

## TEXTE SERIE 5

## ELECTRICITE AUTOMOBILE

- Thème de la série n° 5 :

L'allumeur classique et ses systèmes d'avance.

- Objectif de cette série :

- 1 - Identifier les différentes parties constitutives de l'allumeur.
- 2 - Définir la fonction et le principe de fonctionnement des différentes parties constitutives de l'allumeur.
- 3 - Enoncer les paramètres de contrôle des principales parties de l'allumeur.

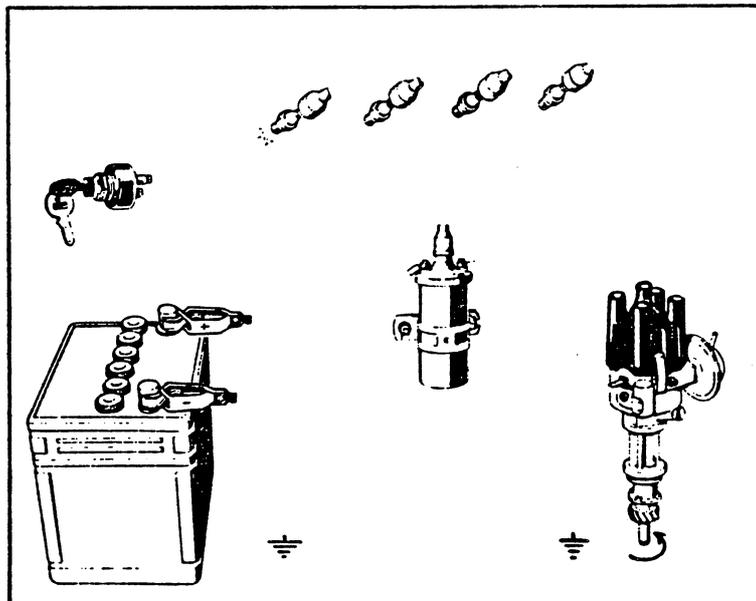
1°) Mise en situation :

- Rappel : L'Allumeur est le principal élément mécanique faisant partie du circuit d'allumage par bobine d'induction.

-1 Exercice : (Obligatoire)

Complétez le schéma ci-dessous.

Utilisez un trait fin pour le circuit basse tension et un trait fort pour le circuit haute tension.



.../...

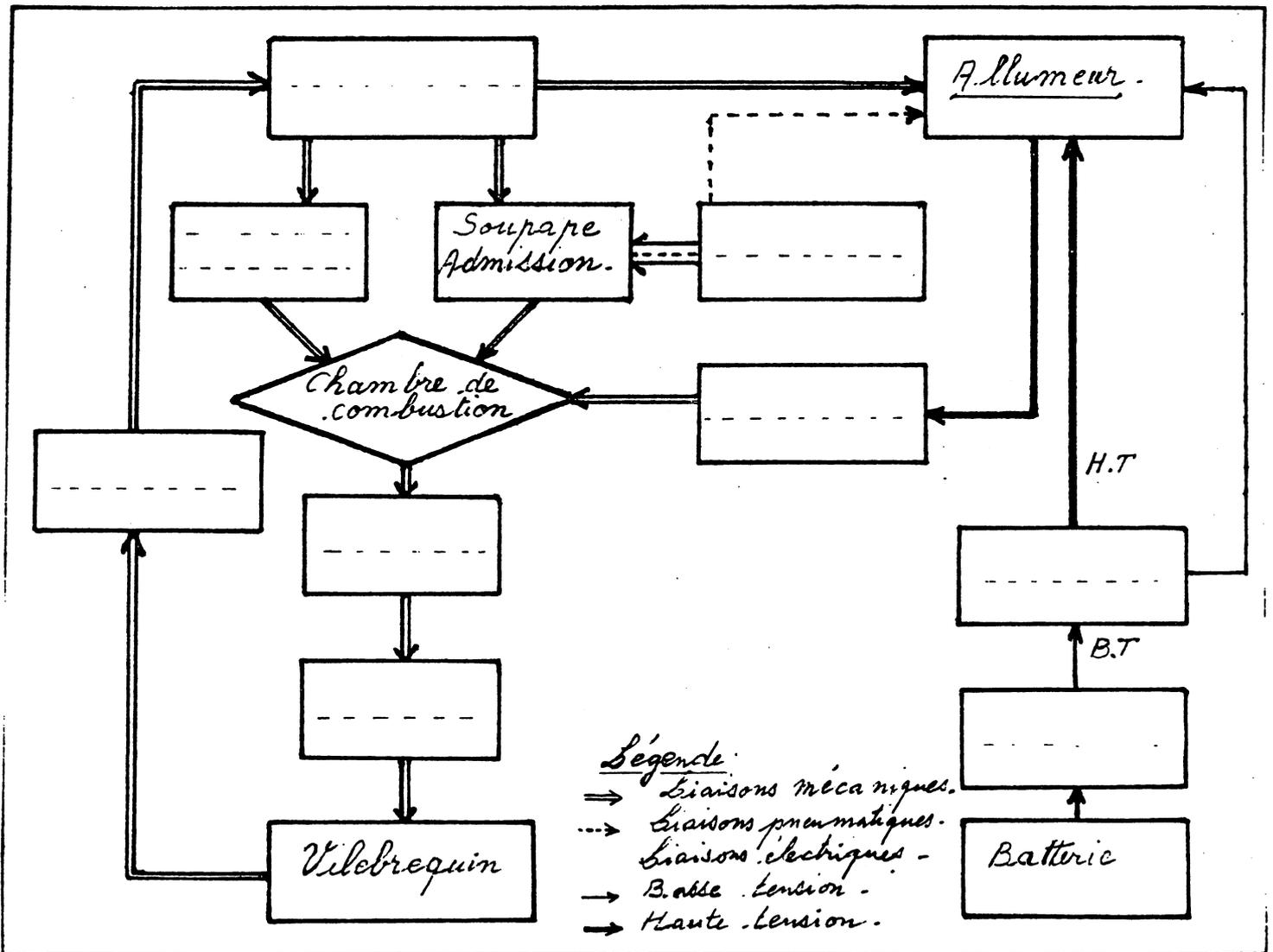
\* Après avoir effectué l'exercice : (1-1) page 1

Comparez votre résultat avec la correction : (1-5) page 4

- Puis passez à l'exercice ci-dessous.

2-Exercice : (Obligatoire)

Complétez le tableau d'organisation technologique ci-dessous ; afin de mettre en évidence le rapport entre la position du piston et la position de l'allumeur ; c'est-à-dire la nécessité de synchroniser le déclencheur et le distributeur de l'allumeur avec la position du piston afin d'obtenir une étincelle en fin de compression ou plutôt au point d'avance à l'allumage préconisé par le constructeur.



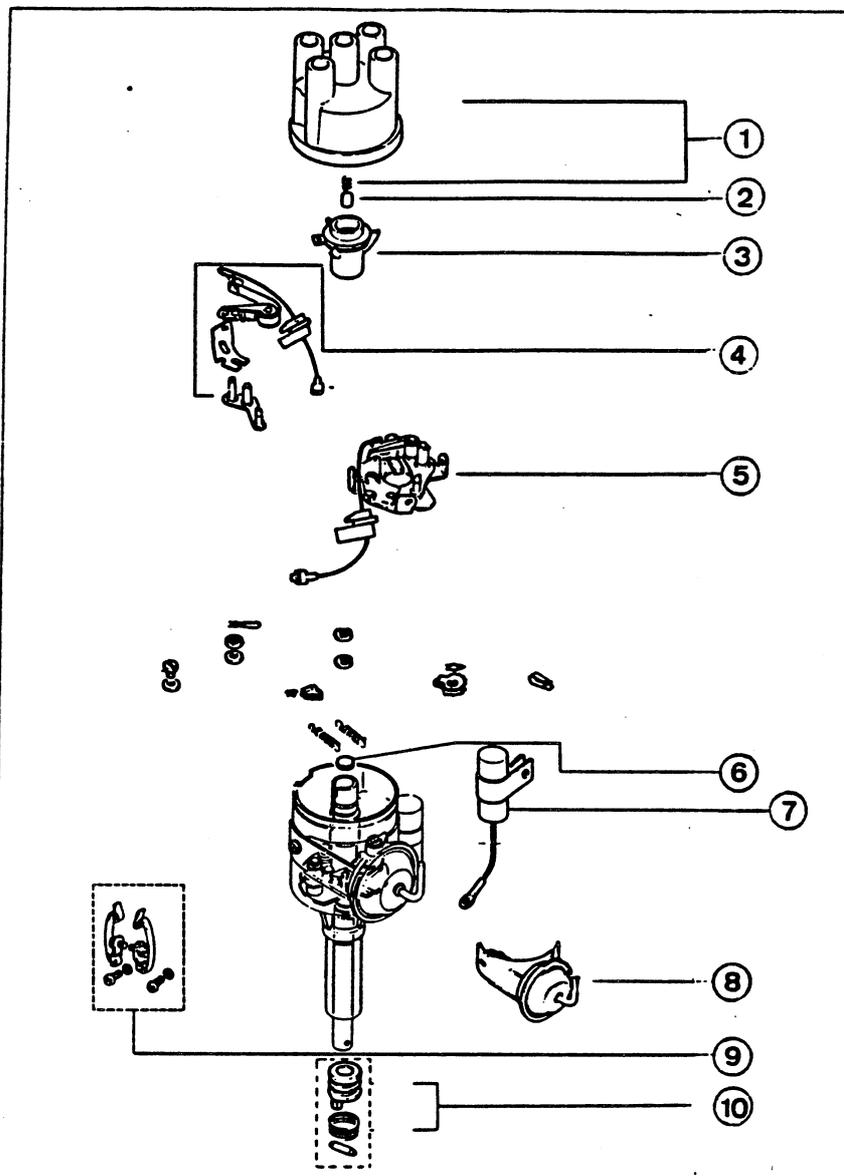
\* Après avoir effectué l'exercice : (n°2)

Comparez votre résultat avec la correction (1-7) page 5

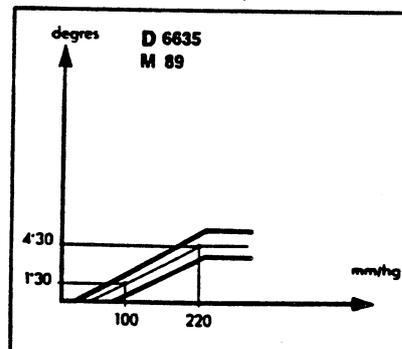
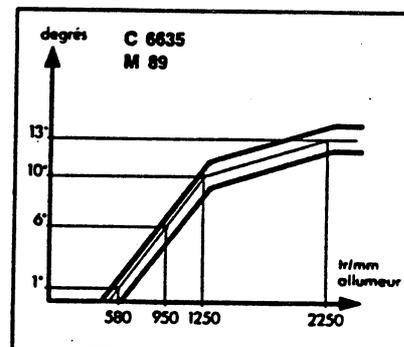
Puis passez à l'exercice suivant : exercice : (n°4) page 4

.../...

