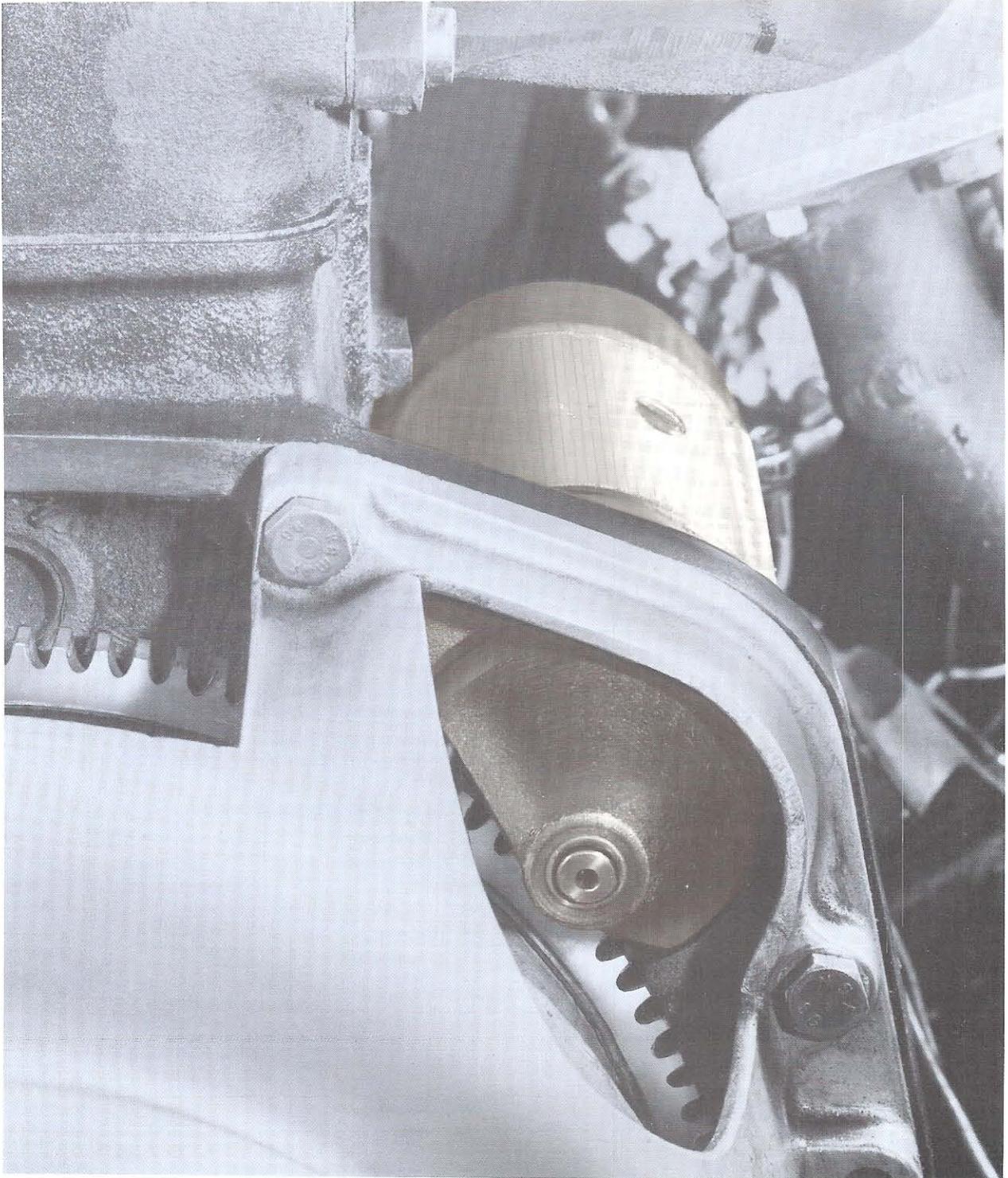


## Rôle du démarreur

Les moteurs à combustion interne ne peuvent se mettre en marche par leurs propres moyens, contrairement aux machines à vapeur par exemple; il faut donc les lancer à l'aide d'une force extérieure, c'est-à-dire, selon l'expression courante, les faire démarrer. Pour ce démarrage (lancement), il faut vaincre les résistances considérables opposées par la compression, le frottement des pistons et des coussinets des bielles et du vilebrequin. Ces résistances varient suivant le type du moteur et le nombre de cylindres, et dépendent en outre des propriétés du lubri-

fiant utilisé ainsi que de la température du moteur. Les résistances de frottement sont maximales lorsque le moteur est très froid. Pour démarrer le moteur, il ne suffit pas simplement de le faire tourner. Il faut encore qu'il soit lancé à une vitesse minimale déterminée pour que le mélange inflammable air-carburant nécessaire au démarrage puisse se former et que, dans le cas des moteurs Diesel, la chambre de combustion des cylindres soit portée à la température requise. C'est là le rôle du démarreur.



## Démarrage

Pour faire démarrer un moteur à combustion interne, il faut, pendant un temps plus ou moins long, imprimer un mouvement de rotation au vilebrequin (dans le sens normal de rotation). Le processus de démarrage commence alors à une vitesse relativement faible. Durant le lancement, la résistance au démarrage diminue. Les premières combustions, faibles et irrégulières, se manifestent et provoquent par réchauffement une réduction progressive de la résistance de frottement. On continue à faire tourner le moteur et l'on soutient ses impulsions de démarrage jusqu'à ce qu'il tourne par ses propres moyens. Cette phase de démarrage est représentée graphiquement à la figure 1.

La courbe 1 représente le couple au vilebrequin du moteur en fonction de la vitesse de rotation. Le couple disponible au démarreur est donné par la courbe 2. La somme couple au vilebrequin + couple au démarreur est figurée en traits interrompus. Du fait de l'irrégularité des combustions, qui apparaissent pour la première fois au point A, cette courbe 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 mise hors circuit du démarreur. L'obtention de la première combustion est ici très importante. Il serait souhaitable de disposer d'un couple au démarreur puissant et d'une vitesse de lancement élevée; mais cela impliquerait une installation de démarrage d'un poids trop important et d'un prix prohibitif.

Fig. 1 Démarrage d'un moteur à combustion interne.

- 1 = couple au vilebrequin
- 2 = couple au démarreur
- 3 = couple au démarreur + couple au vilebrequin

La figure 2 donne un exemple des courbes, en fonction du temps, du courant absorbé par le démarreur (correspondant à peu près au couple au démarreur), de la tension de la batterie et de la vitesse de rotation du moteur pendant le lancement. Lorsque la résistance opposée par le moteur est grande, le couple que doit fournir le démarreur est élevé ainsi que, par conséquent, le courant absorbé. Simultanément, la tension de batterie et la vitesse de rotation du moteur diminuent. Les résistances décroissant graduellement au cours du lancement, les pointes d'intensité diminuent jusqu'à ce que, finalement, le moteur démarre.

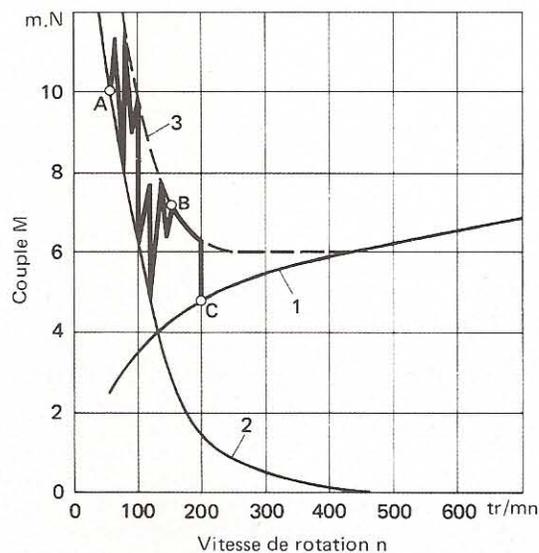
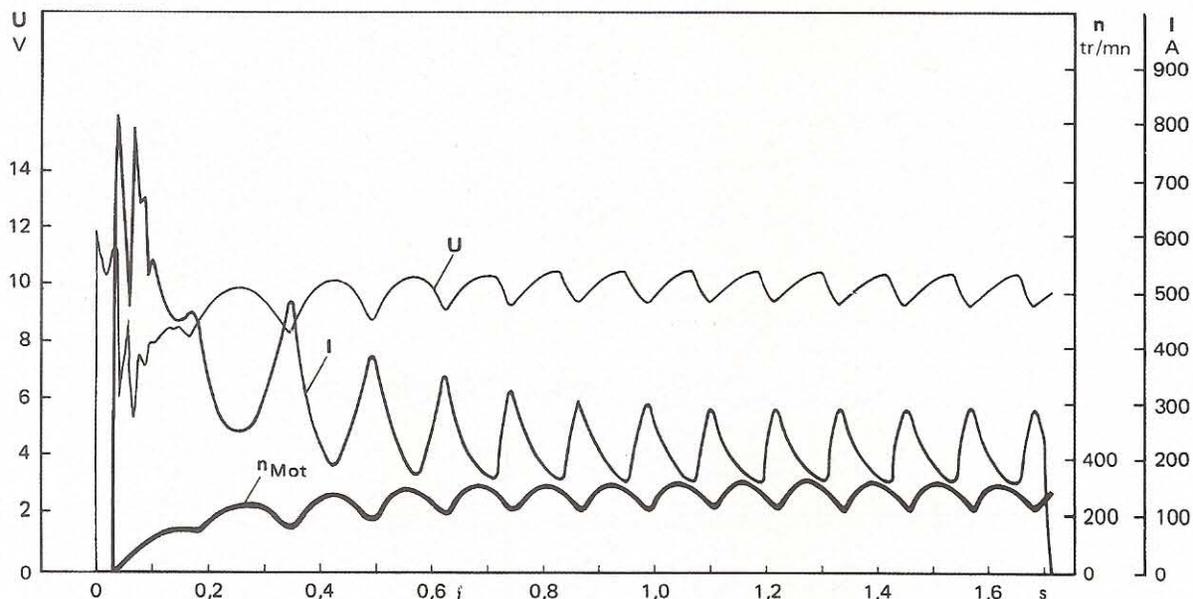


Fig. 2 Courbes du courant absorbé  $I$  ( $\sim M$ ), de la tension de batterie  $U$  et de la vitesse de rotation du moteur  $n$  pendant le lancement.



# Construction et fonctionnement

## Mode d'entraînement

De même que pour l'équipement général du véhicule, le constructeur du dispositif de démarrage est soumis à des impératifs de poids et d'encombrement minima. L'équipement électrique d'un véhicule comporte en outre une batterie jouant le rôle de source d'énergie électrique. Ces deux points ont été déterminants pour le choix du démarreur électrique attaquant une couronne dentée. Parmi les divers dispositifs de démarrage possibles, ce type de démarreur s'est montré, en effet, comme étant le mieux adapté aux moteurs à combustion interne des véhicules, de même qu'à d'autres genres de moteurs (installations fixes par exemple). Le moteur série, à excitation électromagnétique, est avantageux car il peut fournir le couple élevé, nécessaire au décollage du moteur, vaincre la résistance de la première course de compression et entraîner finalement le moteur à une vitesse de rotation de vilebrequin suffisante pour permettre le démarrage.

## Engrènement et désengrènement

Pour obtenir le couple de lancement requis avec un démarreur et une batterie de dimensions pratiquement acceptables, on a pourvu le démarreur d'une petite roue dentée — le pignon — qui attaque une couronne dentée, rapportée sur le volant du moteur. Pour faciliter l'engrènement, la face des dents du pignon est chanfreinée ainsi que, suivant le type du démarreur, la face des dents de la couronne. A cause des rapports de démultiplication élevés, allant de 1 : 8 à 1 : 20, le pignon ne peut pas être laissé constamment en prise avec la couronne dentée, sinon, avec l'élévation de la vitesse du moteur, le pignon et l'induit du démarreur atteindraient des vitesses de rotation susceptibles de provoquer leur destruction. Au début du lancement, le pignon doit engrèner franchement dans la couronne dentée du volant. Dès que le moteur à combustion interne démarre et prend de la vitesse, le pignon doit désengrener de lui-même. Ainsi, la liaison mécanique entre l'arbre du démarreur et le volant du moteur doit s'interrompre automatiquement. C'est pourquoi les démarreurs sont équipés d'un dispositif de lancement et aussi, en général, d'un embrayage à déclenchement automatique — un "dispositif de roue libre", par exemple.

## Construction de principe du démarreur

Pour satisfaire aux exigences que nous avons exposées, un démarreur électrique, attaquant la couronne dentée, se compose, en règle générale, des principaux éléments suivants (fig. 3):

Moteur électrique à courant continu  
Pignon avec dispositif de lancement  
Dispositif de roue libre.

De plus, l'installation doit comporter un interrupteur de démarrage et, en général, un ou plusieurs relais pour la commande du démarreur.

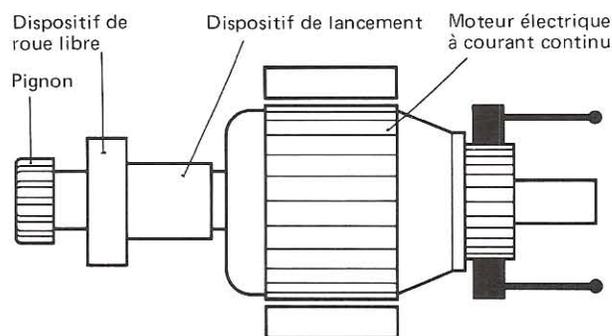


Fig. 3 Construction de principe du démarreur.

## Fonctionnement du moteur électrique

Dans un moteur électrique, la puissance électrique (tension · intensité) est transformée en puissance mécanique (vitesse de rotation · couple). Le principe du moteur électrique repose sur le fait qu'un conducteur, parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique, est soumis à une force. La valeur de cette force est proportionnelle à la puissance du champ magnétique et à l'intensité du courant; elle est maximale lorsque le champ et le courant sont perpendiculaires.

Il est rationnel de donner au conducteur la forme d'une boucle rotative (fig. 4). Les lignes de force magnétiques se dirigent d'un pôle à l'autre (d'épanouissement polaire à épanouissement polaire).

Au-dessous des épanouissements polaires, les lignes de force du champ magnétique sont dirigées radialement, de sorte que la force agit tangentiellement sur les deux conducteurs de la boucle, c'est-à-dire toujours perpendiculairement par rapport au "bras de levier" ou rayon de la boucle.

Lorsque les conducteurs se trouvent au-dessous des épanouissements polaires — dans le champ magnétique par conséquent —, le couple qui s'exerce sur la boucle conductrice est constant et possède une direction déterminée. Pendant une demi-rotation, quand chacun des conducteurs atteint la zone du champ dirigé en sens inverse, le couple a bien une valeur égale mais un sens opposé. Pour une position moyenne entre les deux épanouissements polaires, le couple est nul (fig. 5).

Si l'on fait en sorte que le sens du courant soit inversé dans la boucle après chaque demi-rotation, le couple conserve toujours le même sens et peut imprimer à la boucle une rotation continue.

Cette inversion de courant est obtenue par un "commutateur" constitué de deux segments affectant la forme d'une demi-bague, isolés l'un de l'autre et reliés aux deux extrémités du conducteur de la boucle. Deux frotteurs, nommés balais, sont reliés à la source de courant et s'appuient sur les segments (fig. 4 et 6).

Afin d'obtenir un couple constant, on utilise de nombreuses boucles conductrices (fig. 6). La figure 7 représente les couples individuels et le couple total résultant pour trois boucles disposées symétriquement. Dans ce cas, le commutateur comprend six segments séparés, appelés également "lames". En réalité, le nombre de boucles est encore plus important, le couple obtenu étant proportionnel à ce nombre. Un commutateur comportant de nombreux segments isolés les uns des autres reçoit le nom de "collecteur".

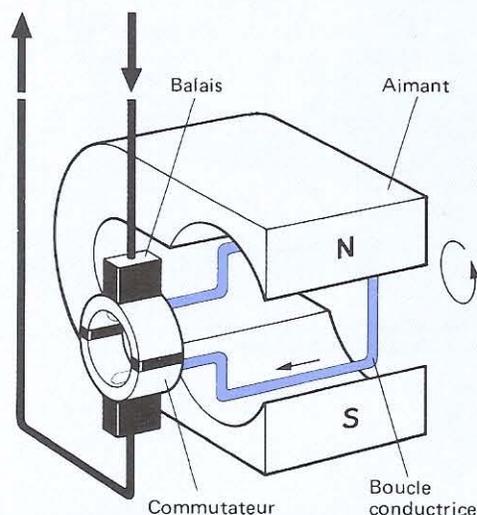


Fig. 4 Représentation schématique d'un moteur électrique comportant une seule boucle.

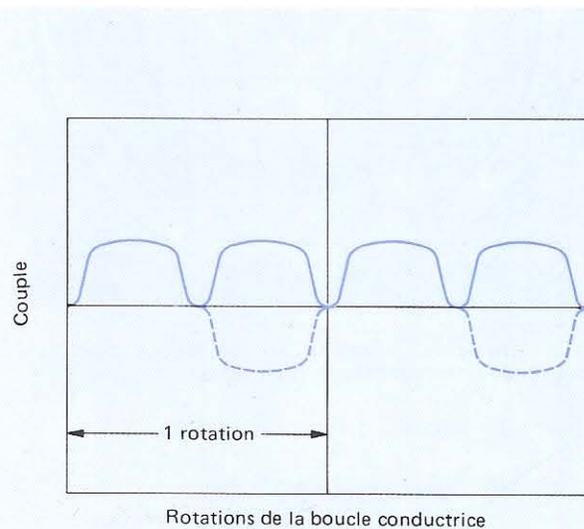


Fig. 5 Couple d'une boucle conductrice.

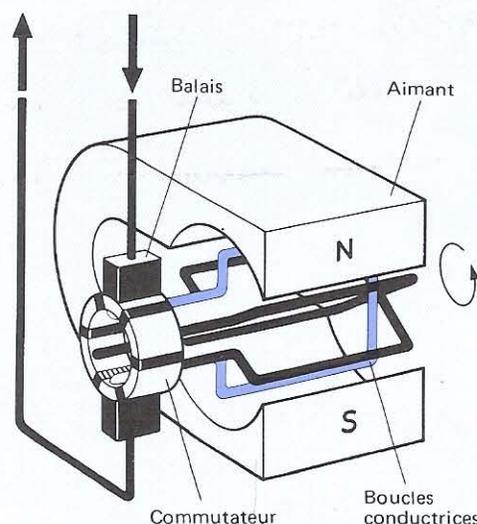


Fig. 6 Représentation schématique d'un moteur électrique comportant trois boucles conductrices.

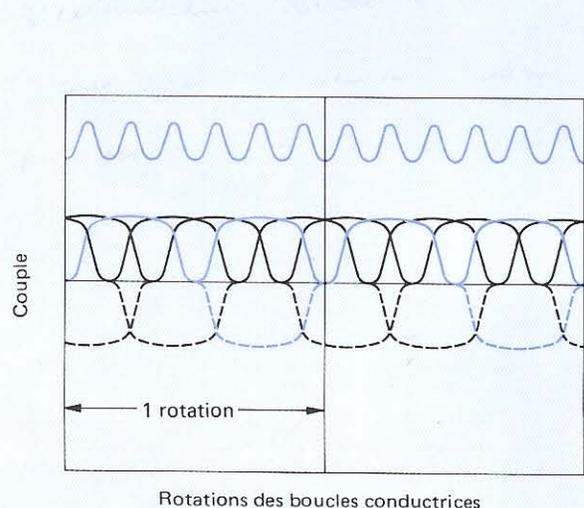


Fig. 7 Couple de trois boucles conductrices.

Les figures 8 et 9 montrent le parcours des lignes de force magnétiques et l'encastrement des boucles conductrices dans l'induit. Comme les lignes de force sont toujours fermées et qu'elles circulent particulièrement bien dans le fer, la carcasse polaire, les épanouissements polaires et l'induit

sont réalisés en fer. Un mince entrefer est ménagé entre les épanouissements polaires et l'induit. Les boucles individuelles, encore appelées spires, sont logées dans les encoches de l'induit. Les spires entraînent l'induit dans leur mouvement de rotation. C'est pourquoi, afin de réduire les pertes d'aimantation, l'induit est constitué de

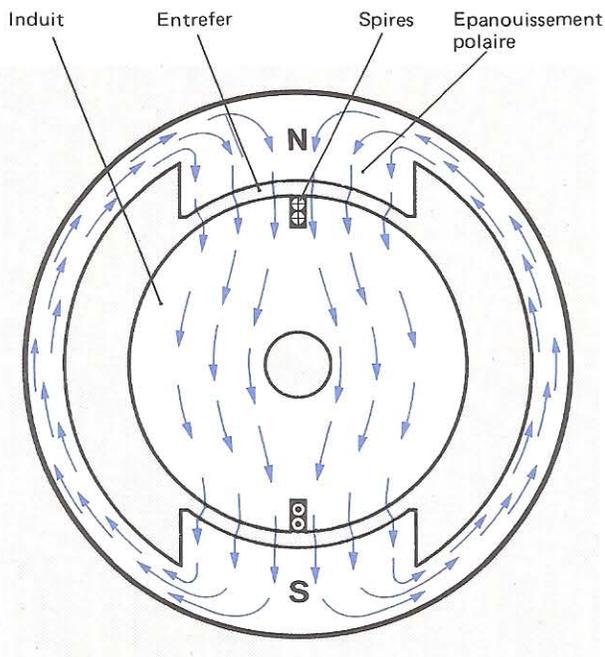


Fig. 8 Représentation schématique d'un moteur électrique bipolaire à une paire de conducteurs.

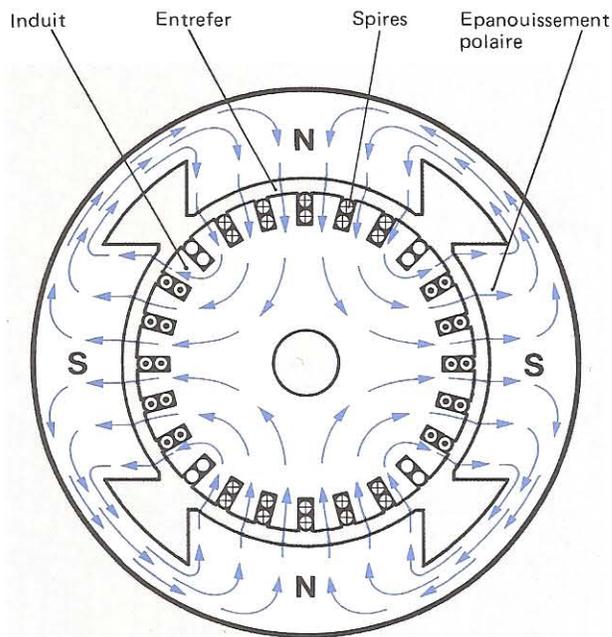
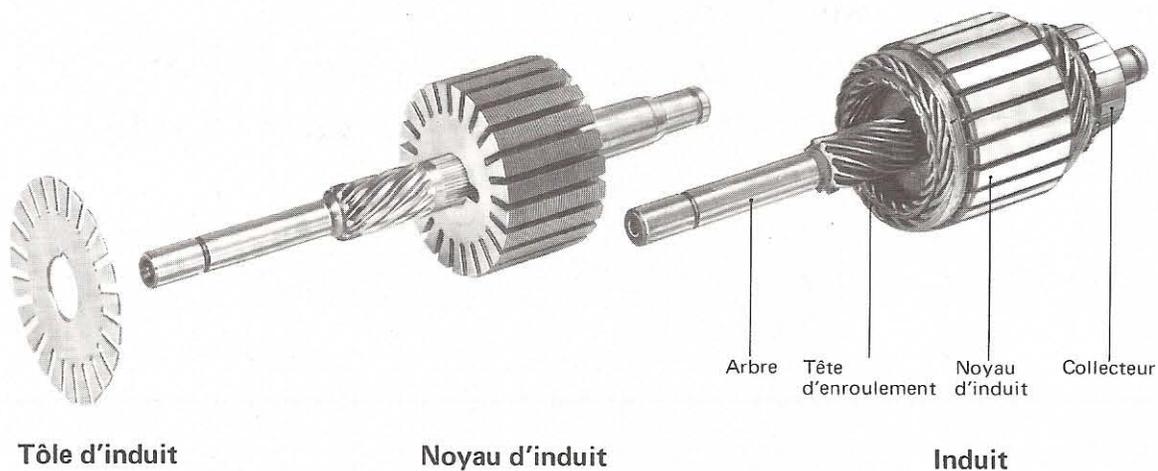


Fig. 9 Représentation schématique d'un moteur électrique tétrapolaire à 12 paires de conducteurs.

Fig. 10 Tôle d'induit, noyau d'induit, induit.



disques de tôle isolés les uns des autres, enfilés et comprimés en paquet sur l'arbre d'induit (fig. 10). Le collecteur est également fixé sur l'arbre d'induit.

En général, les démarreurs Bosch ne comportent pas deux épanouissements polaires seulement mais quatre, ce qui permet une meilleure utilisation des conducteurs. Le plus souvent, quatre balais frottent alors sur le collecteur et sont reliés par paires au pôle positif et au pôle négatif de la batterie (ou à la masse).

Sauf pour les démarreurs de très petite taille, les aimants des démarreurs Bosch ne sont pas des aimants permanents: le champ magnétique est produit par des enroulements électromagnétiques, bobinés sur les épanouissements polaires.

Les enroulements d'induit et les enroulements d'excitation (ou inducteurs) des démarreurs Bosch sont montés en série, et par conséquent parcourus par un courant de même intensité (moteur série). On obtient ainsi, et spécialement à la mise en marche de ce moteur électrique, le couple très puissant requis pour faire démarrer le moteur à combustion interne, en lui communiquant rapidement l'accélération nécessaire.

#### Fonctionnement du relais

Les relais sont en principe utilisés pour commander un courant de forte intensité au moyen d'un courant relativement faible.

Le courant de démarrage pouvant atteindre plusieurs centaines d'ampères — plus de mille ampères dans le cas des gros démarreurs —, on utilise le plus souvent un relais de commande dans les installations de démarrage. Un interrupteur mécanique (interrupteur de démarrage, commutateur d'allumage-démarrage ou commutateur de

marche) suffit pour établir et couper le courant de commande d'intensité réduite.

Les figures 11 et 12 représentent la construction d'un relais. Il s'agit ici d'un contacteur à solénoïde. Le noyau magnétique, solidaire du boîtier, pénètre d'un côté dans l'enroulement magnétique; de l'autre côté, le noyau plongeur pénètre également dans l'enroulement. L'espace compris entre le noyau magnétique et le noyau plongeur représente la course du relais. Le boîtier magnétique, le noyau fixe et le noyau plongeur constituent ensemble un circuit magnétique.

Sur de nombreux modèles, l'enroulement du relais est constitué de deux sections d'enroulement: enroulement d'attraction et enroulement de maintien. Ce procédé s'avère efficace en considération de la charge thermique. Durant la phase d'attraction, on obtient une force magnétique légèrement supérieure. A la fermeture du circuit du démarreur, l'enroulement d'attraction est court-circuité; seul l'enroulement de maintien agit alors, et sa force magnétique est amplement suffisante pour maintenir le noyau plongeur jusqu'à la réouverture de l'interrupteur de démarrage.

Après la mise en circuit, sous l'influence de la force magnétique qui apparaît, le noyau plongeur est attiré à l'intérieur de l'enroulement et le pont de contact (contact mobile) est poussé sur les contacts fixes par un ressort. A la mise hors circuit, le ressort de rappel assure la réouverture des contacts.

Sur les démarreurs, outre les relais qui effectuent seulement une connexion (mise en et hors circuit), on utilise aussi des contacteurs à solénoïde (fig. 29), dans lesquels le déplacement du noyau plongeur est également exploité pour provoquer le déplacement axial du pignon. L'électro-aimant d'engrènement, employé aussi dans les démarreurs, fonctionne de la même manière, mais ne sert pas à établir ou à couper le circuit.

Fig. 11 Construction d'un contacteur à solénoïde (ancien modèle).

