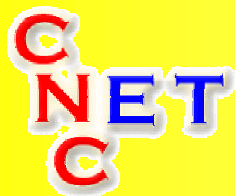
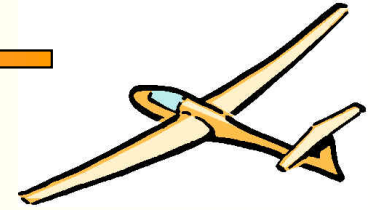


Les Moteurs Pas a Pas

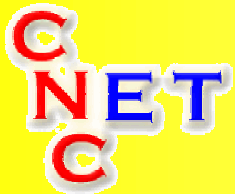
Gerard Yvraut



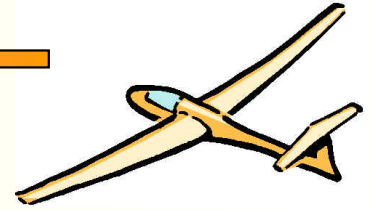
Les moteurs Pas à Pas



- Pourquoi des moteurs Pas à Pas.
- Types de Moteurs Pas à Pas
- Moteurs Unipolaires et Bipolaires
- Electronique typique de commande
- Alimentation
- Couple
- Branchements
- Adresses.



Pourquoi des moteurs Pas a Pas



- **Avantages:**

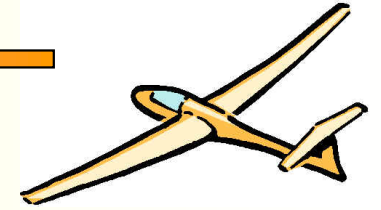
- Rotation constante pour chaque commande (précision meilleure que 5% d' un pas).
- Existence de couple à l' arrêt.
- Contrôle de la position, de la vitesse et synchronisation de plusieurs moteurs (pas de besoin de contre-réaction).
- Moteur sans balais.

- **Inconvénients:**

- Plus difficile à faire fonctionner qu 'un moteur a courant continu.
- Vitesse et couple relativement faible.
- Couple décroissant rapidement lorsque la vitesse augmente.
- Résonance mécanique.



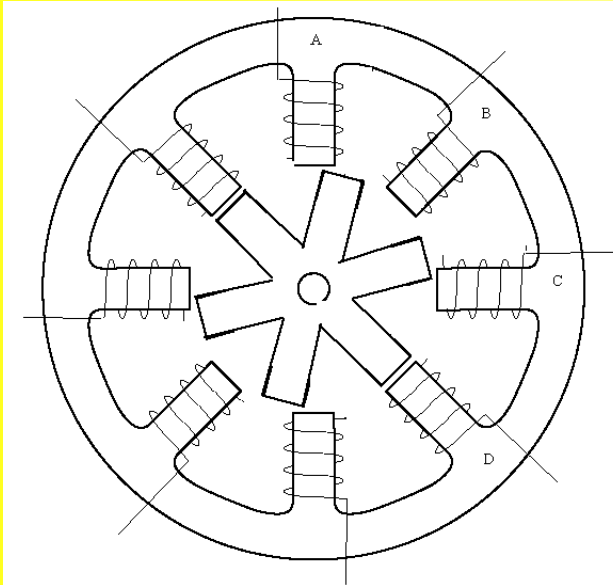
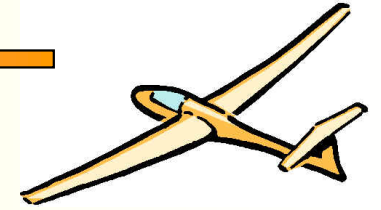
Les différents types de Pap



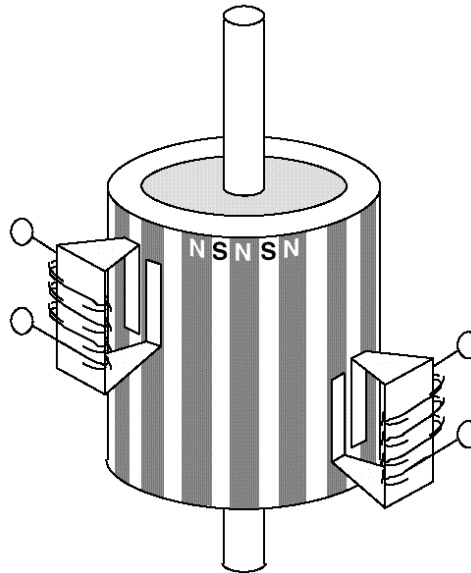
- Trois catégories de moteurs:
 - A réluctance variable: On ne sent pas les pas.
A caractéristique électrique identique, un tel moteur est moins puissant, mais plus rapide que les moteurs à aimant permanent. Sans doute les plus anciens.
 - A aimants permanents: on sent les pas.
Ce sont des moteurs à faible coût de revient, et de résolution moyenne (jusqu' à 100 pas/tour).
 - Les hybrides:
Ces moteurs combinent les 2 technologies précédentes, et sont plus chers. Leur intérêt réside dans un meilleur couple, une vitesse plus élevée, et une résolution de 100 à 400 pas/tour.
 - Les moteurs les plus courants sont ceux à aimants permanents et les hybrides.



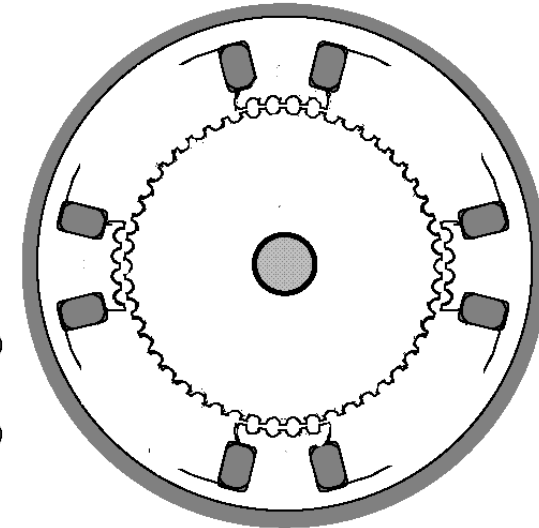
Les différents types de Pap



Reluctance
Variable

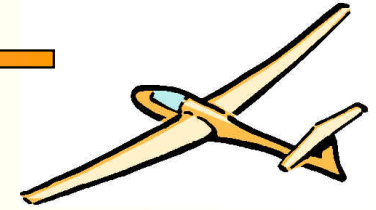


Aimants
permanents



Hybride

Unipolaires et Bipolaires

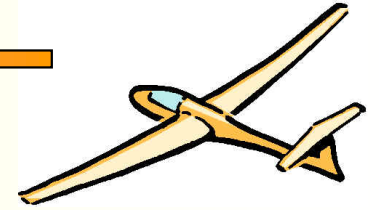


- Les bipolaires:
 - 4 fils, avec 2 bobines indépendantes (appelé « 2 phases »).
- Les unipolaires:
 - 5 fils, 1 commun aux 4 bobines, plus un par bobine.
 - 6 fils, 2 bobines avec point milieu (parfois appelé « 2 phases »).
 - 8 fils, 4 bobines indépendantes, également appelé universel.
 - Par abus de langage, ces moteurs sont tous appelés « 4 phases ».