## 1-3 Constitution de l'allumeur classique :

**Allumeur 6635 B****caractéristiques techniques**

sens de rotation	: SIH
côté commande	: SIH
entraînement	: toc
calage toc-rotor	: 18° 45'
angle de fermeture	: 57°
rapport en dwells	: 63 %
entre-grains	: 0,40
pression aux grains	: 450 g
tête	: Norsomix



1 et 2 - Tête d'allumeur + charbon  
3 - Rotor ou doigt de distributeur  
4 - Jeu de rupteurs  
5 - Plateau porte rupteurs

6 - Feutrine de graissage  
7 - Condensateur  
8 - Capsule à dépression  
9 - Agraphe de maintient  
10 - Toc d'entraînement

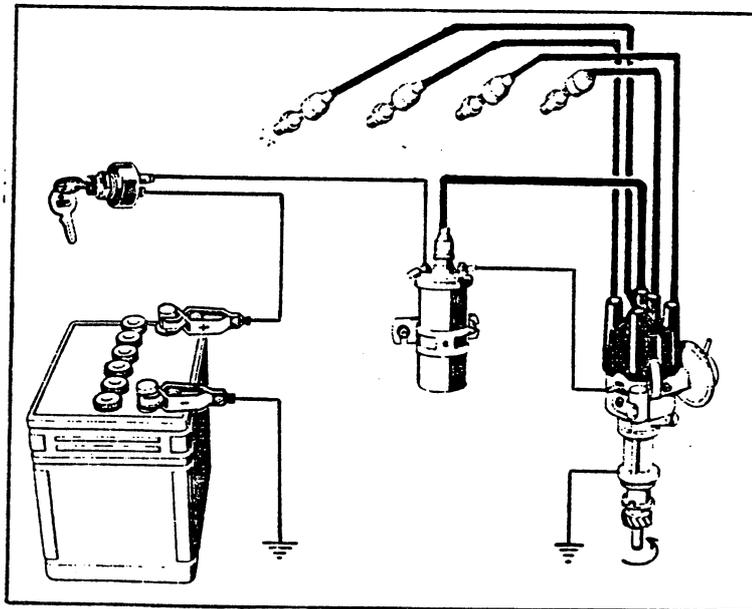
**-4 Exercice : (Obligatoire)**

- A l'aide de la vue éclatée proposée (page : 3) faites un tableau d'organisation technologique mettant en évidence les principales parties constitutives de l'allumeur classique.

\* Après avoir effectué cet exercice.

Comparez votre résultat avec la correction : (1-9) page 6.

Puis passez à l'exercice suivant : Exercice (1-6) ci-dessous

**1-5. Correction de l'exercice : (n°1) page 1.****-6 Exercice : (Obligatoire)**

En consultant les caractéristiques techniques de l'allumeur (page 3. ) on peut lire "entre-grains = 0,40".

1°) Quelle est l'unité de cette mesure.

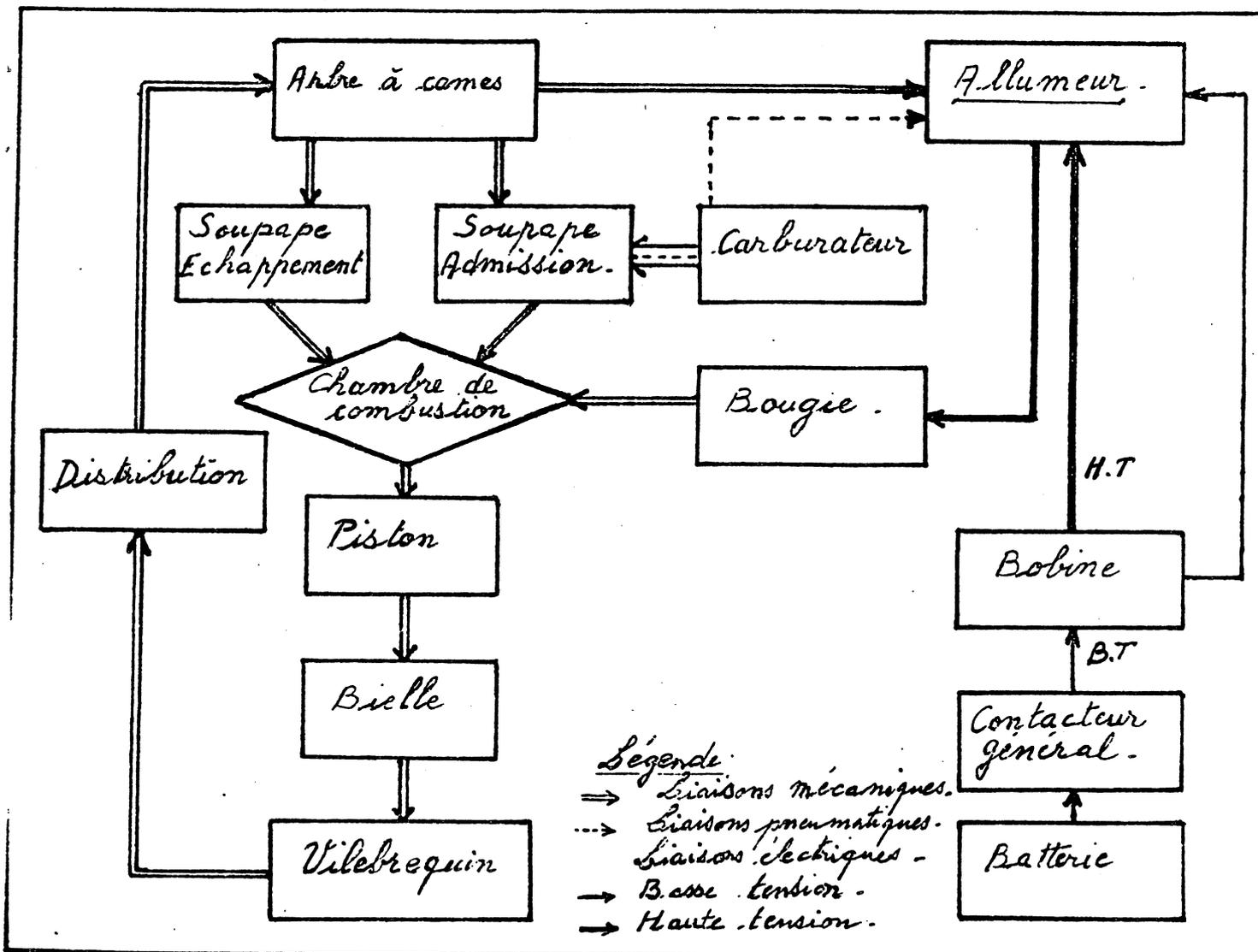
2°) Quel rapport existe-t-il entre "l'angle de fermeture = 57°", le "rapport en dewils = 63%" et "l'entre-grains = 0,40".

\* Après avoir effectué cet exercice.

Comparez votre résultat avec la correction : (1-8) page 5 .