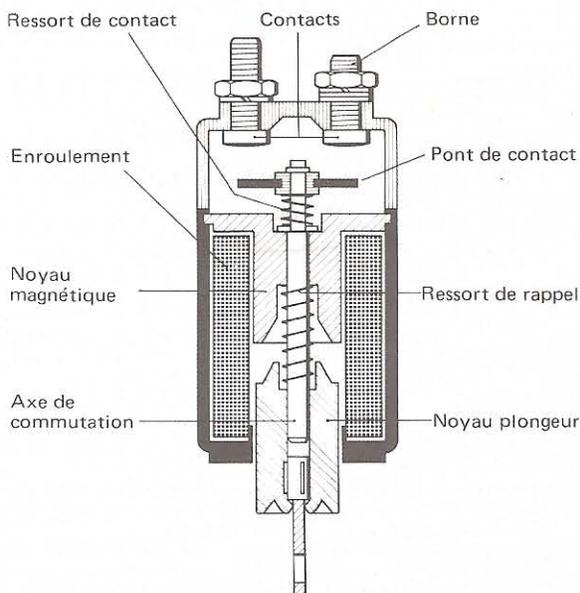
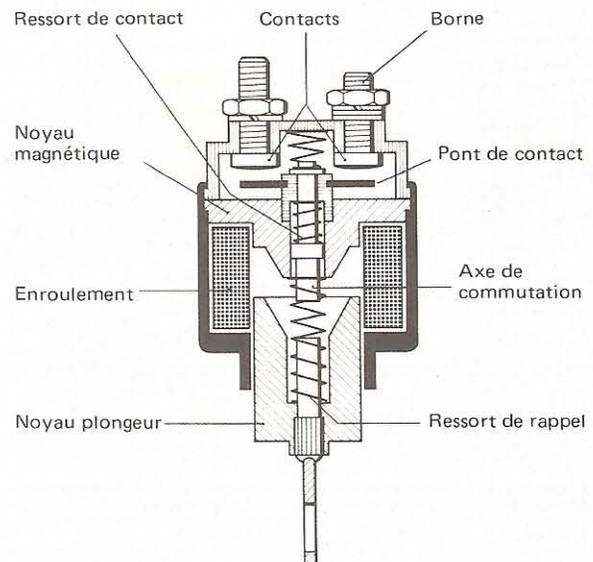
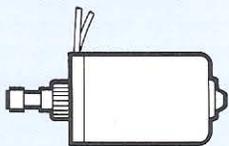


Fig. 12 Construction d'un contacteur à solénoïde (nouveau modèle).

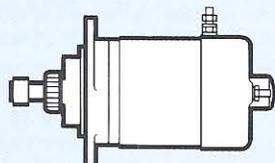


## Types de base de démarreurs

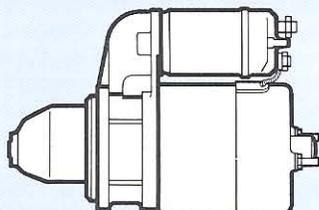
13



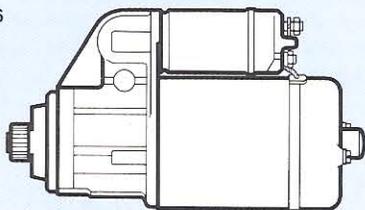
14



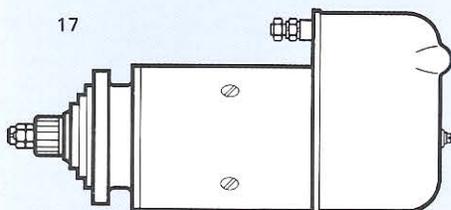
15



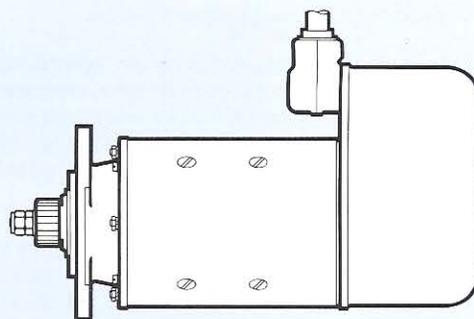
16



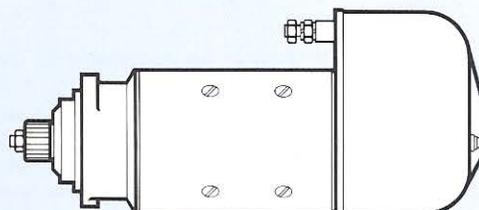
17



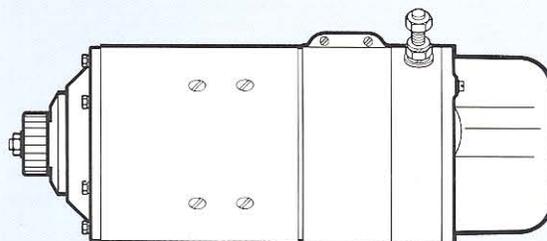
18



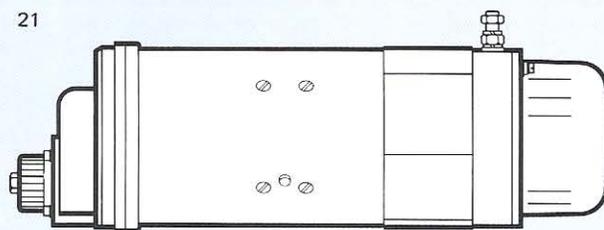
19



20



21



22

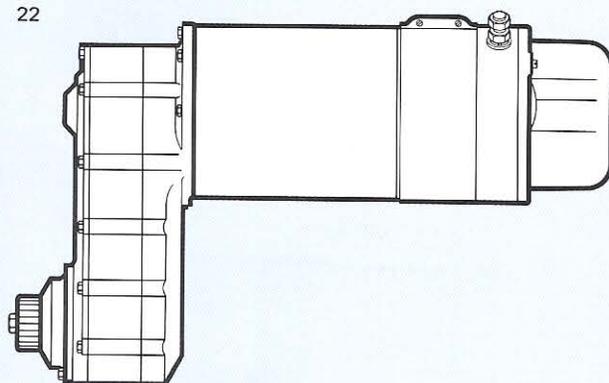


Fig. 13 Démarreur CB à lanceur à inertie.

Fig. 14 Démarreur DG à lanceur à inertie.

Fig. 15 Démarreur EF à commande positive (électro-mécanique).

Fig. 16 Démarreur GB à commande positive (électro-mécanique).

Fig. 17 Démarreur KG à induit coulissant.

Fig. 18 Démarreur QD à induit coulissant.

Fig. 19 Démarreur KB à pignon coulissant.

Fig. 20 Démarreur TB à pignon coulissant.

Fig. 21 Démarreur TF à pignon coulissant (transmission intermédiaire/petit entr'axe).

Fig. 22 Démarreur TF à pignon coulissant (transmission intermédiaire/grand entr'axe).

## Tableau synoptique

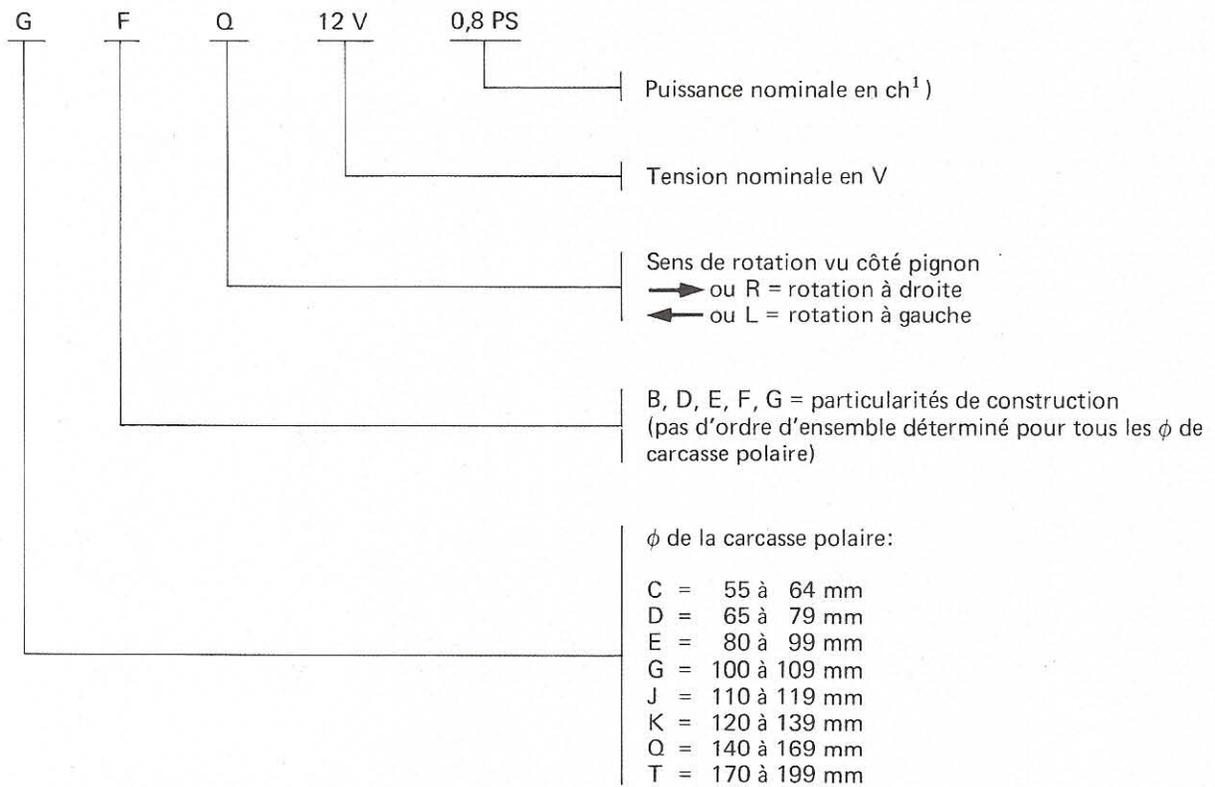
Type	Fixation	Pignon	Carcasse polaire φ mm	Tension de service V	Puissance nominale ch	Température limite de démarrage max. °C	Cylindrée max. env. en l*	Exemples d'utilisation
Démarreur à lanceur à inertie								
CB	Bride	monté en porte-à-faux	55 à 64	12	0,15	0	O/0,15	Tondeuses à gazon
DG	Bride	monté en porte-à-faux	65 à 79	12	0,3 à 0,4	-30	O/0,6	Auto-neige, Motocyclettes
Démarreur à commande positive (électro-mécanique)								
DD	Bride	à support extérieur	65 à 79	6, 12	0,4 à 0,5	-30	O/1,1	Voitures, bateaux
DF	Bride	à support extérieur	65 à 79	12	0,5	-30	O/1,1	Voitures, motocyclettes
EB	Bride	monté en porte-à-faux	80 à 99	6, 12	0,5 à 1,3	-30	O/1,0 à 2,0 D/0,8	Voitures, Camionnettes
ED	Bride	à support extérieur	80 à 99	6, 12, 24	0,4 à 1,0	-30	O/1,0 à 2,5	Voitures, camionnettes
EF	Bride	à support extérieur	80 à 99	6, 12	0,45 à 1,0	-30	O/1,0 à 2,5	Voitures, camionnettes
GB	Bride	monté en porte-à-faux	100 à 109	12	1,5	-30	O/4,0	Voitures, camionnettes
GD	Bride	à support extérieur	100 à 109	6, 12	0,6 à 1,0	-30	O/2,5	Voitures, bateaux
GE	Bride	à support extérieur	100 à 109	12, 24	1,0 à 1,3	-30	O/5,0 D/1,6	Voitures, tracteurs
GF	Bride	à support extérieur	100 à 109	6, 12	0,6 à 2,0	-30	O/4,0	Voitures
JB	Bride	monté en porte-à-faux	110 à 119	12	1,8	-30	O/8,0 D/2,5	Grosses Voitures
JD	Bride	à support extérieur	110 à 119	12, 24	1,8 à 5,0	-30	O/8 à 20 D/2,5 à 8	Voitures et camions Diesel, tracteurs
JF	Bride	à support extérieur	110 à 119	12	2,5	-30	O/10 D/3	Voitures et camions Diesel, tracteurs
Démarreurs à induit coulissant								
KG	Berceau Bride	monté en porte-à-faux	120 à 139	12, 24	2,5 à 4,0	-40	O/12 à 20 D/5 à 8	Camions, autocars, tracteurs
QD	Berceau Bride	monté en porte-à-faux	140 à 169	24	6,0	-40	D/12	Autocars, bateaux
Démarreurs à pignon coulissant								
KB	Berceau Bride	monté en porte-à-faux	120 à 139	24	6,0 à 6,5	-40	D/12 à 15	Camions, autocars
QB	Berceau Bride	monté en porte-à-faux	140 à 169	24	9,0	-40	D/20	Camions, autocars, autorails
TB	Berceau Bride	monté en porte-à-faux	170 à 199	24 à 110	10 à 25	-40	D/40 à 60	Véhicules très lourds, autorails, bateaux
TE	Berceau	à support extérieur Transmission intermédiaire ouverte	170 à 199	24	10 à 15	-40	D/30 à 40	Véhicules très lourds, autorails, bateaux
TF	Berceau Bride	monté en porte-à-faux Transmission intermédiaire fermée	170 à 199	24, 64	15 à 18	-40	D/38	Automotrices, locomotives, bateaux

\*O = moteur à explosion; D = moteur Diesel

## Signification des types

Outre leur référence à dix chiffres, commençant toujours par 0 00 . . , les démarreurs Bosch portent une formule de type dont nous donnons ci-dessous la signification.

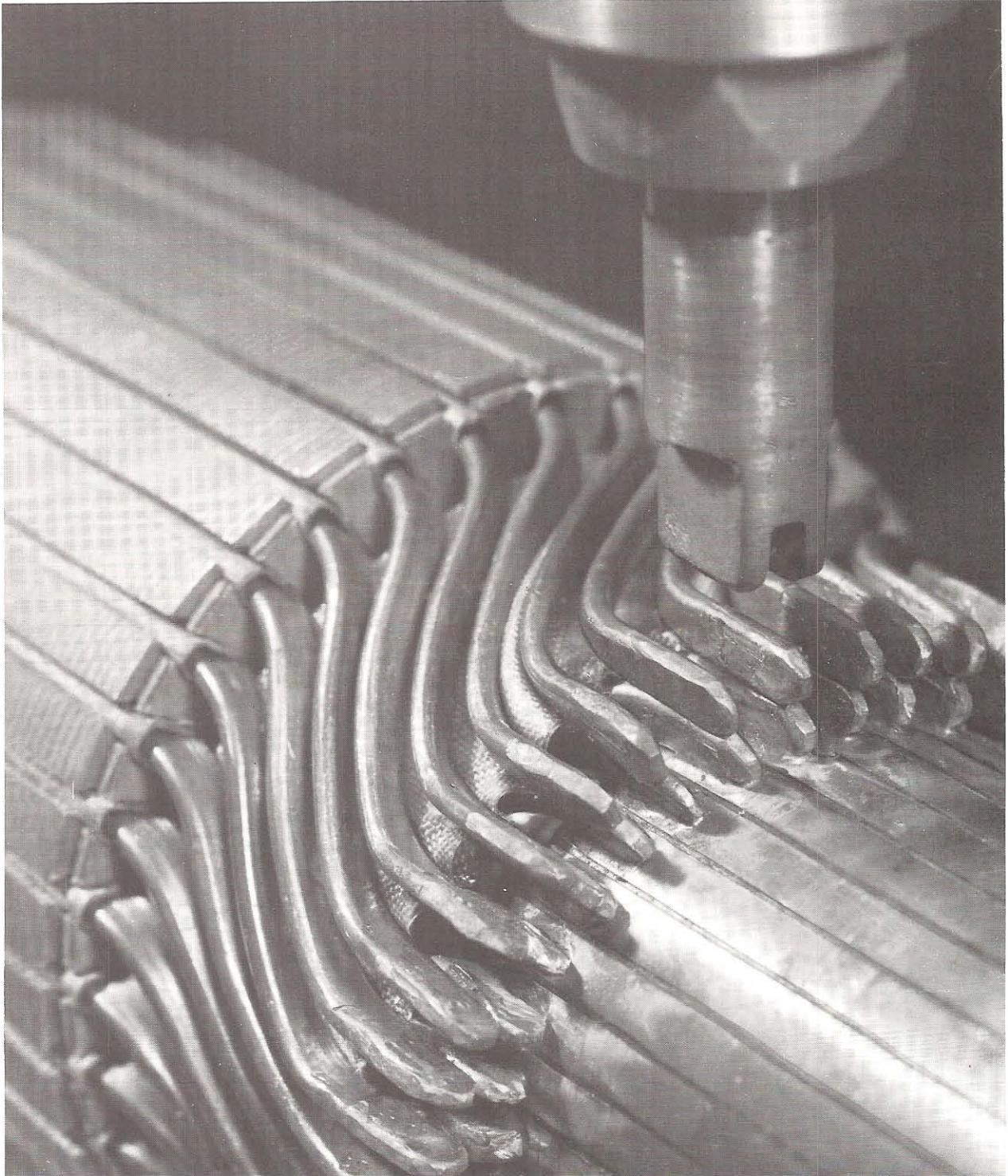
Exemple de formule de type:



<sup>1</sup>) Voir glossaire, page 49.

En raison de la forte intensité absorbée par le démarreur pendant la phase de démarrage et, en particulier, au début de celle-ci, il est essentiel que les barres de section relativement forte, constituant les enroulements, soient parfaitement reliées au collecteur, mécaniquement et électriquement. Les liaisons à la soudure à l'étain, encore utilisées actuellement en règle générale, n'offrent pas une sécurité illimitée aux charges extrêmes. Par contre, avec le procédé de soudure à froid par résistance mis au point par Bosch, les connexions obtenues résistent à d'importantes charges thermiques et mécaniques.

La photographie ci-dessous montre une partie de la couronne des points de jonction entre les barres d'enroulement et le collecteur d'un induit de démarreur ainsi que l'électrode de chauffage utilisée.



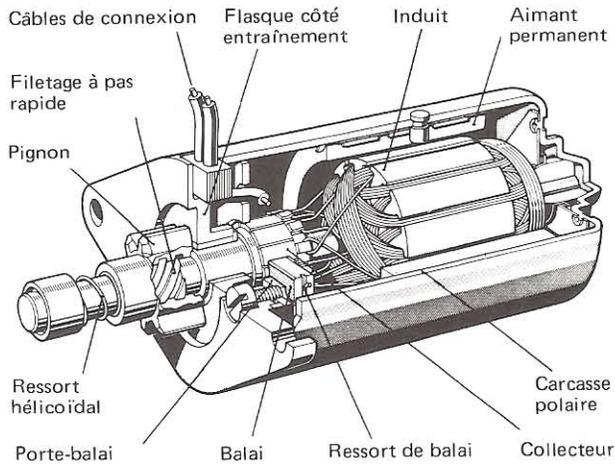


Fig. 23 Coupe du démarreur CB.

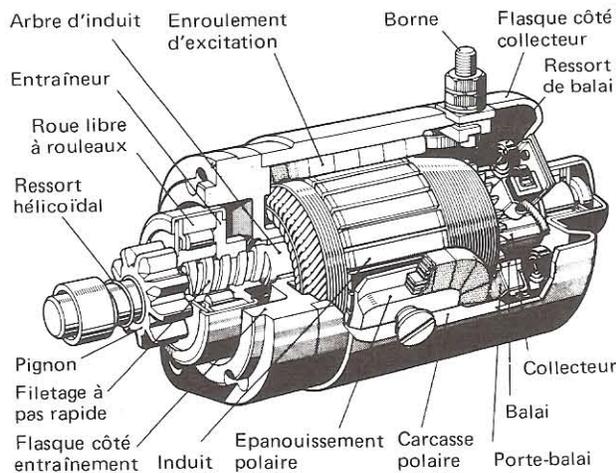


Fig. 24 Coupe du démarreur DG.

### Fonctionnement des divers types de démarreurs

Le procédé utilisé pour amener le pignon en position d'engrènement avec la couronne dentée dépend essentiellement des forces en jeu. Un système unique ne pourrait convenir dans tous les cas, en raison d'impératifs techniques ou économiques. C'est pourquoi Bosch réalise différents types de démarreurs (voir aussi le tableau synoptique), à savoir:

Démarreurs à lanceur à inertie	petite puissance
à commande positive	petite à moyenne puissance
à induit coulissant	moyenne puissance
à pignon coulissant	moyenne à grande puissance

### Démarreur à lanceur à inertie

La construction de ce démarreur est représentée aux figures 23 et 24. Sur le modèle sans dispositif de roue libre à rouleaux (fig. 23), le pignon est monté directement sur le filetage à pas rapide (rampe hélicoïdale) de l'arbre d'induit. Le sens du filetage est tel que le pignon, en raison de son inertie et de l'effet de vissage, est poussé vers la couronne dentée lorsque l'induit commence à tourner. Lorsqu'il engrène, il est immédiatement engagé jusqu'à la butée fixe. Le démarreur se trouve alors en liaison énergétique avec le moteur et celui-ci est entraîné. Le ressort hélicoïdal, intercalé sur l'arbre d'induit entre le pignon et la butée, sert à maintenir le pignon en position de repos. La construction de ce démarreur est relativement simple, mais il ne convient que pour de faibles puissances.

Fig. 25 Schéma de connexion du démarreur CB.

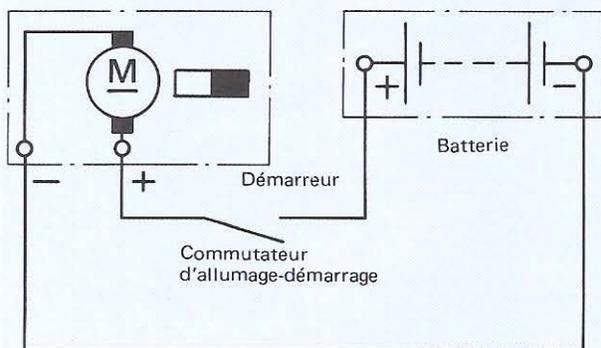
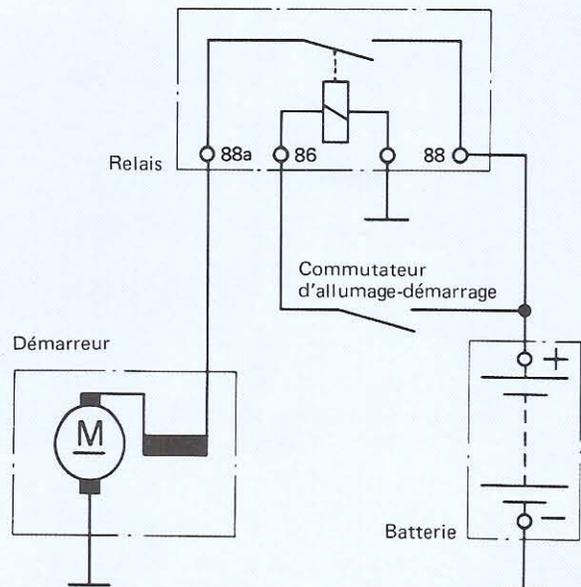


Fig. 26 Schéma de connexion du démarreur DG.



Abstraction faite de la puissance, les deux types de base CB et DG diffèrent principalement entre eux du fait que le petit démarreur CB est pourvu d'un système d'excitation à aimant permanent, tandis que le démarreur DG dispose d'une excitation électromagnétique usuelle, montée en série (fig. 25 et 26). Le démarreur de 0,15 ch est mis directement en circuit par un interrupteur de démarrage; pour les démarreurs à inertie de plus grosse taille, on utilise en plus un relais (fig. 26). Afin d'améliorer la sécurité de fonctionnement et d'éviter le désengrènement prématuré du pignon, les démarreurs de 0,3 ch et au-dessus sont équipés d'un dispositif de roue libre à rouleaux, monté entre le filetage à pas rapide et le pignon (fig. 24).

#### Engrènement

Lorsqu'on actionne l'interrupteur de démarrage, le démarreur est mis immédiatement en circuit en une seule phase, ce qui provoque la rotation de l'induit portant le filetage à pas rapide. En raison de son inertie, le pignon se visse sur le filetage. S'il se présente alors devant un entredent de la couronne dentée, il engrène immédiatement avec celle-ci, jusqu'à la butée de l'arbre d'induit. Par contre, lorsque le pignon bute contre une dent de la couronne, il tourne sur la face de la couronne dentée et engrène dans l'entredent suivant.

#### Désengrènement

Aussitôt que le moteur, en démarrant, entraîne le pignon plus vite que ne le fait le démarreur — ou encore lorsqu'on relâche l'interrupteur de démarrage après un essai de démarrage infructueux —, le pignon est automatiquement dégagé de la couronne dentée par l'intermédiaire du filetage à pas rapide. Séparé du moteur, le démarreur ne peut pas être endommagé par des accélérations excessives.

#### Démarreur à commande positive (électro-mécanique)

Les figures 27 à 31 représentent la construction du démarreur à commande positive ainsi que son branchement interne. Les démarreurs de ce type sont mis en circuit par un contacteur à solénoïde. L'extrémité saillante du noyau plongeur du contacteur comporte une fente dans laquelle vient s'engager le tourillon du levier de commande positive, avec un certain jeu qui représente la "course à vide". A la mise hors circuit du démarreur, la course à vide permet au noyau plongeur du contacteur de revenir vers sa position de départ sous l'effet du ressort de rappel, ce qui provoque le décollage du pont de contact des contacts fixes. Ceci est nécessaire lorsque le pignon ne se dégage pas de la couronne dentée. (Sur les exécutions anciennes, le levier de commande positive est solidaire du noyau plongeur et un ressort de déclenchement est monté sur le lanceur).

Côté pignon, l'arbre d'induit porte un filetage à pas rapide (fig. 29 et 31), sur lequel se trouve un entraîneur couplé au pignon par l'intermédiaire d'un dispositif de roue libre à rouleaux. Le sens du filetage est tel que, lorsque l'induit tourne, le pignon, maintenu axialement, est poussé dans la couronne dentée. L'entraîneur porte deux bagues ou disques d'entraînement mobiles, dans lesquels vient s'engager l'extrémité en forme de fourchette du levier de commande positive. Entre les bagues ou disques d'entraînement et l'entraîneur se trouve un ressort d'engrènement (élément élastique), de manière que le levier de commande positive se déplace toujours jusqu'à la position extrême (le pont mobile et le contact fixe ne sont fermés qu'à la position extrême du levier) et que le démarreur soit toujours mis en circuit, même lorsqu'une dent du pignon rencontre une dent de la couronne dentée. Le levier de commande positive pousse donc en avant l'entraîneur avec le pignon. Ensuite, en se vissant sur le filetage à pas rapide, le pignon avance jusqu'à la butée. Ainsi, le filetage à pas rapide fait en sorte qu'un couple ne peut être transmis au moteur à lancer qu'après engrènement complet du pignon.

Fig. 27 Schéma de connexion du démarreur à commande positive.

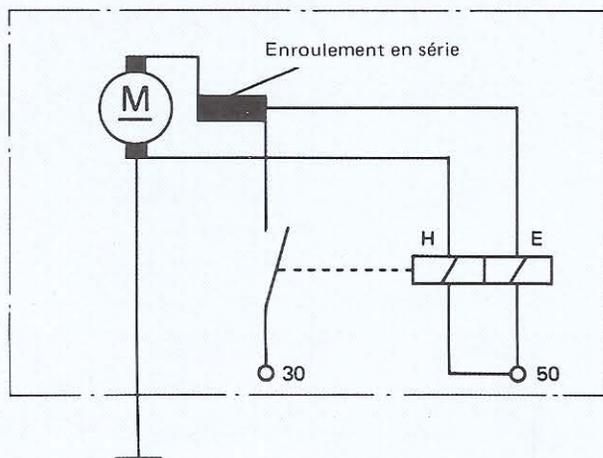
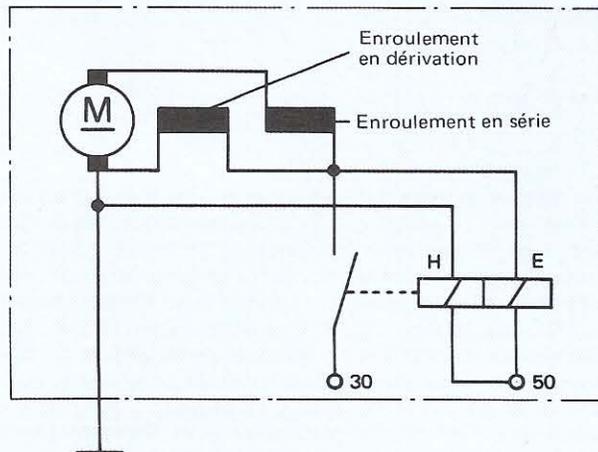


Fig. 28 Schéma de connexion du démarreur à commande positive avec enroulement en dérivation.



Après engrènement, le dispositif de roue libre établit la liaison énergétique entre l'induit du démarreur et le volant du moteur, puis interrompt cette liaison dès que la vitesse de rotation du moteur dépasse celle du démarreur.

### Engrènement

La phase d'engrènement comporte deux mouvements du pignon: le déplacement axial et le déplacement hélicoïdal. Toutefois, la mise en circuit du moteur du démarreur s'effectue en un seul temps.

Après la fermeture de l'interrupteur de démarrage, le levier de commande positive, sous l'action du contacteur à solénoïde, se déplace d'abord en comprimant un ressort antagoniste, sans que les enroulements d'excitation et d'induit soient mis complètement en circuit. Pendant cette première phase, l'induit ne tourne donc pas. Par l'intermédiaire de la bague d'entraînement côté pignon et du ressort d'engrènement, le levier de commande positive pousse l'entraîneur et le pignon en direction de la couronne dentée, ces pièces se mettant à tourner grâce au filetage à pas rapide. Lorsque le pignon se présente devant un entredent (fig. 32), il engrène immédiatement et aussi loin que le levier de commande positive peut se déplacer, c'est-à-dire jusqu'à ce que le pont de contact s'applique sur les contacts du relais. Le pignon a alors effectué son déplacement axial.