Ce sont les moteurs pour GP99 et BB00.
- Et les moins classiques:
 - 4 ou 6 fils avec un point commun à toutes les bobines. Ce sont des moteurs unipolaires avec 3 ou 5 bobines. Ces moteurs sont appelés 3 ou 5 phases.

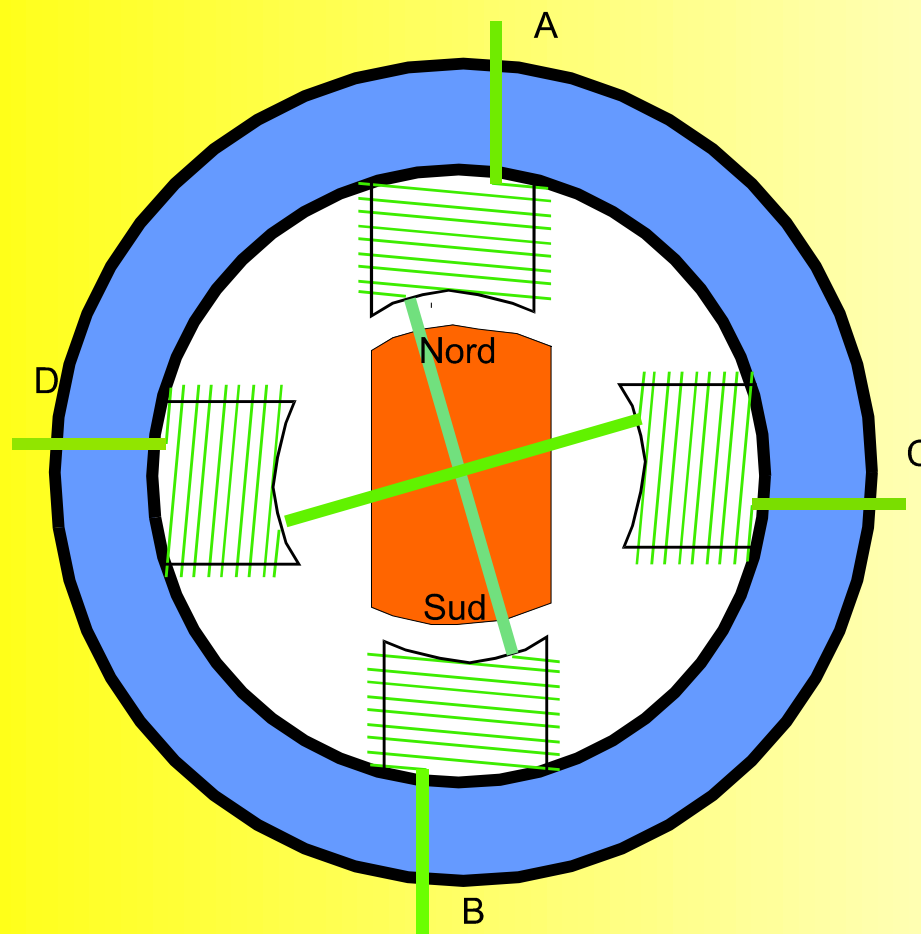
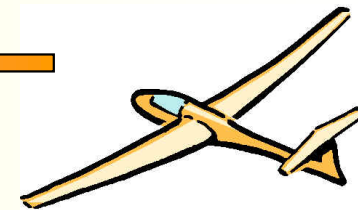


Comparaison des types de Pap

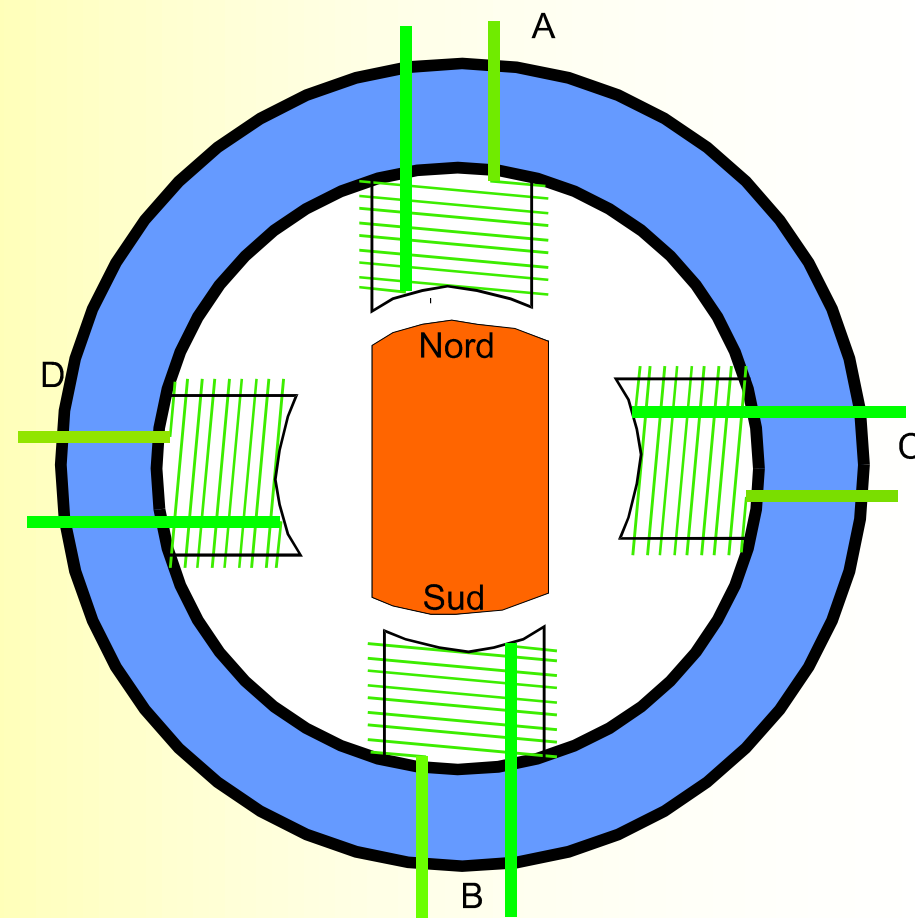


- Bipolaire:
 - Puissance disponible plus élevée pour à caractéristiques mécaniques identiques.
- Unipolaire:
 - Les moins chers!
 - Plus facile à mettre en oeuvre. C' était surtout vrai avant l' arrivée de circuits intégrés spécialisés.

