

ELECTRICITE-AUTOMOBILE

Thème de la série n°9 : Le circuit de démarrage V.L.

Objectifs de cette série :

- 1°) Définir l'ensemble du circuit.
- 2°) Donner la fonction des principaux éléments du circuit.
- 3°) Etablir un organigramme "simple" et logique de contrôle du circuit de démarrage.

Nécessité du système :

Le moteur à combustion interne ne pouvant démarrer lors de sa mise en route par ses propres moyens ; il est nécessaire de lui adjoindre un système de lancement.

La puissance de ce système, nécessaire au démarrage du moteur automobile dépend de la vitesse angulaire (ω) que ce moteur doit devoir atteindre, malgré les résistances qui s'opposent à sa mise en mouvement et qui sont produites : par la compression dans les cylindres ; par les frottements, par la réaction des ressorts de soupapes, par l'inertie de l'attelage mobile et des masses mises en mouvements.

Aussi bien pour les moteurs essence que diesel, cette puissance varie d'un moteur à l'autre et sur un même moteur elle varie également suivant la température, le système d'alimentation, et l'état général du moteur (usure).

La puissance de démarrage :

La puissance (P) est le produit du couple (M_c) par la vitesse (ω).

$$P_{\text{dém}} = M_{cd} \times \omega \quad \longrightarrow \quad \omega = \text{vitesse angulaire (radian/s)}.$$

M_{cd} = Moment du couple de démarrage.

Donc : La puis. démarrage = M_c démarrage x ω lancement moteur.

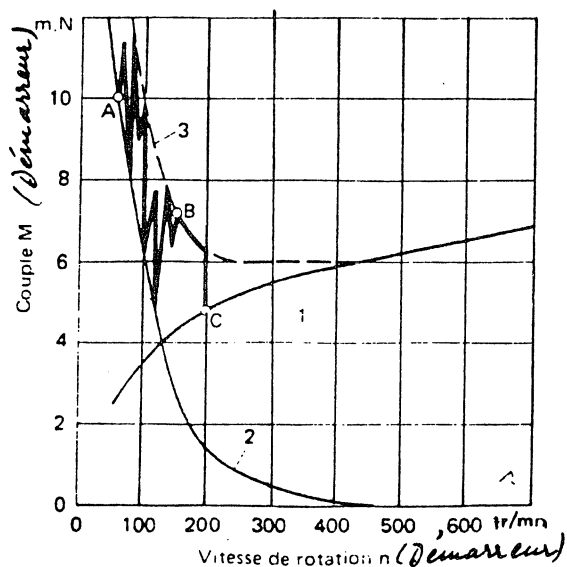
Le couple de démarrage :

Le processus de démarrage du moteur à combustion interne commence à une vitesse relativement faible. Durant, le lancement, la résistance de frottement et la résistance au démarrage diminuent. On continue à faire tourner le moteur jusqu'à ce qu'il tourne par ses propres moyens.

.../...

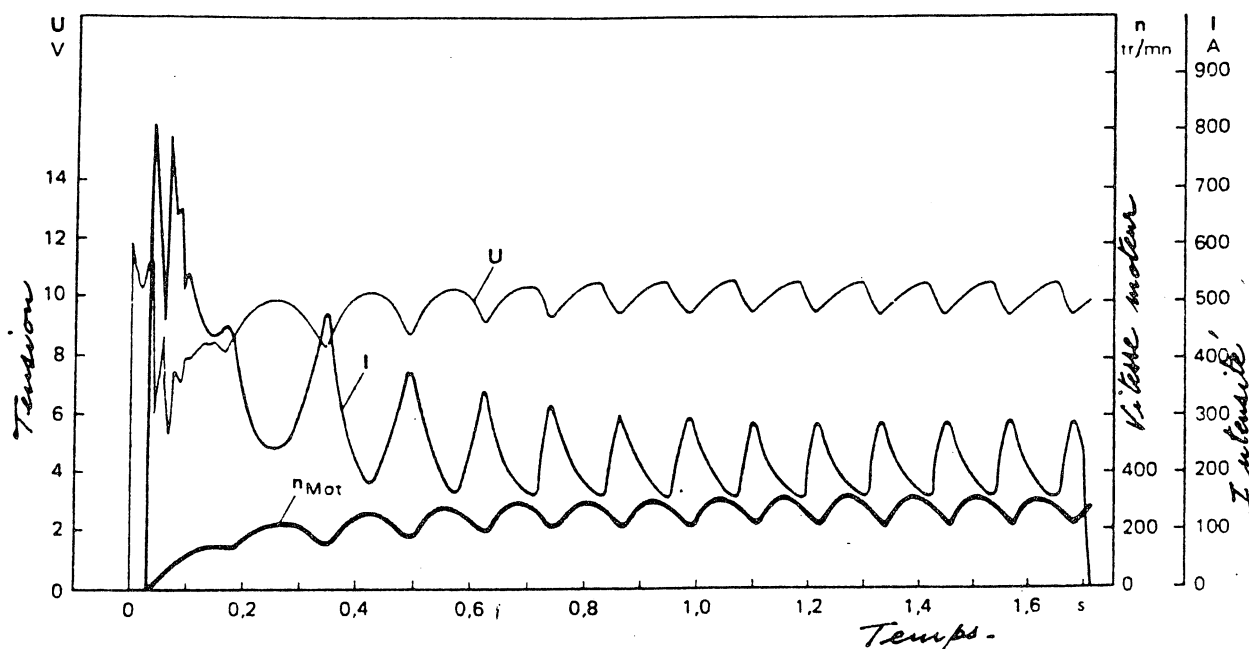
Représentation graphique de cette phase de démarrage. (couple).

La courbe n°1 représente le couple au vilebrequin en fonction de la vitesse. La courbe n°2 représente le couple au démarreur. La courbe n°3 représente la somme vilebrequin + démarreur.



Du fait de l'irrégularité des combustions qui apparaissent pour la première fois (point A). La courbe n°3 n'est atteinte qu'en pointe, jusqu'à ce que au (point B), le moteur tourne régulièrement et qu'au (point C) il tourne enfin par ses propres moyens après la mise hors circuit du démarreur.

Vitesse de rotation (Démarrreur)



Exemple de courbes : de tension (U) Intensité absorbée (I) et vitesse moteur (n) en fonction du temps (s) pendant le lancement.

Lorsque la résistance opposée par le moteur est grande : (au début du lancement), le couple que doit fournir le démarreur est élevé, ainsi que l'intensité absorbée ; inversement la tension batterie et la vitesse tendent à diminuer. Puis quand les résistances décroissent au cours du lancement, les pointes d'intensité diminuent jusqu'au démarrage du moteur.

.../...

Le couple résistant : $\mathcal{M}_{cr}$ est la somme des couples de frottement et de compression : (ils sont calculés pour des températures les plus basses).

$$\mathcal{M}_{cr} = \mathcal{M}_{cf} + \mathcal{M}_{cc}$$

Le couple d'accélération ($\mathcal{M}_{ca}$).

Pour lancer le moteur, il faut vaincre le couple résistant $\mathcal{M}_{cr}$ et également accélérer la rotation de toutes les masses mobiles concernées afin d'atteindre la vitesse de démarrage en un nombre donné de tours de lancement.

$$\mathcal{M}_{ca} = \frac{\omega^2 J}{4\pi x}$$

ω : Vitesse de lancement permettant la combustion et l'allumage.