Si, au cours de son avance, le pignon bute contre une dent de la couronne (fig. 33), le levier de commande positive comprime, par l'intermédiaire de la bague d'entraînement à déplacement axial, le ressort d'engrènement jusqu'à la butée du pont de contact: le moteur du démarreur se met alors à tourner. Le pignon tourne sur la face de la dent et s'engage dans l'entredent suivant sous l'action de la pression du ressort hélicoïdal bandé et, surtout, grâce à l'effet de vissage.

A la fin du déplacement axial — c'est-à-dire un peu avant la fin de la course d'engrènement totale —, les contacts du contacteur à solénoïde se ferment dans tous les cas et le courant est appliqué au démarreur. Grâce au filetage à pas rapide, l'induit du démarreur en rotation visse le pignon, maintenu radialement dans la couronne dentée, encore plus avant dans celle-ci, jusqu'à la butée de l'arbre d'induit. Le pignon ayant atteint la butée, toute avance supplémentaire est exclue. Par l'intermédiaire de la roue libre à rouleaux et de l'entraîneur, le pignon est alors solidaire de l'arbre d'induit et le démarreur peut lancer le moteur (fig. 34).

### Désengrènement

Le moteur, qui vient d'être lancé, tourne plus vite que le démarreur; il s'ensuit que la roue libre interrompt la liaison énergétique entre le pignon et l'arbre d'induit, assurant ainsi la protection de l'induit contre les survitesses. Le pignon demeure en prise aussi longtemps que le levier de commande positive est maintenu en position d'enclenchement. Ce n'est qu'après ouverture de l'interrupteur de démarrage que le levier de commande positive, l'entraîneur et le pignon reviennent en position de repos sous l'action du ressort de rappel. Ce ressort sert aussi à maintenir le pignon dans sa position de repos jusqu'au démarrage suivant, malgré les trépidations transmises par le moteur en rotation.

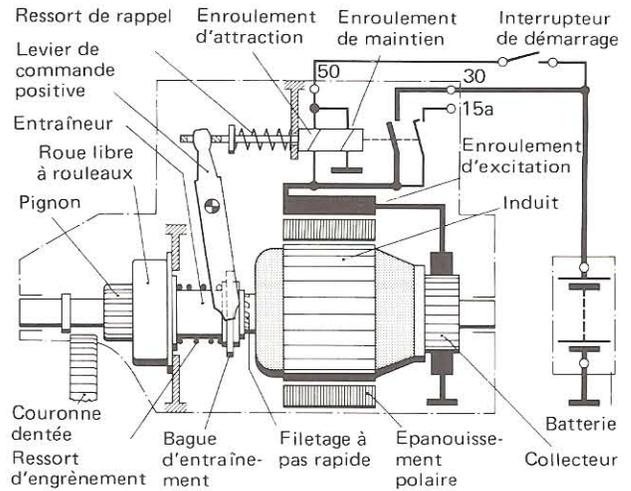


Fig. 29 Représentation schématique du démarreur à commande positive.

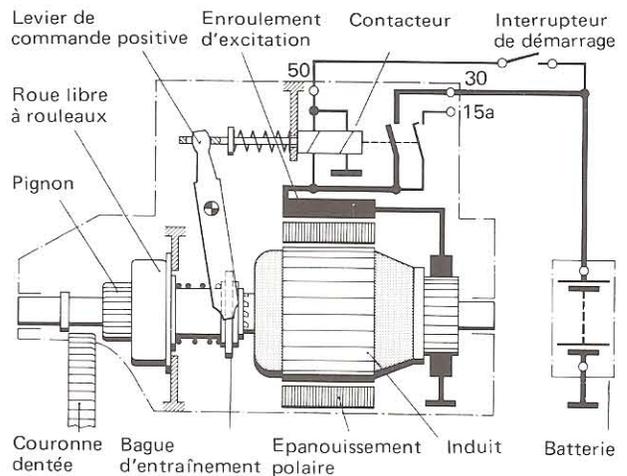
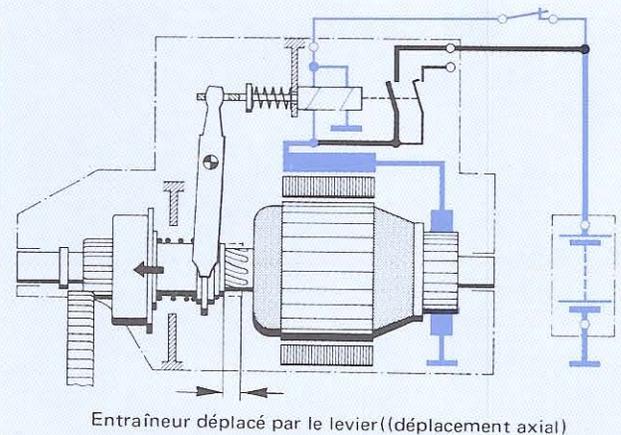


Fig. 30 Pignon désengrené.

Fig. 32 Le pignon se présente devant un entredent.

Enroulements d'attraction et de maintien en circuit / le pignon engrène immédiatement. La mise en circuit du courant principal est imminente.



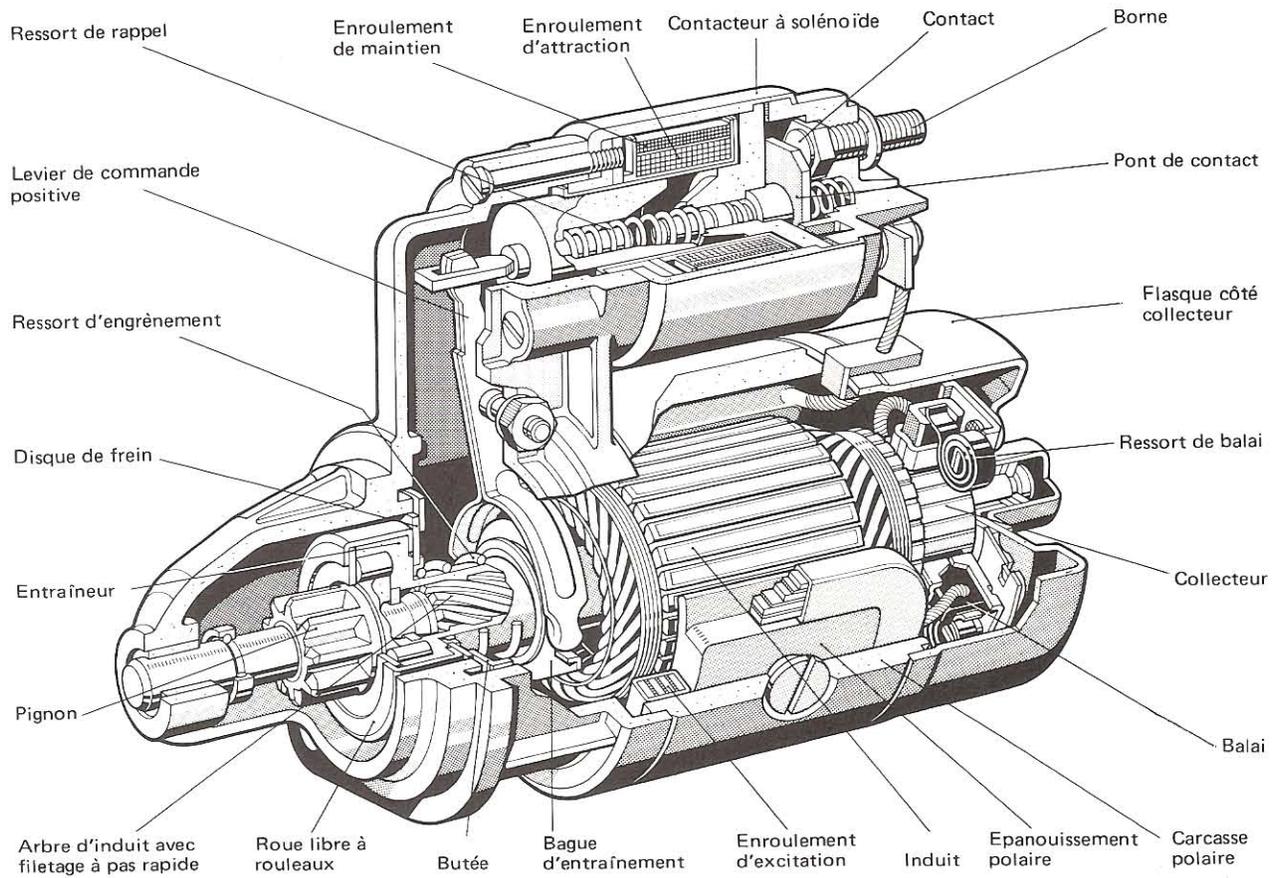


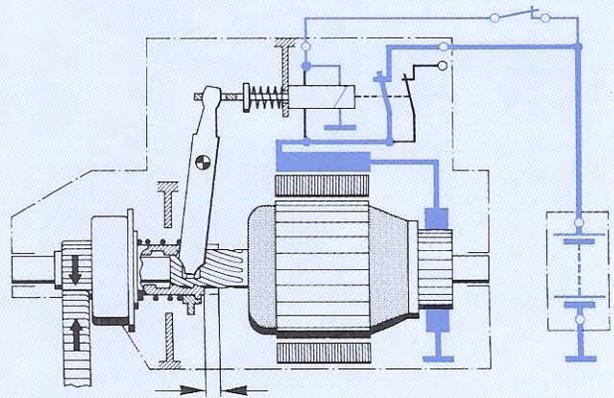
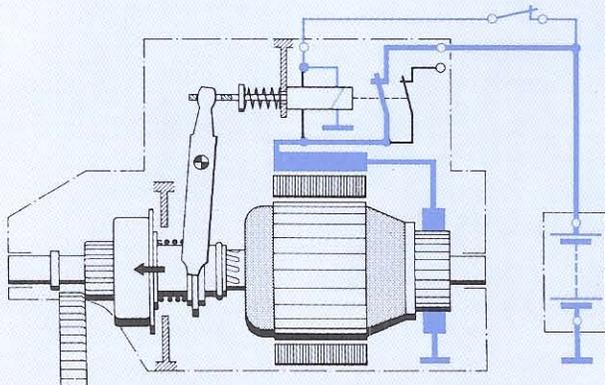
Fig. 31 Coupe du démarreur EF à commande positive, avec dispositif de roue libre à entraînement périphérique.

Fig. 33 Le pignon bute contre une dent.

Fig. 34 Le moteur est lancé.

Levier de commande positive en position finale / ressort d'engrènement comprimé / courant coupé dans l'enroulement d'attraction / le courant principal circule, l'induit tourne / le pignon cherche un entredent et engrène à fond, le moteur est entraîné.

Levier de commande positive en position finale / courant coupé dans l'enroulement d'attraction / le courant principal circule, le pignon est engréné à fond / le moteur est entraîné.



Entraîneur déplacé par la rotation de l'induit (déplacement hélicoïdal).

### Dispositif de roue libre à rouleaux

Le démarreur à commande positive est équipé d'un dispositif de roue libre à rouleaux (fig. 35) destiné à en assurer la protection. Ce dispositif couple le pignon avec l'entraîneur de manière que l'arbre d'induit en rotation entraîne le pignon, mais que la liaison mécanique entre ces deux organes soit supprimée lorsque le pignon tourne plus vite que l'arbre. A cet effet, les rouleaux peuvent se déplacer sur une rampe de travail conçue de sorte que, lors du lancement du moteur, les rouleaux se coincent dans la partie rétrécie de l'espace compris entre la bague de roue libre et la partie cylindrique du pignon. Au contraire, lorsque le moteur démarre, le pignon, animé d'une vitesse supérieure, repousse les rouleaux vers la partie large de l'espace intermédiaire où, après avoir comprimé les ressorts antagonistes, ils ne sont plus que légèrement au contact de la bague de roue libre et du pignon. Au repos, des ressorts, soit directement soit par l'intermédiaire de poussoirs, compriment les rouleaux dans la partie rétrécie de l'espace intermédiaire afin que, lors de la mise en marche du démarreur, le pignon soit couplé à coup sûr avec la bague de roue libre.

Sur ce type de roue libre à rouleaux à entraînement périphérique, les rampes de travail se trouvent sur la bague rotative extérieure de la roue libre qui est elle-même solidaire de l'arbre d'induit par l'intermédiaire de l'entraîneur. Grâce à cette disposition, la masse du pignon est peu importante et le couple transmis est faible,

lorsque le moteur atteint une vitesse supérieure à celle du démarreur (couple de dépassement). Ceci influence favorablement la longévité du pignon et des paliers du démarreur.

### Frein d'induit

Un frein d'induit (fig. 36) est monté dans le démarreur, afin qu'après sa mise hors circuit celui-ci soit stoppé aussi rapidement que possible et que l'on puisse éventuellement renouveler l'essai de démarrage sans perte de temps. Il s'agit le plus souvent d'un frein mécanique (frein à disque). Certains démarreurs à commande positive de forte puissance comportent un enroulement en dérivation (fig. 28) pour limiter la vitesse de rotation à vide de l'induit et pour freiner ce dernier après la mise hors circuit du démarreur. Cette solution permet d'assurer le retour au repos très rapide de l'induit.

### Démarreur à induit coulissant

Ces démarreurs de puissance moyenne, destinés au lancement des moteurs d'assez grosse cylindrée, développent également à l'engrènement une force plus élevée. Afin de ménager le pignon et la couronne dentée, l'engrènement du pignon avec la denture du volant doit s'effectuer doucement. C'est pourquoi la mise en circuit du démarreur, ainsi que l'engrènement du pignon dans la couronne, s'effectuent en deux temps.

Fig. 35 Dispositif de roue libre à rouleaux à entraînement périphérique.

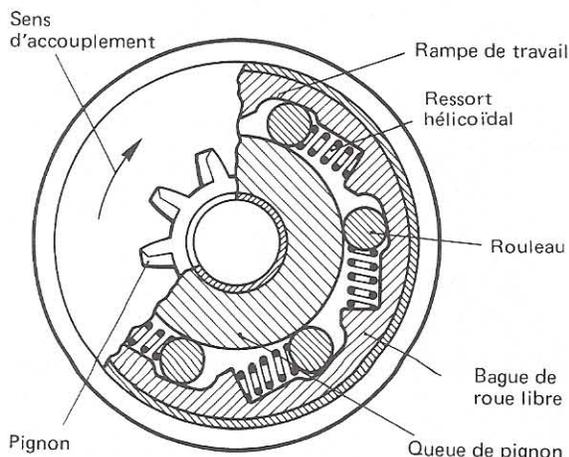
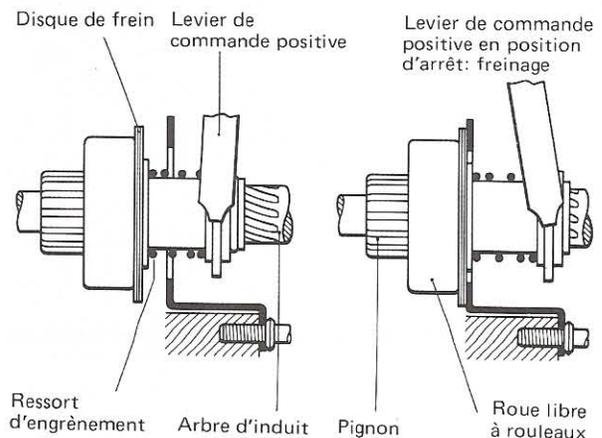


Fig. 36 Frein à disque.



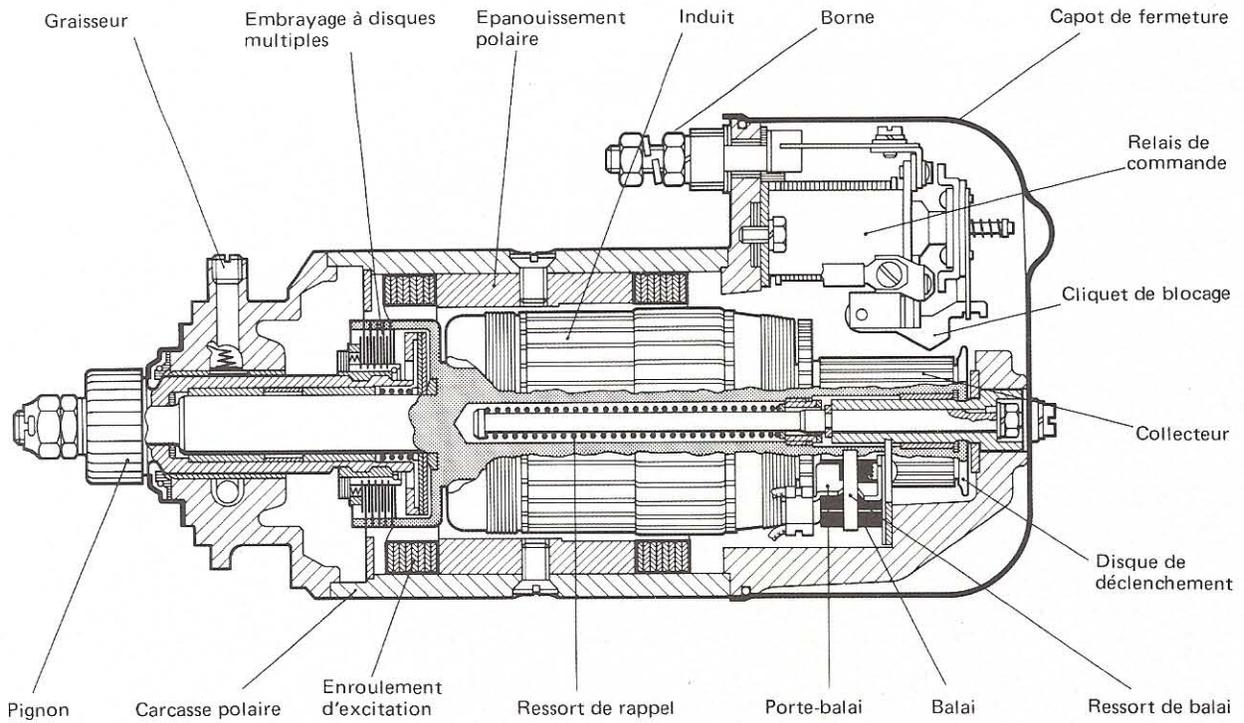
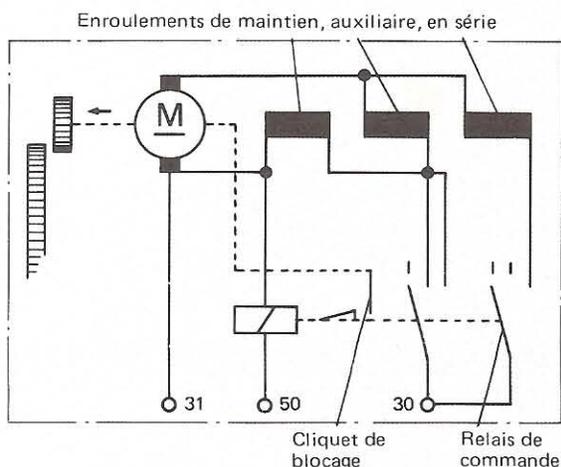


Fig. 37 Coupe d'un démarreur à induit coulissant Bosch à fixation par bride.

Fig. 38 Connexion interne du démarreur à induit coulissant.



Le déplacement axial du pignon est ici provoqué directement par l'induit qui se déplace lui-même axialement (induit coulissant). C'est la raison pour laquelle ce type de démarreur possède un large collecteur. La désignation "démarreur à induit coulissant" provient du mode de déplacement axial de l'induit de ce démarreur. La figure 37 en montre la construction.

Le démarreur à induit coulissant comporte trois enroulements d'excitation (fig. 38):

- un enroulement auxiliaire de démarrage,
- un enroulement en dérivation (enroulement de maintien),
- un enroulement en série (enroulement principal).

Les enroulements auxiliaire de démarrage et de maintien agissent durant les deux phases d'engrènement; l'enroulement principal n'intervient en totalité que pendant la seconde phase.

Dans ce type de démarreur, la transmission de la force d'engrènement entre l'induit et le pignon est obtenue par un embrayage à disques multiples (fig. 37, 45 à 50) comportant un limiteur de couple (protection mécanique contre les surcharges).

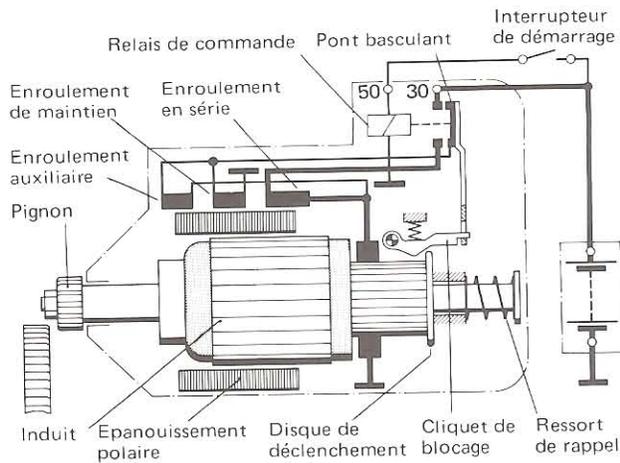


Fig. 39 Démarreur hors circuit, l'induit reste immobile.

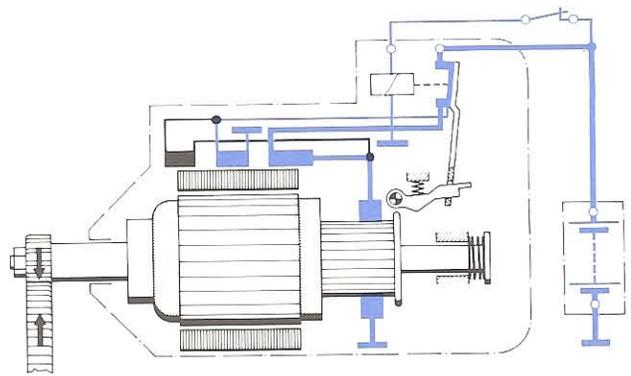


Fig. 42 2<sup>e</sup> temps de commande. Enroulement en série en circuit, liaison énergétique totale. Le moteur est lancé.

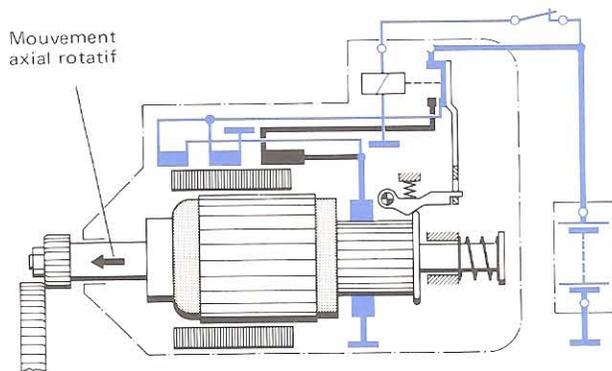


Fig. 40 1<sup>er</sup> temps de commande. Enroulement auxiliaire et enroulement de maintien en circuit. Attraction et rotation lente de l'induit.

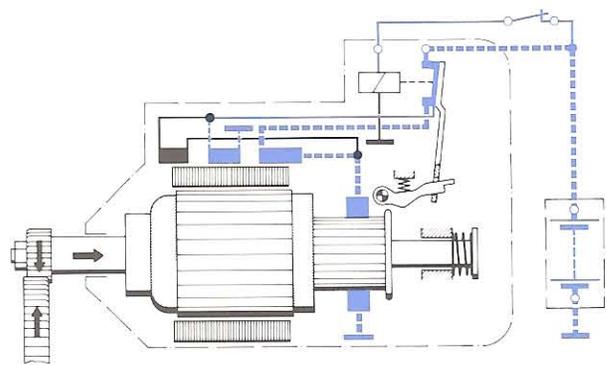


Fig. 43 Le moteur a démarré, la vitesse de l'induit augmente, le courant passe dans l'enroulement en série, l'enroulement de maintien maintient l'induit en position d'engrènement.

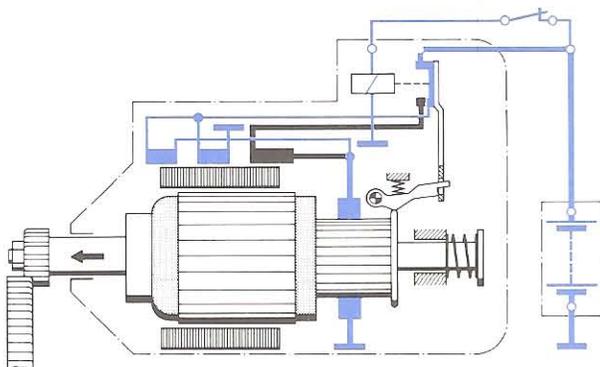


Fig. 41 Le courant circule dans l'enroulement auxiliaire et dans l'enroulement de maintien: le pignon engrène.

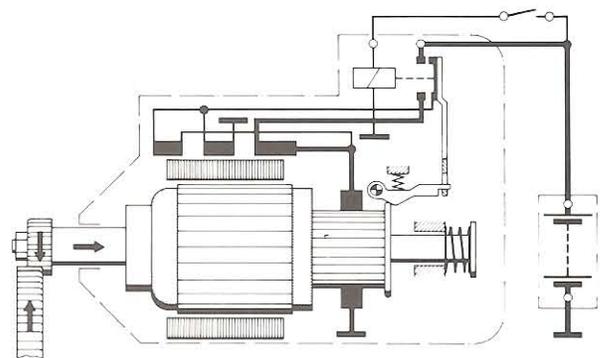


Fig. 44 Mise hors circuit. Courant coupé dans l'induit, le pignon désengrène, le ressort de rappel ramène l'induit en position de repos.

### *Engrènement*

Les figures 39 à 44 montrent les différentes phases d'engrènement et de désengrènement. Pour simplifier, la liaison induit-pignon a été représentée rigide. En réalité un embrayage à disques multiples relie ces deux organes. Le fonctionnement de cet embrayage est décrit spécialement ci-après.

En position de repos (fig. 39), aucun courant ne circule dans l'induit ni dans le contacteur. L'induit, immobile, est légèrement repoussé hors du champ magnétique par un ressort et, de ce fait, le pignon n'est pas en prise avec la couronne dentée du volant.

Après fermeture de l'interrupteur de démarrage, la première phase de commande se déroule, déclenchée par l'intermédiaire du relais (fig. 40). L'enroulement auxiliaire et l'enroulement de maintien sont mis en circuit par un contact du pont basculant. L'induit est attiré dans le champ de ces enroulements et commence alors à tourner lentement jusqu'à ce que le pignon s'engage doucement dans la denture de la couronne du volant (fig. 41), ces deux organes ne pouvant subir ainsi aucune détérioration. En effet, si le pignon vient à buter contre une dent de la couronne, il tourne sur la face de celle-ci sous l'action d'un faible couple et d'une légère poussée axiale, et l'engrènement s'effectue dans l'entredent suivant.

Lorsque le pignon se trouve presque en position finale d'engrènement avec la couronne dentée, l'induit a effectué un déplacement axial suffisant pour que le disque de déclenchement, qui se trouve sur son collecteur, soulève le cliquet de blocage (fig. 42). Le pont basculant, verrouillé durant la première phase, peut alors appliquer son extrémité libre sur le contact (deuxième temps), ce qui a pour effet d'établir la liaison entre la batterie et l'enroulement en série.

Dès que l'enroulement en série est mis en circuit, le démarreur développe son couple maximum et lance le moteur. Lorsque ce dernier atteint une vitesse plus élevée, l'induit du démarreur subit aussi une accélération. Le courant, qui circule dans l'enroulement d'induit et l'enroulement d'excitation, diminue très fortement ainsi que la traction exercée sur l'induit dans le sens de l'engrènement. Même dans le cas d'impulsions d'allumage isolées (insuffisantes pour faire démarrer le moteur), l'induit reviendrait à sa position de repos et le pignon désengrènerait alors prématurément. C'est pourquoi l'induit est maintenu en position de travail au moyen d'un enroulement de maintien, monté en parallèle avec lui et dont le champ demeure constant jusqu'au moment où le conducteur libère l'interrupteur de démarrage (fig. 43).

### *Désengrènement*

Lorsqu'on ouvre l'interrupteur de démarrage après la mise en marche du moteur, le démarreur ne reçoit plus de courant (fig. 44). L'induit est donc déchargé et la pression entre les dents du pignon et de la couronne devient si faible que le ressort de rappel agissant à l'intérieur de l'arbre d'induit peut ramener ce dernier en position de repos et ainsi désengrèner le pignon. Le cliquet de blocage, sous l'action de son ressort, est alors repoussé en position de verrouillage, de sorte que l'opération de démarrage suivante puisse à nouveau se dérouler en deux temps. Après dégagement du pignon, l'induit s'immobilise en quelques secondes.