Puis passez au chapitre suivant : (2) page 6

## 1-7 Correction de l'exercice : (n°2) page 2



## 1-8 Correction de l'exercice : (n°6) page 4

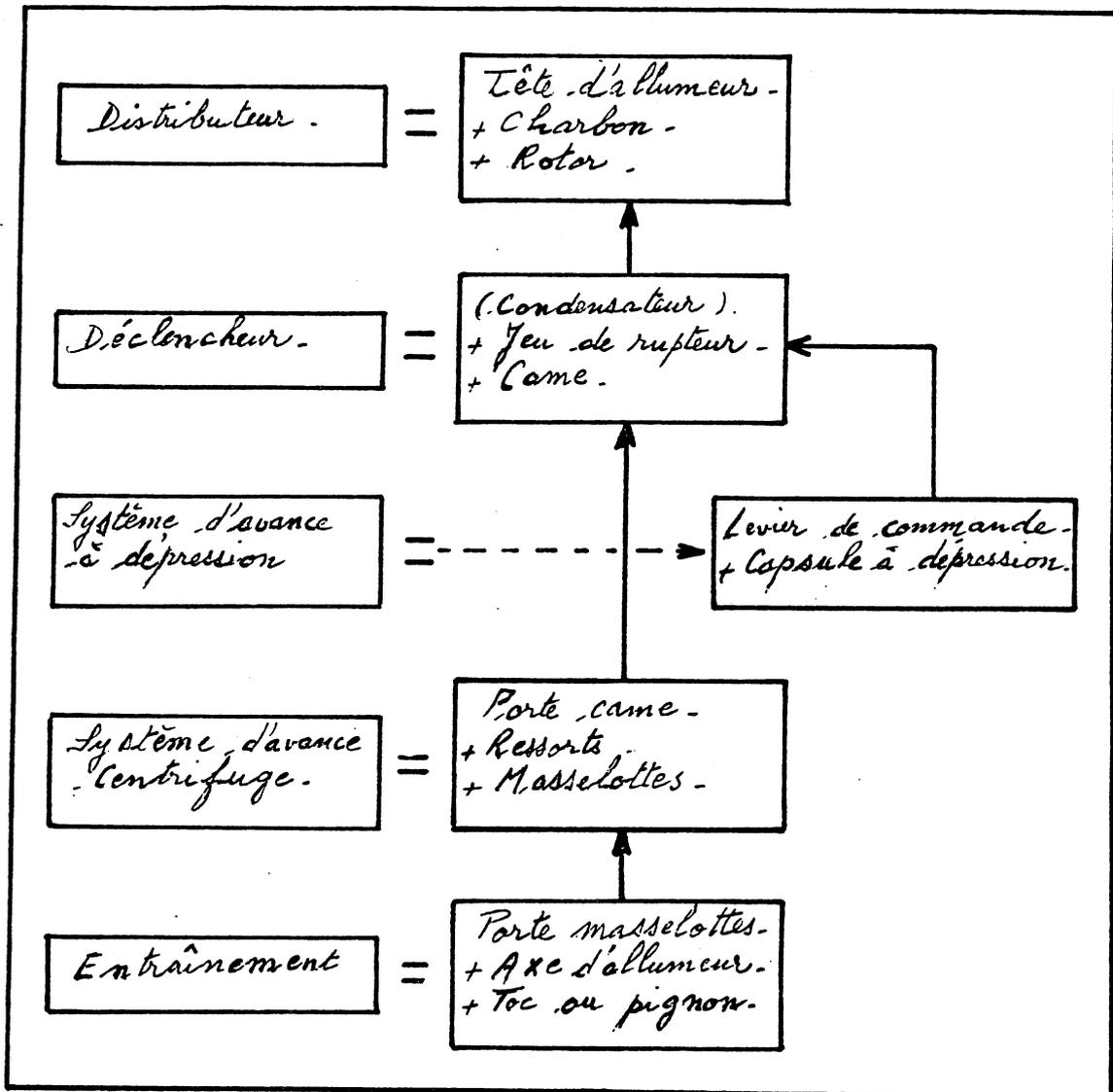
1°) L'entre-grains = 0,40 représente l'écartement des contacts du jeu de rupteurs cet écartement est réglable et est mesuré en millimètres à l'aide d'une calle d'épaisseur de 0,40 millimètre.

2°) L'angle de fermeture =  $57^\circ$  est proportionnel à cet écartement, il représente l'espace angulaire mesuré en degrés pendant lequel les contacts restent fermés ; le rapport en dwells = 63% représente le même espace angulaire, mais mesuré en pourcentage : c'est le rapport de l'angle de fermeture et l'angle total : (= fermeture + ouverture).

.../...

1-9 Correction de l'exercice : (n°4) page 4.

- Tableau d'organisation technologique d'un allumeur classique.

2 - Fonction et fonctionnement2-1 Le distributeur

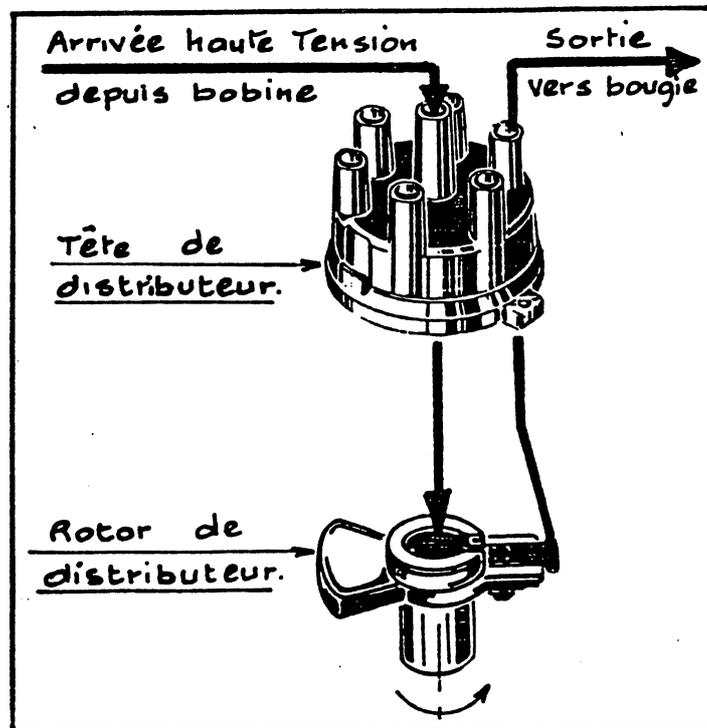
La fonction du distributeur est comme son nom l'indique de distribuer le courant haute tension provenant de la bobine et allant vers les bougies ; ceci dans un ordre précis : qui est le même que l'ordre de fonctionnement du moteur.

Exemple :

Pour un moteur quatre cylindres en ligne :

L'ordre d'allumage et de fonctionnement est : 1-3-4-2.

.../...

Schéma de principe de fonctionnement2-2 Le déclencheur

Le déclencheur assure deux fonctions distinctes :

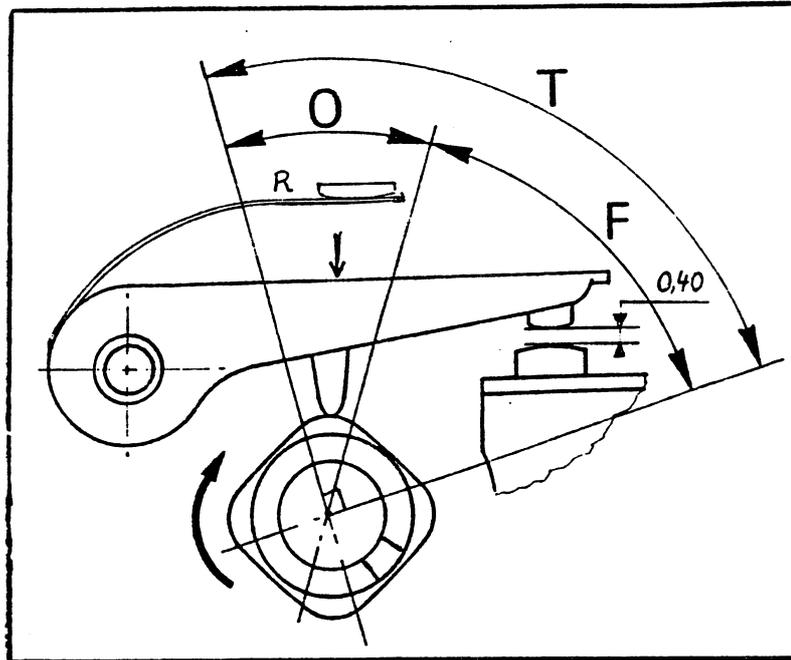
1°) Stopper le passage du courant dans le circuit primaire de la bobine à un moment précis, ce qui correspond à la création d'un courant haute tension dans le circuit secondaire, c'est-à-dire à l'apparition d'une étincelle à la bougie.

2°) Alimenter en courant basse tension le circuit primaire de la bobine pendant un temps suffisant pour assurer la charge magnétique de ce circuit.

Remarque :

Ce temps de charge est défini par ce qu'on nomme la constante de temps de charge de la bobine : c'est-à-dire le temps mis par l'intensité pour atteindre une fraction de 0,633 de sa valeur définitive.

.../...

2-3 Schéma de principe de fonctionnement

$F$  = Angle de fermeture = Angle de came.

$O$  = Angle d'ouverture et  $T = O + F = 90^\circ$  ou 100% dwells

Calcul de l'angle  $F$  en degrés.

Soit pour un moteur 4 cylindres : 1 came à 4 bossages

donc :  $\frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$  et pour une constante de charge de 0,633

$F = 90^\circ \times 0,633 \approx 57^\circ$  ou  $F$  en % dwells  $\approx \frac{57^\circ}{90^\circ} \approx 0,63 = 63\%$  dwells

2-4 Exercice : (Obligatoire)

1°) Calculez la valeur en degrés et en dwells de l'angle de came :  $F$  pour un moteur V-6 cylindres équipé d'un allumeur à 1 Jeu de rupteurs.

2°) Calculez la valeur en degrés et en dwells de l'angle de came :  $F'$  pour un moteur V-6 cylindres équipé d'un allumeur à 2 Jeux de rupteurs.

Exemple : pour un allumeur Ducellier monté sur un moteur R30.

\* Après avoir effectué cet exercice :

Comparez votre résultat avec la correction : (2-5) ci-dessous.

Puis passez au chapitre suivant : (2-6) page 9.

2-5 Correction de l'exercice : (2-4)

1°) Pour un moteur V-6 cylindres et 1 jeu de rupteurs :

si 6 cylindres  $\rightarrow$  6 bossages pour la came donc :  $\frac{360^\circ}{6} = 60^\circ$  par bossage

$F \approx 60^\circ \times 0,633 \approx 38^\circ$  degrés

Soit un angle  $F$  en dwells :

$F \approx \frac{38^\circ}{60^\circ} \approx 0,63 \approx 63\%$  dwells

.../...

2°) Pour un moteur V-6 cylindres et 2 jeux de rupteurs :  
si pour un 6 cylindres → 60° avec un jeu de rupteurs donc : pour 2 jeux de rupteurs  
60° x 2 = 120° par bossage et 3 bossages par came.