J : Le moment d'inertie des masses mobiles

x : Le nombre de tours de lancement
(Le plus faible possible pour un démarrage rapide).

Le couple de démarrage : ($\mathcal{M}_{cd}$).

Le couple de démarrage = couple résistant + couple d'accélération

$$\mathcal{M}_{cd} = \mathcal{M}_{cr} + \mathcal{M}_{ca} \quad \text{ou} \quad \mathcal{M}_{cd} = \mathcal{M}_{cr} + \frac{J}{4\pi} \frac{\omega^2}{x}$$

Rappel :

Le moment du couple d'un moteur électrique : (série)

$$\mathcal{M}_c = KI^2 \quad \text{ou} \quad \mathcal{M}_c = \Phi I \Rightarrow \Phi = KI$$

avec : K = caractéristique de construction

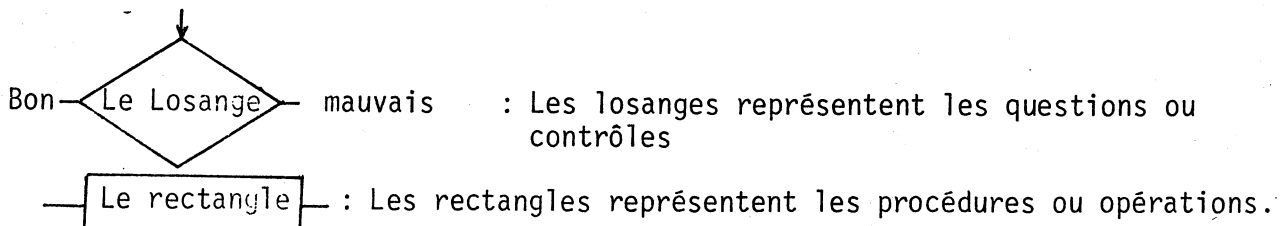
Φ = Flux sous un pôle

I = Intensité du courant dans l'induit

Il existe différents type de circuit de démarrage :

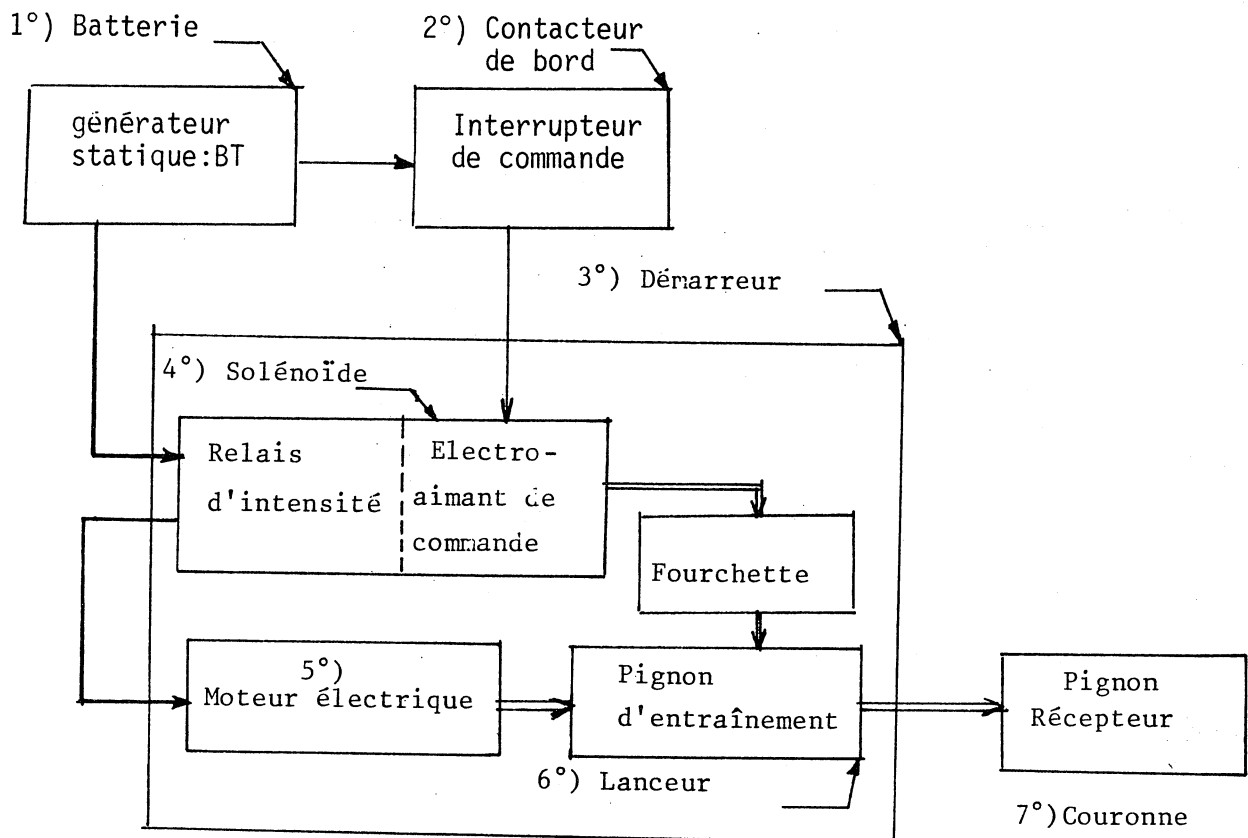
- 1°) Les systèmes manuels (ex: manivelle ; Kic ; poussette...).
- 2°) Les systèmes mécaniques (ex : démarreur à ressort...).
- 3°) Les systèmes pneumatiques (ex : lancement par injection d'air comprimé dans les cylindres...)
- 4°) Les systèmes électromécaniques (ex: type 2 CV ou Fiat 500...) à commande mécanique.
- 5°) Les systèmes électromécaniques à commande électrique :

.../...



Correction n°1 de l'exercice n°1 page 5

Tableau synoptique d'organisation technologique du circuit de démarrage.



Légende :

Liaisons électriques { B.T faible intensité : —
B.T forte intensité : —

Liaisons mécaniques : —

Correction n°2 de l'exercice page 5

1°) Conversion :

$$1000 \text{ tr/mn} = 104,7 \text{ rad/s}$$

.../...

2°) Calcul de la puissance.

$$P = \pi_{cd} \times \omega \Rightarrow P = 10 \times 104,7 = 1047 \text{ watts ou } 1,047 \text{ Kw.}$$

Correction n°3 de l'exercice n°3 page 5

Fonction des principaux éléments du circuit de démarrage.

1°) Le générateur statique : (La batterie) $\Rightarrow$ fournit l'énergie électrique B.T.
(basse-tension)

2°) L'interrupteur de commande : (Le contacteur de bord) $\Rightarrow$ permettre au conducteur de solliciter en une seule opération le système d'entraînement et l'alimentation en forte intensité du moteur électrique.

3°) Le démarreur $\Rightarrow$ Entraîner le moteur à combustion interne à une vitesse suffisante à sa mise en route.

4°) Relais d'intensité : (du solénoïde) $\Rightarrow$ permettre l'alimentation sous forte intensité du moteur électrique : (c'est un interrupteur d'intensité).