### *Embrayage à disques multiples*

Par effet de friction, l'embrayage à disques multiples limite à une valeur maximum admissible le couple transmis au pignon par l'arbre d'induit.

Les disques de l'embrayage sont mobiles axialement, mais ne peuvent tourner ni dans le flasque d'entraînement ni sur l'écrou de pression (fig. 45). Ils possèdent alternativement, sur leur diamètre extérieur et sur leur diamètre intérieur, des entraîneurs qui sont en prise avec le flasque d'entraînement cylindrique ou avec l'écrou de pression. Le flasque d'entraînement est fixé sur l'arbre d'induit; l'écrou de pression est monté vissable sur le filetage à pas rapide de la queue de pignon qui est montée "folle" sur l'arbre d'induit.

La condition essentielle pour que l'embrayage à disques assure une liaison mécanique optimale est qu'il existe une certaine pression entre les disques, car ce n'est que lorsque la liaison énergétique est déjà amorcée (et donc que l'écrou de pression est entraîné) que l'embrayage peut réaliser l'accouplement parfait. A cet effet, des ressorts poussent le premier disque (disque glissant) de l'écrou de pression, celui-ci étant poussé à son tour contre le premier disque de plus grand diamètre (disque de butée) du flasque d'entraînement. Au repos, sous l'action du ressort de rappel d'induit, le disque de butée porte contre une bague de butée solidaire de la carcasse polaire. Ainsi, la pression des ressorts n'agit que sur le disque glissant et sur le disque de butée, et seul un faible couple peut être alors transmis, les autres disques n'étant soumis à aucune pression. Cette liaison énergétique réduite correspond au gradin initial d'engrènement (fig. 45).

A quoi sert ce temps initial d'engrènement? Si le pignon vient buter contre la couronne dentée (fig. 46), seul est transmis le faible couple résultant de la pression entre le disque glissant et le disque de butée. En fait, au moment où l'induit s'avance, le disque de butée se soulève d'abord de la bague de butée. Mais lorsqu'une dent du pignon bute sur une dent de la couronne, l'écrou de pression est déplacé vers l'intérieur grâce au filetage à pas rapide jusqu'à ce que le disque de butée porte à nouveau contre la bague de butée.

Si, en s'avancant, le pignon rencontre un entredent, il peut engrener immédiatement (fig. 47). La liaison énergétique prend sa valeur maximum quand le pignon atteint sa position finale (fig. 48). Le pignon étant maintenu alors que l'induit tourne, l'écrou de pression se déplace sur le filetage à pas rapide vers l'intérieur du démarreur, ce qui a pour effet d'augmenter la pression entre les disques. Cette action s'exerce jusqu'à ce que la friction entre les disques soit suffisante pour assurer la transmission du couple de démarrage requis. Le flux de la force est alors le suivant: arbre d'induit — flasque d'entraînement cylindrique — disques extérieurs — disques intérieurs — écrou de pression — pignon.

Le limiteur de couple, incorporé à l'embrayage à disques multiples, agit de la manière suivante: lorsque l'accouplement est réalisé, un anneau de pression transmet au jeu de disques la pression d'un jeu de rondelles élastiques montés sur l'arbre d'induit et s'appuyant sur le flasque d'entraînement cylindrique. A son extrémité interne, l'écrou de pression est muni d'un bourrelet de pression. La pression des disques, c'est-à-dire le couple transmis, qui augmente lorsque l'écrou de pression se visse vers l'intérieur, est limitée du fait qu'au moment où la charge maximum est atteinte, le bourrelet de pression éloigne les rondelles élastiques de l'anneau de pression (fig. 49). Il s'ensuit que l'embrayage patine.

En cas d'une accélération soudaine du volant du moteur, provoquée par une impulsion d'allumage, ou du démarrage du moteur, ce dernier entraîne le pignon plus vite que ne le faisait le démarreur (dépassement, fig. 50). Ceci provoque un léger vissage de l'écrou de pression vers l'extérieur et l'embrayage relâche: aucune accélération dangereuse ne peut donc être communiquée à l'induit du démarreur. Dans ce cas, l'embrayage à disques multiples agit comme une roue libre.

### Démarreur à pignon coulissant

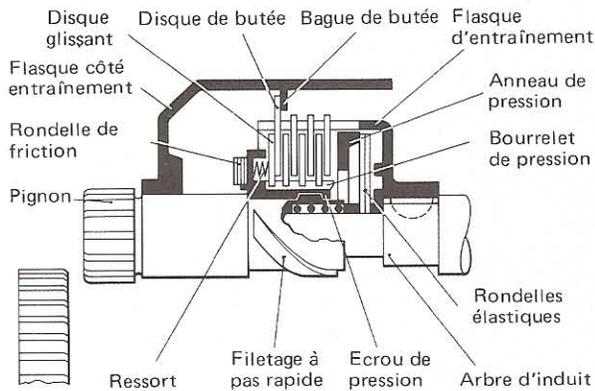
Ce genre de démarreur, convenant aux gros moteurs à combustion interne, réalise l'engrènement en deux temps afin de ménager le pignon et la couronne dentée. Les vues en coupe 51 et 52 montrent la construction des types KB et TB.

L'induit, qui ne peut coulisser longitudinalement, est monté sur paliers côté entraînement et côté collecteur. Il est équipé d'un arbre creux qui, du côté entraînement,

Fig. 45 Construction de l'embrayage à disques multiples avec limiteur de couple et gradin initial d'engrènement (position de repos).

Fig. 46 Le disque de butée frotte sur la bague de butée.

Fig. 47 Le disque de butée est décollé de la bague de butée, l'embrayage à disques multiples commence à assurer une liaison mécanique, le pignon vient en position d'engrènement.

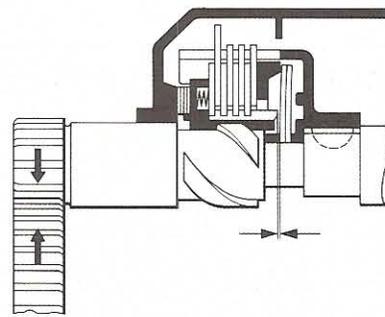


45 Construction.

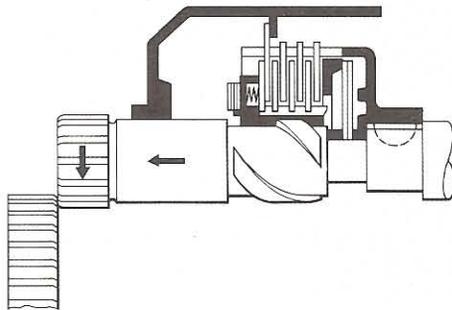
Fig. 48 Embrayage en liaison énergétique totale (les rondelles élastiques sont légèrement incurvées).

Fig. 49 Le bourrelet de pression décharge l'anneau de pression et les disques d'accouplement. L'embrayage patine.

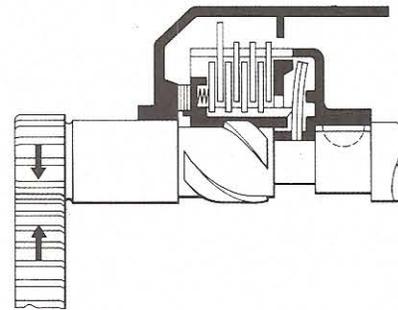
Fig. 50 Pignon accéléré par le volant. L'embrayage à disques multiples joue le rôle de roue libre.



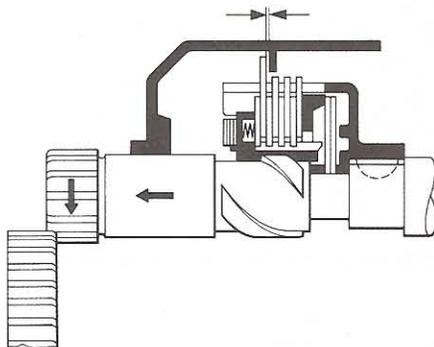
48 Lancement (liaison énergétique totale).



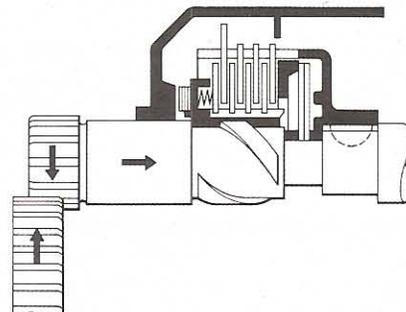
46 Une dent du pignon bute contre une dent de la couronne.



49 Limitation du couple (les rondelles élastiques sont décollées de l'anneau de pression).



47 Engrènement (faible liaison énergétique).



50 Dépassement.

affecte la forme d'un carter dans lequel est logé un embrayage à disques multiples.

Ce carter d'embrayage est fermé à l'avant par un couvercle, sur lequel s'appuie un palier à rouleaux ou un palier lisse supportant l'induit côté entraînement. Côté collecteur, l'induit est logé dans un palier lisse. Un contacteur à solénoïde actionnant le pignon et un relais, qui assure la commande des deux phases de mise en circuit, sont accolés au palier côté collecteur. Sur ce genre de démarreur, le pignon, commandé par le contacteur à solénoïde, est poussé en avant (coulissement du pignon)

par l'intermédiaire d'une tige d'engrènement qui traverse l'arbre creux de l'induit (fig. 51). L'enroulement antagoniste, que comporte le contacteur à solénoïde du démarreur TB (fig. 52 et 57), sert à l'adaptation du couple du démarreur lors de l'engrènement. Un joint rotatif est prévu à l'avant du flasque côté entraînement pour empêcher la pénétration d'huile, de saletés ou de poussière à l'intérieur du démarreur. Le flasque côté collecteur ainsi que les relais sont recouverts par un capot; les balais sont protégés par le capot ou par un collier de fermeture.

Fig. 51 Coupe du démarreur à pignon coulissant Bosch, type KB, à deux temps de commande.

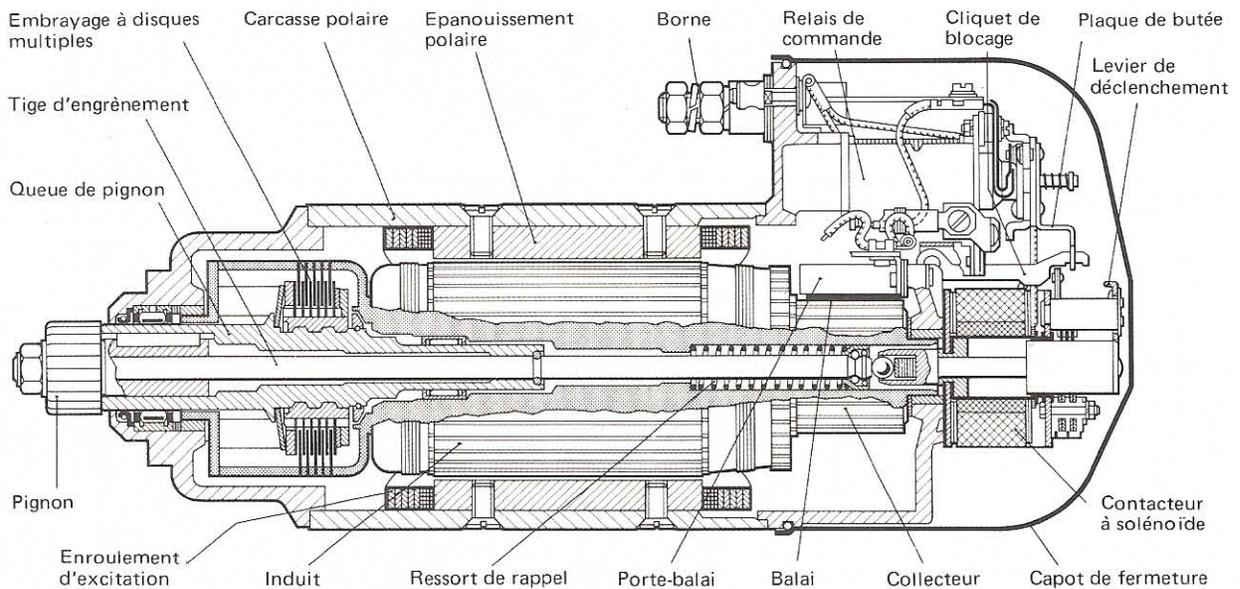
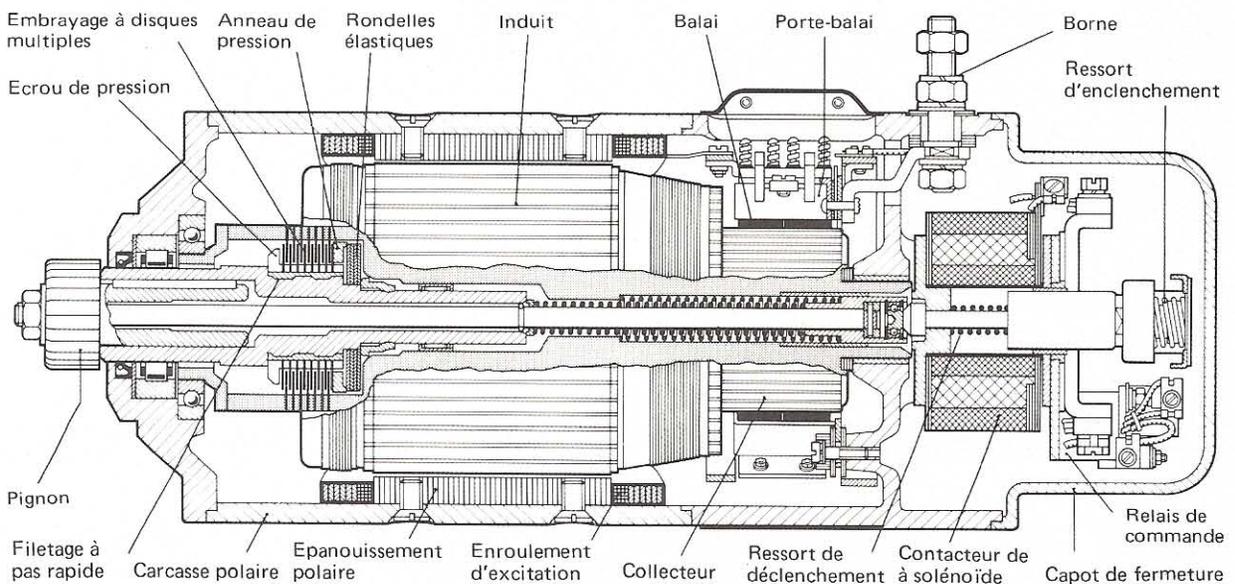


Fig. 52 Coupe du démarreur à pignon coulissant Bosch, type TB, à deux temps de commande.



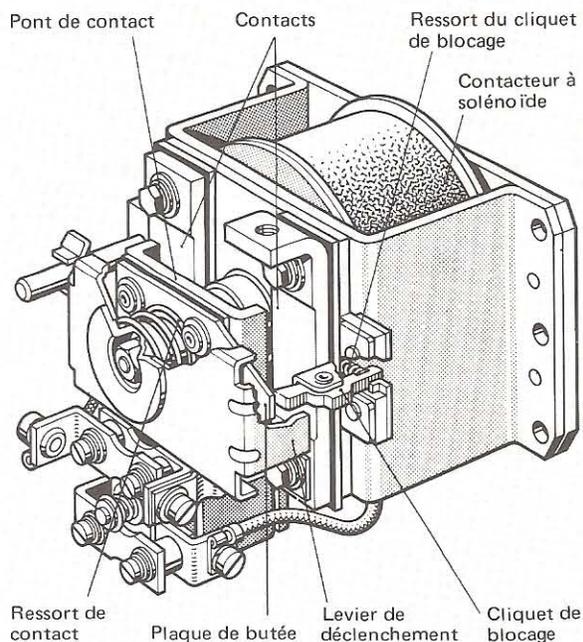


Fig. 53 Dispositif de blocage du contacteur à solénoïde des démarreurs TB et TF.

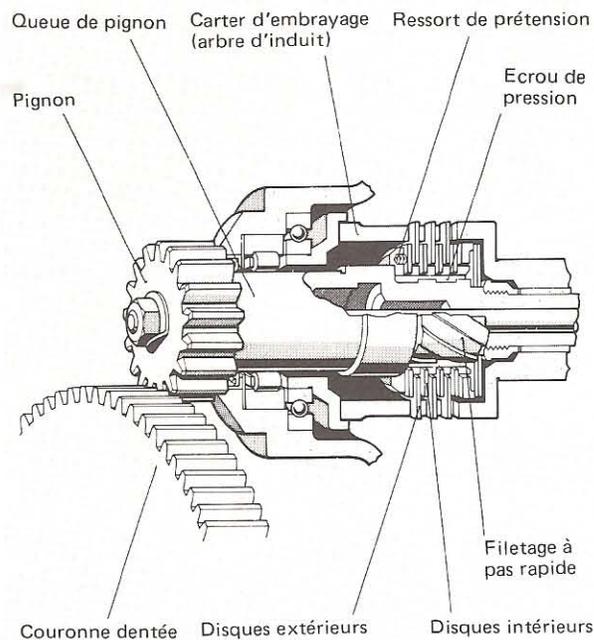


Fig. 54 Construction de l'embrayage à disques multiples (sans gradin initial d'engrènement).

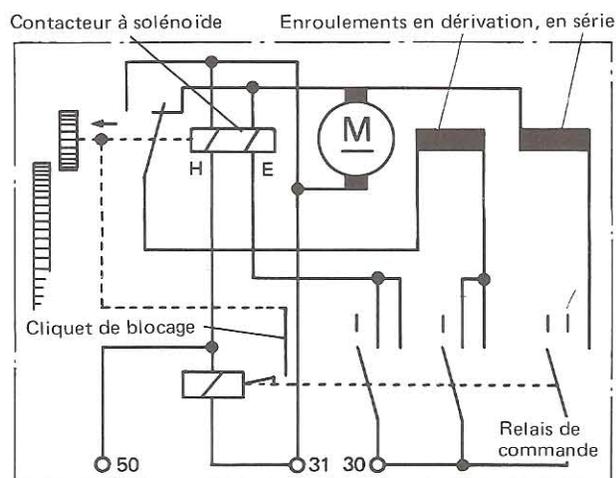


Fig. 55 Schéma de connexion du démarreur KB.

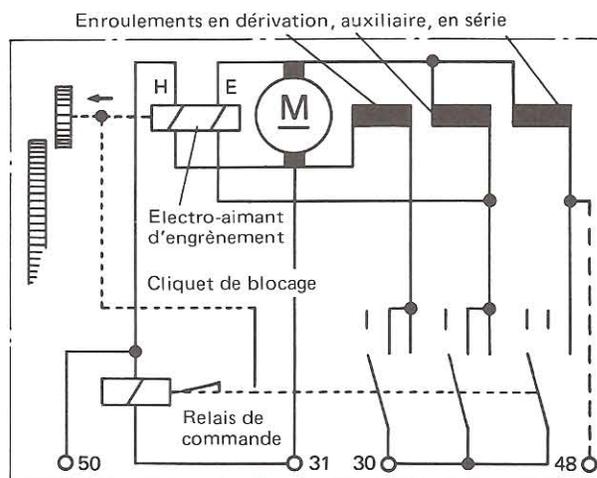
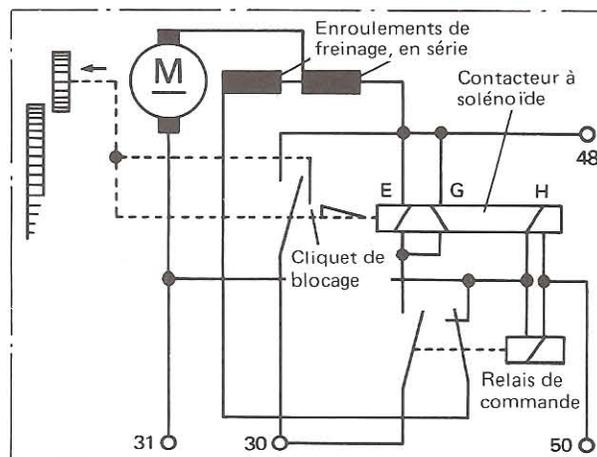


Fig. 56 Schéma de connexion du démarreur QB.

Fig. 57 Schéma de connexion du démarreur TB.



La queue de pignon, portant le filetage à pas rapide et sur laquelle est monté l'embrayage à disques multiples, est logée dans un roulement à rouleaux du flasque côté entraînement et dans un roulement à aiguilles de l'arbre d'induit. Le pignon est bloqué sur sa queue au moyen d'une clavette parallèle.

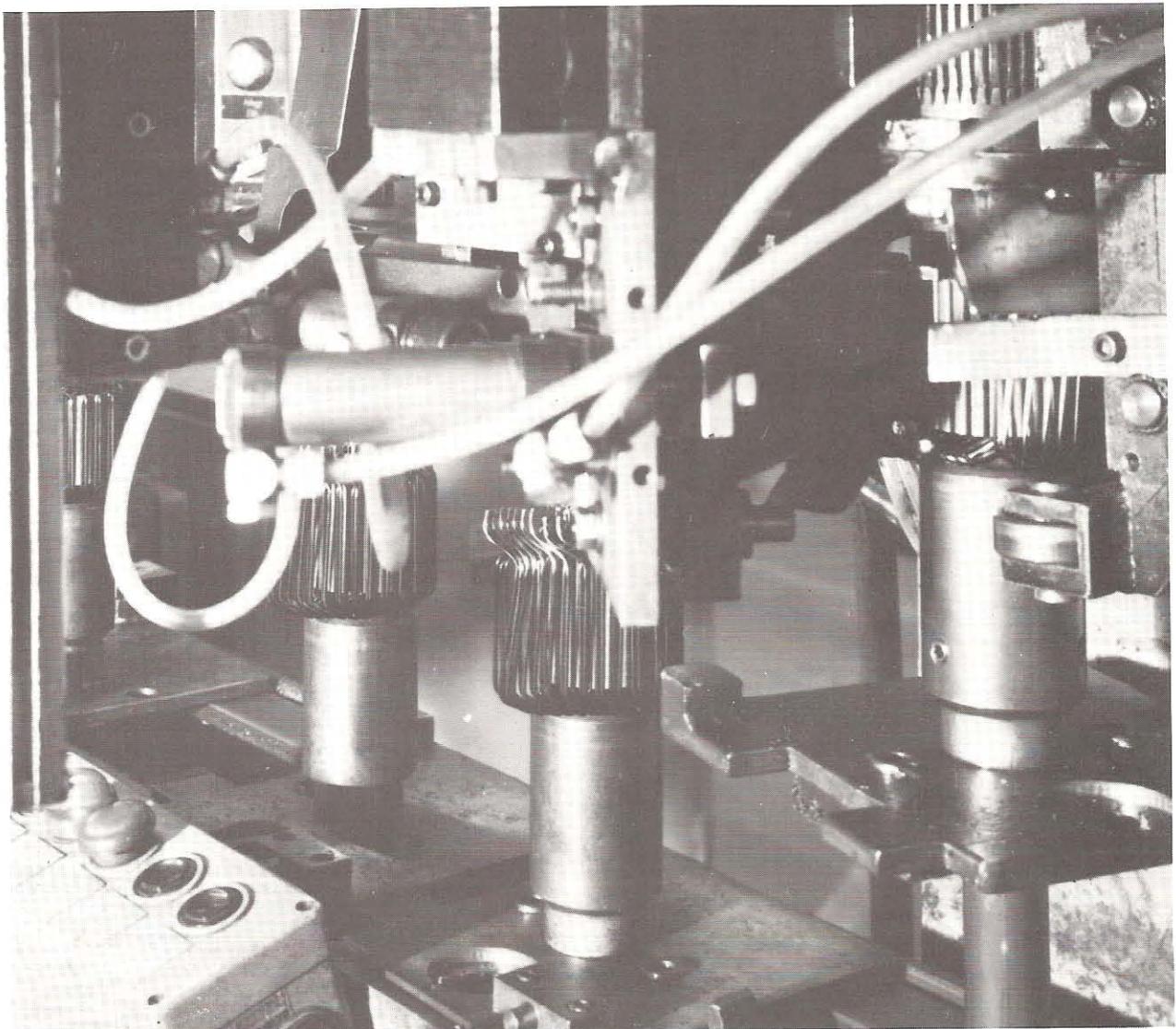
Le contacteur à solénoïde réalise l'avance du pignon en deux temps. A cet effet, il est muni d'un dispositif de blocage (fig. 51 et 53) avec cliquet de blocage, plaque de butée et levier de déclenchement.

Ce type de démarreur comporte également un embrayage à disques multiples (fig. 54) entre l'induit et le pignon, dont le fonctionnement a été décrit à la page 21. Toutefois, il s'agit ici d'un embrayage sans gradin initial d'engrènement.

Sur les nouveaux démarreurs T, la tension initiale du jeu de disques n'est plus obtenue par deux ressorts hélicoïdaux logés dans l'écrou de pression, mais celui-ci comporte quatre tiges portant des ressorts hélicoïdaux qui lui assurent une pression initiale sur l'épaulement de la queue de pignon. L'avantage de ce système réside dans le fait qu'il présente un couple de dépassement plus faible et que, par conséquent, les disques d'embrayage ne risquent plus d'être soumis à une sollicitation exagérée au cours du processus de dépassement.

Outre l'enroulement en série, les épanouissements polaires portent également un enroulement de freinage (fig. 57) qui intervient à la mise hors circuit du démarreur. Certains démarreurs possèdent un enroulement en dérivation (fig. 55) qui limite la vitesse à vide de l'induit; d'autres modèles comportent en outre un enroulement auxiliaire (fig. 56) qui est relié en série avec l'induit lors de la première phase de commande.

Vue partielle d'une chaîne de fabrication automatisée d'induits bobinés.  
Montage automatique des éléments d'enroulements dans le noyau d'induit.



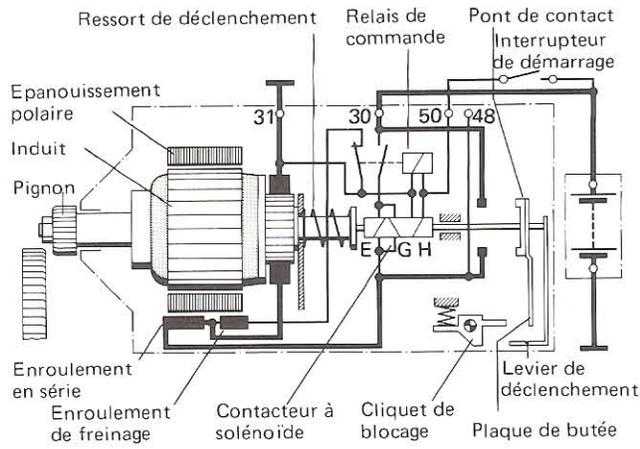


Fig. 58 Position de repos.  
 E = enroulement d'attraction  
 G = enroulement antagoniste  
 H = enroulement de maintien

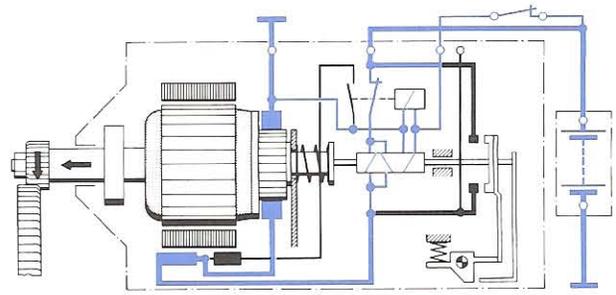


Fig. 61 Le pignon engrène alors que le couple n'est encore que très faible.

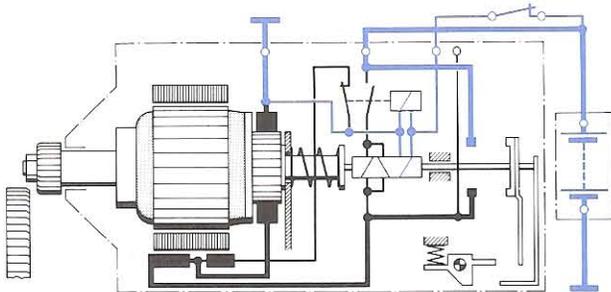


Fig. 59 1<sup>er</sup> temps de commande.  
 L'enroulement du relais de commande et l'enroulement de maintien du contacteur à solénoïde sont en circuit.

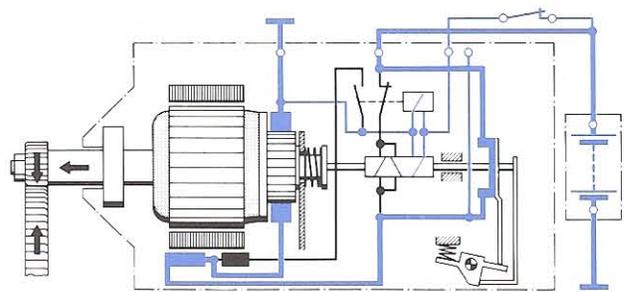


Fig. 62 2<sup>e</sup> temps de commande.  
 Le cliquet de blocage est déclenché, le pont de contact met l'enroulement série en circuit, le démarreur développe son couple maximum, le moteur est lancé.