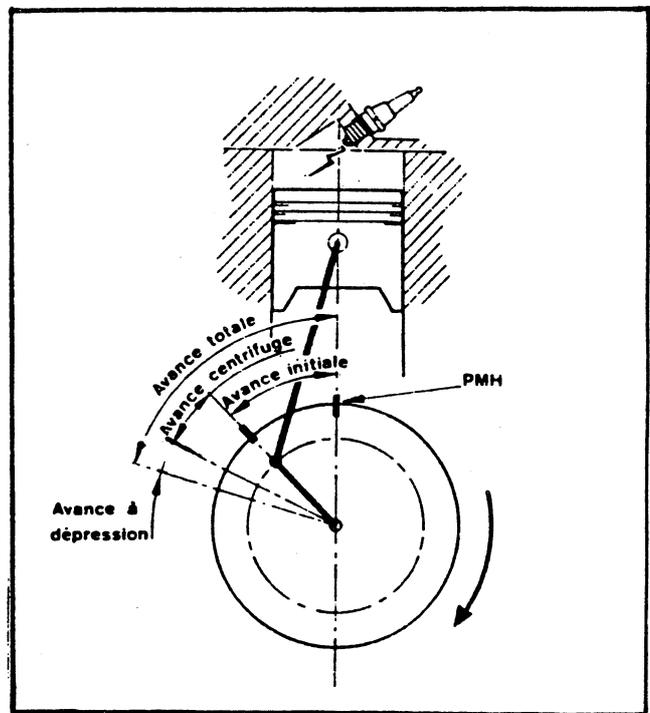
$$F' \approx 120^\circ \times 0,633 \approx 76^\circ \text{ Degrés}$$

Soit un angle  $F'$  en dwells :

$$F' \approx \frac{76^\circ}{120^\circ} \approx 0,63\% \text{ Dwells}$$

## 2-6 Les systèmes d'avance

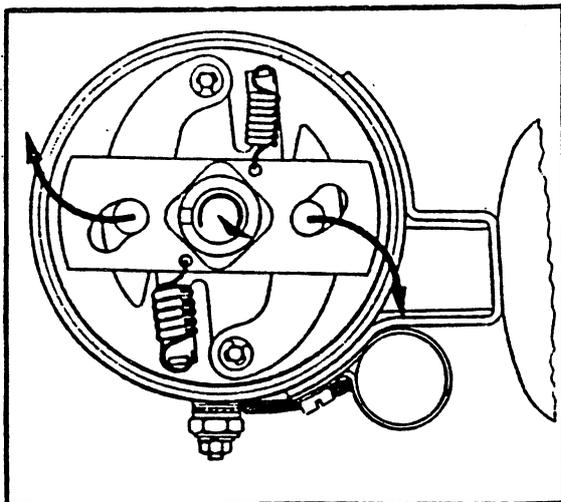
Le système d'avance centrifuge et le système d'avance à dépression ont une fonction commune et à peu près identique, qui est de modifier le point d'avance à l'allumage : c'est-à-dire de faire varier le moment d'apparition de l'étincelle à la bougie en fonction de la vitesse (pour le système centrifuge) et en fonction de la charge (pour le système à dépression), ceci afin d'obtenir une combustion optimale quelles que soient la vitesse et la charge du moteur.



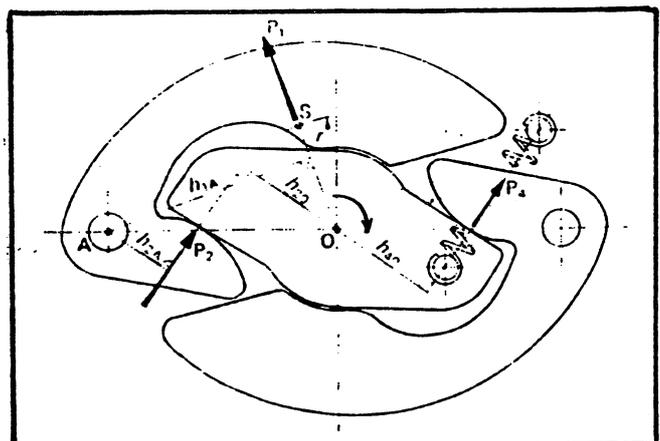
## 2-7 Le système d'avance centrifuge :

2-7-1 Schémas de principes de fonctionnement :

1°) Principe "Ducellier"



2°) Principe "SEV ou Bosch"



2-8 Principe de fonctionnement - (Exemple : Bosch)

La relation entre le régime et l'angle d'avance résulte de la condition d'équilibre de l'entraînement et de la charge ML. (Voir : schéma principe Bosch), c'est-à-dire que le couple d'entraînement MA doit être égal au couple résistant ML.

Soit :

G → Le poids du système d'avance centrifuge.

g → L'accélération de la pesanteur.

n → La vitesse de rotation de l'allumeur.

d → La distance séparant le centre de rotation "O" du centre de gravité "S" de la masselotte.

$$P_1 = \text{La force centrifuge} \Rightarrow P_1 = \frac{4 \pi^2}{g} \times G \times d \times n^2$$

$$\text{et avec } P_2 = P_1 \times h_{1A} / h_{2A} \Rightarrow M_A = P_2 \times h_{20} = \frac{4 \pi^2}{g} \times G \times d \times n^2 \times \frac{h_{1A} h_{20}}{h_{2A}}$$

$$ML = P_4 \times h_{40} + M_R \quad (M_R \rightarrow \text{Couple résistant -})$$

2-8-1 Exercice : (obligatoire)

- De quoi dépend la "charge ML" du système d'avance centrifuge.
- Sur quel élément doit-on agir pour pouvoir régler le système d'avance centrifuge ?

\* Après avoir effectué cet exercice.

Comparez votre résultat avec la correction n°(2-8-3) page .

Puis passez au chapitre ci-dessous.

2-8-2 Principe et méthode de réglage : du système d'avance centrifuge.

1°) Identifiez le type d'allumeur ; puis les valeurs de réglage :

Exemple : Les valeurs lues sur graphe, d'après la courbe caractéristique du système d'avance centrifuge fournie par le constructeur.

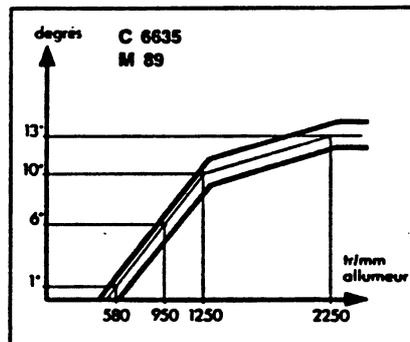
Allumeur type :

6635 B

Courbe type :

C... → Centrifuge

-M 89



1° à 580 tr/mm (allumeur)

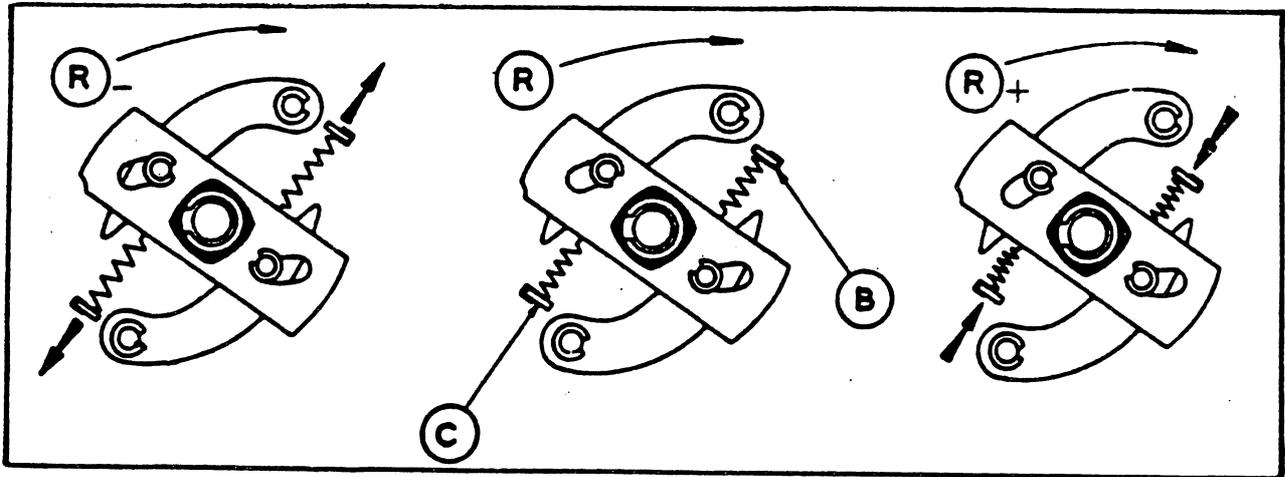
6° à 950 tr/mm

10° à 1250 tr/mm

13° à 2250 tr/mm

.../...

Le réglage s'opère en modifiant les points d'accrochage : (C) et (B) des deux ressorts (ex : plus les ressorts sont tendus ; moins l'avance (R) se développe).



2°) Placer le système à la vitesse préconisée : (exemple 580 tr/mm) ; relevez la valeur de l'avance en degrés : (exemple 1°).

Si la valeur de l'avance est bonne, passez à un autre point de réglage (exemple : 950 tr /mm) et relevez de nouveau la valeur de l'avance.

Si la valeur est mauvaise ; il faut régler : c'est-à-dire modifier la force d'attraction des ressorts en agissant sur les points d'accrochage.

### Cas particulier

Sur les allumeurs "Ducellier", il convient de distinguer chaque ressort ; leur effet n'étant pas identique.