Unipolaires et Bipolaires

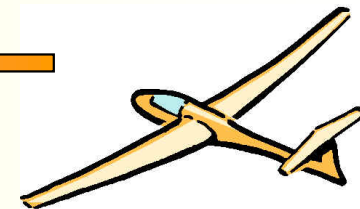


Bipolaire

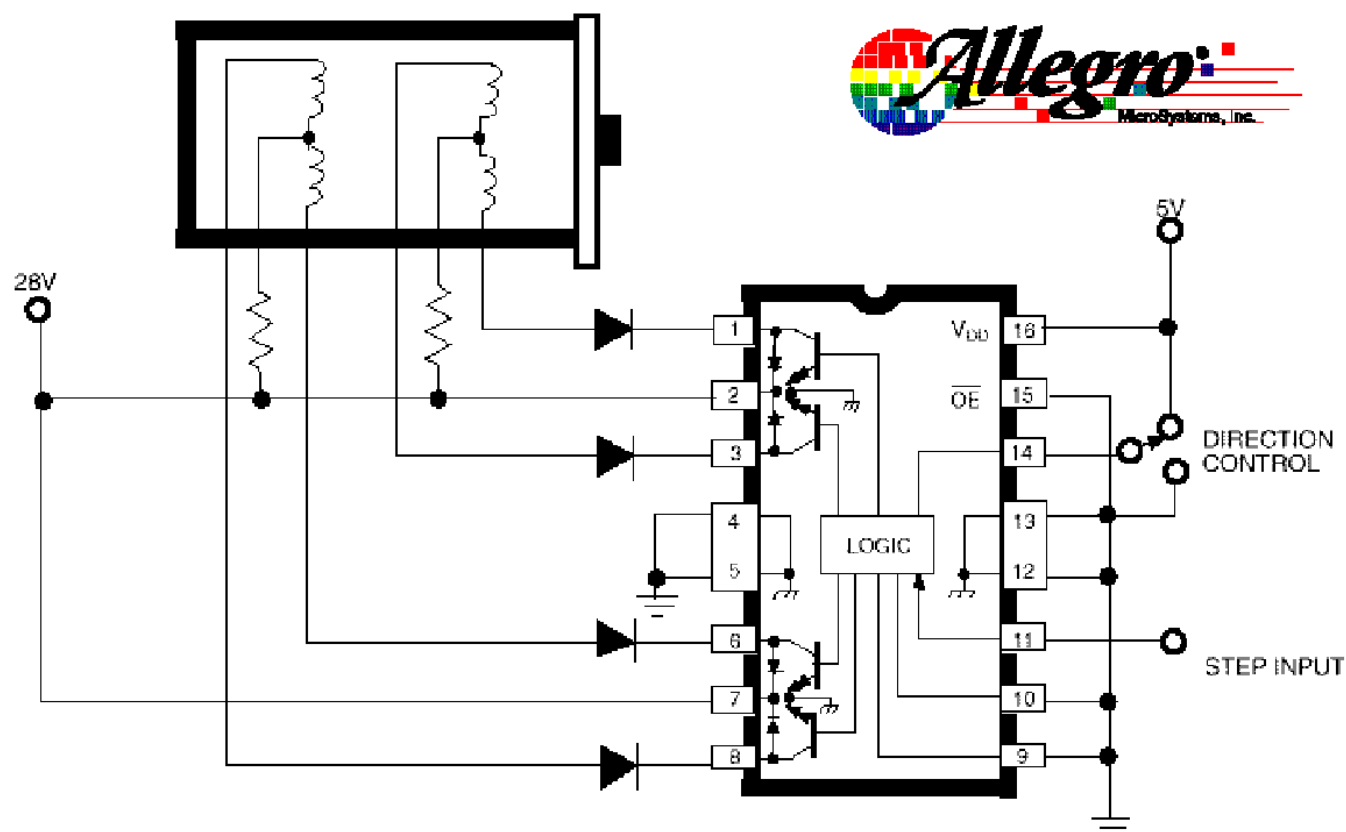


Unipolaire
"8 fils"

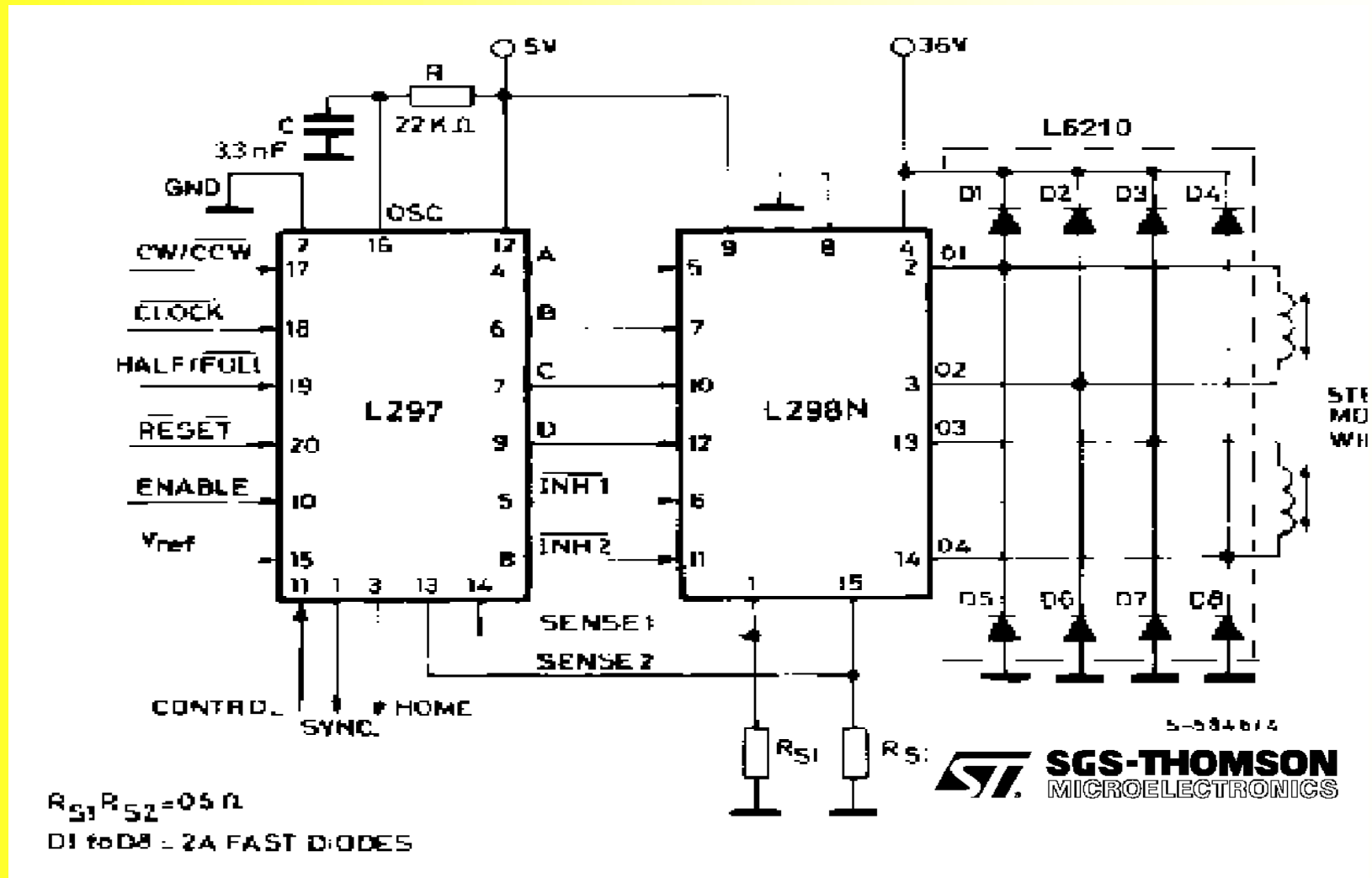
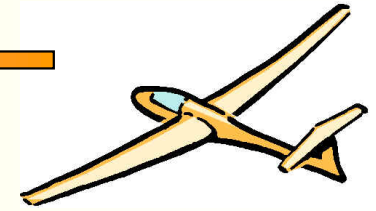
Electronique Pap Unipolaire