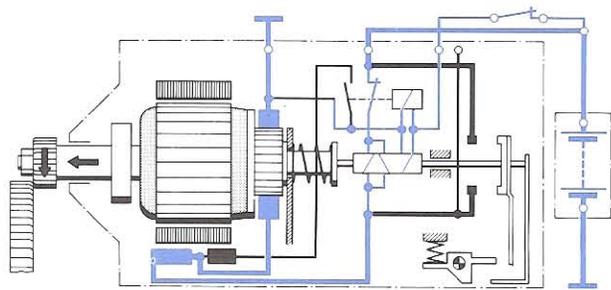


Fig. 60 L'enroulement d'attraction du contacteur à solénoïde est en circuit. Le pignon avance, l'induit tourne lentement.

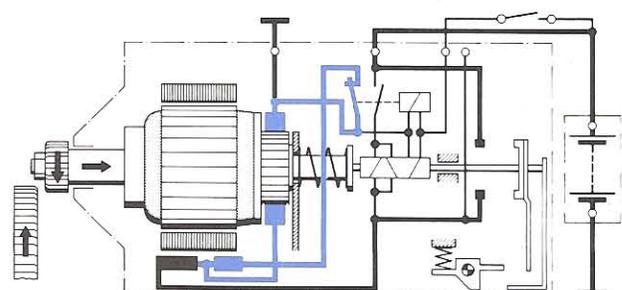


Fig. 63 Démarreur hors circuit, le pignon désengrène, l'induit est freiné.

### Engrènement (cas du démarreur TB)

Lorsqu'on ferme l'interrupteur de démarrage, le courant, à partir de la borne 50, passe dans l'enroulement de maintien du contacteur à solénoïde et dans l'enroulement du relais de commande (fig. 59). Il s'ensuit que le relais de commande ouvre les contacts alimentant l'enroulement de freinage et met en circuit l'enroulement d'attraction et l'enroulement antagoniste du contacteur à solénoïde. Par l'entremise de la tige d'engrènement, le noyau plongeur du contacteur pousse la queue de pignon à filetage à pas rapide et, par conséquent, le pignon est lui-même poussé contre la couronne dentée. Par l'intermédiaire de l'enroulement d'attraction et de l'enroulement antagoniste jouant le rôle de résistances additionnelles, l'enroulement principal reçoit simultanément un courant relativement faible qui provoque une lente rotation de l'induit (fig. 60). Au cours de cette première phase, le démarreur ne développe pas encore son couple maximum. Peu avant la fin de la course d'engrènement (course d'approche du pignon), le pont de contact du contacteur à solénoïde est maintenu par une plaque de butée (fig. 53) venant s'appuyer sur un cliquet de blocage. Cependant, le noyau plongeur du contacteur poursuit son mouvement. Le pignon est donc simultanément soumis à une translation et à une lente rotation, ce qui assure un engrènement en douceur (fig. 61). Si une dent du pignon vient à buter contre une dent de la couronne dentée, le pignon effectue une légère rotation sur la face de la couronne, de sorte qu'il peut engrener facilement dans l'entredent suivant.

Bien que le pignon engrène déjà au cours de la première phase de commande, le moteur n'est pas encore entraîné car le couple disponible ne présente pas, à ce moment, une valeur suffisante. Immédiatement avant la fin de la course d'engrènement, un levier de déclenchement soulève le cliquet de blocage; celui-ci libère la plaque de butée et le pont de contact est pressé brusquement contre les barres de contact sous l'action d'un ressort (le ressort de contact, fig. 53) qui a été tendu pendant la mise en position d'engrènement. En empêchant la fusion et donc le collage éventuel du pont de contact au cours d'une opération d'engrènement non franche, ce système contribue à augmenter la longévité des contacts. A la fermeture des contacts principaux, l'enroulement d'attraction et l'enroulement antagoniste du contacteur à solénoïde sont court-circuités, mais le noyau plongeur est maintenu en position d'enclenchement par l'enroulement de maintien qui est parcouru par le courant. Le démarreur reçoit alors la totalité du courant: il développe son couple maximum et entraîne le moteur par l'intermédiaire de l'embrayage à disques multiples qui établit la liaison énergétique (fig. 62).

### Désengrènement

Le moteur, qui vient de démarrer, entraîne le pignon plus rapidement que ne le fait le démarreur. L'embrayage relâche alors, évitant ainsi la transmission de toute accélération dangereuse à l'induit du démarreur. Le pignon demeure toutefois en prise aussi longtemps que l'interrupteur de démarrage demeure fermé. Ce n'est que lorsque cet interrupteur est relâché, et que le démarreur est donc mis hors circuit, que le pignon revient à sa position de départ. L'alimentation étant coupée, l'enroulement du relais de commande et l'enroulement de maintien du contacteur à solénoïde ne sont plus parcourus par le courant. Le relais de commande coupe le circuit d'alimentation de l'enroulement d'attraction et met l'enroulement de freinage sous tension. Un ressort de déclenchement (fig. 52) renvoie le noyau plongeur du contacteur à solénoïde à sa position de repos, ce qui provoque la coupure du circuit du courant principal et permet également le retour du mécanisme à pignon couissant en position de repos sous l'action de son ressort de rappel logé à l'intérieur de l'arbre d'induit: le pignon désengrène (fig. 63). Le ressort de rappel précité sert aussi à maintenir la queue de pignon en position de repos jusqu'à la prochaine manœuvre de démarrage, malgré les vibrations causées par le moteur en rotation. Au désengrènement, le cliquet de blocage est repoussé en position de verrouillage sous l'action d'un ressort, de sorte que l'opération de démarrage suivante puisse se dérouler à nouveau en deux temps.

### Frein d'induit

Afin d'obtenir l'arrêt aussi rapide que possible du démarreur après la mise hors circuit et de pouvoir faire éventuellement une nouvelle tentative de démarrage sans perdre de temps, un enroulement de freinage (fig. 57) a été incorporé au démarreur T. Sur les modèles à partir de 50 V, l'enroulement de freinage est remplacé par un enroulement en dérivation.

De même que l'enroulement en série, l'enroulement de freinage se trouve sur les épanouissements polaires; il ne joue aucun rôle tant que le démarreur fonctionne. Après la mise hors circuit du démarreur, par l'intermédiaire d'un contact du relais de commande, l'enroulement de freinage est commuté en parallèle avec l'induit qui continue de tourner et, fonctionnant comme frein électrique, il immobilise l'induit très rapidement.

### Thermo-contacts

Pour les installations de démarrage soumises à des sollicitations prolongées, inhabituelles, et dont on exige de nombreuses tentatives de lancement répétées (p. ex. tension de batterie trop faible, dents de couronne en mau-

Fig. 64 Connexion interne du démarreur TB 24 V avec thermo-contacts incorporés et enroulement en dérivation au balai positif.

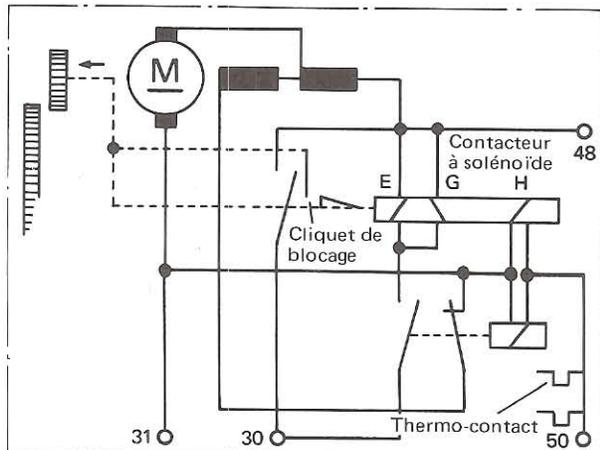
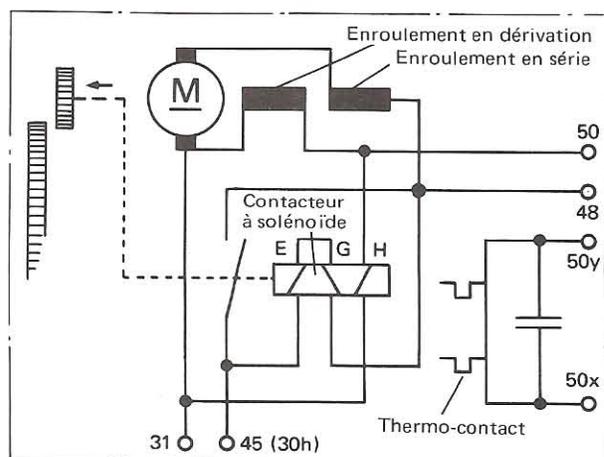


Fig. 65 Connexion interne du démarreur TB de 50 à 110 V, avec thermo-contacts incorporés, enroulement en dérivation à la borne 50.



vais état ou défauts du moteur à explosion), on fait appel aux démarreurs T dotés de deux thermo-contacts qui assurent la protection contre les surcharges thermiques au cours des deux phases de commande. Les thermo-contacts sont incorporés aux balais ou aux barrettes de connexion et montés en série. Si, dans le cas où les dents du pignon et de la couronne se coincent, la température des enroulements du contacteur à solénoïde — ou encore la température de toute autre pièce conductrice de courant au cours du lancement — vient à dépasser une certaine valeur déterminée, les thermo-contacts interrompent le câble 50 du démarreur. Ce dernier est donc mis hors circuit. Après environ 20 minutes, le démarreur est suffisamment refroidi pour permettre une remise en marche.

La connexion interne d'un démarreur de ce type fonctionnant sous 24 V diffère quelque peu de celle des exécutions à tension nominale plus élevée (fig. 64 et 65). Sur ces derniers démarreurs, un condensateur prévu pour l'extinction des étincelles (antiparasitage) est branché parallèlement aux thermo-contacts.

#### Démarreurs avec transmission intermédiaire

Sur les gros moteurs Diesel, la position de montage du démarreur entraîne un écartement axial entre l'arbre du démarreur et le vilebrequin tel que, même en le maintenant aussi faible que possible, on serait amené à utiliser une couronne dentée de diamètre relativement important. Afin de pouvoir limiter les dimensions de la cou-

ronne, et donc les cotes d'encombrement du moteur, les démarreurs T sont également construits avec une sortie excentrée (transmission intermédiaire), sur laquelle le pignon est déporté par rapport à l'induit.

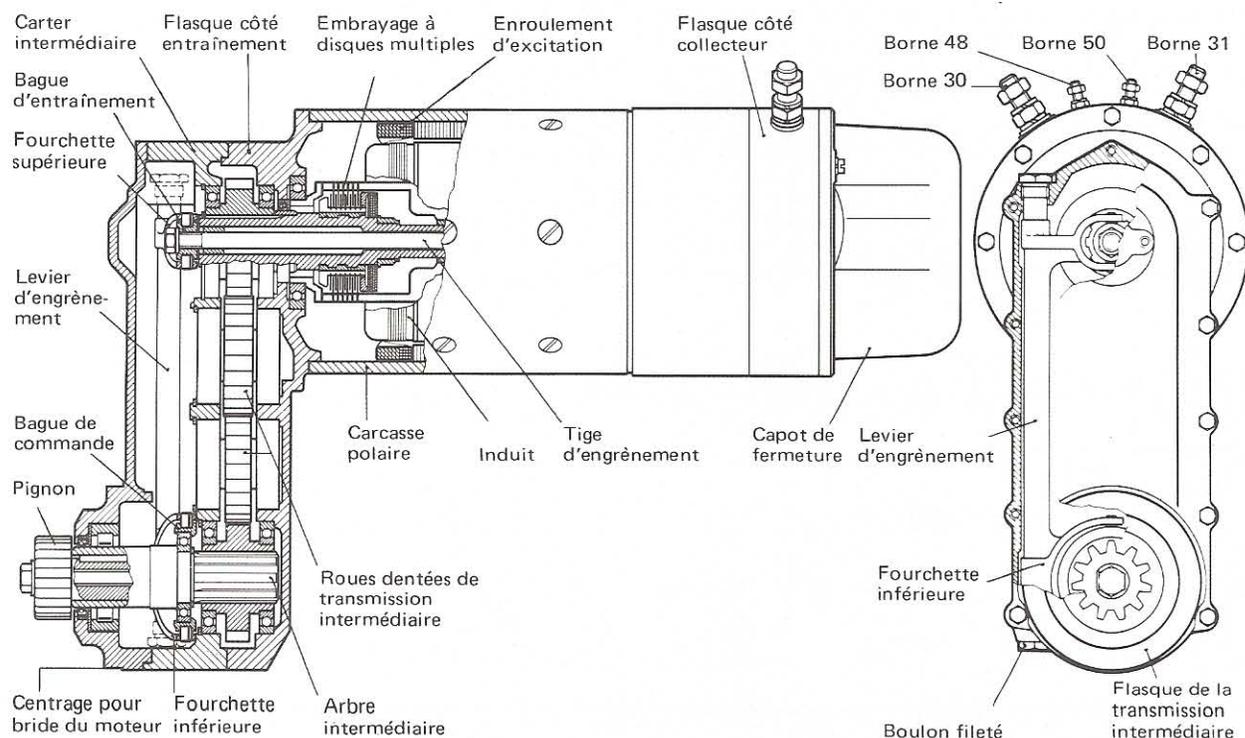
La transmission intermédiaire n'est pas protégée sur les démarreurs TE encore utilisés pour les moteurs de types anciens; par contre, sur l'exécution TF, elle est entièrement fermée (fig. 66). Seul le pignon peut s'encrasser, toutes les autres pièces étant protégées.

L'arbre de la transmission intermédiaire porte le pignon et peut à la fois tourner et se mouvoir longitudinalement; il est monté dans le flasque de la transmission. Un levier d'engrènement, logé dans le carter intermédiaire, transmet la poussée de la tige d'engrènement à l'arbre de la transmission portant le pignon. Au cours de l'engrènement, le mouvement se transmet donc de la manière suivante: noyau plongeur du contacteur à solénoïde — tige d'engrènement — bague d'entraînement — fourchette supérieure — levier d'engrènement — fourchette inférieure — bague de commande — arbre de la transmission intermédiaire — pignon.

#### Démarreurs couplés en parallèle

Un seul démarreur ne suffit pas pour lancer les très gros moteurs. C'est pourquoi il existe des démarreurs à pignon coulissant, prévus pour fonctionner en couplage parallèle et commandés au moyen de relais spéciaux. Pour plus de détails, se reporter aux chapitres "Interrupteurs et relais" et "Exemples de branchements".

Fig. 66 Démarreur TF 24 V, avec transmission intermédiaire.



## Tension nominale

Actuellement, les petits démarreurs sont généralement construits pour une tension de 12 V, les démarreurs plus gros pour une tension de 24 V. Lorsqu'ils sont utilisés sur des engins ferroviaires, sur des bateaux ou sur des installations fixes, les gros démarreurs à pignon coulisant existent en modèles 32, 36, 50, 64, 72 ou 110 V. Pour les véhicules dont le démarreur doit développer une puissance de 4 ch ou plus, une tension de 24 V est nécessaire (2 batteries de 12 V), ceci afin de pouvoir adopter des conducteurs de section appropriée, garantissant une chute de tension minimale.

Il est essentiel que la tension de service aux bornes du démarreur soit largement suffisante et donc que la chute de tension entre la batterie et le démarreur demeure dans des proportions admissibles. Si la baisse de tension est trop forte, le démarreur ne peut plus fournir la puissance requise. Outre l'insuffisance de la section des conducteurs, des liaisons électriques défectueuses entre les différents organes de l'installation peuvent être à l'origine d'une chute de tension excessive.

Fig. 67 Puissance du démarreur et puissance de lancement requise en fonction de la température.  
a = puissance requise b = puissance du démarreur

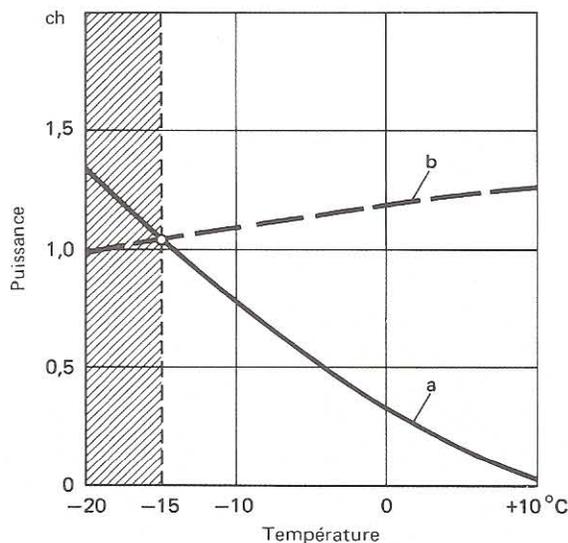
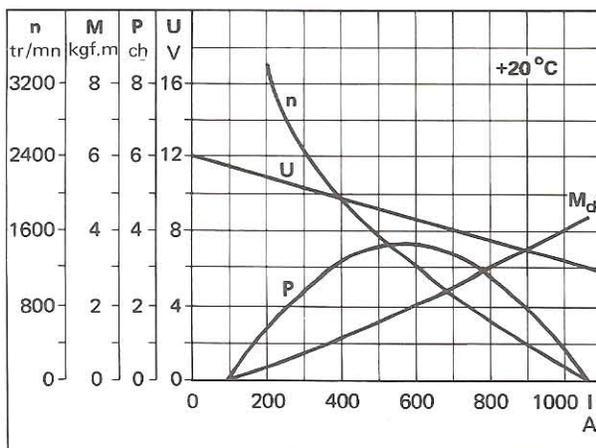


Fig. 68 Courbes caractéristiques de puissance à +20°C d'un démarreur de puissance nominale de 1,8 ch et de tension nominale de 12 V, batterie de 110 Ah chargée aux 3/4.



## Puissance du démarreur et taille de la batterie

Le démarreur et la batterie de l'installation électrique d'un véhicule dépendent étroitement l'un de l'autre (de même que la batterie et la génératrice).

La taille du démarreur capable de fournir la puissance de lancement nécessaire est choisie en fonction du type du moteur (moteur à explosion ou moteur Diesel), le la cylindrée, du nombre de cylindres, de la vitesse de démarrage requise par le moteur à combustion interne, de la température limite de démarrage désirée et de la viscosité de l'huile de graissage utilisée.

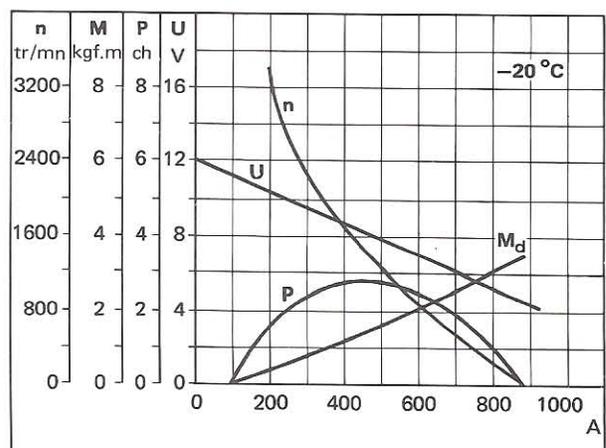
Des courbes caractéristiques de puissance ont été établies pour les démarreurs Bosch, comme celles que donnent à titre d'exemples les figures 68 et 69. Ces courbes nous renseignent sur la puissance et le couple des démarreurs. Le couple du démarreur est maximum au début du lancement, ce qui répond aux exigences posées par le démarrage d'un moteur à combustion interne froid.

Le démarreur transforme en énergie mécanique l'énergie électrique emmagasinée dans la batterie. Il ne peut délivrer la puissance prévue que si la batterie, dont on dispose comme source d'énergie, présente une capacité et une courbe caractéristique de tension appropriées et se trouve dans un bon état de charge. Lorsque le démarreur fonctionne, la tension aux bornes de la batterie baisse considérablement en raison de la forte intensité du courant de démarrage absorbé. En conséquence, la capacité de la batterie est d'une grande importance quant à la puissance du démarreur. L'utilisation d'une batterie de capacité minimum déterminée est donc prescrite pour chaque taille de démarreur.

L'équipement de démarrage étant conçu pour admettre une chute de tension déterminée, la capacité prescrite de la batterie ne doit cependant pas être dépassée, car il faut tenir compte aussi des surcharges mécaniques et thermiques du démarreur.

La puissance réelle, fournie par le démarreur, dépend non seulement des facteurs énumérés ci-dessus mais aussi, et dans une importante mesure, de la température. Lorsque la température s'abaisse, la puissance de lancement requise par le moteur du véhicule augmente en raison de la viscosité accrue de l'huile, des moins bonnes conditions de formation du mélange, etc. En même temps, la puissance du démarreur diminue à cause de l'augmentation de la résistance interne de la batterie (fig. 67). Le point d'intersection de la courbe représentant la puissance requise et de la courbe représentant la puissance disponible correspond à -15°C dans l'exemple donné à la figure 67, c'est-à-dire, pour ce cas, à la température limite de démarrage.

Fig. 69 Courbes caractéristiques de puissance à -20°C d'un démarreur de puissance nominale de 1,8 ch et de tension nominale de 12 V, batterie de 110 Ah chargée aux 3/4.



## Interrupteurs et relais

Indépendamment du démarreur et de la batterie — celle-ci étant d'ailleurs nécessaire au fonctionnement d'autres appareils consommateurs —, l'exploitation de l'équipement de démarrage requiert également des interrupteurs et des relais.

### Interrupteurs

Les interrupteurs sont des organes actionnés à la main, qui permettent la mise en circuit direct du moteur du démarreur ou des relais incorporés à ce dernier, ou encore des relais spéciaux équipant les démarreurs de grande taille. On monte les interrupteurs, par exemple, sur le tableau de bord du véhicule, à portée de la main du conducteur, ou encore sur le tableau de distribution d'un groupe stationnaire.

L'interrupteur "marche-arrêt" à bouton-poussoir (fig. 70), remplissant une seule fonction, est le plus simple des interrupteurs de démarrage. Dès qu'on le relâche, le bouton-poussoir revient en position de repos.

Les commutateurs d'allumage-démarrage et les commutateurs de préchauffage-démarrage sont des interrupteurs

à fonctions multiples, les premiers étant utilisés pour les moteurs à explosion (fig. 71 et 72) et les seconds pour les moteurs Diesel (fig. 73 à 75). Certains d'entre eux sont munis d'une serrure de sécurité (antivol) avec clé amovible (fig. 71, 72 et 75). Comme ces interrupteurs remplissent plusieurs fonctions, ils comportent de 3 à 5 positions de commutation (voir connexions internes). Lorsqu'on relâche la manette de commande, celle-ci revient automatiquement à la position "Marche". Le commutateur de préchauffage-démarrage court-circuite le contrôleur d'incandescence pendant la phase de démarrage.

### Relais

Afin de réduire les chutes de tension et pour préserver le démarreur et la couronne dentée contre d'éventuelles détériorations, on utilise en supplément, sur les gros démarreurs, les relais suivants mis en circuit par l'interrupteur de démarrage: relais de blocage du démarreur, relais de répétition du démarrage, relais de commande du démarrage, relais de couplage des démarreurs.

Les gros démarreurs de véhicules fonctionnent le plus souvent sur 24 V. Si l'installation ne possède alors qu'une génératrice de 12 V, il est nécessaire, pour faire fonctionner le démarreur, de réaliser une commutation de 12 V en 24 V. A cet effet, on emploie un coupleur de batteries.

Fig. 70 Interrupteur à bouton-poussoir.

Fig. 71 Commutateur d'allumage-démarrage avec antivol, 4 positions de commutation.

Fig. 72 Commutateur d'allumage-démarrage avec antivol, 3 positions de commutation avec blocage de répétition de démarrage.

Fig. 73 Commutateur de préchauffage-démarrage (interrupteur à tirette), 3 positions de commutation.

Fig. 74 Commutateur de préchauffage-démarrage (interrupteur rotatif), levier non amovible, uni- ou bipolaire, 3 positions de commutation.

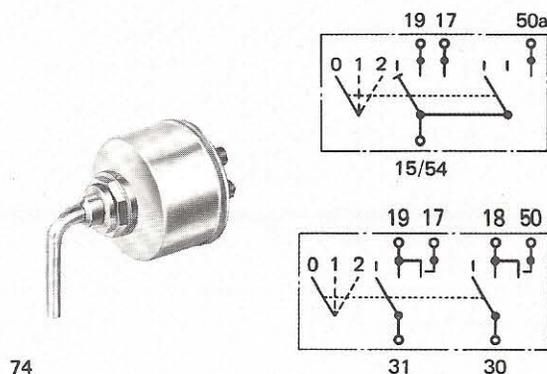
Fig. 75 Commutateur de préchauffage-démarrage avec antivol, 4 ou 5 positions de commutation.



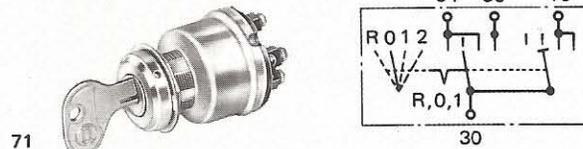
70



72



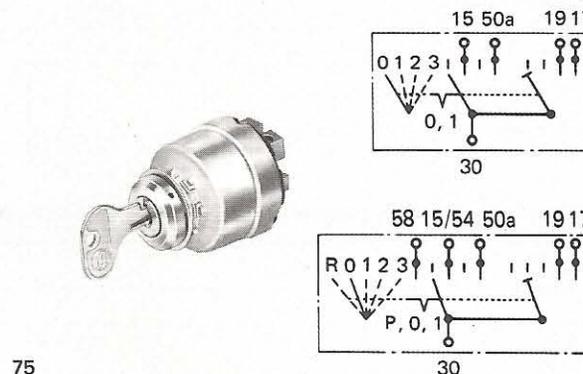
74



71



73



75

### Coupleur de batteries

Dans les installations comportant deux batteries de 12 V montées en parallèle et un démarreur de 24 V, les batteries, fonctionnant ordinairement en parallèle, doivent être momentanément connectées en série (fig. 77) au moyen d'un coupleur (fig. 76). Celui-ci met simultanément le démarreur en circuit. Lorsqu'on relâche l'interrupteur de démarrage, le démarreur est mis hors circuit et les batteries sont automatiquement recouplées en

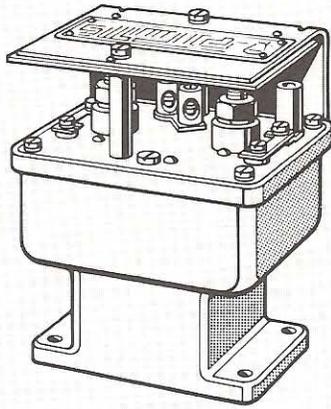


Fig. 76 Coupleur de batteries.

parallèle. La charge des batteries est effectuée au moyen d'une génératrice de 12 V. Un tel système est nommé "installation 12/24 V".

### Relais de blocage du démarreur

Le relais de blocage du démarreur Bosch, prévu en supplément dans l'installation, préserve efficacement le démarreur et la couronne dentée contre les dommages éventuels que pourrait provoquer une fausse manoeuvre, par exemple l'actionnement du démarreur alors que le moteur est déjà lancé ou qu'il tourne encore après un faux départ. En outre, le relais de blocage empêche le démarreur de tourner trop longtemps à une vitesse exagérée après le démarrage du moteur.