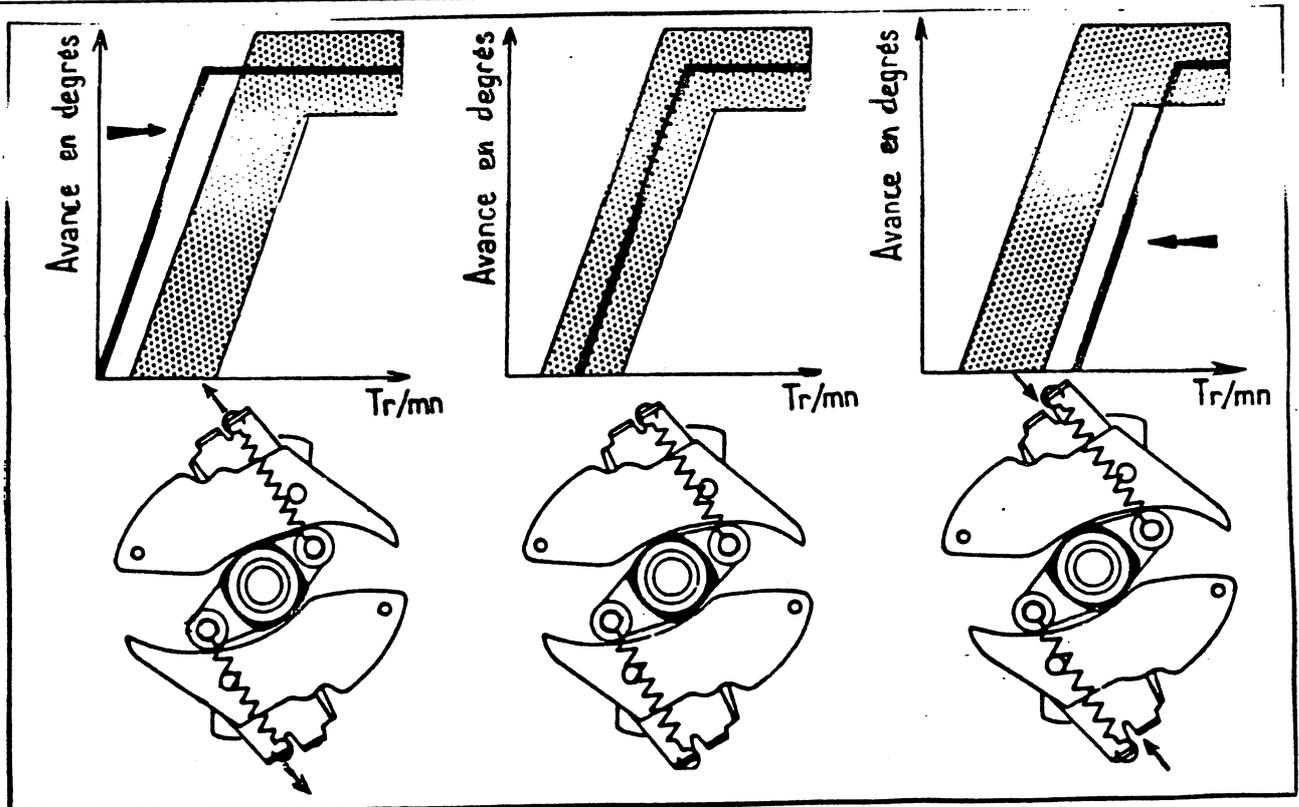
Le ressort (spires fines) agit sur le bas de la courbe.

Le ressort (spires grosses) agit sur le haut de la courbe.

### Sur les allumeurs "SEV ou Bosch"

Procédez le réglage comme ci-dessus, à l'exception faite de la distinction des ressorts, ceux-ci étant identiques.

.../...

Influence du réglage sur une courbe (SEV)

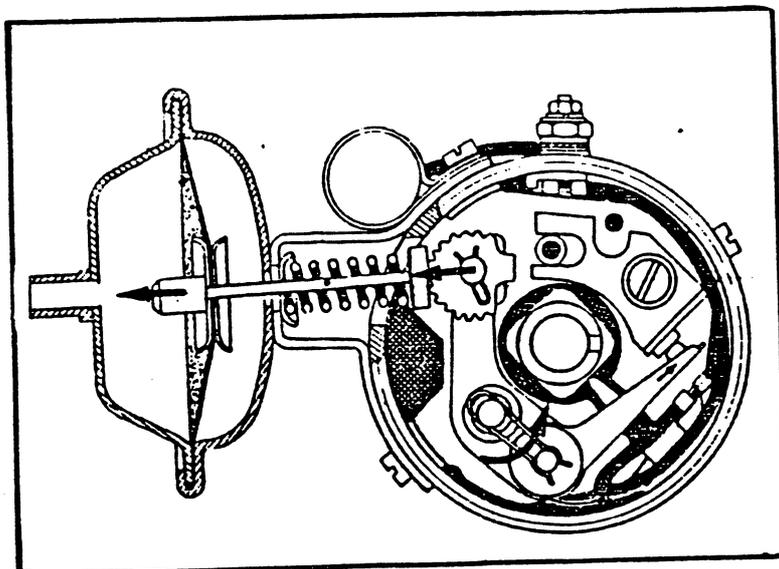
2-8-3 Correction de l'exercice : (n° 2-8-1) page 10

$ML = P_4 \times h_{40} + MR$  donc la charge ML dépend :

- 1°) de  $P_4$  → Force de traction des ressorts.
- 2°) de  $MR$  → Couple résistant imputable au couple de friction du rupteur sur la came et de la friction des paliers.

2-9 Le système d'avance à dépression

- Schéma de principe de fonctionnement



Le système d'avance à dépression est calculé à partir des caractéristiques de déplacement de la membrane et du couple de friction du rupteur sur la came et de la friction du palier de l'axe de commande.

### 2-9-1 Principe et méthode de réglage du système d'avance à dépression

1°) Identifier le type d'allumeur puis les valeurs de réglage : (Voir les caractéristiques fournies par le constructeur).

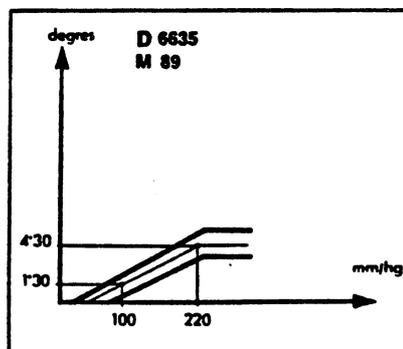
Exemple : les valeurs lûes sur le graphe ; d'après la courbe caractéristique du système d'avance centrifuge :

#### 1-1 Pour un allumeur Ducellier - Type : 6635 B

Courbe type :

D ..... → Dépression

M 89



⇒ 1°30' pour 100 mm/hg  
4°30' pour 220 mm/hg

2°) Faire évoluer la valeur de la dépression en fonction des valeurs de réglage indiquées par le constructeur.

- Puis relever les valeurs d'avance correspondantes.

- Régler en fonction des résultats, en agissant sur la force de poussée du ressort de rappel de la membrane par l'intermédiaire du système de réglage.

Par exemple : (La crête de coq pour l'allumeur "Ducellier").

Remarque :

Tous ces réglages peuvent être effectués sur un banc d'allumeur ce qui suppose la dépose de l'allumeur, ou sur le véhicule à l'aide de l'outillage approprié.

Exemple :

- 1°) Une lampe stroboscopique à déphasage
- 2°) Un compte-tours
- 3°) Un contrôleur d'angle de came
- 4°) Un dépressiomètre.

### 3°) Contrôle et réglage des différentes parties de l'allumeur :

Les contrôles sur un allumeur sont de trois types :

- Contrôle visuel de l'état mécanique de l'allumeur :  
(ex : Etat des plots du distributeur, usure des paliers de masselottes, mauvais montage, grippage, etc...).  
.../...

- Contrôle électrique : (ex : Isolement, conductibilité, capacité du condensateur, etc...).
- Contrôle et remise en conformité des réglages.

### 3-1 Liste des principaux contrôles et réglages à effectuer :

#### Sur le distributeur :

- Ordre de distribution des fils haute-tension.
- Isolement haute-tension et résistance des fils
- Conductibilité des plots et du charbon.

#### Sur le déclencheur :

- Symétrie des bossages de la came.
- Résistance et Conductibilité des contacts du jeu de rupteurs.
- Réglage de l'angle de came
- Pression aux grains de contact.

#### Le système d'avance centrifuge :

- Réglage de la loi d'avance centrifuge.

#### Le système d'avance à dépression :

- Réglage de la loi d'avance à dépression.

Réglage de l'équilibre de l'angle de came (sur Ducellier uniquement).

#### L'entraînement :

- Calage de l'allumeur.

## ELECTRICITE AUTOMOBILE

Thème de la série n° 6 : La bobine d'induction et son évolution.

Objectif de cette série :

I°) Calculer les principales caractéristiques électriques de la bobine d'induction magnétique.

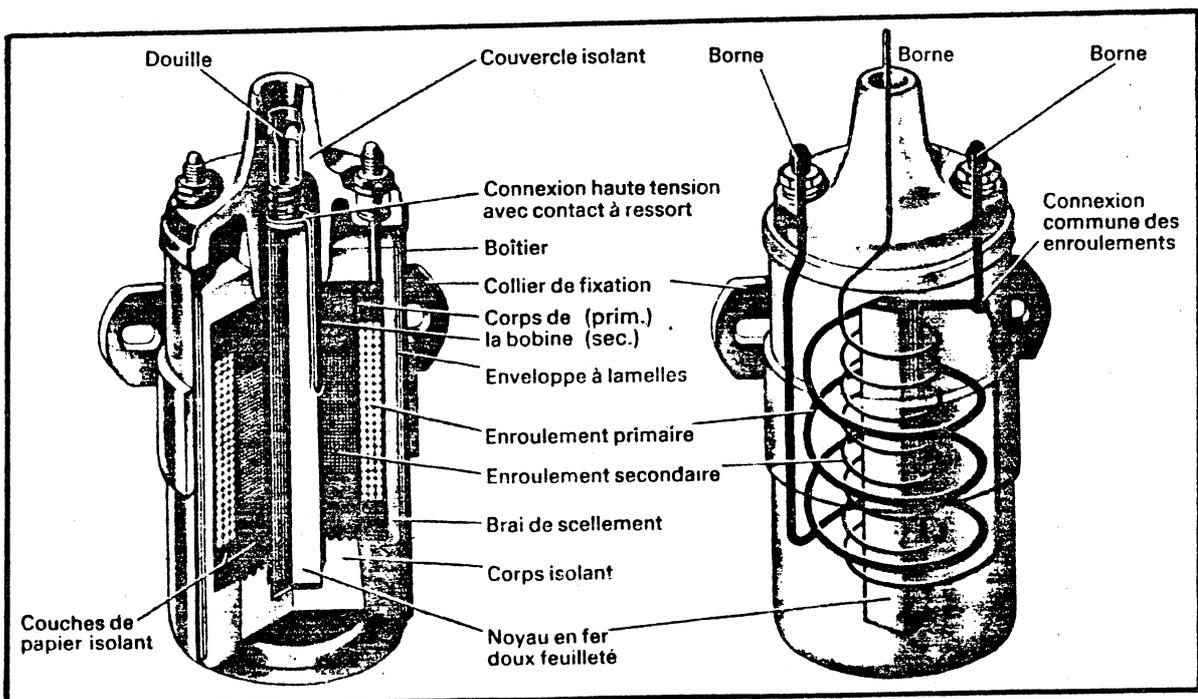
II°) Définir la fonction de la bobine.