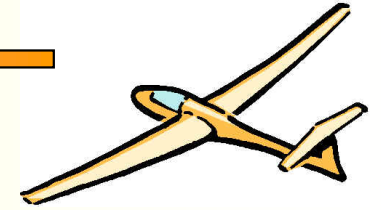
TYPICAL APPLICATION L/R Stepper-Motor Drive



Electronique Pap Bipolaire



Les caractéristiques des Pap



- **Electrique:**

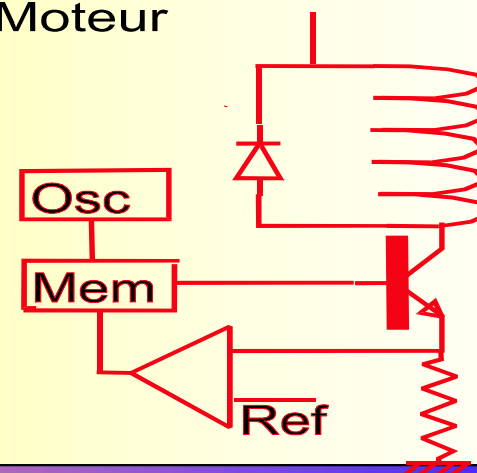
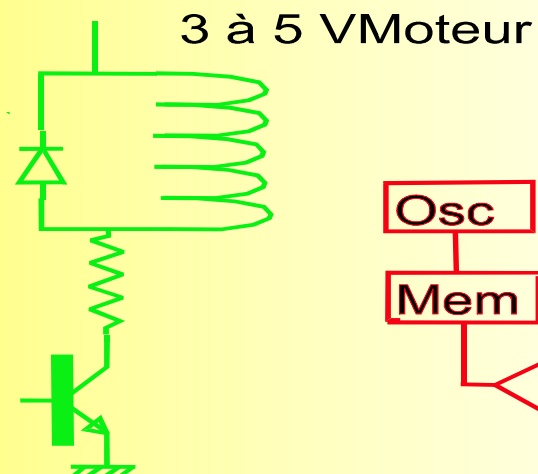
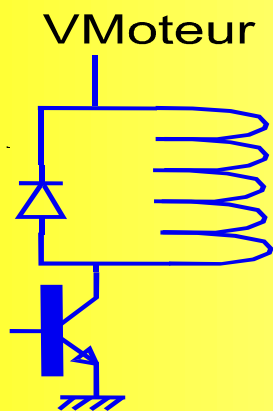
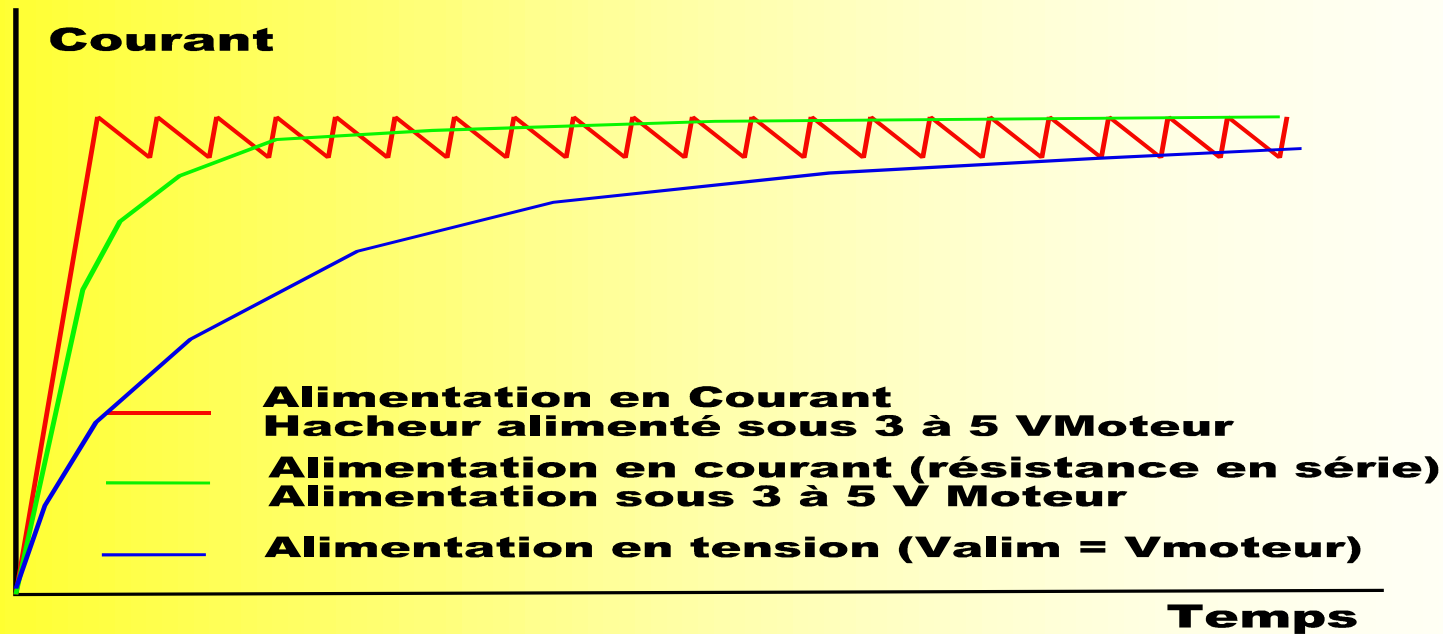
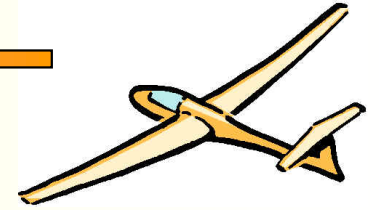
- Définies par le voltage le courant et la résistance de chaque bobine.
Le paramètre important est le courant! A ne jamais dépasser.
- Pour l' amateur, la valeur de la self du moteur n' est pas indiquée.

- **Mécanique:**

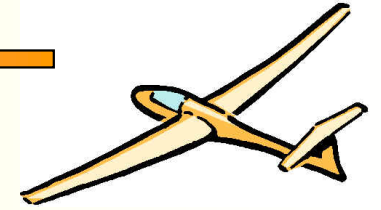
- Pas par tour (valeurs classiques: 12, 24, 48, 100, 200).
- Parfois la taille, c' est le diamètre en 1/10 de pouce.
- Dans le monde amateur les paramètres suivants sont rarement indiqués:
 - le couple
 - la vitesse de rotation maximum
 - la fréquence de résonance, rarement indiquée.