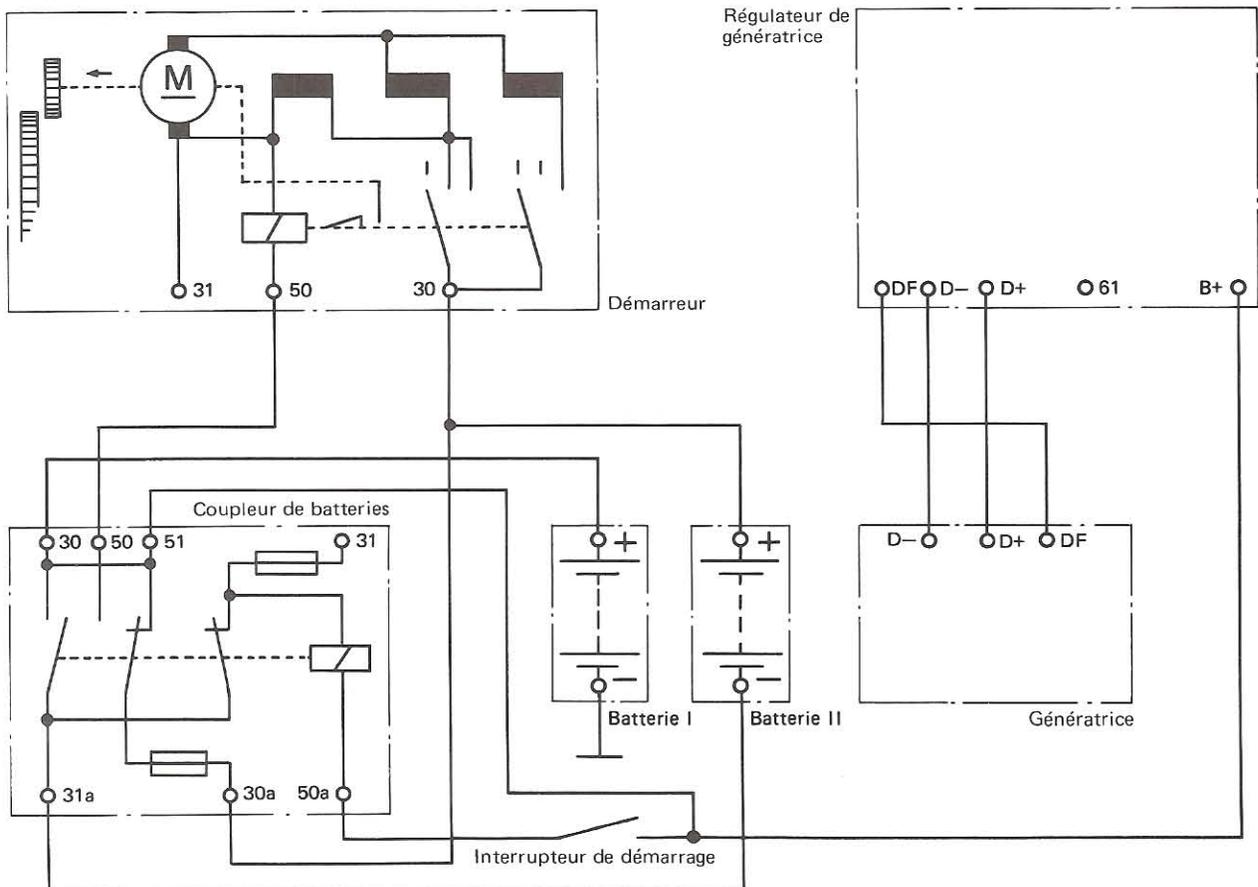
Ce relais est indispensable

1. lorsque le démarrage du moteur ne peut pas être parfaitement surveillé, ce qui s'applique aux moteurs escamotés ou des moteurs placés à l'arrière des autocars;
2. sur les installations de démarrage commandées à distance.

Son utilisation est à recommander dans chacun des cas précités, car ce relais contribue à accroître la durée de vie des divers organes de l'installation.

Le relais de blocage du démarreur travaille en fonction de la caractéristique de démarrage de la génératrice ou d'un transmetteur de vitesse de rotation. Cette caractéristique de démarrage représente la courbe de tension obtenue lorsqu'on fait croître la vitesse de rotation. On mesure cette tension aux bornes D+ et D- de la génératrice, dans l'intervalle compris entre zéro et la valeur nominale. Il existe plusieurs modèles de relais de blocage du démarreur, pour les installations équipées soit d'une dynamo soit d'un alternateur (fig. 78 et 80).

Fig. 77 Connexions interne et externe d'une installation avec coupleur de batteries.



**Fonctionnement (fig. 79 et 81)**

Les relais I, II et III sont montés sur un socle commun. Le relais ou le relais de commande incorporé au démarreur est alimenté en courant par l'intermédiaire des contacts de repos et des contacts inverseurs des relais I et III. Le relais II, à contacts de travail, assure la charge d'un condensateur adapté au relais de blocage du démarreur. Le rôle de ce condensateur est de maintenir encore ouvert durant quelques secondes le relais I à contacts de repos et, ainsi, de bloquer l'opération de démarrage dans le cas où le moteur ne part pas lors d'un premier essai de lancement (faux départ) ou s'arrête rapidement après les premières rotations. Lorsque le moteur tourne, les contacts de repos du relais III s'ouvrent sous l'action de la

tension produite par la génératrice et les contacts de travail du relais II sont maintenus fermés. Il s'ensuit que si l'on actionne à nouveau, immédiatement, l'interrupteur de démarrage, le démarreur ne peut engrener avec la couronne dentée en mouvement. Même si l'on manœuvre l'interrupteur de démarrage longtemps ou de manière répétée, le démarreur se trouve donc soustrait à toute mise en circuit aux conséquences dangereuses. En outre, le relais de blocage du démarreur empêche le démarreur d'être soumis à une vitesse excessive quand le moteur démarre. Le pignon et la couronne dentée sont donc ménagés. L'extinction d'une lampe-témoin de charge, et parfois un tachymètre, indique au conducteur que le démarrage du moteur s'est déroulé normalement.

Fig. 78 Relais de blocage du démarreur pour installation avec dynamo.

Fig. 80 Relais de blocage du démarreur pour installation avec alternateur.

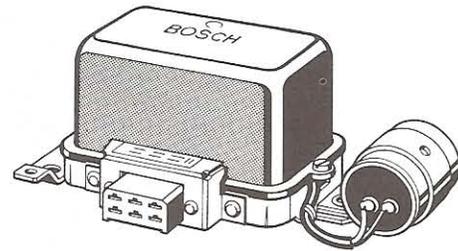
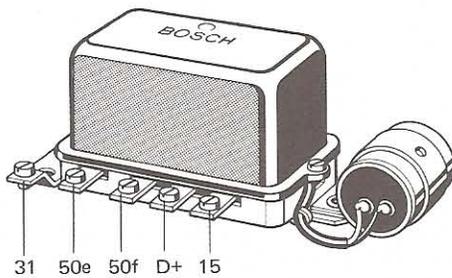
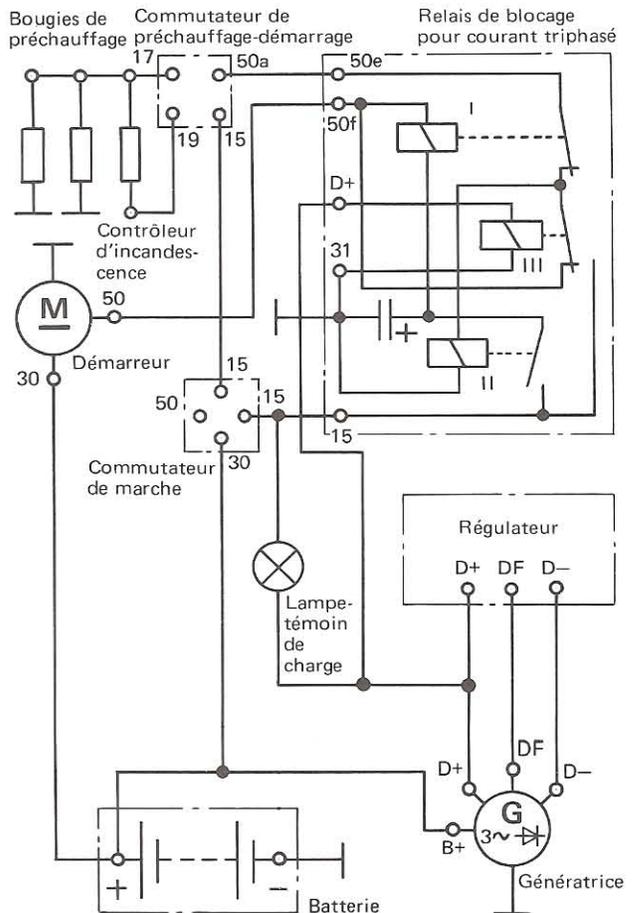
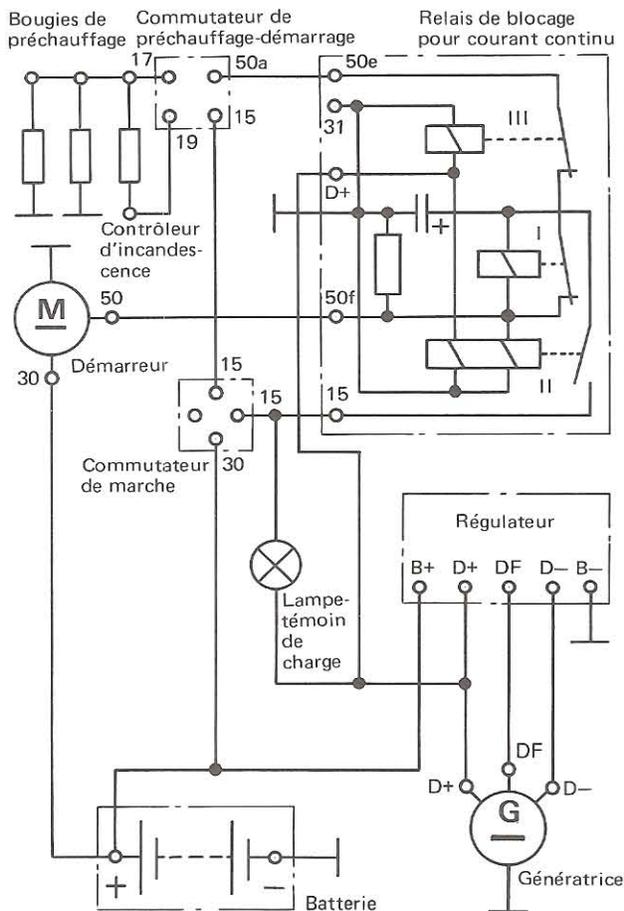


Fig. 79 Installation à courant continu avec relais de blocage du démarreur.

Fig. 81 Installation à courant triphasé avec relais de blocage du démarreur.

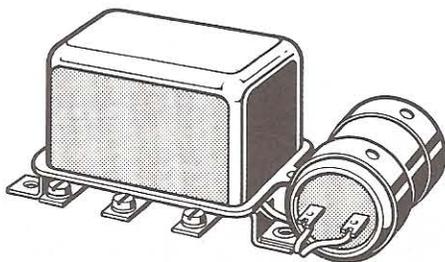


### Relais de répétition du démarrage

Le relais de répétition du démarrage (fig. 82) sert à protéger le contacteur à solénoïde des véhicules sur lesquels le démarrage du moteur ne peut être perçu par le chauffeur, par exemple locomotives et automotrices Diesel, service en parallèle de deux démarreurs et installations fixes à commande à distance.

Par un actionnement trop prolongé de l'interrupteur de démarrage lors d'un "faux engrenement" (les dents du pignon et de la couronne se coincent et, dans un tel cas, le pignon ne peut continuer à tourner; à ne pas confondre en parallèle de deux démarreurs et installations fixes à commande à distance), l'enroulement d'attraction du contacteur à solénoïde peut griller si la phase d'engrenement

Fig. 82 Relais de répétition du démarrage.



n'est pas interrompue immédiatement. En cas d'une fausse manœuvre, le relais de répétition interrompt l'opération de démarrage et renouvelle ensuite l'essai jusqu'à ce que le pignon s'engage franchement dans la couronne dentée.

La répétition du processus de démarrage est obtenue au moyen d'un relais de coupure temporisé. En cas d'engrènement normal du démarreur (lorsque le contacteur à solénoïde se ferme rapidement), le relais de répétition du démarrage n'entre pas en jeu. Par contre, si le deuxième étage du contacteur demeure ouvert par suite d'un faux engrènement, le relais de répétition du démarrage interrompt automatiquement le processus de démarrage puis le déclenche à nouveau. Cette manœuvre se répète jusqu'à ce que le pignon engrène dans la couronne. Toutefois, au cas où la répétition du démarrage se reproduit plus de quatre fois sans que le moteur se mette en marche, il faut alors rechercher le défaut (appareils de contrôle).

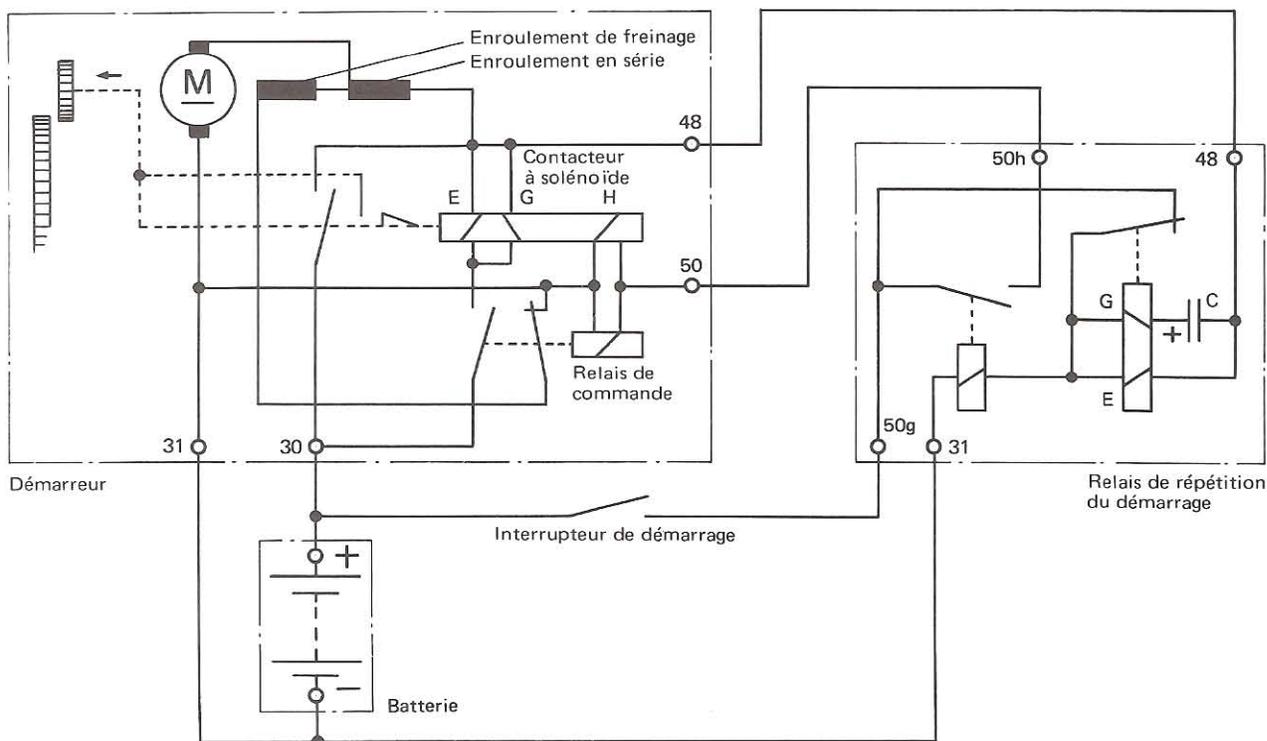
Pour l'utilisation du relais de répétition du démarrage, il est nécessaire que le démarreur comporte une borne supplémentaire (borne 48).

Fonctionnement en cas d'un faux engrènement (fig. 83).

Lorsqu'on agit sur l'interrupteur de démarrage, le courant circule de la borne 50g à la masse (31) par l'intermédiaire des contacts du relais de coupure et à travers l'enroulement du relais de fermeture. Les contacts du relais de fermeture ferment et le contacteur à solénoïde du démarreur ainsi que le relais de commande sont excités. Simultanément, par les contacts du relais de coupure, le courant, en passant par l'enroulement d'attraction (E) et la borne 48, s'écoule vers le démarreur et ensuite vers la masse (31). Le relais de coupure ne

Fig. 83 Installation avec démarreur T et relais de répétition du démarrage.

- C = condensateur
- E = enroulement d'attraction
- G = enroulement antagoniste
- H = enroulement de maintien



s'ouvre pas immédiatement car le courant de charge du condensateur (C) traverse l'enroulement antagoniste (G). L'effet de l'enroulement d'attraction (E) est neutralisé jusqu'à la charge complète du condensateur. Dès que celui-ci est chargé, le courant cesse de circuler dans l'enroulement antagoniste, l'enroulement d'attraction (E) redevient actif, le relais de coupure s'ouvre et le relais de fermeture coupe le circuit. Ainsi, le processus de démarrage est interrompu; le pignon revient à sa position de repos. La fermeture du relais de coupure est retardée sous l'action du courant de décharge du condensateur traversant l'enroulement antagoniste et l'enroulement d'attraction, car le sens de ce courant est alors le même dans les deux enroulements. Après la décharge du condensateur, le relais de coupure se ferme et, si l'interrupteur

de démarrage reste fermé, le processus de démarrage se répète.

#### Relais de stabilisation

Utilisé sur les automotrices, locomotives ou gros moteurs stationnaires, ce relais (fig. 84 et 85) évite que le démarreur, au cours du démarrage, ne soit mis inutilement en et hors circuit sous l'influence de chutes enregistrées par les appareils de contrôle (mancontacts, contrôleurs de température et de niveau d'eau, etc.) et provoquées, par exemple, par une brève chute de la pression d'huile ou par un défaut de connexion au niveau du mancontact de pression d'huile. On évite ainsi un éventuel collage par fusion du pont de commande du contacteur à solénoïde.

◁ Fig. 84 Relais de stabilisation.

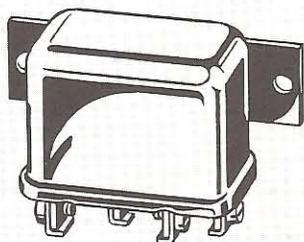
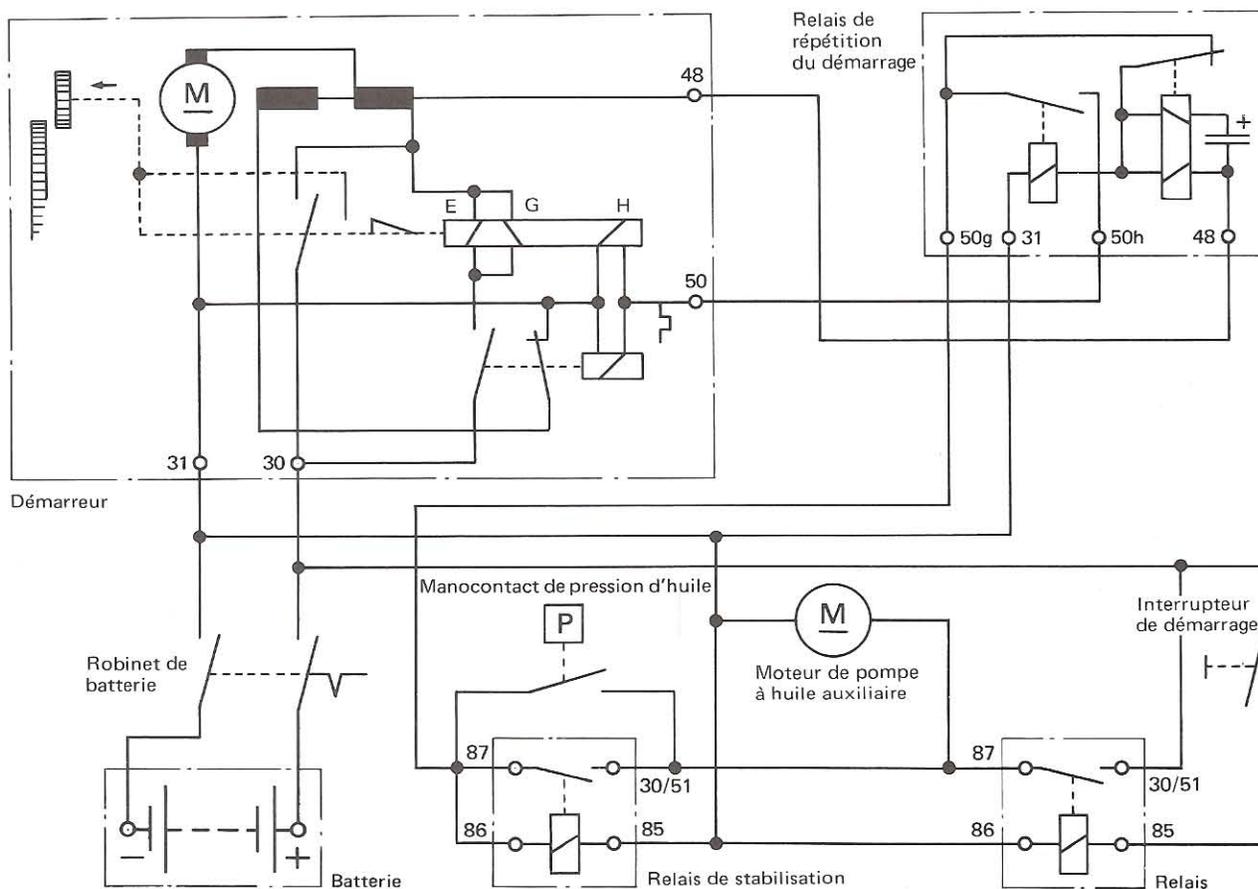


Fig. 85 Schéma électrique d'un circuit de démarrage, avec relais de répétition du démarrage et relais de stabilisation, pour démarrage indirect par l'intermédiaire d'une pompe à huile auxiliaire et d'un mancontact de pression d'huile.

E = enroulement d'attraction  
G = enroulement antagoniste  
H = enroulement de maintien



*Relais de répétition du démarrage avec relais de commande*

Sur les installations alimentées par une tension de 50 V et au-dessus, le relais de répétition du démarrage et le relais de commande, nécessaire dans ce cas, sont réunis sous un même boîtier (fig. 86).

*Relais de couplage des démarreurs (pour service en parallèle)*

Pour le démarrage de très gros moteurs à combustion interne, il s'avère indispensable d'utiliser deux démarreurs fonctionnant simultanément, car un seul démarreur serait surchargé et ne pourrait entraîner le moteur à la vitesse de démarrage exigée. C'est pourquoi, outre les démarreurs à pignon couissant et à induit couissant em-

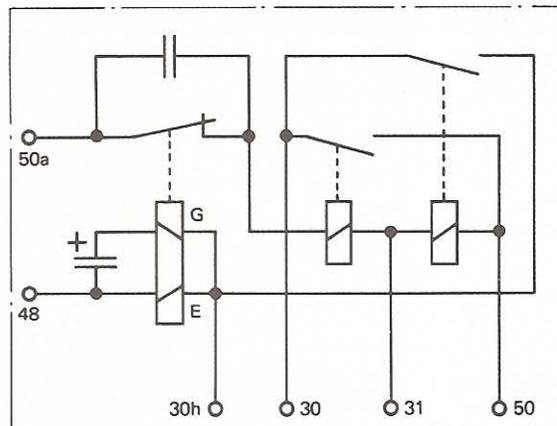
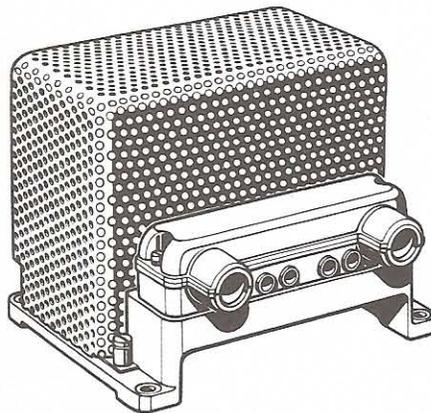
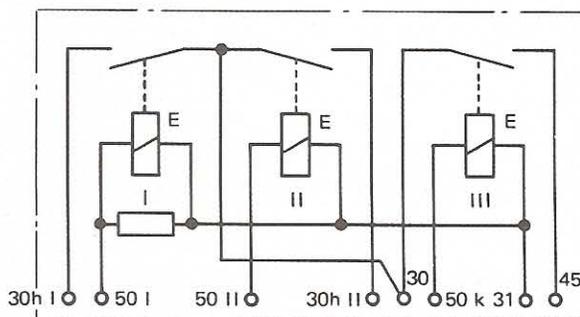
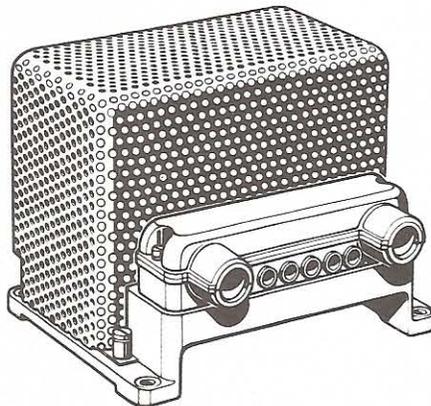
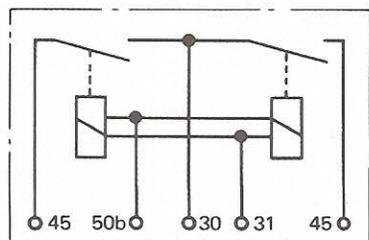
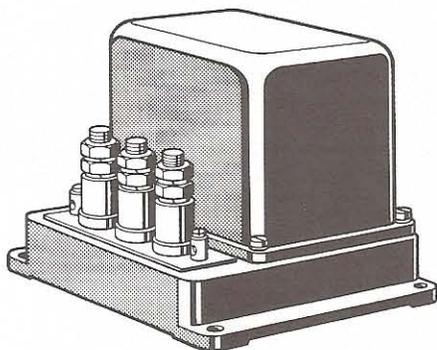


Fig. 86 Aspect et connexion interne du relais de commande combiné avec relais de répétition du démarrage pour tensions à partir de 50 V.

Fig. 87 Aspect et connexion interne du relais de couplage des démarreurs.

Fig. 88 Aspect et connexion interne du relais de couplage en parallèle.



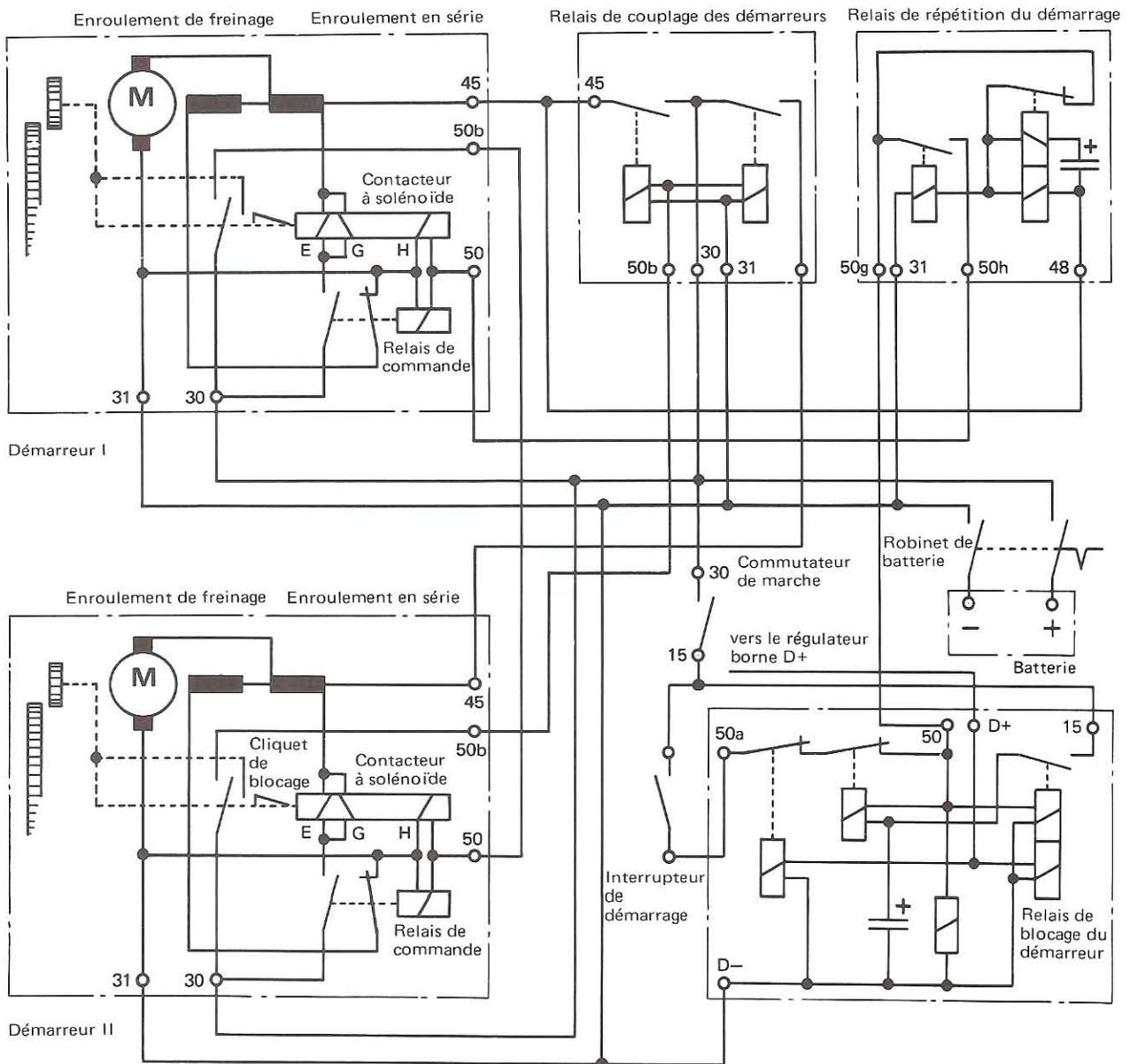
ployés individuellement, Bosch réalise ces mêmes types de démarreurs pour fonctionnement en parallèle.

