette) de l'alternateur respectant le type de bobines initiales a été une excellente décision de la part de Jean-Yves.

En supposant une modif bi-phase (lorsque possible ou réalisable) le rendement de 1 (valeur référence) passerait à environ 1,4 en bi-phase montage série et 1,73 en tri-phase montage étoile.

En résumé, voici un excellent exemple de ce qui est possible de réaliser a très peu de frais, hormis quelques heures de boulot en atelier et, longues cogitations. **BRAVO Jean Yves.**

Vous pouvez contacter Jean Yves. Téléphone (France, région de Nantes) 02 40 30 12 96