L'électro-aimant : (du solénoïde) $\Rightarrow$ commander le relais d'intensité et la mise en service du pignon d'entraînement.

5°) Le moteur électrique $\Rightarrow$ Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique : (de couple et de vitesse suffisante à la mise en route du moteur thermique).

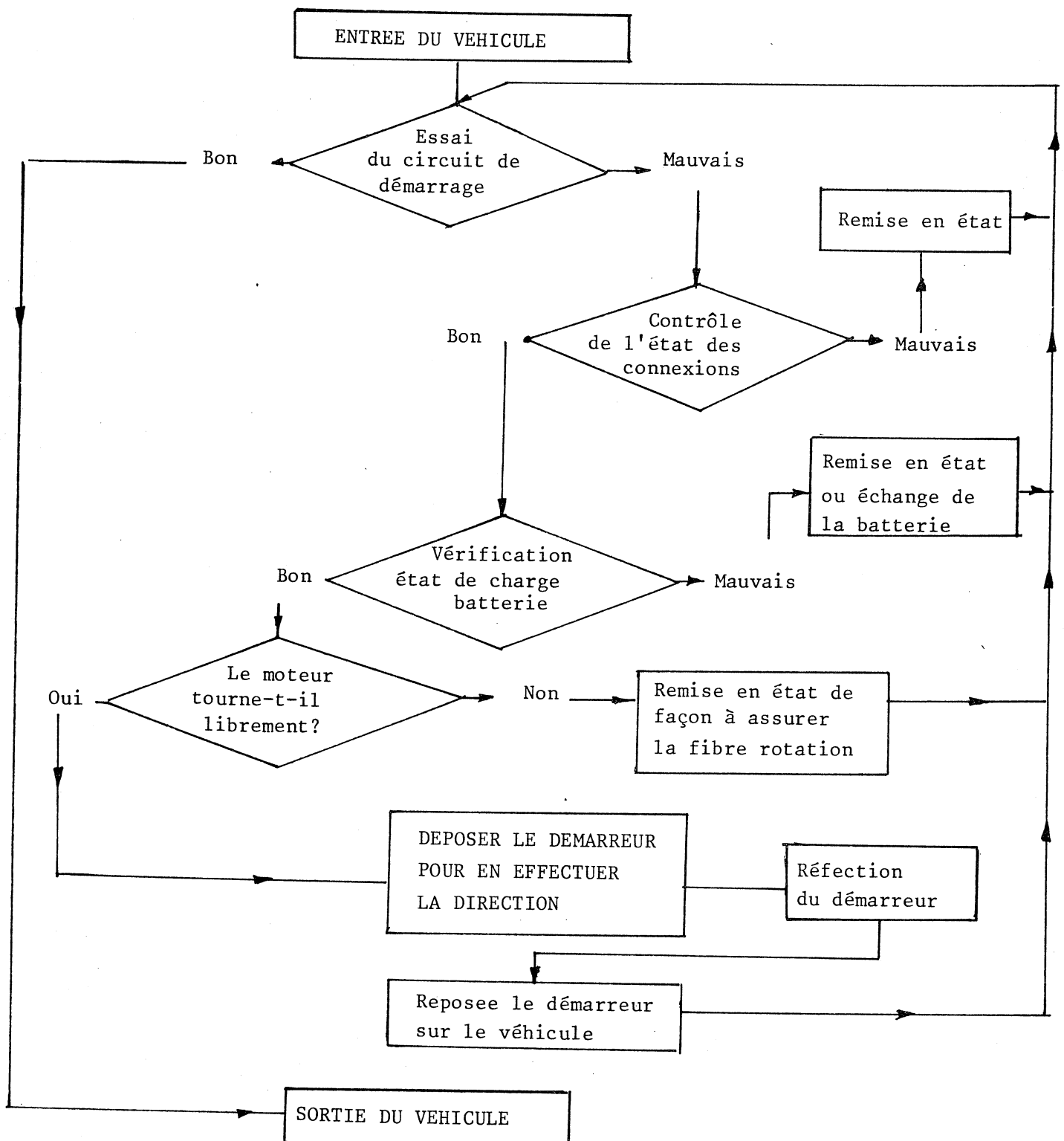
6°) Pignon d'entraînement : (lanceur) $\Rightarrow$ Transmettre le mouvement du moteur électrique et empêcher le moteur thermique d'entraînement le démarreur.

7°) Pignon récepteur : (couronne moteur) $\Rightarrow$ Recevoir le mouvement et participer avec le pignon d'entraînement à la multiplication du couple

.../...

Correction n°4 de l'exercice n°4

Organigramme de contrôle :