En couplant les deux démarreurs en parallèle, on obtient une puissance de démarrage à peu près double, à condition, toutefois, que la capacité de la batterie soit également augmentée dans les mêmes proportions.

Avec le relais de couplage (fig. 87), les deux démarreurs sont d'abord amenés successivement en position d'engrènement. Ce n'est qu'après leur engrènement total qu'ils développent simultanément leur couple maximum. Outre les bornes 30, 31 et 50 existant sur le modèle normal, les démarreurs prévus pour exploitation en parallèle comportent en supplément les bornes 45 et 50d (autrefois, 30f et 50b).

Lorsqu'on utilise deux démarreurs à pignon coulissant (type T) fonctionnant en parallèle, le démarrage s'effec-

tue de la manière ci-après. Après manœuvre de l'interrupteur de démarrage, le commutateur de marche étant fermé (fig. 89), le démarreur I est mis en circuit par l'intermédiaire du relais de blocage du démarreur (bornes 50a et 50) et du relais de répétition du démarrage (bornes 50g et 50h), comme décrit à la rubrique "Engrènement", c'est-à-dire que le relais de commande met en œuvre le contacteur à solénoïde. Le démarreur commence alors à tourner lentement et le pignon est poussé vers la couronne dentée avec laquelle il engrène. Quand, à la fin de la phase d'engrènement, le pont de contact (fig. 53) établit la liaison entre les contacts, le démarreur I, contrairement au cas d'un entraînement par un seul démarreur, ne reçoit pas encore la totalité de son courant d'alimentation car le courant principal s'écoule par le relais de couplage encore ouvert. Le contacteur à solénoïde du démarreur I met en fait le démarreur II en circuit par l'intermédiaire de la borne 50b; le pignon cor-



respondant vient alors en position d'engrènement, sans que le démarreur II développe son couple maximum.

Par l'intermédiaire de la borne 50d (50b), le contacteur à solénoïde du démarreur II enclenche le relais de couplage des démarreurs; celui-ci court-circuite l'enroulement d'attraction des deux démarreurs et, par l'entre-mise des bornes 45 (30f), relie le circuit de courant principal aux batteries. (Pour simplifier, une seule batterie a été représentée sur le schéma de connexion). Les deux démarreurs reçoivent alors la totalité du courant et entraînent ensemble le moteur. Le déroulement des opérations de démarrage dans l'ordre décrit ci-dessus offre la garantie qu'aucun des deux démarreurs ne peut être surchargé.

En mettant les démarreurs successivement en circuit, les contacts du contacteur à solénoïde jouent en quelque sorte le rôle d'un interrupteur de démarrage.

Dans les circuits de démarrage disposant d'une tension de 50 V et au-dessus, on utilise également des relais de couplage en parallèle comportant trois éléments de commande incorporés (fig. 88 et 91).

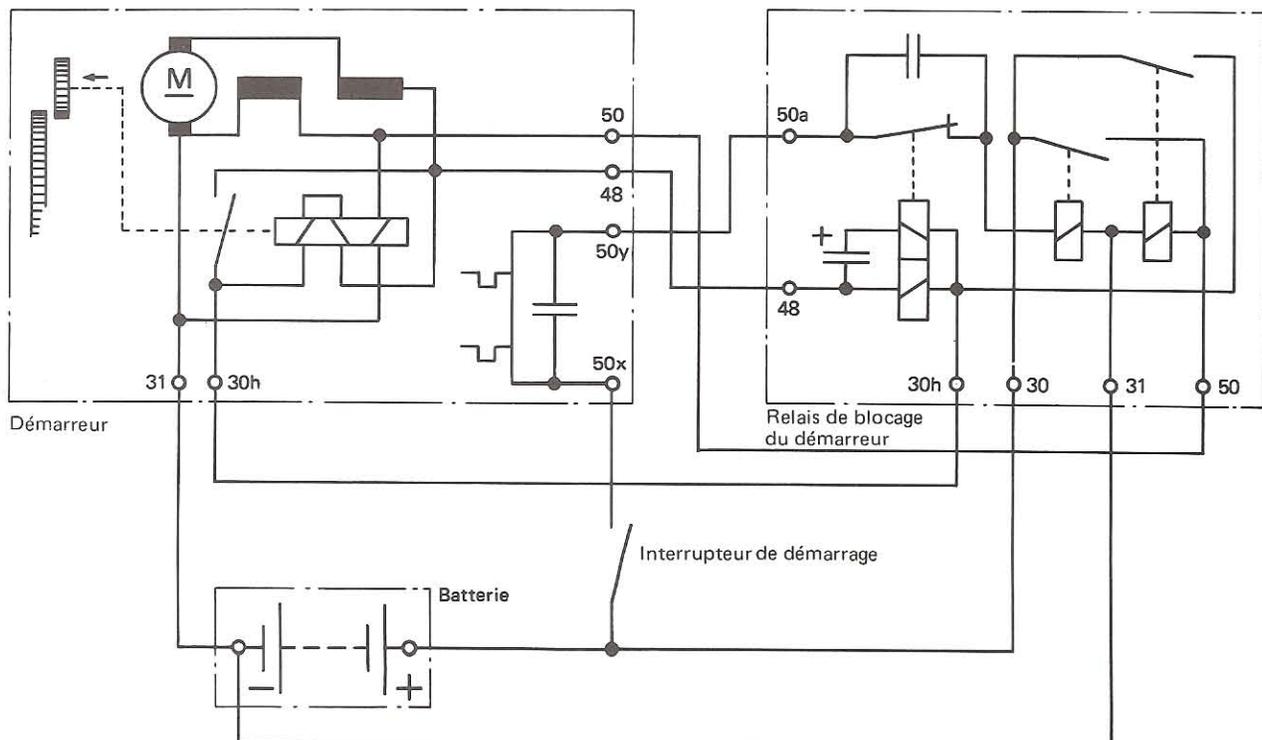
## Exemples de branchements

Les figures 90 et 91 représentent d'autres exemples de branchements d'installations alimentées par une tension de 50 V et au-dessus dans le cas de fonctionnement simple (avec un seul démarreur) et d'exploitation avec deux démarreurs en parallèle.

◁ Fig. 89 Couplage en parallèle de deux démarreurs 24 V à pignon coulissant par l'intermédiaire d'un relais de blocage du démarreur, d'un relais de répétition du démarrage et d'un relais de couplage des démarreurs.

E = enroulement d'attraction  
G = enroulement antagoniste  
H = enroulement de maintien

Fig. 90 Installation de démarrage simple, 50 à 110 V, avec enroulement en dérivation à la borne 50 et deux thermo-contacts.



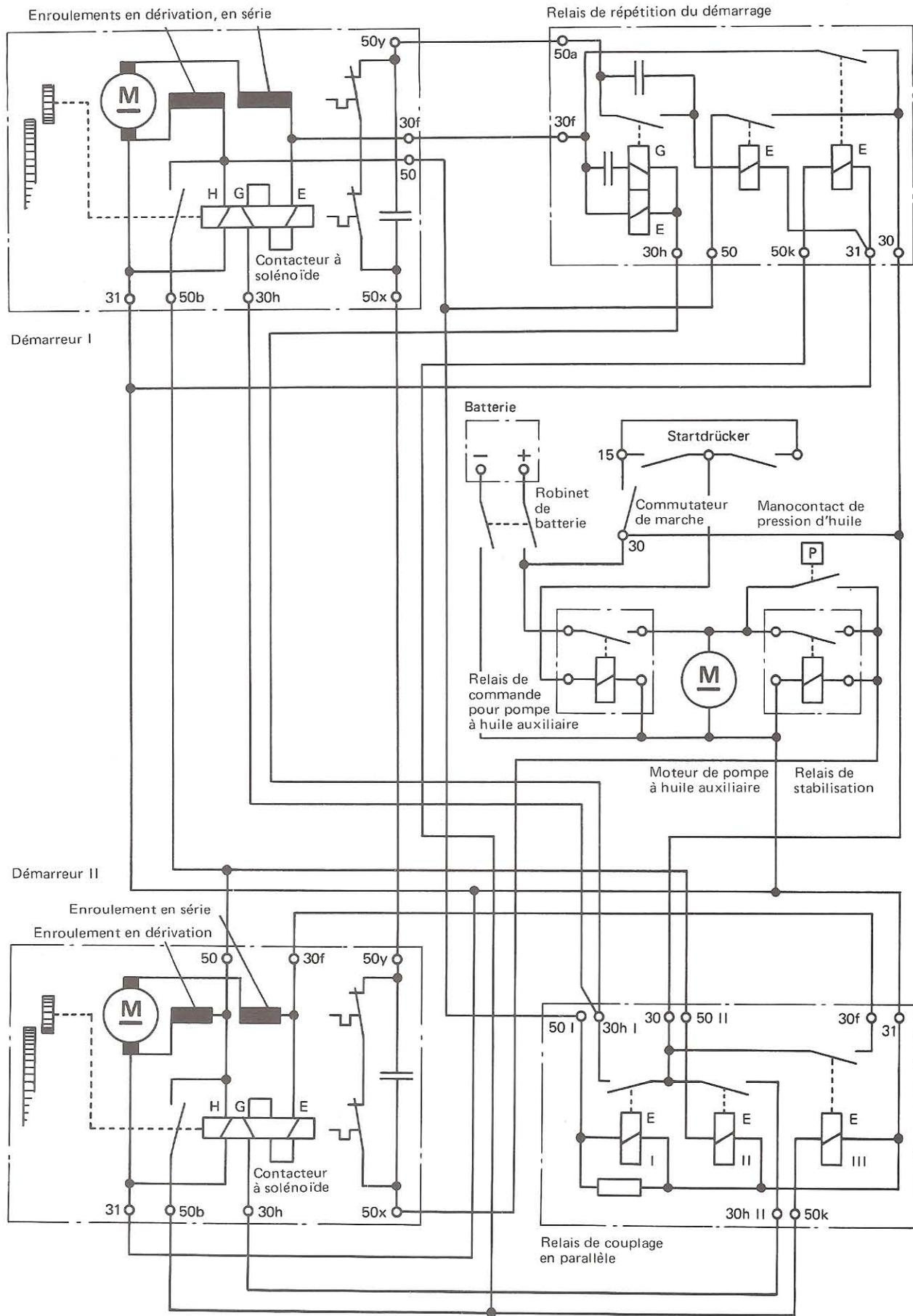


Fig. 91 Installation de démarrage (fonctionnement en parallèle) 50 à 110 V, avec enroulement en dérivation à la borne 50 et deux thermo-contacts.

## Montage

### Démarrreur

Les démarreurs sont montés soit devant le volant, près du carter du vilebrequin (fig. 92), soit derrière le volant, à côté de la boîte de vitesses. Suivant le modèle, ils sont fixés par leur bride ou sur un berceau assurant une bonne liaison électrique avec la masse du moteur. (Si un câble de retour isolé existe, la liaison à la masse n'est pas nécessaire). Les démarreurs de petites et moyennes dimensions, à fixation par bride, comportent, en général, une bride à deux trous, tandis que les démarreurs de plus grande taille sont dotés d'une bride normalisée du type SAE (abréviation de "Society of Automotive Engineers"). Lorsque la carcasse polaire porte des bornes de connexion ou un contacteur à solénoïde, la fixation par bride est seule possible en général. Pour la fixation sur berceau, il faut utiliser des étriers de fixation robustes ou encore une plaque de fixation (jamais de colliers de serrage).

La position de montage requise est horizontale.

Suivant les conditions de service (poussières, saletés), un graissage d'entretien des paliers est recommandé entre deux révisions du moteur; il faut donc (s'ils existent) que les points de graissage du démarreur monté sur le véhicule soient accessibles afin de permettre ce graissage.

Un emboîtement d'ajustage permet le centrage et le réglage du jeu entre flancs de dents. En outre, le carter du volant moteur doit présenter une bonne étanchéité, afin d'éviter la pénétration de saletés, d'huile ou de projections d'eau dans le démarreur. Pour garantir l'engrènement correct du pignon, il est essentiel de respecter l'écartement prescrit entre la bride et la couronne dentée — c'est-à-dire l'intervalle compris entre la face avant de la couronne dentée et la face avant de la bride ou de la surface d'appui du démarreur.

Sur les démarreurs TF, la transmission intermédiaire porte un centrage extérieur pour la fixation sur une bride côté moteur.

Au montage du démarreur, il faut consacrer la plus grande attention à la chute de tension dans le circuit du démarreur. Les câbles à poser pour la réalisation de ce circuit doivent être largement dimensionnés et aucune résistance de passage défavorable ne doit être tolérée.

La température admissible de la carcasse du démarreur ne doit pas dépasser  $+90^{\circ}\text{C}$ .

### Relais

Les relais doivent être montés sur une surface verticale, exempte de vibrations si possible, les connexions devant être dirigées vers le bas et protégées contre l'eau, l'huile et les saletés. Température admissible du boîtier de relais  $+70^{\circ}\text{C}$ .

## Manœuvre

### Préparatifs de démarrage

Avant de mettre le démarreur en circuit, amener le levier de changement de vitesses au point mort, mettre le contact d'allumage; le cas échéant, pour les moteurs Diesel, mettre en circuit les bougies de préchauffage ou la bride de réchauffage pendant une minute environ — ou deux minutes si la température est inférieure à  $-15^{\circ}\text{C}$ . Dans le cas d'installations comportant des bougies-crayon de réchauffage à flamme, pousser le préchauffage jusqu'à ce que le contrôleur d'incandescence indique que les bougies sont prêtes au démarrage.

### Démarrage

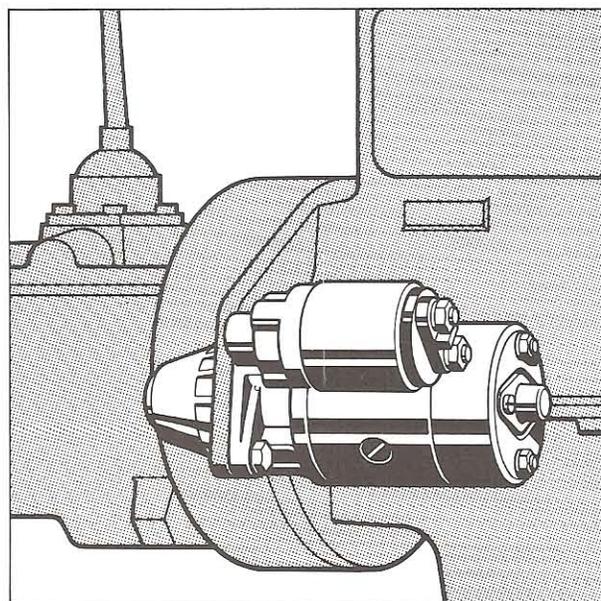
*Ne pas mettre le démarreur en circuit plus de 10 secondes sans interruption. Avant de l'actionner à nouveau, observer une pause d'au moins 1/2 minute afin que le démarreur puisse se refroidir et que la batterie récupère. Si les dents du pignon et de la couronne se coincent, stopper immédiatement, à moins que l'installation ne comporte un relais de répétition du démarrage. Relâcher l'interrupteur de démarrage dès que le moteur tourne par ses propres moyens.*

Sur les installations ne comportant pas de relais de blocage du démarreur, ne jamais actionner le démarreur avant que le moteur ou le pignon ne soit totalement arrêté, sinon le pignon et la couronne seraient détériorés.

Si le moteur ne démarre pas après plusieurs essais de lancement, il est inutile de continuer d'actionner le démarreur, ce qui n'aboutirait qu'à l'épuisement de la batterie. Dans un tel cas, il faut rechercher et éliminer les causes de la panne.

Afin de ménager le démarreur et la batterie, ne pas faire l'essai de lancement lorsqu'une vitesse est engagée.

Fig. 92 Exemple de montage d'un démarreur.



# Entretien

## Généralités

Au cours de travaux sur les pièces électriques du démarreur monté, des courts-circuits aux conséquences fâcheuses risquent de se produire. C'est pourquoi on ne saurait trop recommander, pour ce genre de travaux, de débrancher le câble de masse de la batterie. Ne pas poser d'outils sur la batterie!

## Balais

Dans le cas où les balais sont accessibles sans trop de difficulté, il est conseillé de vérifier de temps à autre s'ils sont toujours en parfait état. Après avoir enlevé le capot ou le collier de fermeture, et en opérant de préférence avec un crochet, soulever le ressort qui maintient le balai appuyé sur le collecteur (ne pas cintrer latéralement les ressorts ni les soulever plus qu'il ne faut); contrôler alors si les balais coulisent bien dans les guides des porte-balais.

Les balais et porte-balais doivent être exempts de poussière, d'huile ou de graisse. Si ces pièces sont encrassées ou si elles se coincent, les nettoyer avec un chiffon propre (ne pas utiliser de chiffons de laine, ceux-ci s'effilochent trop facilement). Ne pas rectifier la surface de frottement polie des balais à l'aide de papier abrasif, d'une lime ou d'un couteau. Souffler soigneusement les porte-balais à l'air comprimé sec.

Lorsqu'un balai est cassé, dessoudé ou présente une usure telle que le ressort ou la connexion souple soudée au balai menace de toucher le porte-balai, il faut le remplacer. N'utiliser que des balais Bosch d'origine. En mettant les balais en place, veiller à ce que le ressort repose correctement sur le balai.

Lors de la révision générale du moteur, il faut toujours remplacer les balais. A chaque remplacement des balais, il est recommandé de rectifier le collecteur au tour.

## Collecteur

Le collecteur doit présenter une surface uniformément lisse et être exempt de traces d'huile ou de graisse. Nettoyer les collecteurs encrassés à l'aide d'un chiffon propre (ne pas utiliser de chiffons de laine). Les collecteurs usagés, présentant des rayures et un faux-rond, doivent être dégrossis au tour, passés à la fraise à collecteurs et finis au tour dans un atelier spécialisé. En aucun cas, un collecteur ne doit être rectifié à l'aide de papier abrasif ou d'une lime.

## Graissage

Munis de coussinets autolubrifiants, les flasques des démarreurs à lanceur à inertie et des démarreurs à com-

mande positive ne demandent aucun graissage. Ces flasques ne doivent pas être nettoyés à l'aide de produits dissolvant les graisses. Le flasque côté collecteur du démarreur à induit coulissant est équipé d'un palier autolubrifiant. Le palier lisse côté pignon possède un graisseur. Remplir celui-ci tous les 25 000 à 50 000 kilomètres ou toutes les 500 à 1000 heures de service, ou encore une fois par an, en utilisant l'huile de graissage prescrite (40 à 50 gouttes, soit 3 cm<sup>3</sup> environ, sans pression). Le regraissage doit être entrepris à l'occasion de chaque démontage et de chaque dépose du démarreur ou du moteur.

Le flasque côté collecteur des démarreurs T possède un graisseur obturé par une vis qui se trouve entre les bornes de connexion. Tous les 6 mois au minimum, ce point de graissage doit être rempli, sans pression, d'une bonne huile d'hiver, p. ex. OI 63 v 2.

Les démarreurs n'exigent pas d'autres graissages, à l'exception des modèles avec transmission intermédiaire pour lesquels les prescriptions suivantes sont à observer:

1. Au premier montage du démarreur, et en cas de fonctionnement en milieu très sec, les roues dentées de la transmission intermédiaire, le pignon du démarreur et la couronne dentée doivent être enduits de graisse. Dans tous les cas, ces organes devront être graissés après un temps de service correspondant au maximum à 3 000 démarrages, ou à un kilométrage de 50 000 km, ou encore à 2000 heures de service. Huiler en outre la surface de roulement de l'arbre intermédiaire sur lequel le pignon se déplace axialement. En présence de conditions de service inhabituelles, par exemple en ambiance très poussiéreuse ou sous des températures de fonctionnement élevées (carcasse polaire à +80° C), le regraissage doit être effectué plus souvent.

2. Lorsque la vis du graisseur est vissée, le feutre de graissage, prévu dans le palier intermédiaire pour le bout d'arbre côté arrière, doit être comprimé sur l'arbre par le ressort hélicoïdal. Lorsque l'arbre est démonté, la vis du graisseur étant vissée, le feutre doit pénétrer de 5 à 10 mm dans l'alésage de la douille. Au remontage de l'arbre, veiller à ce que le feutre de graissage ne soit pas coincé ni cisailé (dévisser la vis du graisseur et rectifier la position du feutre).

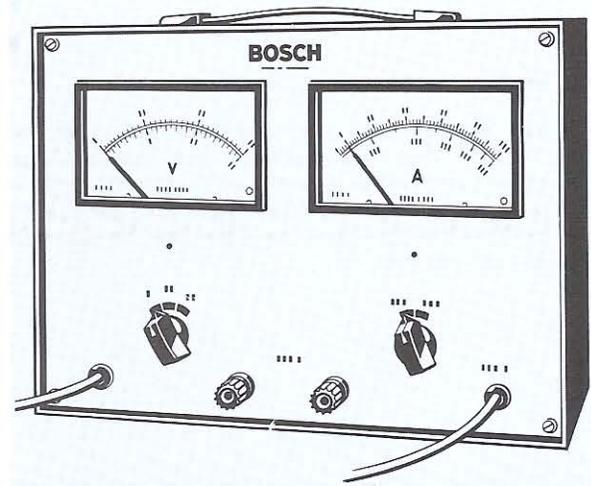
3. Quand les arbres sont démontés, le feutre de graissage du flasque côté entraînement de certains démarreurs, de même que les feutres de graissage du flasque côté entraînement et du palier intermédiaire sur les démarreurs à transmission intermédiaire, doivent pénétrer tangentiellement de 1,5 mm au minimum dans l'alésage de la douille. Au remontage des arbres, veiller à ce que la partie pénétrante des feutres ne soit pas coincée ni cisailée.

L'observation des prescriptions énoncées aux paragraphes 2 et 3 exclut tout fonctionnement à sec et tout grippage de l'arbre intermédiaire. Si l'on doit monter des feutres neufs, les faire tremper 24 heures dans un bain d'huile au préalable.

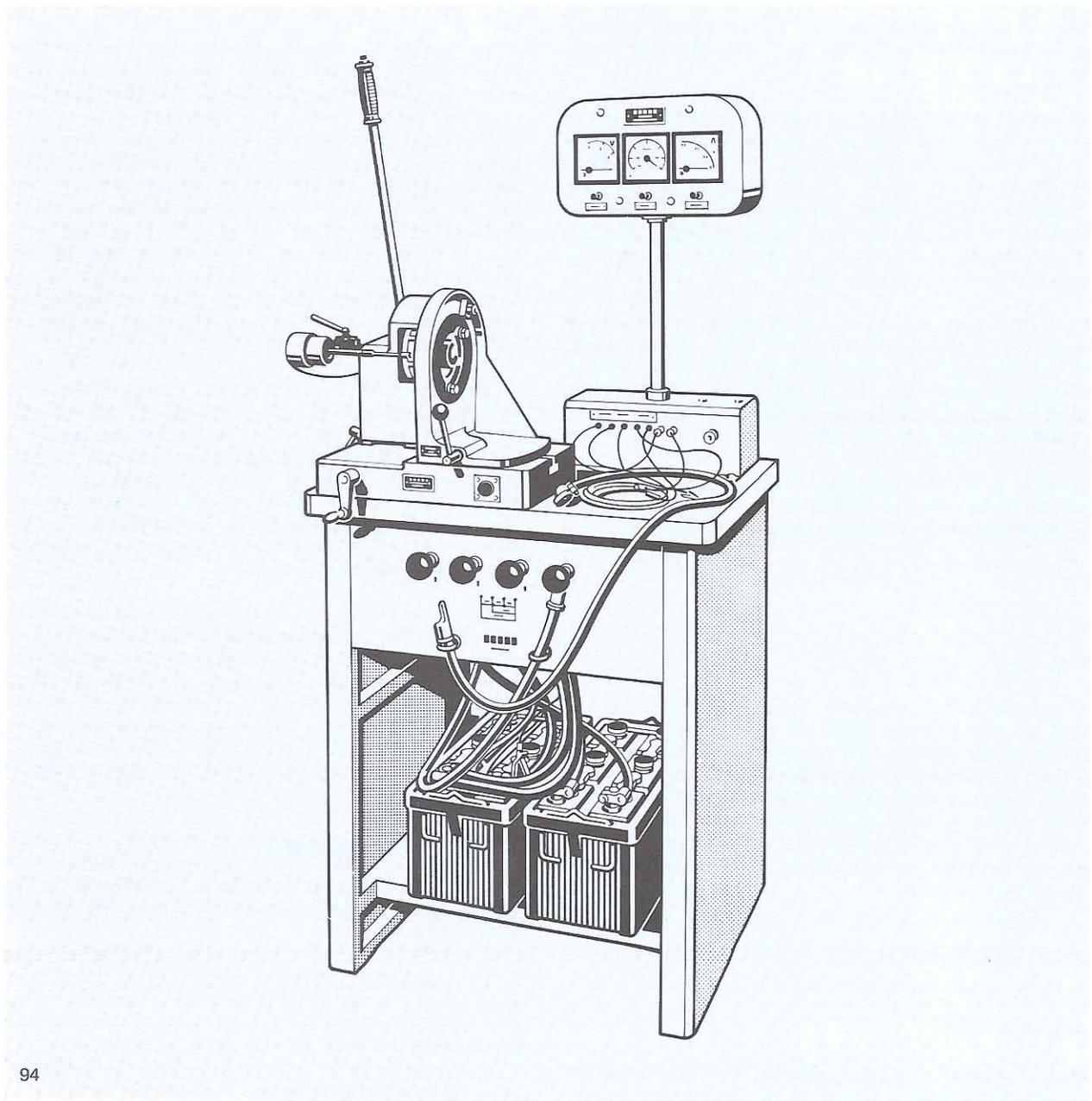
A l'occasion des remises en état, utiliser les graisses Bosch Ft 2 v 3 ou VS 10 832 et les huiles Bosch OI 1 v 13 ou OI 63 v 2. De temps à autre, afin d'accroître leur longévité, il est recommandé d'enduire de graisse (Ft 1 v 26) le pignon et la couronne dentée. Le cas échéant, éliminer les aspérités de la couronne dentée.

## Appareils pour le service après-vente

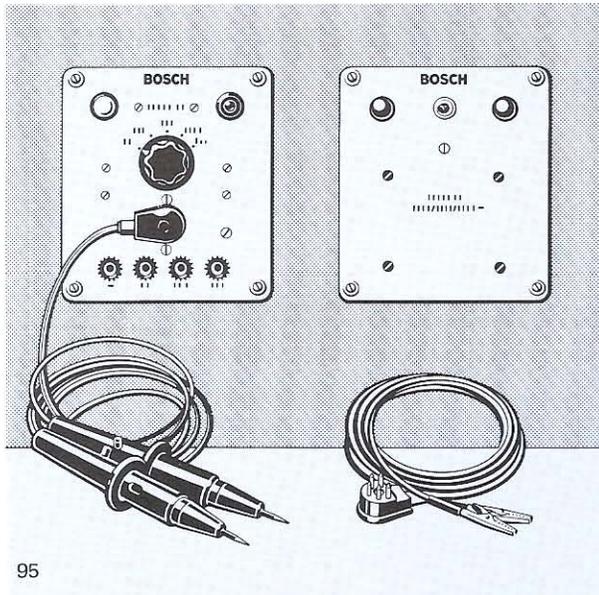
Les démarreurs Bosch et les divers autres organes appartenant aux installations de démarrage ne peuvent être contrôlés et vérifiés rationnellement qu'à l'aide d'appareils d'essai et de contrôleurs appropriés. Les figures 93 à 97 représentent une sélection d'appareils Bosch indispensables dans tout atelier pour assurer un parfait service après-vente.



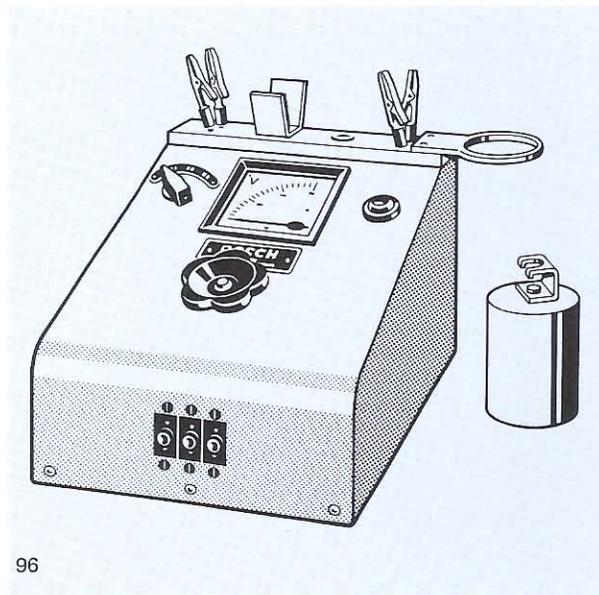
93



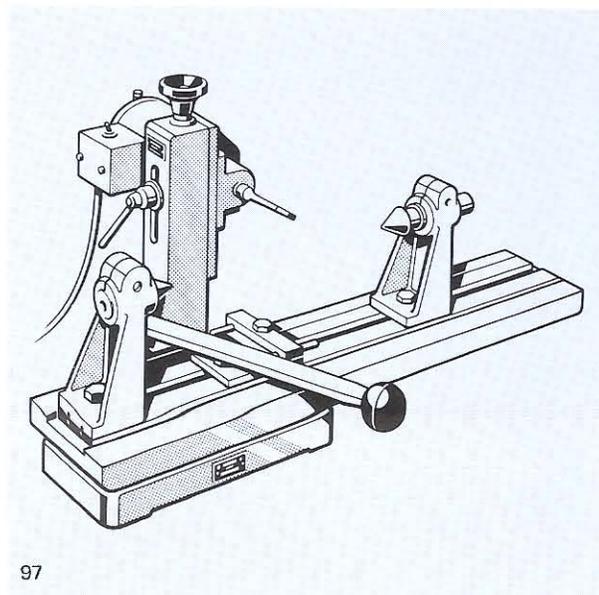
94



95



96



97

Fig. 93 Voltmètre-ampèremètre pour la mesure de l'intensité et de la tension des démarreurs.