Alimentation des Paps

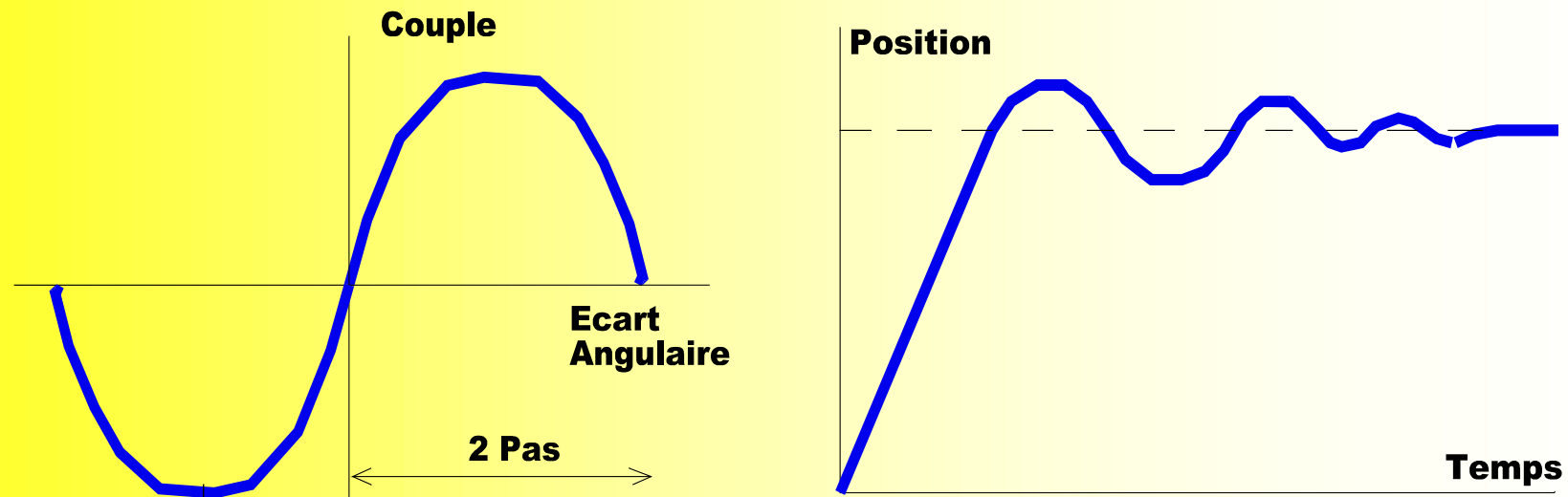
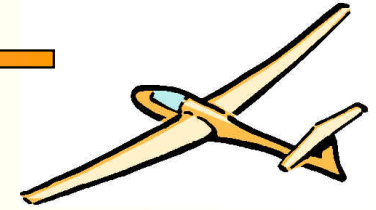


Alimentation des Paps



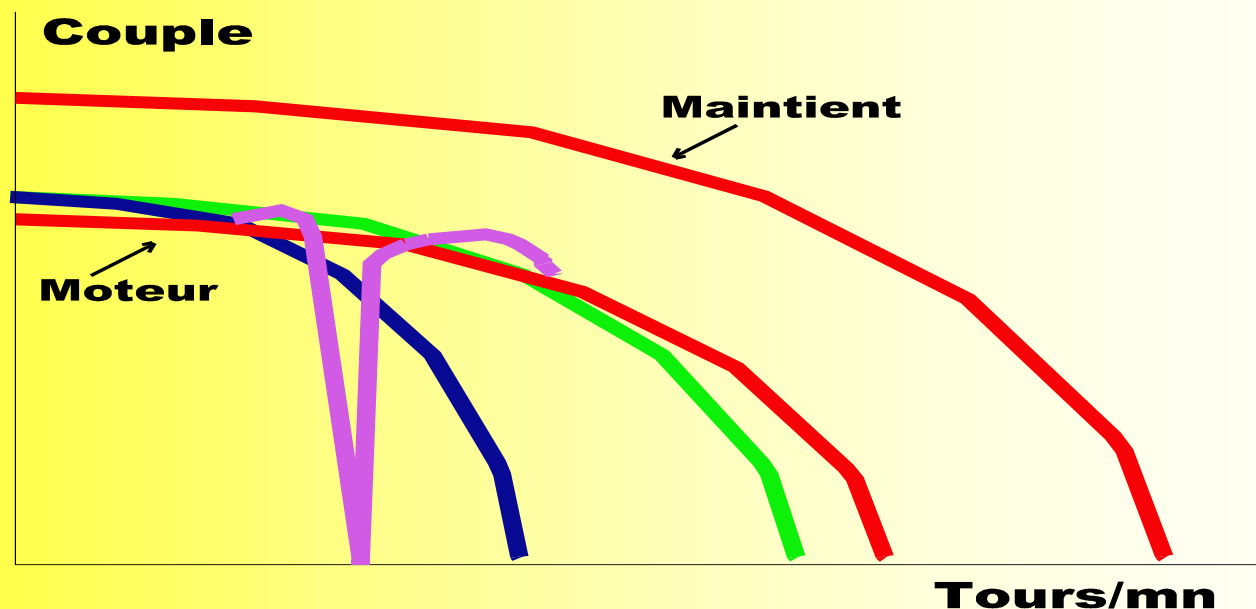
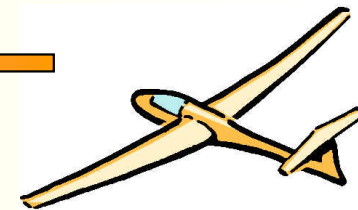
- Un moteur Pap alimenté à son courant nominal peut chauffer de 60 à 70 degrés par rapport à la température ambiante. Attention aux brûlures!
- Un moteur qui chauffe plus à l'arrêt qu'en fonctionnement est sous-alimenté (cas typique du moteur alimenté en tension, dès que la vitesse de rotation augmente). Ce n'est un problème que si la puissance disponible est insuffisante, il faut alors passer à un mode d'alimentation «en courant».
 - Ceci n'est vrai qu'en mode de fonctionnement pas entier.
- Calcul de la résistance pour une alimentation en courant contrôlé par résistance série (choisir une résistance non inductive):
 - $R = (V_{\text{Alim}} - V_{\text{Moteur}}) / I_{\text{Moteur}}$
 - Puissance dissipée $P = (V_{\text{Alim}} - V_{\text{Moteur}}) * I_{\text{Moteur}}$
 - Ex: un moteur prévu pour 5V, 200mA, alimenté sous 15V nécessite une résistance de $(15 - 5) / 0,2 = 50 \text{ Ohms}$, $(15 - 5) * 0,2 = 2 \text{ Watts}$.