Contrôle du circuit de démarrage

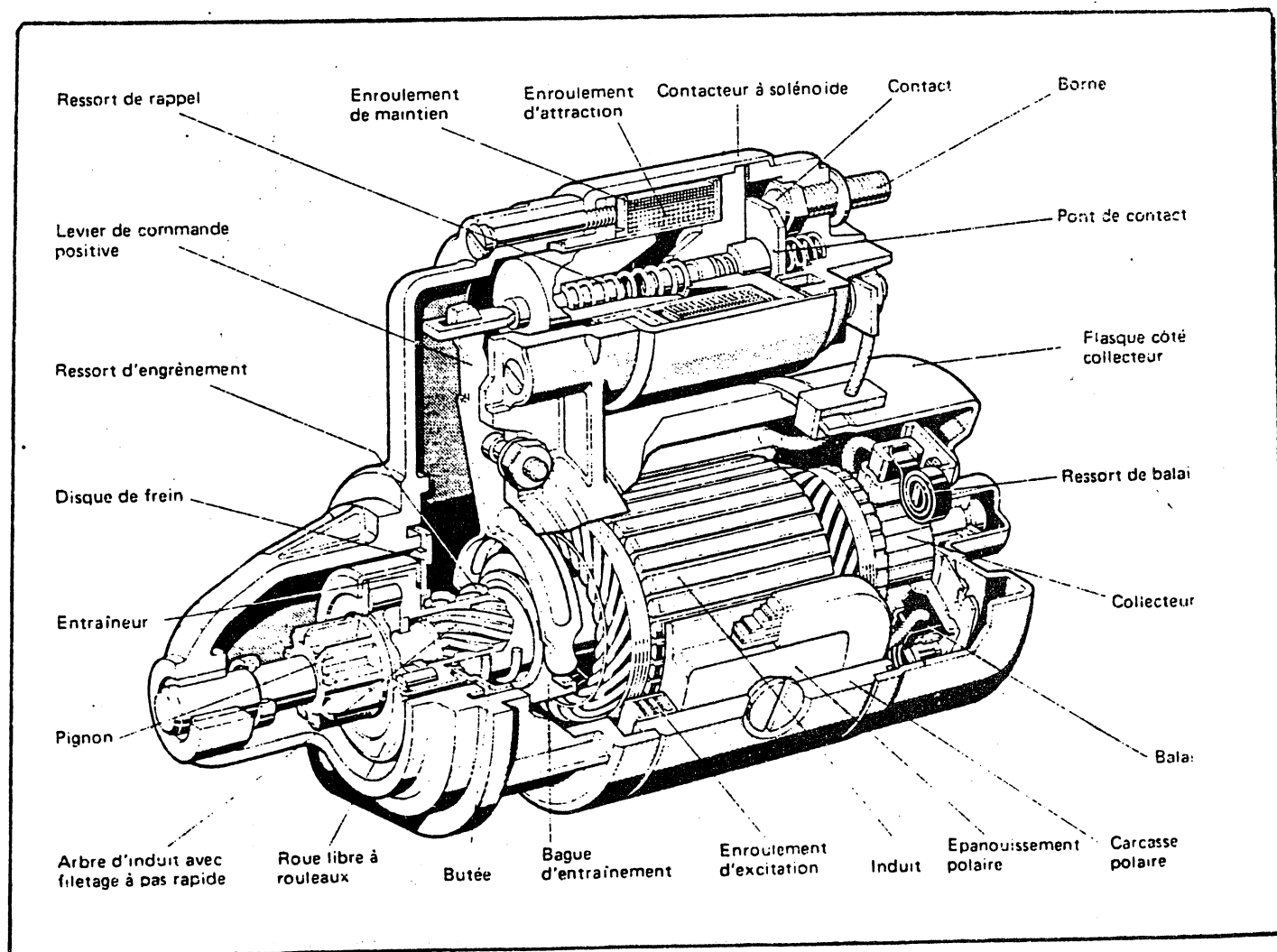
ELECTRICITE-AUTO

Thème de la série n°10 : Le démarreur (V.L.).

Objectifs de cette série :

- 1°) Donner la fonction du démarreur
- 2°) Justifier l'utilisation du montage série de l'induit et l'inducteur.
- 3°) Effectuer les principaux calculs propres au moteur électrique "série".

1°) Constitution :



2°) Etude fonctionnelle :

Information : (Action du conducteur).

Energie d'entrée :

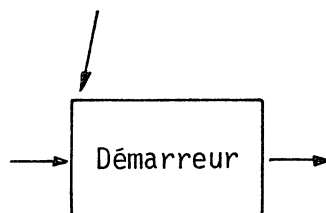
Energie électrique

Courant continu B.T

Paramètres fonctionnels : $U \approx 12$ volts $I \approx 180$ ampèresEnergie de sortie :

Energie mécanique

Mouvement rotatif

Paramètres fonctionnels : $M_c \approx 15$ N.m $\omega \approx 300$ rd/s.1°) Exercice n° 1

En vous aidant de l'étude fonctionnelle, donnez la fonction du démarreur.
(correction n°1 page suivante).

CARACTERISTIQUES

Références machines complètes : D9E 31 - 99.357 S — D9E 32 - 99.358 T.

Tension nominale de batterie : 12 V.

Couple bloqué :

D9E 31 sous 7 V : 13,5 N.m (1 N.m = 0,102 m.kg) pour une consommation de 470 A.

D9E 32 sous 6,7 V : 16,5 N.m pour une consommation de 540 A.

Puissance :

D9E 31 = 1,05 kW (1,42 ch) pour une consommation de 240 A sous 9,5 V et un couple de 5,8 N.m. Vitesse : 1740 tr/min.

D9E 32 = 1,15 kW (1,56 ch) pour une consommation de 290 A sous 9,1 V et un couple de 7,3 N.m. Vitesse : 1500 tr/min.

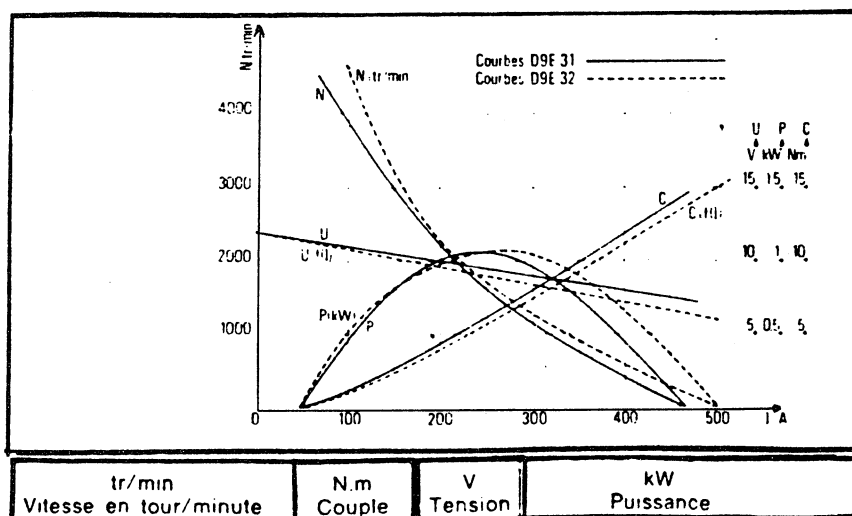
Vitesse à vide > 6000 tr/min. sous 12 V pour une consommation < 60 A.

Fixation sur moteur par bride 3 trous et patte sur palier côté collecteur, rotation à droite côté pignon; nombre de dents : 9; module 2,116/1,814

Référence des jeux de balais : D9E 31 - 92.878 G — D9E 32 - 92.883 E.

Force des ressorts sur les balais neufs : 12 N (1200 g ± 10 %).

Le contacteur est du type CED 517 - 12 V - 99.378 Z.



3°) Correction de l'exercice n°1Fonction du démarreur :

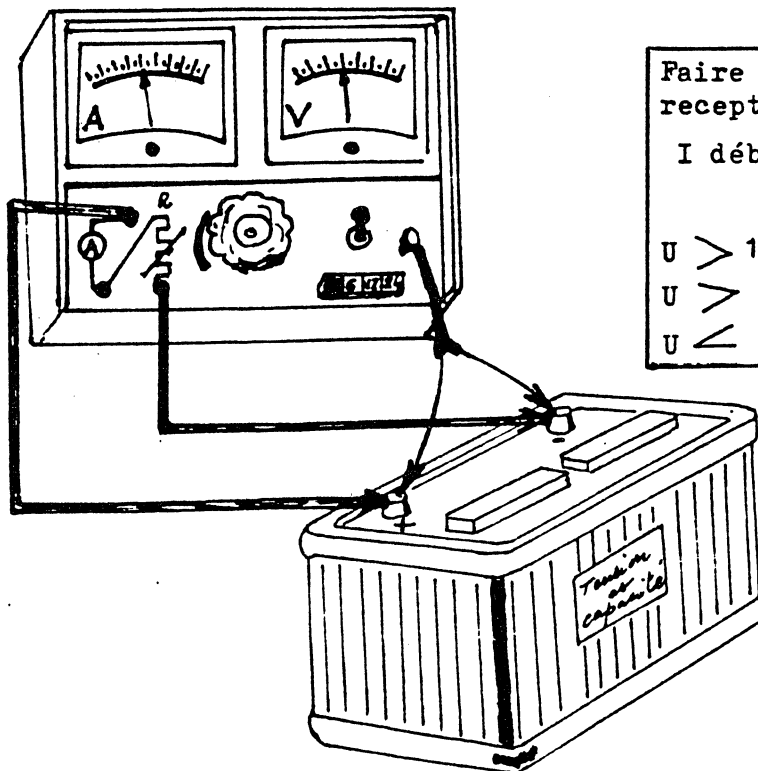
Le démarreur transforme à la demande du conducteur, l'énergie électrique fournie par la batterie en énergie mécanique (de couple et de vitesse) suffisante pour permettre la mise en route du moteur thermique.