III°) Expliquer le principe de fonctionnement de la bobine.

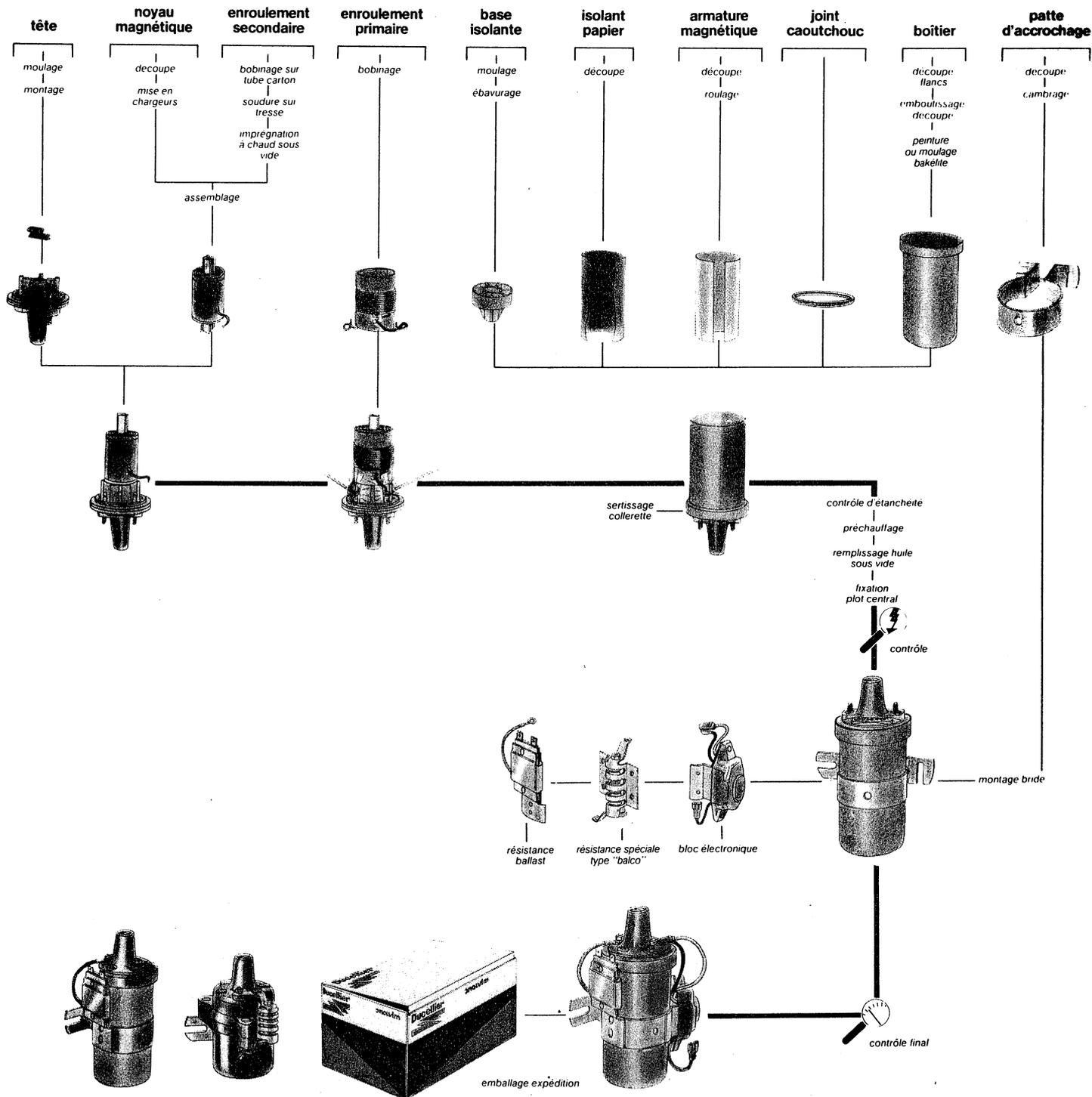
1°) Constitution de la bobine :

La bobine est l'un des éléments prépondérants du système d'allumage. C'est elle en effet qui permet à partir de la tension batterie, d'obtenir la D.D.P nécessaire à créer l'étincelle aux bougies.

1-1 Vue schématique d'une bobine d'induction magnétique.



1-2 Stade de fabrication d'une bobine :



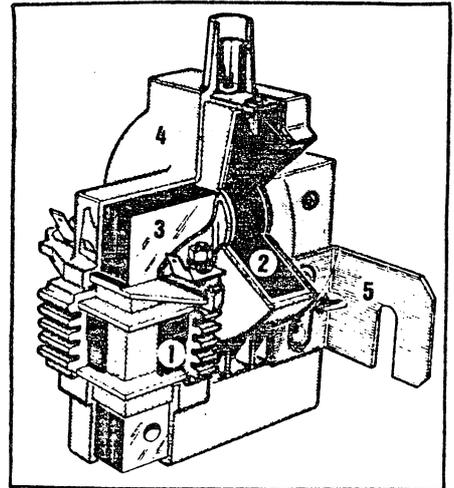
1-3 Exemple de caractéristiques de bobines à induction magnétique :

Référence BOBINE	Résistance du PRIMAIRE en ohms	Nombre de spires		Volts	Caractéristiques
		PRIMAIRE	SECONDAIRE		
2054	1,2 à 1,35	225 de 0,75	15.200 de 0,08	6	Noir - Bornes
2070	3,1 à 3,45	260 de 0,50	17.950 de 0,08	12	Noir - Bornes
2071	1 à 1,15	195 de 0,75	17.950 de 0,08	6	Vert - Bornes
2075	3,1 à 3,45	260 de 0,50	17.950 de 0,08	12	Vert - Bornes
2082	3,1 à 3,45	260 de 0,50	17.950 de 0,08	12	Noir - Bornes
2087	1 à 1,5	483 à 0,50	21.490 de 0,08	24	Noir - Bornes - Résistance

1-4 Evolution

Il existe d'autres types de bobine.

Ex : La bobine d'allumage à noyau "fermé"  
Dans ce modèle les champs de fuite magnétiques n'existent pour ainsi dire presque plus.



- ① Circuit primaire.
- ② Circuit secondaire.
- ③ Noyau de fer de forme rectangulaire.
- ④ Enrobage assurant l'isolement et l'évacuation des calories.
- ⑤ Pattes de fixations.

1-5 Calcul de la résistance d'un enroulement de la bobine :

Rappel : La résistance ohmique n'est pas une grandeur invariable. Sa valeur est soumise à différentes influences :

- 1°) La matière du conducteur utilisé.
- 2°) Les dimensions du conducteur.
- 3°) La température de fonctionnement.
- 4°) La fréquence du courant (pour le courant alternatif).

La résistance d'un fil à 20°C se calcule à partir de la formule :

$$R = \rho_{\text{à } 20^{\circ}\text{C}} \times \frac{L}{S} \quad \text{avec :}$$

R = La résistance en ( $\Omega$  : Ohms)  
 $\rho = (\rho_{\text{h}\theta})$  La résistivité à 20° C du conducteur.  
 ex : pour le cuivre  $\rho_{\text{à } 20^{\circ}\text{C}} = 0,0175 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$   
 L = La longueur du conducteur en mètres  
 S = La section du fil (surface en  $\text{mm}^2$ )

1-6 Exercice : (Obligatoire)

- Calculez la résistance de l'enroulement du circuit primaire d'une bobine classique; ainsi que l'intensité passant dans ce circuit primaire.

Sachant que le  $\emptyset$  du fil est 0,5 mm, la longueur de l'enroulement primaire est de 39,25 mètres et la température de la bobine est de 20° C. et la D.D.P aux bornes de cet enroulement est 11,2 Volts.

\* Après avoir effectué l'exercice ci-dessus.

Comparez votre résultat avec la correction : (2-1) page 5 . Puis passez à l'exercice suivant : n° 1-7 page : 4 .

.../...

1-7 Exercice : (Obligatoire)

- Sachant que la résistance augmente avec la température, et que la formule permettant de calculer la résistivité : ( $\rho_\theta$ ) en fonction de la température est la suivante:

$$\rho_\theta = \rho_{20^\circ\text{C}} \times [1 + \alpha \times (\theta - 20)]$$

$\rho_{20^\circ\text{C}} = 0,0175 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  pour le cuivre

$\alpha$  = (Alpha) coef. de température

ici =  $4 \times 10^{-3}$  pour le cuivre

$\theta$  = (Thêta) température du fil

- Calculez l'intensité qui passe dans la bobine considérée dans l'exercice : (1-6), page 3 lorsque la température de cette bobine a atteint  $\theta = 60^\circ\text{C}$ .

\* Après avoir effectué l'exercice ci-dessus.

Comparez votre résultat avec la correction : (2-2) page 5 .

Puis passez au chapitre n° 2 ci-dessous et au n° 2-3 page 5.

2°) Calcul de l'induction du champ magnétique dans un solénoïde :

Définition de l'unité d'induction qui de direction perpendiculaire à un fil rectiligne de 1 mètre de long et parcouru par un courant de 1 ampère développe sur ce fil une force de 1 newton.

Remarque : L'induction est proportionnelle au courant qui lui donne naissance.

La direction : du champ est suivant l'axe de la bobine.