Couple et positionnement



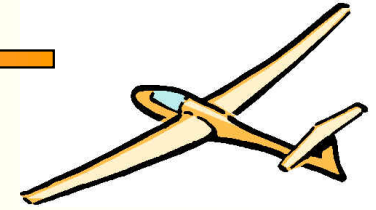
- Le couple exercé par un Pap est fonction du décalage entre la position idéale du moteur et sa position réelle (angle entre le champ électrique généré par les bobines et l'aimant tournant).
 - Un moteur pap (en charge) n'est jamais positionné sur un pas,
 - Lors d'une commande d'un pas, le moteur atteint sa position d'équilibre après une oscillation amortie. Il y a risque de résonance et perte complète de puissance (en général vers 100 à 200 pas/seconde).

Couple et vitesse de rotation



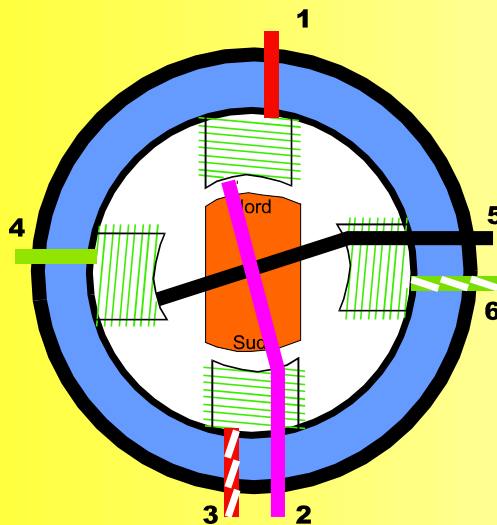
- En vert et bleu, effet du mode d'alimentation sur le couple moteur.
- «En dessous» de la courbe rouge du bas, zone de démarrage instantané du moteur. Entre les 2 courbes rouges, ne peut être atteint que par accélération progressive.
- En violet effet de la résonance du moteur. Si vous rencontrez ce soucis, passer en mode de commande par demi-pas (autre solution: augmenter les frottements de la mécanique!!!).

Branchement des Paps



- Repérer les bobines à l'ohmmètre.
Pour les moteurs à 5 ou 6 fils, le point commun est celui qui présente la même résistance par rapport aux autres fils.
- Chercher une logique dans la couleur des fils, par exemple chaque bobine ayant un fil de couleur chaude, et un de couleur froide. Cette logique a de bonnes chances de correspondre à la polarité de la bobine.

Un exemple de moteur à 6 fils:



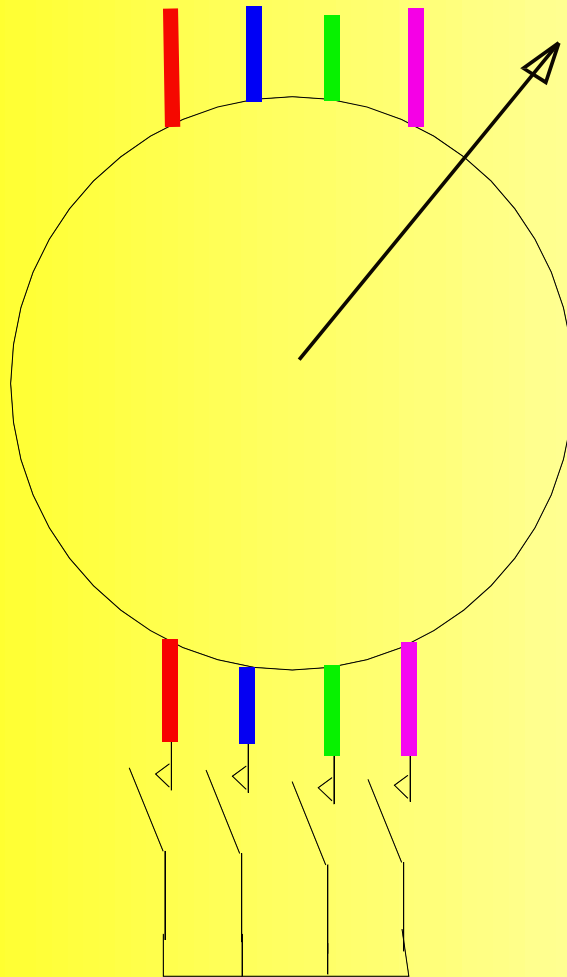
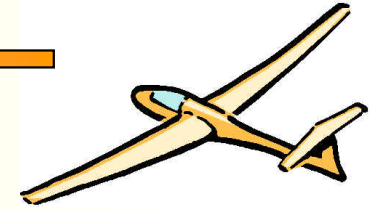
Résistances:

entre 1&2, 2 &3, 4&5, 5&6: 20 Ohms

entre 1&3, 4&6: 40 Ohms

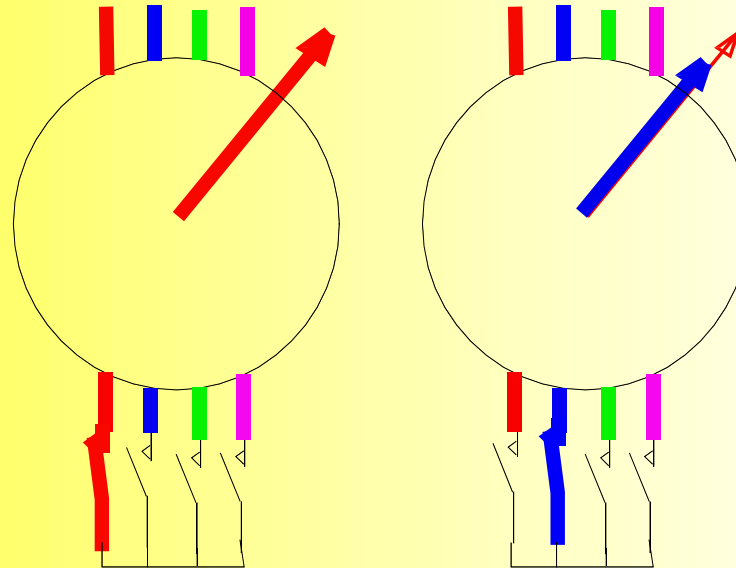
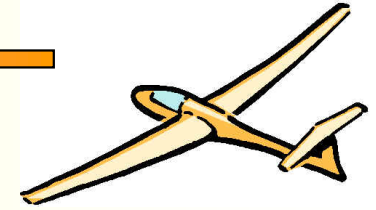
Fils 1 & 3 (extrémités d'une même bobine) sont "rouge" et "rouge-blanc". L'autre bobine a des "vert" et "vert-blanc".