Remarque :

Le démarreur est un transformateur d'énergie : ce qui suppose lors du contrôle ou du diagnostic de celui-ci que l'énergie mise en oeuvre pour cette transformation soit suffisante.

Il faut donc, s'assurer avant tout contrôle du démarreur, du parfait état de la batterie : (charge et capacité).

Exemple : Contrôle de la capacité d'une batterie



Faire débiter la batterie dans un récepteur pendant 5 secondes maxi.

$$I \text{ débitée} = \left(\frac{\text{Capacité}}{\text{Nominale}} \right) \times 3$$

$U > 10,8 \text{ V}$	batterie chargée
$U > 9,8 \text{ V}$	" moyenne
$U < 9,8 \text{ V}$	" déchargée

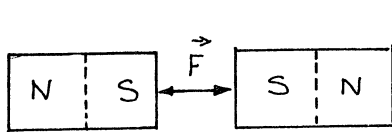
Ici, le récepteur est une résistance variable branchée en série avec l'Ampèremètre

4°) Principe de fonctionnement du moteur électrique

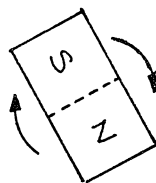
4.1 Rappels :

Les pôles (Nord ou Sud) de deux aimants se repoussent sous l'effet de leur propre champ magnétique et s'attirent lorsqu'ils sont de signe contraire. (Idem pour les électro-aimants).

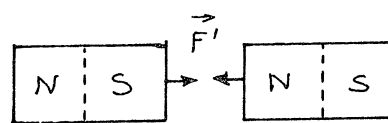
Schémas :



1°) Les aimants se repoussent

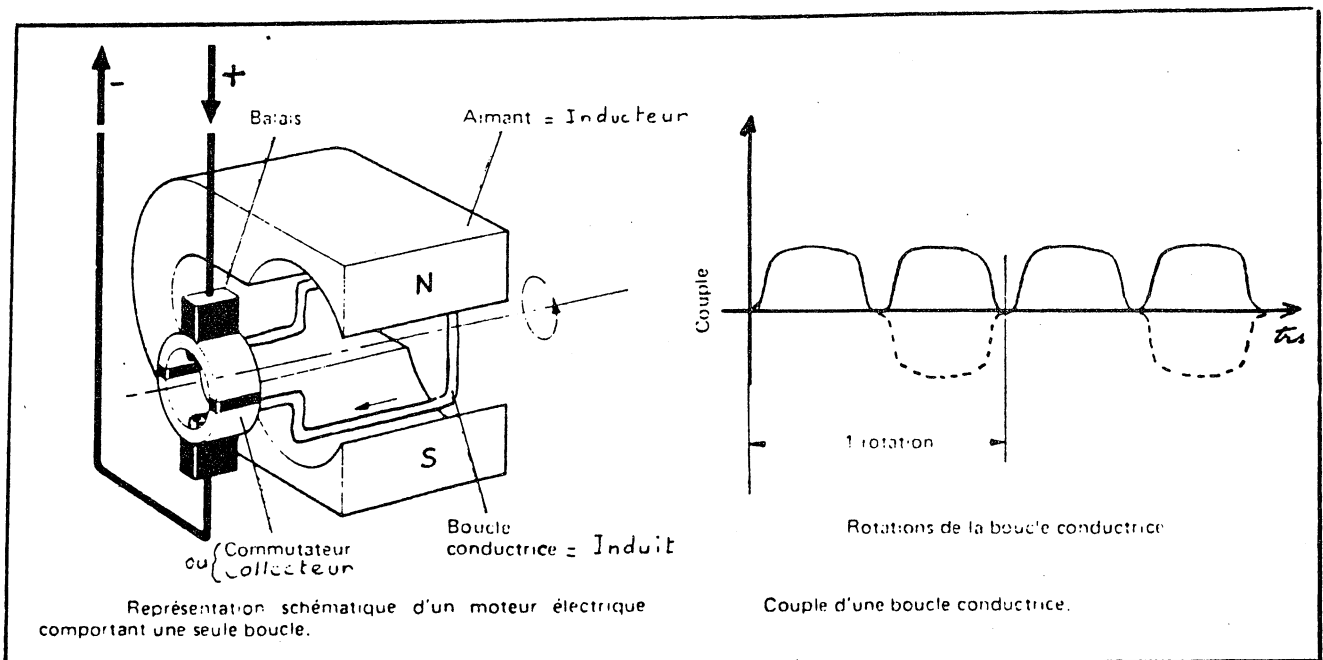


2°) Rotation d'un des aimants



3°) Les aimants s'attirent.

4.2. Le principe du moteur électrique repose sur le fait qu'une boucle conductrice parcourue par un courant crée un champ magnétique, qui placé dans un autre champ magnétique (Inducteur) est soumise à une force de rotation qui tend à faire correspondre les pôles magnétiques de sens contraire de l'inducteur : (aimant) et de l'induit : (la boucle conductrice).

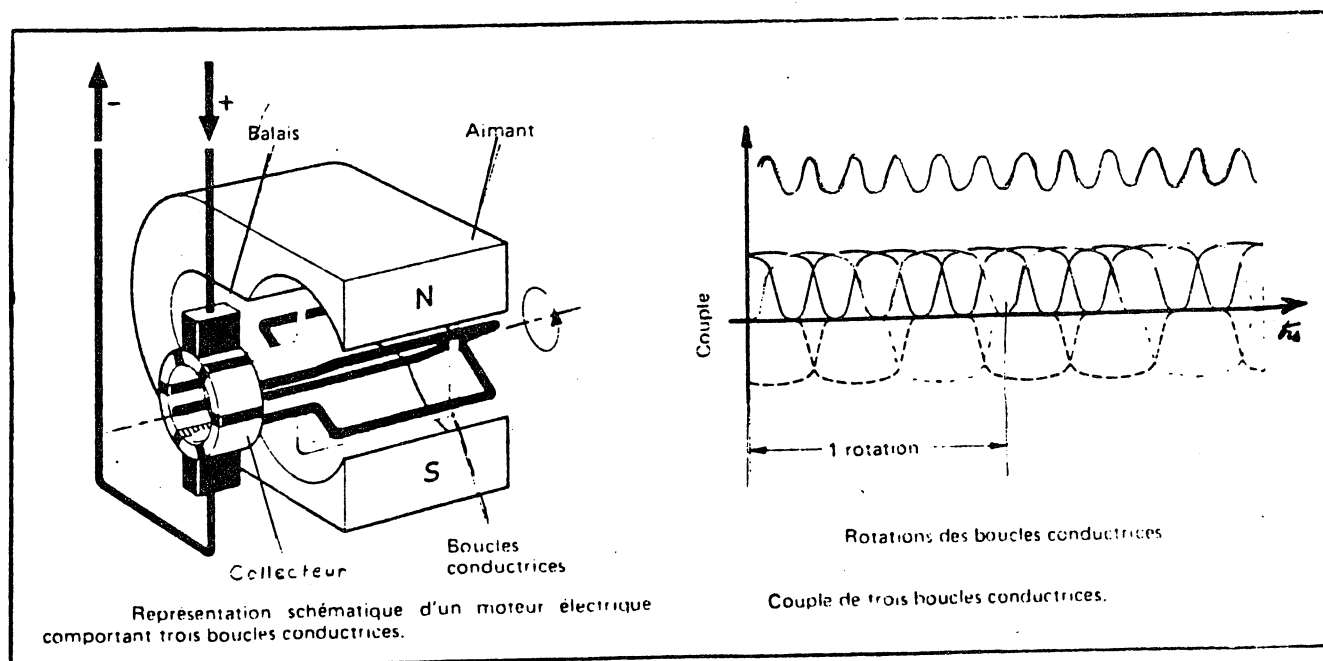


La valeur de cette force de rotation (couple) est proportionnelle à la puissance des champs magnétiques mise en oeuvre pour des aimants et donc à l'intensité fournie pour des électro-aimants.