Fig. 94 Exemple d'un banc d'essai de démarreurs, pour la vérification et le contrôle dans les conditions de service des démarreurs à fixation par bride ou sur berceau.

Fig. 95 Tableau de contrôle et tableau de transformation pour l'essai de noyaux d'induits sous tension alternative de 40 et 80 V afin de déceler la présence éventuelle de courts-circuits à la masse.

Fig. 96 Contrôleur de contacteurs: contrôle de la tension d'enclenchement et de relâchement.

Fig. 97 Fraise à collecteurs pour sous-couper l'isolant entre les lames du collecteur d'induit après rectification au tour.

## Elimination des pannes

Lorsque des anomalies apparaissent, ne pas oublier que leur cause n'est pas forcément imputable au démarreur lui-même, pas plus qu'à la batterie, aux interrupteurs, aux câbles et à leurs connexions ni aux liaisons défectueuses des organes à la masse du véhicule. Le dérangement peut également provenir de l'équipement d'allumage ou du système d'alimentation en combustible. Toutefois, les instructions de dépannage que nous donnons ci-après se limitent à l'équipement de démarrage proprement dit.

### Anomalie 1

Lorsqu'on actionne le démarreur, l'arbre d'induit ne tourne pas ou tourne trop lentement.

Causes	Remèdes
1. Batterie déchargée.	1. Recharger la batterie.
2. Batterie défectueuse.	2. La faire vérifier dans un atelier spécialisé.
3. Cosses de batterie desserrées, oxydées, liaison de masse défectueuse.	3. Resserrer les cosses, nettoyer les bornes ainsi que les cosses et les enduire de graisse anti-acide.
4. Les bornes du démarreur ou les balais sont en court-circuit à la masse.	4. Supprimer le court-circuit à la masse.
5. Les balais du démarreur ne portent plus sur le collecteur, se coincent dans leurs guides, sont usés, cassés, encrassés d'huile ou de saletés.	5. Vérifier les balais, les nettoyer ou les remplacer; le cas échéant, nettoyer les guides des porte-balais.
6. Interrupteur ou relais de démarrage endommagés (pièces desserrées, empêchant l'enclenchement de l'interrupteur, ou grillées).	6. Remplacer l'interrupteur ou le relais incriminé.
7. Contacteur du démarreur défectueux.	7. Le faire remettre en état dans un atelier spécialisé.
8. Trop forte chute de tension dans les conducteurs; câbles endommagés, connexions électriques desserrées. Bornes ou connecteurs oxydés.	8. Vérifier les câbles du démarreur et leurs connexions.
9. L'équipement de démarrage ne fonctionne pas.	9. Vérifier si les thermo-contacts ont réagi.

### Anomalie 2

L'induit tourne, mais le pignon n'engrène pas.

1. Paliers de pignon gommés.	1. Nettoyer les paliers et les enduire légèrement d'huile OI 63 v 2.
2. Pignon ou couronne dentée endommagé, formation d'aspérités.	2. Eliminer les aspérités à la lime; si cela s'impose, faire remplacer le pignon et la couronne dans un atelier spécialisé.

### Anomalie 3

Lorsqu'on actionne le démarreur, son induit tourne, le pignon engrène totalement, mais le moteur n'est pas entraîné.

#### Causes

1. Batterie insuffisamment chargée.
2. La pression des balais est insuffisante.
3. Contacteur, relais de commande du démarreur, ou autres relais complémentaires défectueux.
4. Chute de tension trop importante dans les conducteurs.
5. Le dispositif de roue libre patine.

#### Remèdes

1. Recharger la batterie.
2. Vérifier les balais: les nettoyer ou les remplacer.
3. Les faire remettre en état dans un atelier spécialisé.
4. Vérifier les câbles et leurs connexions.
5. Faire réparer ou changer le dispositif de roue libre dans un atelier spécialisé.

### Anomalie 4

Le démarreur continue à tourner après le retour de l'interrupteur en position de repos.

1. L'interrupteur de démarrage ne coupe pas le circuit, ou les relais intérieurs ou extérieurs du démarreur sont défectueux.

1. Couper immédiatement le moteur. Faire vérifier l'interrupteur et les relais dans un atelier spécialisé et, le cas échéant, les faire remplacer.

### Anomalie 5

Le pignon ne se dégage pas de la couronne dentée après le démarrage du moteur.

1. Ressort de rappel fatigué ou rompu.

1. Faire réparer le démarreur dans un atelier spécialisé.

## Résumé

1. Les moteurs à combustion interne doivent être lancés à une certaine vitesse minimum. Il faut, à cet effet, vaincre les résistances de compression et de frottement. Les résistances de frottement sont maximales lorsque le moteur est très froid.
2. Pour faire démarrer un moteur à combustion interne, il faut faire tourner plus ou moins longtemps son vilebrequin dans le sens normal de rotation (lancement).
3. Le démarreur électrique, attaquant la couronne dentée, convient tout particulièrement aux véhicules automobiles ainsi qu'aux moteurs stationnaires.
4. Un tel démarreur est constitué essentiellement d'un moteur série à courant continu, d'un dispositif d'engrènement et d'un pignon (petite roue dentée).
5. Le démarreur reçoit le courant nécessaire à son alimentation de la batterie indispensable au fonctionnement de l'équipement de démarrage; il est mis en circuit au moyen d'un interrupteur actionné à la main.
6. Pour le lancement, le pignon engrène avec la couronne dentée du volant du moteur à combustion interne, mais il ne demeure pas en prise lorsque le démarreur est au repos (avant et après le démarrage).
7. Le pignon est amené en prise avec la couronne dentée (engrènement) au moyen du dispositif de lancement et il se sépare de la couronne dentée (désengrènement) dès la mise hors circuit du démarreur.
8. Pour faciliter l'engrènement, les dents du pignon, et dans de nombreux cas également les dents de la couronne dentée, sont chanfreinées.
9. Tous les démarreurs Bosch portent l'indication de leur type de base, de leur sens de rotation, de la tension de service et puissance nominale en ch. Il existe des démarreurs prévus pour une tension nominale de 6 V à 110 V et une puissance nominale de 0,15 à 25 ch.
10. Le type de construction et la puissance du démarreur doivent être adaptés aux différentes conditions de service. C'est pourquoi il existe différents systèmes de lancement (et différentes puissances nominales):  
démarreur à lanceur à inertie, pour petites puissances;  
démarreur à commande positive (électro-mécanique), pour petites à moyennes puissances;  
démarreur à induit coulissant, pour puissances moyennes;  
démarreur à pignon coulissant, pour moyennes à grandes puissances.
11. Dans le cas des démarreurs à inertie (mouvement hélicoïdal), le pignon, en raison de son inertie, est vissé sur un filetage à pas rapide en direction de la couronne dentée.
12. Le pignon du démarreur à commande positive est amené en position d'engrènement avec la couronne dentée à la fois par un déplacement axial (contacteur à solénoïde) et par un déplacement hélicoïdal (filetage à pas rapide).
13. Dans le démarreur à induit coulissant, c'est le déplacement axial de l'induit qui amène le pignon en position d'engrènement avec la couronne.
14. Dans le démarreur à pignon coulissant, sous l'action du contacteur à solénoïde, le pignon est poussé en avant par l'intermédiaire de la tige d'engrènement se déplaçant dans l'arbre creux de l'induit.
15. A l'exception des plus petits modèles, les démarreurs sont munis, entre l'induit et le pignon, soit d'un dispositif de roue libre à rouleaux (faibles puissances) soit d'un embrayage à disques multiples (puissances plus élevées) destinés à les protéger des surcharges mécaniques.
16. Pour permettre l'arrêt très rapide de l'induit du démarreur après la mise hors circuit, la plupart des modèles de démarreurs possèdent un frein d'induit.
17. Pour assurer leur protection contre les surcharges thermiques, certains démarreurs à pignon coulissant pour grandes puissances comportent des thermo-contacts.
18. Dans certains cas particuliers, à cause des cotes de montage sur le moteur, les démarreurs à pignon coulissant sont équipés d'une transmission intermédiaire.
19. Pour le lancement de très gros moteurs, il existe des démarreurs prévus pour fonctionner en couplage parallèle. Dans ce cas, deux démarreurs sont utilisés simultanément pour lancer le moteur.
20. Le démarreur ne peut développer toute sa puissance que si la batterie a une capacité suffisante et se trouve en bon état de charge. De plus, la chute de tension entre la batterie et le démarreur doit rester dans des proportions admissibles.
21. En plus du démarreur et de la batterie, le fonctionnement de l'équipement de démarrage requiert un interrupteur à commande manuelle et, très souvent, des relais. Ceux-ci servent, entre autres, à limiter les chutes de tension et à assurer la protection des organes contre les détériorations éventuelles.
22. L'équipement de démarrage ne doit être utilisé que conformément aux prescriptions de service.
23. En cas d'anomalies constatées au lancement, ne pas oublier que le démarreur seul n'est pas forcément en cause, mais que le dérangement peut également provenir des autres organes de l'équipement de démarrage, ainsi que du dispositif d'allumage ou du système d'alimentation en carburant.

### *Anneau de pression*

Lorsque → l'embrayage à disques multiples assure la liaison mécanique, cet anneau transmet au jeu de disques la pression d'un jeu de rondelles élastiques montées sur l'arbre d'induit.

### *Balais*

Appuyés sur le → collecteur par les → ressorts de balais, ils assurent la liaison électrique entre → l'induit en rotation et les câbles fixes d'alimentation.

### *Banc d'essai pour démarreurs*

Pour la vérification et le contrôle des démarreurs dans des conditions analogues aux conditions de service.

### *Bourrelet de pression*

Le bourrelet de pression décharge → l'embrayage à disques multiples et le fait patiner lorsque la charge maximum est atteinte.

### *Capacité de la batterie*

Quantité de courant en ampères-heures (Ah) pouvant être prélevée sur une batterie. La capacité dépend, entre autres, du courant de décharge et de la température de l'électrolyte.

### *Capot de fermeture*

Protège le côté collecteur du démarreur.

### *Carcasse polaire*

Assure la protection des organes internes du démarreur ainsi que le guidage et le renforcement du flux magnétique du champ d'excitation. C'est pourquoi elle est réalisée en fer ou en acier doux.

### *Centrage*

Se trouve sur la face frontale des démarreurs à → fixation par bride et sert à assurer le parallélisme précis de l'arbre d'induit et du vilebrequin ainsi que l'écartement correct entre ces deux pièces.

### *Champ magnétique*

1. Champ électromagnétique créé par → l'enroulement d'excitation alimenté en courant.
2. Champ produit par les aimants permanents.

### *Chute de tension*

Perte de tension provoquée par les résistances opposées par les câbles, les connexions ainsi que par la résistance interne de la batterie. La chute de tension est d'autant plus importante que les résistances et l'intensité du courant sont plus élevées; elle a une grande influence sur la puissance du démarreur.

### *Collier de fermeture*

Recouvre et protège les balais; utilisé sur les petits démarreurs.

### *Collecteur*

Monté sur l'arbre d'induit, il se compose de lames isolées les unes des autres, auxquelles sont soudées les extrémités de → l'enroulement d'induit.

### *Commutateur d'allumage-démarrage*

Interrupteur à plusieurs fonctions, servant à mettre en circuit le démarreur et l'allumage; commandé à la main.

### *Contacteur à solénoïde*

Commande la mise en circuit du démarreur et provoque l'avance du → pignon vers la → couronne dentée.

### *Contrôleur de contacteurs*

Pour le contrôle de la tension d'enclenchement et de relâchement.

### *Couple*

Le couple est produit par une force agissant à une certaine distance (bras de levier) de l'axe de rotation d'un corps. Valeur = force · bras de levier.  
Il s'exprime en mètres-newtons.

### *Coupleur de batteries*

Sur les équipements comportant par exemple un démarreur 24 V et une génératrice 12 V, le coupleur de batteries sert, pour le démarrage, à coupler en série deux batteries de 12 V. Après le démarrage, le relais étant en position de repos, les batteries sont recouplées en parallèle et peuvent être rechargées par la génératrice.

### *Couronne dentée*

Denture intérieure ou extérieure à la périphérie du volant du moteur, avec laquelle le → pignon vient engrener pour le lancement.

### *Culasse*

Voir "carcasse polaire".

### *Démarreur à commande positive*

Le déplacement du → pignon vers la → couronne dentée est assuré par déplacement axial (contacteur à solénoïde, levier de commande positive) et par vissage sur le → filetage à pas rapide.

### *Démarreur à induit coulissant*

Le → pignon est poussé vers la → couronne dentée par le déplacement axial de → l'induit.

### *Démarreur à lanceur à inertie*

Le déplacement du → pignon vers la → couronne dentée est assuré par vissage sur le filetage à pas rapide.

### *Démarreur à pignon coulissant*

Le → pignon se déplace vers la → couronne dentée par coulissement axial (contacteur à solénoïde et tige d'engrènement).

#### *Dispositif de blocage*

Nécessaire pour les démarreurs à → engrènement en deux temps; fractionne le processus d'engrènement en une phase à faible intensité et en une phase à pleine intensité de courant.

#### *Dispositif de lancement*

Existe sur tous les démarreurs et en caractérise le type de base: démarreur à lanceur à inertie, démarreur à commande positive, démarreur à induit coulissant, démarreur à pignon coulissant.

#### *Dispositif de roue libre à rouleaux*

Utilisé sur les démarreurs de faible et moyenne puissance; mise en liaison énergétique au démarrage par pression des rouleaux entre la queue de pignon et la → rampe de travail dans la bague de roue libre solidaire de l'arbre d'induit; suppression de la liaison mécanique lors du "dépassement" (le moteur tourne plus vite que le démarreur) afin d'assurer la protection du démarreur.

#### *Disque de butée*

Premier disque, le plus fort en diamètre, placé dans le → flasque d'entraînement de nombreux types d'embrayages à disques multiples et qui, en combinaison avec le disque glissant, permet la transmission d'un faible → couple en début d'engrènement.

#### *Disque glissant*

Premier disque de → l'écrou de pression des embrayages à disques multiples; par l'intermédiaire de ce disque et du → disque de butée, un faible → couple seulement est transmis au début de l'engrènement.

#### *Dynamomètre*

Sert à mesurer la pression des → balais sur le → collecteur.

#### *Ecartement entre bride et couronne dentée*

Ecartement entre la face de la couronne dentée et la face de la bride ou la surface d'appui du démarreur; cote de montage importante pour l'obtention d'un engrènement correct.

#### *Écrou de pression*

Dans les embrayages à disques multiples, l'écrou de pression est monté vissable sur le → filetage à pas rapide de la queue de pignon, en prise avec une moitié des disques d'accouplement; son déplacement par vissage provoque une pression plus ou moins forte sur les disques d'accouplement.

#### *Electro-aimant d'engrènement*

Provoque l'avance du → pignon vers la → couronne dentée; n'assure cependant aucune commutation électrique.

#### *Embrayage à disques multiples*

Cet embrayage transmet par friction, de l'arbre d'induit au → pignon, le → couple développé par → l'induit; il se compose de disques individuels, mobiles axialement mais non radialement, qui sont en prise alternativement avec le → flasque d'entraînement cylindrique et → l'écrou de pression. Son rôle est d'assurer la protection du démarreur en limitant le couple à la valeur maximum admissible.

#### *Engrènement en deux temps*

Alimentation en courant du démarreur réalisée en deux temps au cours de la phase d'engrènement:

1. intensité réduite — faible couple de démarrage
2. intensité totale — couple de démarrage maximum.

#### *Engrènement en un temps*

Mise en circuit directe du courant total d'alimentation du démarreur lors de l'engrènement dans le cas des démarreurs à lanceur à inertie et des démarreurs à commande positive.

#### *Enroulement d'attraction*

Existe sur les contacteurs comportant aussi un → enroulement de maintien; est court-circuité après fermeture des contacts.

#### *Enroulement de champ*

Voir enroulement d'excitation

#### *Enroulement de freinage*

Enroulement existant sur certains démarreurs à pignon coulissant et qui est mis en court-circuit avec l'induit après mise hors circuit du démarreur par un contact du → relais de commande, ce qui a pour effet d'arrêter très rapidement l'induit. (En outre, sur certains démarreurs à commande positive, l'enroulement en dérivation produit également un effet de freinage après la mise hors circuit du démarreur).

#### *Enroulement d'induit*

Spires constituées de fils ou de barres disposés dans les encoches du → noyau d'induit et dont les extrémités sont soudées aux lames du → collecteur.

#### *Enroulement de maintien*

1. Sur les contacteurs, sert à maintenir le noyau plongeur en position d'attraction lorsque → l'enroulement d'attraction est court-circuité.

2. Maintient l'induit du démarreur à induit coulissant en position d'engrènement en cas d'impulsions d'allumage isolées du moteur.

#### *Enroulement d'excitation*

Crée le champ électromagnétique régnant entre les épanouissements polaires et dans lequel tourne → l'induit.

#### *Epanouissements polaires*

Réalisés en fer et vissés à la → carcasse polaire, servent à la fixation des → enroulements d'excitation et au renforcement du flux magnétique du champ d'excitation.

#### *Filetage à pas rapide*

Assure

1. Sur les → démarreurs à lanceur à inertie et sur les → démarreurs à commande positive l'avance (vissage) du → pignon.

2. Dans le cas des démarreurs à → embrayage à disques multiples, la mise en liaison énergétique de l'embrayage.

#### *Fixation par bride*

Le démarreur est vissé par sa bride sur le moteur.

#### *Fixation sur berceau*

Le démarreur, qui repose dans un berceau incurvé de manière adéquate, est fixé au moyen d'étriers de serrage.

#### *Flasque côté collecteur*

Flasque situé côté collecteur de → l'induit.

#### *Flasque côté entraînement*

Flasque se trouvant côté commande (côté pignon) du démarreur.

#### *Flasque d'entraînement cylindrique*

Flasque solidaire de l'arbre d'induit à embrayage à disques multiples et en prise avec une moitié des disques d'accouplement (avec le → disque de butée également quand ce dernier existe).

#### *Fraise à collecteurs*

Pour sous-couper l'isolant entre les lames du → collecteur après rectification de celui-ci au tour.

#### *Frein d'induit*

Dispositif mécanique ou électrique assurant l'arrêt très rapide de → l'induit après la mise hors circuit du démarreur.

#### *Gradin d'attraction*

Epaulement pratiqué à la périphérie de l'induit du → démarreur à induit coulissant pour faciliter l'attraction de → l'induit dans le champ d'excitation et le maintien dans cette position.

#### *Gradin initial d'engrènement*

Sur les démarreurs à embrayage à disques, faible → couple transmis en début d'engrènement par le → disque de butée et le → disque glissant.

#### *Induit*

Pièce rotative du moteur électrique portant → l'enroulement d'induit et le → collecteur.

#### *Interrupteur de démarrage*

Interrupteur simple, servant uniquement à déclencher le processus de démarrage; est commandé à la main ou au pied.

#### *Lancement*

Mise en rotation du vilebrequin du moteur, dans le sens normal de rotation, après engrènement total du → pignon avec la → couronne dentée, l'embrayage du démarreur assurant la liaison énergétique.

#### *Levier de commande positive*

Par son intermédiaire, le → pignon des démarreurs à commande positive est poussé en direction de la → couronne dentée.

#### *Moteur série*

Moteur électrique dans lequel → l'enroulement d'induit et → l'enroulement d'excitation sont couplés en série; développe un couple initial très puissant et, de ce fait, convient tout particulièrement aux démarreurs.

#### *Noyau d'induit feuilleté*

Paquet de disques de tôle comprimés et isolés les uns des autres, munis d'encoches; enfilé sur l'arbre d'induit.

#### *Palier auto-lubrifiant*

Palier spécial qui ne doit pas être graissé; pour cette raison, ne pas le nettoyer avec un produit dissolvant les graisses. La plupart des démarreurs sont équipés de paliers de ce genre.

#### *Pignon*

Petite roue dentée qui, au démarrage, engrène avec la → couronne dentée du volant du moteur et transmet le couple du démarreur au vilebrequin du moteur à combustion interne; n'est pas en prise en position de repos.

#### *Porte-balai*

Guide pour les → balais affectant le plus souvent la forme d'un boîtier.

#### *Puissance nominale*

Puissance au point de crête de la courbe caractéristique de puissance (voir fig. 67 et 68) pour une température et une capacité de batterie déterminées.

#### *Rampe de travail*

Profil intérieur de la bague du → dispositif de roue libre à rouleaux; conçue de manière que soit ménagé un espace rétréci entre la queue de pignon et la bague de roue libre, dans lequel les rouleaux sont poussés lors de l'accouplement et d'où ils s'échappent lors du désaccouplement.

#### *Rampe hélicoïdale*

Voir "filetage à pas rapide".

#### *Relais de blocage du démarreur*

Évite les manœuvres intempestives, telles que tentative de renouveler le lancement alors que le moteur à combustion interne tourne encore, ou l'actionnement du démarreur par inadvertance lorsque le moteur tourne normalement. Évite également un trop long "dépassement" (le moteur tournant plus vite que le démarreur). Nécessaire pour les moteurs dont on ne peut surveiller le démarrage et les équipements de démarrage commandés à distance.

#### *Relais de commande*

Incorporé au démarreur; n'assure que des commutations électriques.

#### *Relais de couplage des démarreurs*

Pour commander deux démarreurs fonctionnant en parallèle.

#### *Relais de répétition du démarrage*

Interrompt la phase de démarrage en cas de "faux engrènement" et la répète automatiquement jusqu'à ce que le → pignon engrène avec la → couronne dentée. Il protège ainsi le contacteur à solénoïde. Nécessité d'emploi: voir "relais de blocage du démarreur".

#### *Ressort de balai*

Ressort appuyant le → balai sur la surface cylindrique du collecteur.

#### *Ressort d'engrènement*

Sur les démarreurs à commande positive, même lorsque pignon et couronne dentée butent dent contre dent, le ressort d'engrènement permet toujours le déplacement du → levier de commande positive jusqu'à sa position finale, c'est-à-dire, par conséquent, la commande de l'alimentation en courant du démarreur.

#### *Sens de rotation*

Sur les démarreurs vus côté commande (côté pignon), le sens de rotation est indiqué par une flèche, ou par la lettre R (rotation à droite, dans le sens d'horloge) ou par la lettre L (rotation à gauche, en sens inverse d'horloge).

#### *Température limite de démarrage*

Valeur de température au-dessous de laquelle la puissance de démarrage requise est supérieure à la puissance de démarrage disponible.

#### *Tension nominale*

Tension prévue pour les installations considérées (12 V, 24 V, etc.); la → chute de tension dans les conducteurs et dans la batterie s'en retranche, de sorte que la tension disponible aux bornes du démarreur est inférieure à la tension nominale.

#### *Thermo-contacts*

Utilisés pour la protection des démarreurs T contre les surcharges thermiques; montés dans les balais ou les barrettes de connexion.

#### *Tige d'engrènement*

En se déplaçant dans l'arbre creux de l'induit des démarreurs à pignon coulissant, la tige d'engrènement pousse le → pignon en direction de la → couronne dentée.

#### *Transmission intermédiaire*

Sortie excentrique sur certains modèles de démarreurs T pour gros moteurs Diesel. La queue de pignon n'est pas alignée avec l'arbre d'induit, mais est placée parallèlement à celui-ci, à une distance plus ou moins grande.

#### *Vitesse de démarrage minimum*

Vitesse requise pour assurer la préparation d'un mélange air-carburant inflammable et à laquelle le démarreur doit entraîner le moteur à combustion interne.

## Série de tests

1. A quoi sert le démarreur?
  - a) A lancer les machines à vapeur
  - b) A lancer les moteurs à combustion interne
2. Quelles résistances le démarreur doit-il vaincre?
  - a) Résistance des paliers
  - b) Résistance des conduites de combustible
  - c) Résistance de compression
3. Quels sont les facteurs qui influent principalement sur les résistances?
  - a) Température
  - b) Taille du volant
4. Quelle est, entre autres, la condition requise pour que le moteur démarre?
  - a) La formation d'un mélange inflammable
  - b) L'échauffement suffisant du moteur au cours du lancement
5. La résistance au démarrage augmente-t-elle ou diminue-t-elle au cours du lancement?
  - a) Augmente
  - b) Diminue
6. A quel moment l'intensité absorbée est-elle maximum?
  - a) Au début du démarrage
  - b) A la fin du démarrage
7. Sur quel principe repose le fonctionnement du moteur électrique?
  - a) Une force s'exerce sur un conducteur parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique
  - b) Le déplacement d'un conducteur dans un champ magnétique produit une tension
8. Quelle sorte de moteur électrique utilise-t-on pour les démarreurs?
  - a) Moteur à courant alternatif
  - b) Moteur à courant triphasé
  - c) Moteur à courant continu
9. Quel est, en général, le montage électrique du moteur du démarreur?
  - a) En série
  - b) En dérivation
10. A quoi sert, en principe, un relais?
  - a) A une mise en circuit plus rapide
  - b) A commander un courant de forte intensité au moyen d'un courant de faible intensité
11. Quels enroulements comportent la plupart des modèles de relais?
  - a) Enroulement d'attraction et enroulement auxiliaire
  - b) Enroulement d'attraction et enroulement de maintien
12. Par quoi les types de base de démarreurs diffèrent-ils?
  - a) Par la taille
  - b) Par le système d'engrènement
13. Quels sont les systèmes d'engrènement à un seul temps?
  - a) Lanceur à inertie
  - b) Commande positive
  - c) Induit coulissant
  - d) Pignon coulissant
14. Quels sont les systèmes d'engrènement à deux temps?
  - a) Lanceur à inertie
  - b) Commande positive
  - c) Induit coulissant
  - d) Pignon coulissant
15. Quels sont les démarreurs équipés d'un dispositif de roue libre?
  - a) Démarreurs à lanceur à inertie
  - b) Démarreurs à commande positive
  - c) Démarreurs à induit coulissant
  - d) Démarreurs à pignon coulissant

16. Quels sont les démarreurs équipés d'un embrayage à disques multiples?

- a) Démarreurs à lanceur à inertie
- b) Démarreurs à commande positive
- c) Démarreurs à induit coulissant
- d) Démarreurs à pignon coulissant

17. Sur quels démarreurs l'induit possède-t-il un gradin d'attraction?

- a) Démarreurs à induit coulissant
- b) Démarreurs à pignon coulissant

18. Pour quelle puissance nominale maximum existe-t-il des démarreurs Bosch?

- a) 10 ch
- b) 18 ch
- c) 25 ch

19. Pour quelle tension de service maximum existe-t-il des démarreurs Bosch?

- a) 24 V
- b) 64 V
- c) 110 V

20. Quels sont les démarreurs équipés d'un frein d'induit mécanique?

- a) Démarreurs à pignon coulissant
- b) Démarreurs à commande positive

21. Par quoi l'engrènement en deux temps est-il réalisé?

- a) Par coupure du courant
- b) Par cliquet de blocage, plaque de butée et levier de déclenchement

22. Quelle est la fonction du thermo-contact incorporé au démarreur?

- a) Protection contre les surcharges thermiques
- b) Abaissement de la température limite de démarrage

23. Quels sont les facteurs déterminants pour l'obtention de la puissance nominale du démarreur?

- a) Capacité et état de charge de la batterie
- b) Longueur du câble entre démarreur et batterie

24. En cas d'une anomalie de fonctionnement, le défaut peut-il provenir d'une cause externe à l'équipement de démarrage?

- a) Oui
- b) Non

25. Les contacteurs à solénoïde et les électro-aimants d'engrènement sont-ils identiques?

- a) Oui
- b) Non

Réponses justes:

1 b, 2 a, 2 c, 3 a, 4 a, 5 b, 6 a, 7 a, 8 c, 9 a, 10 b, 11 b, 12 b, 13 a, 13 b, 14 c, 14 d, 15 a, 15 b, 16 c, 16 d, 17 a, 18 c, 19 c, 20 b, 21 b, 22 a, 23 a, 23 b, 24 a, 25 b.