Branchement des Paps



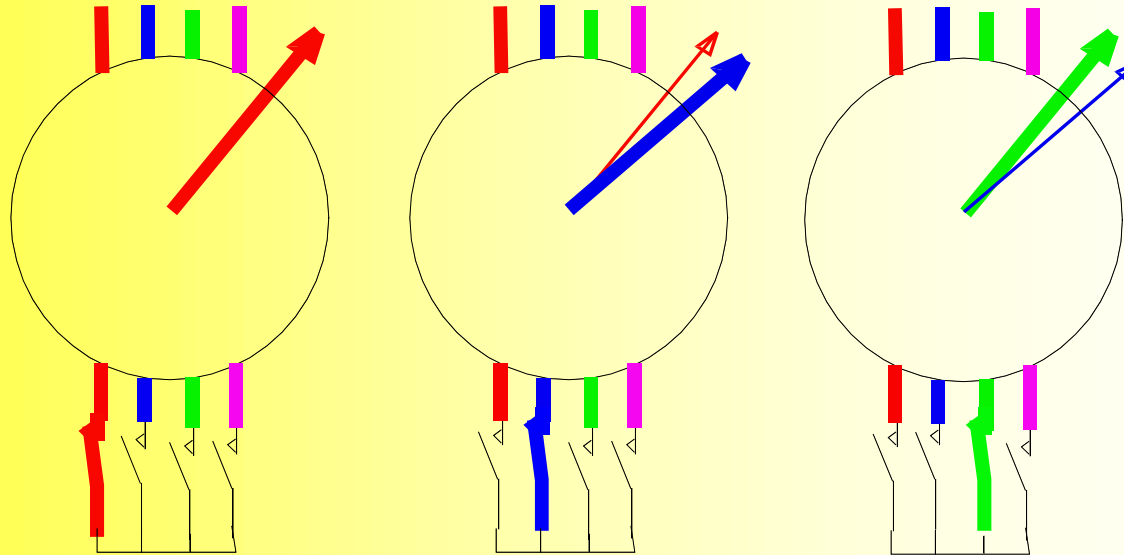
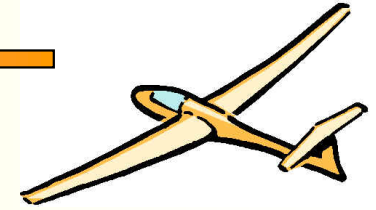
- Réaliser un montage de test avec 4 interrupteurs. Ce montage sera alimenté sous une tension inférieure ou égale à la tension nominale du moteur. Tous les interrupteurs seront initialement ouverts.
- Fixer sur l'axe du moteur un pointeur, permettant de repérer la position de l'axe.
- Manipuler les inter en séquence:
 - 1-Fermer le rouge,
 - 2-Fermer le bleu, puis ouvrir le rouge,
 - 3-Fermer le vert, puis ouvrir le bleu,
 - 4-Fermer le violet, puis ouvrir le vert,
 - 5-Fermer le rouge, puis ouvrir le violet,
 - 6-retourner au point 2.

Branchement des Paps



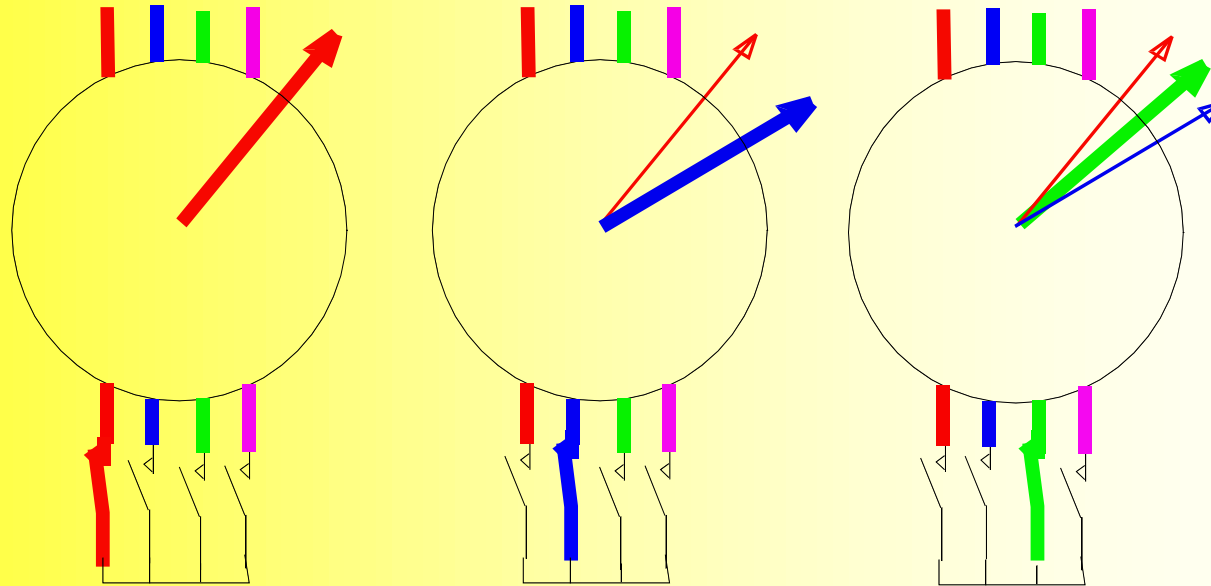
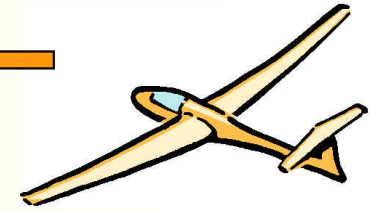
- Le moteur ne tourne pas, et si vous essayez de le faire tourner a la main vous ressentir bien un couple moteur:
 - La polarité des bobines rouge et bleue n'est pas compatible. Inversé le branchement d'une des 2 bobines, par exemple la bleu.
- Ce cas de figure ne se présente pas avec les moteurs 5 fils puisque la polarité est prédéfinie grace au point commun.

Branchement des Paps



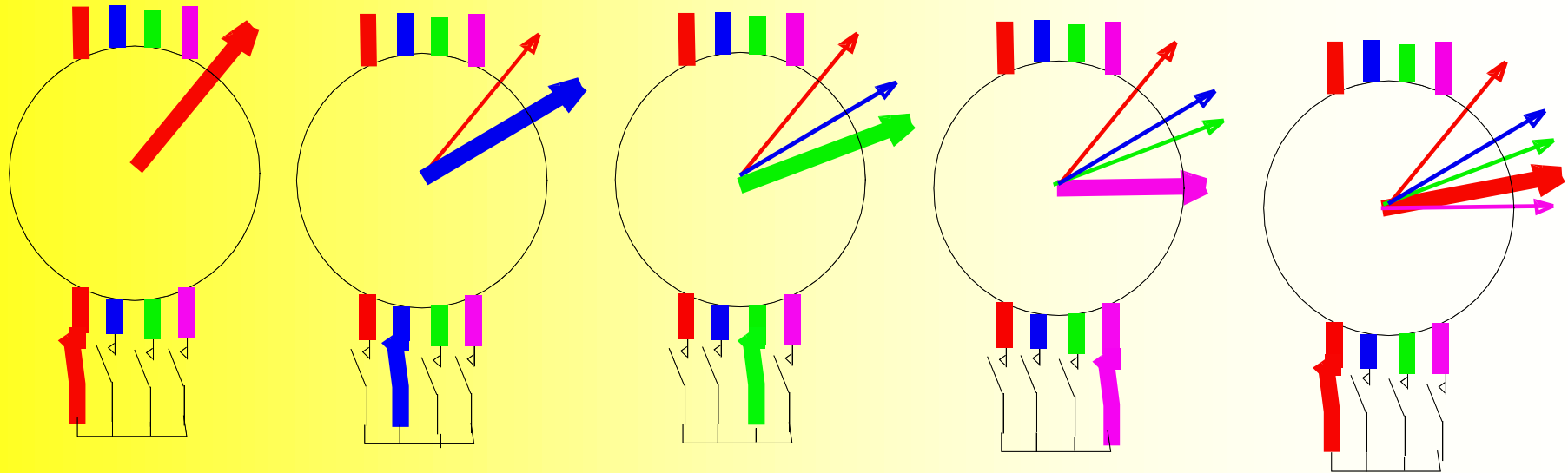
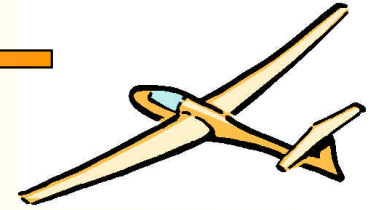
- Le moteur change de sens de rotation et revient sur la même position que sa position précédente:
 - La polarité des bobines rouge et verte n'est pas compatible. Inversé le branchement d'une des 2 bobines, par exemple la verte.
- Ce cas de figure ne se présente pas avec les moteurs 5 fils puisque la polarité est prédefinie grace au point commun.