De plus le couple est maxi quand les champs sont perpendiculaires.

Lorsque les pôles de la boucle conductrice : (induit) sont alignés avec les pôles de l'aimant : (inducteur), il faut pour permettre un nouveau déplacement de la boucle conductrice : c'est-à-dire obtenir une rotation complète, inverser le champ magnétique de l'induit. C'est ce qui est obtenu en inversant le sens de passage du courant dans la boucle conductrice, grâce à un "commutateur" rotatif que l'on nomme collecteur. (voir schéma).

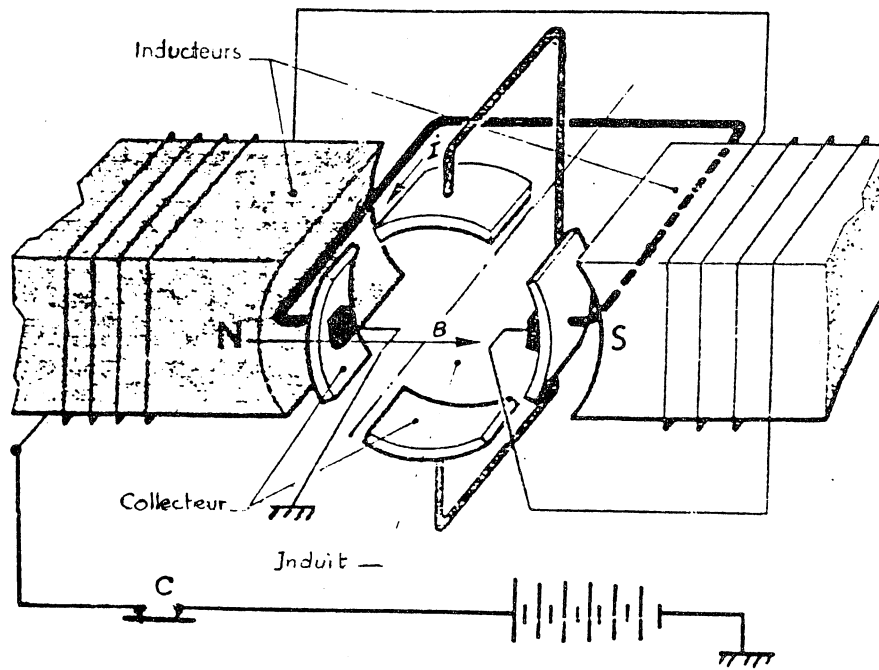
Afin d'obtenir un couple constant, on utilise plusieurs boucles conductrices pour constituer l'induit : (environ une douzaine).



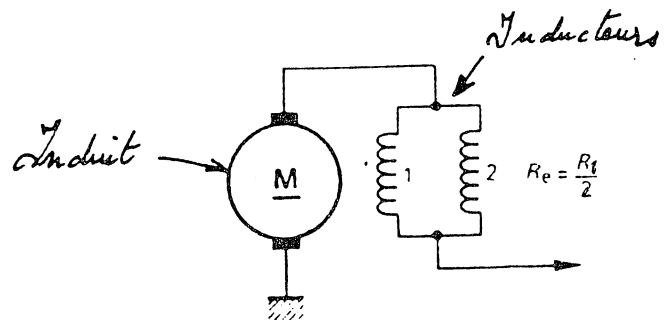
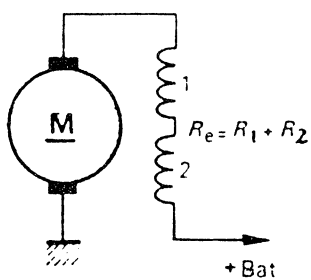
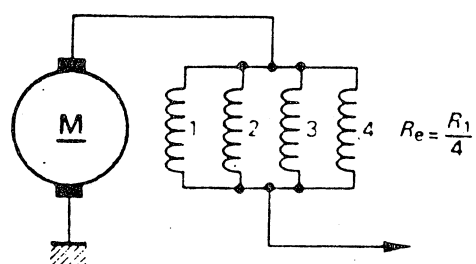
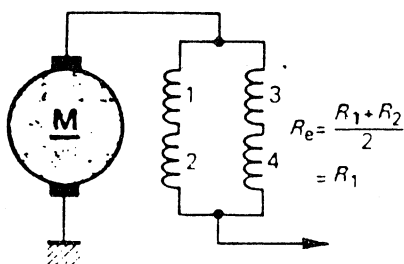
Les boucles conductrices : (induit) en tournant dans le champ magnétique de l'aimant vont créer une "F.E.M induite" qui tend à s'opposer à la F.E.M (Force Electro-Motrice) que fournit le courant aux boucles conductrices. Cette "F.E.M" induite s'appelle la F.C.E.M. : (Force. contre Electro-Motrice).

Remarque :

L'aimant qui constitue l'inducteur est presque toujours remplacé par un électro-aimant alimenté en série avec l'induit.

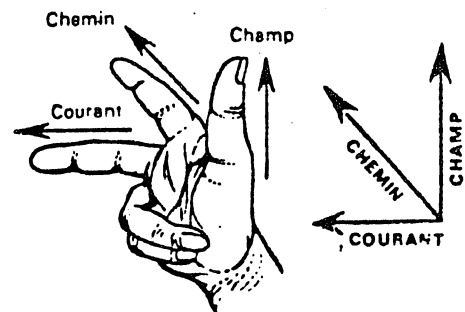
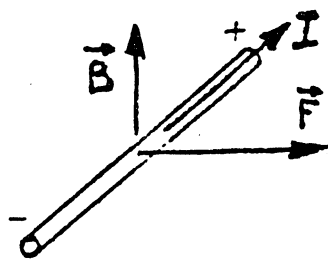
Schéma de principe :

Il existe différents types de branchement série :

1°) Branchement bipolaire :2°) Branchement tétrapolaire :

Notions électriques :1°) Direction et sens de la force électromagnétique :

Pour trouver le sens de la force ($\vec{F}$) on utilise la règle des trois doigts de la main droite.