Le sens : suivant la règle du tire-bouchon.

$$B_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \times \frac{N}{\ell} \times I \quad \text{avec : } \begin{array}{l} B_0 = \text{l'induction du champ magnétique en tesla (dans l'air)} \\ I = \text{Intensité du courant en ampère} \\ \ell = \text{la longueur en mètre de la bobine.} \end{array}$$

$N$  = Nombre de spires.

Exemple : Pour un enroulement primaire de 260 spires et de longueur 10 cm, alimenté par un courant de 3,5 ampères. Pour un enroulement sans noyau de fer

$$B_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \times \frac{N}{\ell} \times I \quad \text{ou (formule simplifiée)} \quad B_0 = \mu_0 \times n_1 \times I$$

$\mu_0$  = La perméabilité magnétique dans l'air =  $4 \pi \times 10^{-7}$  ici  $\approx 1,25 \times 10^{-6}$

$n_1 = \frac{N}{\ell}$  est le rapport du nombre de spires par mètre ici  $\approx \frac{260}{0,1} = 2600$

Donc :  $B_0 = 1,25 \times 10^{-6} \times 2600 \times 3,5 = 0,011375$  tesla ou 11,375 m.T

.../...

Remarque : Le Tesla est une unité assez grande, il existe le milli-Tesla et le sous-multiple le gauss (G) :

$$1 \text{ tesla} = 1\,000 \text{ milli-Tesla} = 10\,000 \text{ gauss}$$

2-1 : Correction de l'exercice : (1-6) page 3

$$\text{si : } R = \rho_{20^\circ\text{C}} \times \frac{L}{S} \quad \rightarrow \quad R = 0,0175 \times \frac{39,25 \text{ m}}{\frac{\pi \times (0,5)^2}{4}} \quad \left. \vphantom{R} \right\} \rightarrow = 0,19625 \text{ mm}^2$$

$$R = 0,0175 \times \frac{39,25}{0,19625}$$

$$R = 0,0175 \times 200 = \underline{3,5 \text{ ohms}}$$

$$\text{si : } I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{11,2}{3,5} = \underline{3,2 \text{ ampères}}$$

2-2 Correction de l'exercice : (1-7) page 4

$$\text{si : } \rho_\theta = \rho_{20^\circ\text{C}} \times \left[ 1 + \alpha \times (\theta - 20^\circ\text{C}) \right]$$

$$\text{On a } \rightarrow \rho_{60^\circ\text{C}} = 0,0175 \times \left[ 1 + 4 \times 10^{-3} \times (60 - 20) \right] = 0,0203 \, \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$R = \rho_{60^\circ\text{C}} \times \frac{L}{S} \Rightarrow R = 0,0203 \times 200 = 4,06 \, \Omega \quad \text{ou } \approx \underline{4 \, \Omega \text{ (ohms)}}$$

$$\text{si : } I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{11,2}{4} \approx \underline{2,8 \text{ ampères}}$$

2-3 Calcul de la conductibilité :

Définition : La conductibilité ( $\gamma$ ) : gamma est l'inverse de la résistivité ( $\rho$ ) : rhô.

$$\gamma = \frac{1}{\rho} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} \rho \text{ en } \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \\ \gamma \text{ en S/m} \Rightarrow \text{Siemens/mètre} \end{array}$$

Exemple :

$$\text{Pour le cuivre } \rho_{20^\circ\text{C}} = 0,0175 \, \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Donc : } \gamma = \frac{1}{0,0175} \approx 57,14 \text{ Siemens/m}$$

.../...

3°) Calcul du flux magnétique dans un solénoïde long ou en forme de tore

$$\Phi_T = B \times N \times S \quad \text{avec}$$

$B =$  le champ magnétique en Tesla  
 $N =$  le nombre de spires  
 $S =$  la section de la spire en  $m^2$   
 $\Phi_T =$  le flux (total) en Webers

Remarque : ces calculs ne sont valables que sur un solénoïde sans noyau de fer.

3-1 Calcul de la quantité d'électricité induite

$$Q = \frac{\Delta\Phi}{R} \quad \text{avec}$$

$\Delta\Phi =$  la variation du flux en Webers  
 $R =$  la résistance en Ohms  
 $Q =$  la quantité en Coulombs

3-2 Exercice : (Obligatoire)

On place une bobine de 300 spires et de  $3 \text{ cm}^2$  de section dans un champ de 1,5 Tesla, puis on l'éloigne rapidement.

Calculez la quantité de courant induit, sachant que la résistance de cette bobine est de  $3 \Omega$ .

- Remarque : La formule  $\Phi_T = B \times N \times S$  peut aussi prendre la forme :

$$\Phi_T = \mu_0 \times \frac{N^2}{\ell} \times I \times S \quad \text{avec}$$

$\mu_0$	= Constante magnétique $\approx 4 \pi \times 10^{-7}$
$N^2$	= Nombre de spires (au carré)
$\ell$	= Longueur de l'enroulement : (en m)
$S$	= Section de l'enroulement : (en $m^2$ )

\* Après avoir effectué l'exercice ci-dessus.

Comparez votre résultat avec la correction : (3.3) ci-dessous.

Puis passez au chapitre : (3-4)

3-3 Correction de l'exercice : (3-2)

- Calcul de la quantité d'électricité dans un enroulement.

Si :  $\Phi_T = B \times N \times S$  pour le calcul du flux

on aura :  $\Phi_T = 1,5 \times 300 \times (3 \times 10^{-4})$

donc :  $\Phi_T = 0,135$  Webers

$$\text{et si : } Q = \frac{\Delta\Phi}{R}$$

$$\text{on aura : } Q = \frac{0,135}{3} = 0,045 \text{ Coulomb ou } 45 \text{ milli-Coulombs}$$

### 3-4 Calcul de la F.E.M moyenne induite par un flux.

Loi de FARADAY - HENRY - et LENZ.

La force électromotrice induite par la variation de flux  $\Delta\Phi$  pendant une variation de temps  $\Delta t$  est :

$$E \text{ moy.} = \frac{\Delta\Phi_T}{\Delta t} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} E = \text{la F.E.M. moyenne} \\ t = \text{le temps en seconde} \\ \Phi_T = \text{le flux total en Webers} \end{array}$$

### 3-5 Exercice : (Obligatoire)

Calculez la F.E.M. moyenne induite dans un enroulement subissant une variation de flux total de 30 Webers pendant une variation de temps de 0,02 secondes.

\* Après avoir effectué l'exercice ci-dessus.

Comparez votre résultat avec la correction : (3-6) ci-dessous.

Puis passez au chapitre suivant : (4) ci-dessous.

### 3-6 Correction de l'exercice : 3-5

$$\text{si la F.E.M. induite est : } E \text{ moy.} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\text{on aura : } E \text{ moy.} = \frac{30}{0,02} = \underline{\underline{1\,500 \text{ Volts}}}$$

### 4°) La perméabilité magnétique

Les calculs de champ ( $B_0$ ) et de flux  $\Phi$  magnétique ont jusqu'à présent été effectués avec des enroulements sans noyau de fer et avec un coefficient de constante magnétique  $\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7}$ .

Mais quand un noyau de fer est placé dans une bobine, nous savons que le flux magnétique qui existe dans l'air est multiplié par la perméabilité relative du noyau de fer ( $\mu_r$ ).

Donc le flux, ainsi que l'inductance sont amplifiés par cette perméabilité relative ( $\mu_r$ ).

$$\text{Ainsi : } \Phi = \Phi_0 \times \mu_r \quad \text{ou} \quad \Phi = B \times N \times S \times \mu_r$$

.../...

4-1 Calcul de l'inductance d'une bobineDéfinition :

L'inductance d'un circuit électrique est le quotient du flux propre total à travers ce circuit par le courant qui y circule.

L'unité de l'inductance est le Henry → le symbole L

$$L_0 = \frac{\Phi_T}{I} \quad \text{ou} \quad L_0 = \mu_0 \times \frac{N^2}{\ell} \times S \quad \text{et avec un noyau de fer } L = L_0 \times \mu_r$$

4-2 Calcul de la F.E.M. - Auto induite

$$E \text{ moy.} = L \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} L = L'inductance \text{ en Henrys} \\ I = L'intensité \text{ en Ampères} \\ t = \text{Le temps en secondes} \end{array}$$

4-3 Exercice : (Obligatoire)

Un enroulement de 500 spires de  $4 \text{ cm}^2$  de section et de 8 cm de longueur est traversé par un courant de 4 ampères pendant 0,01 seconde.

1°) Calculez l'inductance de cet enroulement.

2°) Calculez la F.E.M. Auto induite.

3°) Sachant que l'on ajoute un noyau de fer dans cet enroulement ayant une perméabilité  $\mu_r = 1\,000$ , recalculez la F.E.M. Auto induite.

\* Après avoir effectué l'exercice ci-dessus.

Comparez votre résultat avec la correction : (4-5) page 9.

Puis passez au chapitre ci-dessous et à l'exercice : (4-6) page 9.

4-4 Calcul de l'énergie électromagnétique dans une bobine.

$$W = \frac{1}{2} L I^2 \quad \text{avec :} \quad \begin{array}{l} L = L'inductance \text{ en henrys} \\ I = L'intensité \text{ en ampères} \\ W = L'énergie \text{ en joules} \end{array}$$

Ex : Calcul de la puissance en  $\frac{1}{10}$  de seconde :

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{avec :} \quad \begin{array}{l} W = L'énergie \text{ en joules} \\ t = \text{Le temps en secondes} \\ P = \text{La puissance en watts} \end{array}$$

.../...

4-5 Correction de l'exercice : (4-3) page 8a) Calcul de l'inductance  $L_0$  (sans noyau)

$$L_0 = \mu_0 \times \frac{N^2}{\ell} \times S \Rightarrow L_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \times \frac{(500)^2}{0,08} \times (4 \times 10^{-4})$$

$$L_0 = \underline{0,00157 \text{ henry}} \text{ ou } 1,57 \text{ milli-Henry}$$

b) Calcul de la F.E.M. auto induite

$$E \text{ moy.} = L \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0,00157 \times \frac{4}{0,01} = 0,628 \text{ Volts}$$

c) Calcul de la F.E.M. auto induite avec le noyau

$$L = L_0 \times \mu_r \Rightarrow L = 0,00157 \times 1000 \Rightarrow \underline{L = 1,57 \text{ Henry}}$$

$$E \text{ moy.} = L \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 1,57 \times \frac{4}{0,01} = \underline{628 \text{ Volts}}$$

4-6 Exercice (Obligatoire)

Calculez l'énergie mise en jeu dans un enroulement dont l'inductance est 3,4 Henry et l'intensité du courant d'alimentation 3 Ampères.