Branchement des Paps



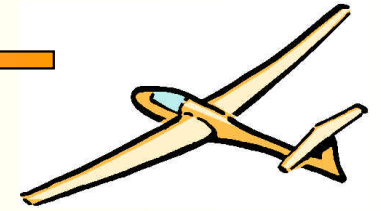
- Le moteur change de sens de rotation et les pas sont de tailles inégales:
 - L 'ordre des bobines n' est pas le bon. Inversé l 'ordre des 2 dernières bobines (passer le fil vert sur le 2ème inter, et le bleu sur le 3ème).

Branchement des Paps

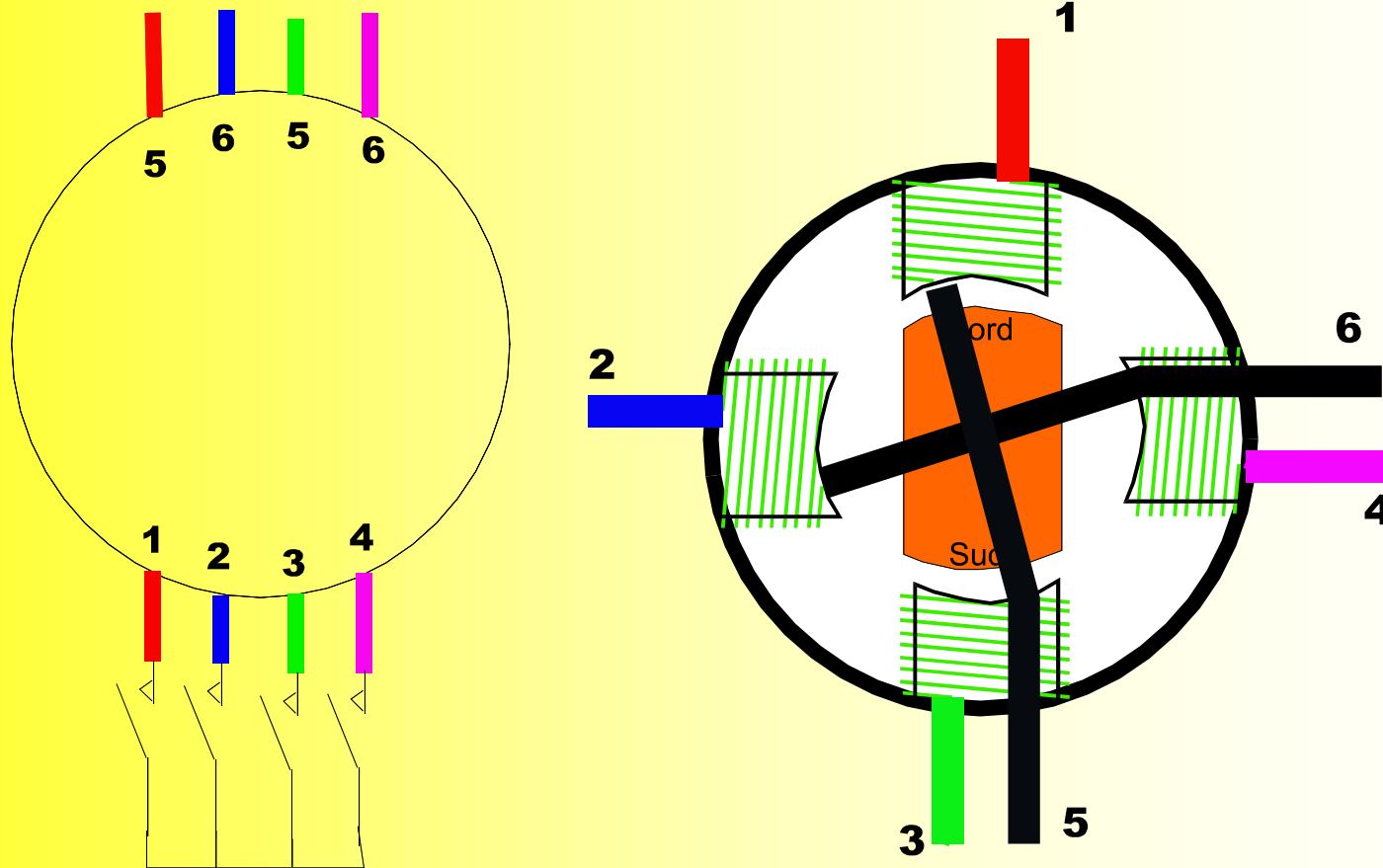


- Le moteur change de sens de rotation et les pas sont de tailles inégales:
 - En fait il s'agit du même problème que précédemment, jusque avec un peu moins de chance! Passer le fil rouge sur le 4ème inter, et le violet sur le 1er.

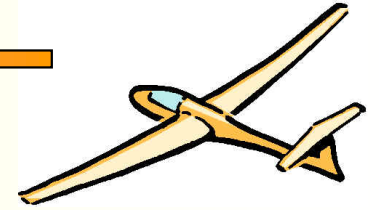
Branchement des Paps



- Tout se passe bien, les pas sont égaux, ... Félicitation, vous avez trouvé le branchement de votre moteur.



Quelques Adresses



- Composants et notes d' application:
 - www.allegromicro.com
 - www.st.com
 - www.ericsson.se
- Divers (informations générales, électronique, moteur):
 - www.cs.uiowa.edu/~jones/step/
 - www.eio.com/stepindex.htm
 - www.eio.com/stprhist.htm
 - www.doc.ic.ac.uk/~ih/doc/stepper/control2/connect.htm
 - www.southwest.com.au/~jfuller/robotic.html