Exemple :2°) La force ($\vec{F}$) électromagnétique d'un fil électrique est proportionnelle :

à l'induction magnétique $\rightarrow B$ (en teslas)

à l'intensité du courant $\rightarrow I$ (en ampère)

à la longueur du fil $\rightarrow L$ (en mètre)

au sinus de l'angle $\rightarrow \alpha$ formé par l'induction et le fil

$$F = B \times I \times L \times \sin \alpha$$

et $F = B \times I \times L$ si B est perpendiculaire au fil

car $\sin 90^\circ = 1$

3°) Principales formules électriques applicables au moteur électrique

Moment du couple :

$$M_c = K \cdot \Phi \cdot I$$

où

$$M_c = K I^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_c \text{ en (mètre.newton)} \\ K = \text{coef. de caractéristique de construction} \\ \Phi = \text{flux sous un pôle (en webers)} \\ I = \text{intensité du courant dans l'induit (en ampères)} \end{array} \right.$$

Flux inducteur :

$$\Phi = K \cdot I \quad (\text{avant saturation})$$

La F.C.E.M. (Force. Contre. Electro-Motrice) :

$$E' = N.n.\Phi \quad \left\{ \begin{array}{l} N = \text{nombre de conducteurs actifs} \\ n = \text{vitesse de rotation (en tours/secondes)} \\ E' \text{ (en volts)} \end{array} \right.$$

Puissance électrique utile ou transformée en énergie mécanique.

$$P_{eu} = E'.I \quad \left\{ \begin{array}{l} P \text{ (en watts)} \\ E' = \text{F.C.E.M (en volts)} \\ I = \text{intensité du courant dans l'induit (en ampères)} \end{array} \right.$$

Puissance électrique absorbée :

$$P_e = U.I \quad \left\{ \begin{array}{l} P_e \text{ (en watts)} \\ U = \text{D.D.P aux bornes du démarreur (en volts)} \\ I = \text{intensité du courant dans l'induit (en ampères)} \end{array} \right.$$

Loi d'Ohm relative aux récepteurs :

$$U = E' + rI \quad r = \text{résistance démarreur (en Ohms)}.$$

Puissance effective :

$$P_{ef} = M_c \cdot \omega \quad \left\{ \begin{array}{l} P_{ef} \text{ (en watts)} \\ M_c = \text{Moment du couple (en mètre.newton)} \\ \omega = \text{vitesse angulaire (en rd/s)} \end{array} \right.$$

Vitesse de rotation :

$$n = \frac{U-rI}{N\Phi} \quad \left\{ \begin{array}{l} n \text{ (en tours/seconde)} \\ N = \text{Nombre de conducteurs actifs} \\ \Phi = \text{flux sous pôle (en webers)} \\ r = \text{résistance du démarreur (en ohms)} \\ I = \text{Intensité du courant (en ampères)} \end{array} \right.$$

Rendement électrique :

$$\eta_{elec} = \frac{E'.I}{U.I} \quad \left\{ \begin{array}{l} E'.I = \text{Puissance électrique utile (en volts)} \\ U.I = \text{Puissance électrique absorbée (en volts)} \end{array} \right.$$

Rendement mécanique :

$$\eta_{\text{méca}} = \frac{M_C \cdot \omega}{E' \cdot I}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_C \cdot \omega = \text{Puissance effective ou mécanique réelle (watts)} \\ E' \cdot I = \text{Puissance électrique utile (en watts)} \end{array} \right.$$

Rendement global :

$$\eta_{\text{global}} = \frac{M_C \cdot \omega}{U \cdot I}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_C \cdot \omega = \text{Puissance effective (en watts)} \\ U \cdot I = \text{Puissance absorbée (en watts)} \end{array} \right.$$

Justification du montage série de l'induit et l'inducteur :

1°) Conditions à remplir par le moteur du démarreur :

a) Avoir un couple important pour vaincre les résistances dues à l'inertie, aux frottements et à la compression du moteur à explosion.

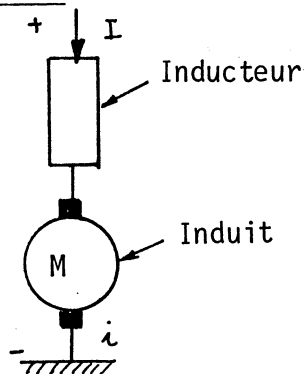
$$M_C = K \cdot \Phi I \quad \text{ou} \quad = KI^2 \quad \text{avec} \quad M_C \approx 1,5 \text{ m.N}$$

b) Avoir une vitesse de rotation suffisante pour permettre la mise en route du moteur thermique.

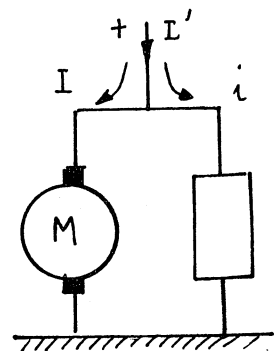
2°) Choix entre les deux principaux types de branchements :

a) Induit et inducteur branchés en série : (moteur série).

b) Induit et inducteur branchés en parallèle : (moteur shunt).

Moteur série :

Le courant d'excitation de l'inducteur et le courant absorbé par l'induit sont identiques: $I = i$

Moteur shunt :

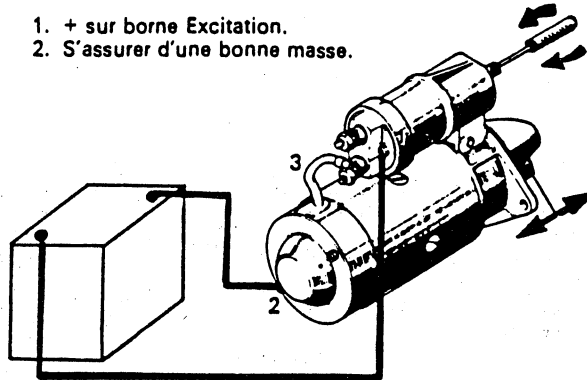
Dans ce montage :

$$I' = I + i$$

Donc : Le couple moteur étant ($M_C = KI^2$) fonction principalement de I l'intensité absorbée par l'induit ; plus I sera important et plus le couple sera conséquent d'où la nécessité d'avoir une batterie bien chargée et le choix du montage moteur série pour le démarreur.

REGLAGE DU PIGNON SOUS TENSION

1. + sur borne Excitation.
2. S'assurer d'une bonne masse.



3. Le shunt du démarreur doit être relié au solénoïde pour assurer le fonctionnement de l'enroulement d'appel.

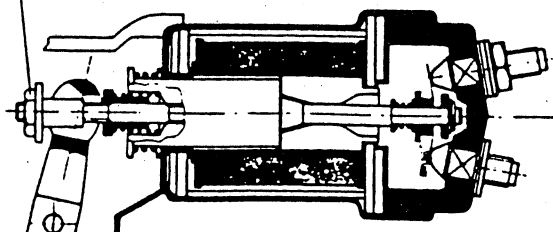
A l'aide d'une batterie faire passer un courant dans le circuit d'excitation solénoïde. Il y a attraction de l'ensemble noyau, axe, douille, le pignon de commande positive est en position avancée.

Effectuer alors le réglage en agissant sur la douille plastique. La force d'attraction créée plaque le noyau sur la butée. Cette dernière est immobilisée en rotation. Le couple de friction créé entre noyau et butée étant supérieur au couple de vissage de la douille; il y a alors possibilité de visser ou dévisser celle-ci.

IMPORTANT

Pour éviter la destruction du solénoïde par échauffement, la durée d'excitation du circuit ne doit pas excéder 5 secondes. Procéder par étapes.

Douille plastique



Corrigé des exercices d'applications :

Exercice n°1 :

a) Calcul de l'intensité I_{id} dans l'induit (loi des noeuds).

$$I_a = I_d + I_{id}, \text{ on a : } I_a = 22,1 \text{ A. et } I_d = 0,9 \text{ A.}$$

$$I_{id} = I_a - I_d \Rightarrow I_{id} = 22,1 - 0,9 = \underline{21,2 \text{ Amps.}}$$

b) Calcule de la puissance ef. = $P_{ef} = M_{ef} \cdot \omega_1$

$$\text{On a : } \omega_1 = 1430 \times \frac{2\pi}{60} = 150 \text{ rad/s et } M_{ef} = 13,2 \text{ N.m.}$$

$$\text{donc : } P_{ef} = 13,2 \times 150 = \underline{1980 \text{ Watts}}$$

$$\text{Le rendement } \eta_g = \frac{P_{ef}}{P_{abs.}}, \text{ si } P_{abs} = U \times I \Rightarrow P_{abs} = 112 \times 22,1$$

$$P_{absorbée} \approx 2475 \text{ Watts}$$

$$\text{donc : } \eta_g = \frac{1980}{2475} = \underline{0,80}$$

c) Calcul de la F.C.E.M.

$$E' = U - (R_{id} \times I_{id}) \Rightarrow E' = 112 - (0,47 \times 21,2) = \underline{102 \text{ Volts}}$$

d) Calcul des pertes par effet Joule.

$$P_j = R_{id} I_{id}^2 \Rightarrow P_j = 0,47 \times (21,2)^2 = \underline{211,2 \text{ Watts}}$$

Exercice n°2

a) Calcul de la nouvelle vitesse :

$$\text{Remarque : si } I' = 13,1 \text{ A} \Rightarrow I'_{id} = \underline{12,2 \text{ Amps}}$$

$$n_1 = \frac{U - (R_{id} \times I_{id})}{K \Phi} \text{ et } n_2 = \frac{U - (R_{id} \times I'_{id})}{K \Phi}$$

$$\text{donc : } n_2 = n_1 \times \frac{U - (R_{id} \times I'_{id})}{U - (R_{id} \times I_{id})} = 1430 \times \frac{112 - 5,7}{112 - 10} = \underline{1490 \text{ trs/min}}$$

$$n_2 = 1490 \text{ trs/min} \Rightarrow \omega_2 = 1490 \times \frac{2\pi}{60} = \underline{156 \text{ rad/s}}$$

b) Calcul du nouveau couple M'_{ef}

$$\text{Si } \eta_g' = \frac{P_{ef}'}{P_{abs}'} \Rightarrow P_{ef}' = \eta_g' \times P_{abs} \text{ donc : } P_{ef}' = 0,76 \times (13,1 \times 112)$$

$$P_{ef}' \approx 1115 \text{ Watts}$$

$$\text{Si } M_{ef}' = \frac{P_{ef}'}{\omega_2} \Rightarrow M_{ef}' = \frac{1115}{156} \approx \underline{7,1 \text{ N.m}}$$

c) Calcul des pertes par effet Joule.

$$P_j' = R_{id}' \times I_{id}^2 \Rightarrow P_j' = 0,47 \times (12,2)^2 \approx \underline{70 \text{ Watts}}$$

Générateurs électriques.

— F.e.m. E : force qui fait mouvoir les électrons. C'est la tension mesurée aux bornes d'un générateur à circuit ouvert (fig. 7 et formule 9).

— D.d.p. U : tension mesurée aux bornes d'un générateur à circuit fermé (formule 10).

— Chute de tension ou perte de charge u (formule 8). r représente la résistance intérieure du générateur. En remplaçant U par Ri dans la formule 9 on obtient la formule 11, d'où l'on tire la formule 12. Si le générateur est

en court-circuit, $I_{cc} = \frac{E}{r}$.

— Puissance électrique totale mise en jeu (ou développée) P_t (formule 13).

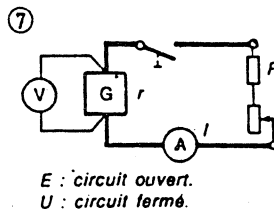
— Puissance électrique mise en jeu dans le circuit extérieur (ou utile) P_u (formule 14).

— Puissance perdue p (formule 15).

— Rendement électrique η_g (formule 16).

— Rendement industriel η_i (formule 17).

P_t : puissance fournie au générateur.



⑧ $u = E - U = ri$

⑨ $E = U + ri$

⑩ $U = E - ri$

⑪ $E = (R + r)i$

⑫ $i = \frac{E}{R + r}$

⑬ $P_t = Ei$

⑭ $P_u = Ui = Ri^2$

⑮ $p = P_t - P_u = ri^2$

⑯ $\eta_g = \frac{P_u}{P_t} = \frac{U}{E}$

⑰ $\eta_i = \frac{P_u}{P_t}$

INCONVENIENTS	CAUSES	REMEDES
Le démarreur ne tourne pas et il n'y a pas d'absorption de courant.	Interruption du circuit électrique entre batterie et démarreur	Localiser et réparer l'interruption. Contrôler les bornes de la batterie et les extrémités du câble du démarreur. Serrer à fond les écrous de fixation.
	Interruption du circuit électrique entre le démarreur et le commutateur de démarreur.	Localiser et réparer l'interruption. Contrôler les contacts du commutateur et, éventuellement, le remplacer
	Bornes de la batterie oxydées ou plaques à bornes desserrées	Nettoyer les bornes de la batterie et serrer à fond les plaques à bornes.
	Electro-aimant du démarreur avec les contacts oxydés ou avec bobinage interrompu ou à masse.	Nettoyer le contact mobile et les contacts fixes de l'interrupteur, lorsque cela est possible, et, éventuellement, le remplacer.
	Balais excessivement usés, qui ne font plus contact sur le collecteur.	Remplacer les balais en ayant soin de monter des balais d'origine, après avoir contrôlé l'état du collecteur.
Le démarreur absorbe du courant, mais il ne tourne pas ou il tourne lentement, ou encore il n'effectue pas la mise en marche	Induit frottant contre le noyaux ou se bloquant entre les pôles.	Remplacer les supports si les bagues sont trop usées. Contrôler l'alignement des supports. Vérifier l'arbre de l'induit. S'assurer que les pôles soient en place et fermement bloqués dans la carcasse.
	Arbre de l'induit grippé.	Remplacer l'induit et la pièce comprenant la bague grippée.
	Bobinage de champ en court-circuit ou à la masse.	Démonter les bobines de champ pour les remplacer.
	Induit interrompu ou à la masse.	Remplacer l'induit.
	Induit en court-circuit.	Nettoyer le collecteur et les porte-balais et les débarrasser de la poussière de charbon et de cuivre.
	Dents de la couronne usées: le pignon ne s'engrène pas.	Remplacer la couronne dentée du volant
	Défaut de montage: le pignon ne s'engrène que partiellement.	Vérifier la coaxialité et la distance entre le pignon et la couronne.
Le démarreur tourne mais n'exécute pas la mise en marche	Impuretés dans l'accouplement: l'accouplement ne glisse pas sur l'arbre de l'induit	Nettoyer et lubrifier. Si nécessaire, nettoyer à fond tout l'accouplement