Sachant qu'il est alimenté par un courant de 12 Volts.

\* Après avoir effectué l'exercice ci-dessus.

Comparez votre résultat avec la correction : (4-7) ci-dessous

Puis passez au chapitre suivant : (4-8)

4-7 Correction de l'exercice : (4-6) ci-dessous.

Calcul de l'énergie emmagasinée dans l'enroulement.

$$\text{si } W = \frac{1}{2} L I^2 \text{ on a } W = \frac{1}{2} \times 3,4 \times 3^2 \Rightarrow W = 15,3 \text{ Joules}$$

4-8 En résumé :

Nous avons abordé dans la première partie de ce cours :

- La résistance d'un fil ou d'un enroulement :  $R = \rho \times \frac{L}{S}$

- La résistivité  $\rho_\theta$  (rhô) en fonction de la température :  $\rho_{\theta_2} = \rho_{\theta_1} \times [1 + \alpha \times (\theta_2 - \theta_1)]$

- La conductibilité :  $\gamma = \frac{1}{\rho}$

- Le champ magnétique :  $B_0 = \mu_0 \times n_1 \times I$

- Le flux magnétique d'un enroulement (dans l'air) :  $\Phi_0 = B \times N \times S$
- Le flux magnétique avec un noyau de fer :  $\Phi = \Phi_0 \times \mu_r$
- La F.E.M. moy. induite par un flux :  $E_{\text{moy.}} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
- L'inductance d'un enroulement (dans l'air) :  $L_0 = \mu_0 \times \frac{N^2}{\ell} \times S$
- L'inductance avec un noyau de fer :  $L = L_0 \times \mu_r$
- La F.E.M. moy. Auto induite par un courant :  $E_{\text{moy.}} = L \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$
- La quantité de courant induite :  $Q = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
- L'énergie emmagasinée :  $W = \frac{1}{2} L I^2$
- La puissance mise en jeu :  $P = \frac{W}{\Delta t}$

\* Ces formules représentent le minimum de connaissance applicable à une bobine que vous devez connaître.

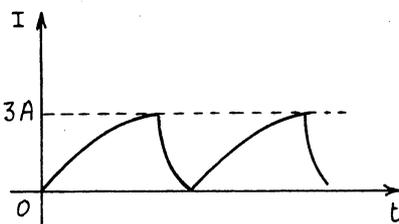
Il vous appartient si vous désirez plus de précisions ou si vous voulez davantage approfondir vos connaissances dans ce domaine, de vous référer aux ouvrages d'électrotechnique proposés en début d'année ou dans la bibliographie énoncée à la fin de cette série.

## 5°) Fonction de la bobine :

### 5-1 Etude fonctionnelle :

#### - Energie d'entrée

- Courant basse-tension →



$I \approx 3 \text{ à } 4 \text{ ampères}$

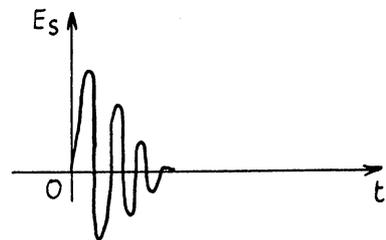
$E_p \approx 10 \text{ à } 12 \text{ volts}$

- Courant de forme : B.T

- Unidirectionnelle périodique

La bobine

→ Courant haute-tension



$E_s \approx 15 \text{ Kv à } 30 \text{ Kvolts}$

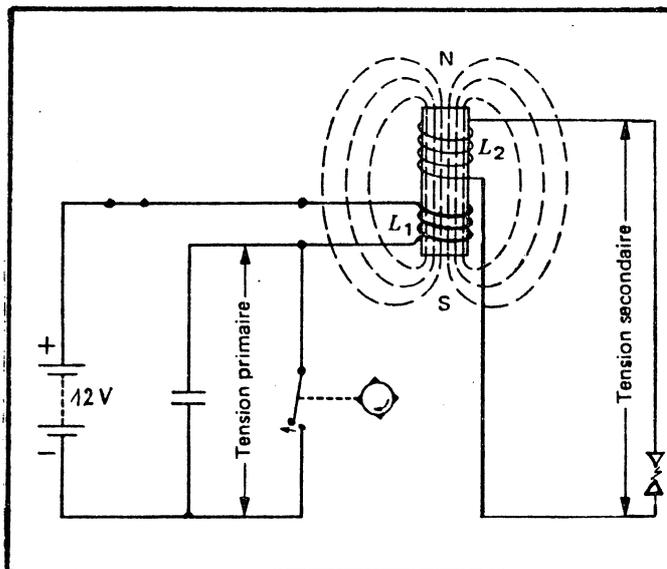
- Courant de forme : H.T

- Alternative périodique amortie

.../...

5-2 Définition de la fonction

La bobine a pour fonction de transformer le courant basse-tension (de forme unidirectionnelle périodique) en un courant haute-tension (de forme alternative périodique amortie).

6°) Principe de fonctionnement :- Schéma de principe :

Quand les contacts du rupteur sont fermés, le courant s'établit progressivement dans le circuit primaire (environ 10 à 15 milli-secondes) et prend une valeur telle que :

$$I = \frac{U}{R} \text{ (environ 3 à 4 ampères).}$$

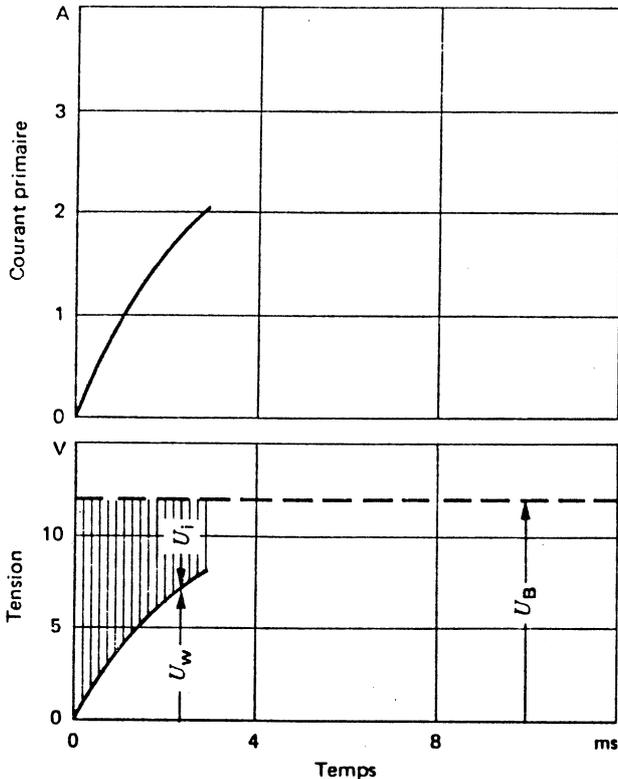
Ce temps nécessaire à l'établissement du courant dans l'enroulement primaire est dû au champ magnétique qui prend naissance dans l'enroulement primaire (+ secondaire) et induit une tension ( $U_i$ ) de sens contraire qui s'oppose à la tension ( $U_B$ ) de la batterie.

C'est la tension ( $U_W \rightarrow U_W = U_B - U_i$ ) qui sert à la circulation du courant pendant la formation complète du champ magnétique.

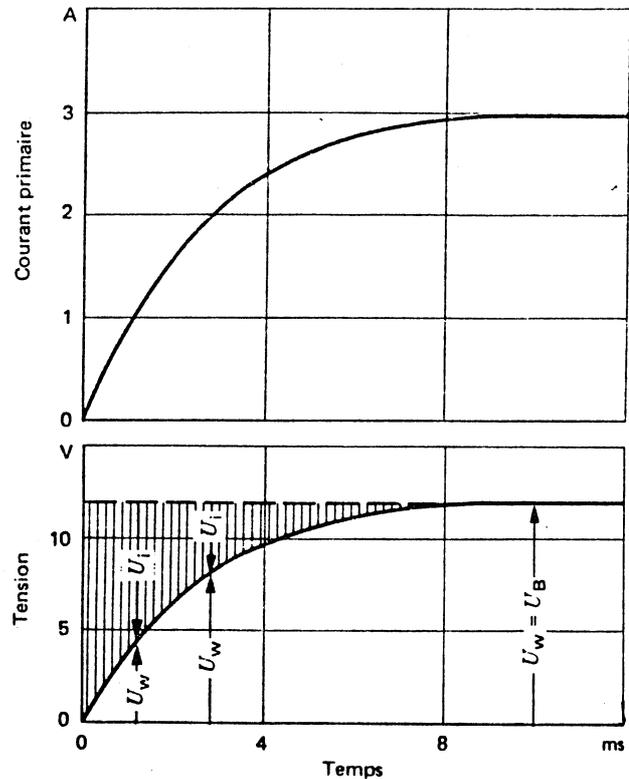
.../...

Courbes représentatives de la tension et du courant primaire

A la fermeture du contact du rupteur, le courant primaire commence à circuler, créant dans la bobine un champ magnétique puissant: il y a production d'une contre-tension induite  $U_i$ .



Lorsque le courant de repos est établi,  $U_i$  disparaît.  
 $U_w$  = tension efficace  
 $U_B$  = tension de la batterie



A l'ouverture des contacts du rupteur : (au point d'allumage), le champ magnétique créé par l'enroulement primaire disparaît et de ce fait induit une tension ( $U_p$ ) dans l'enroulement primaire et une tension ( $U_s$ ) dans l'enroulement secondaire.

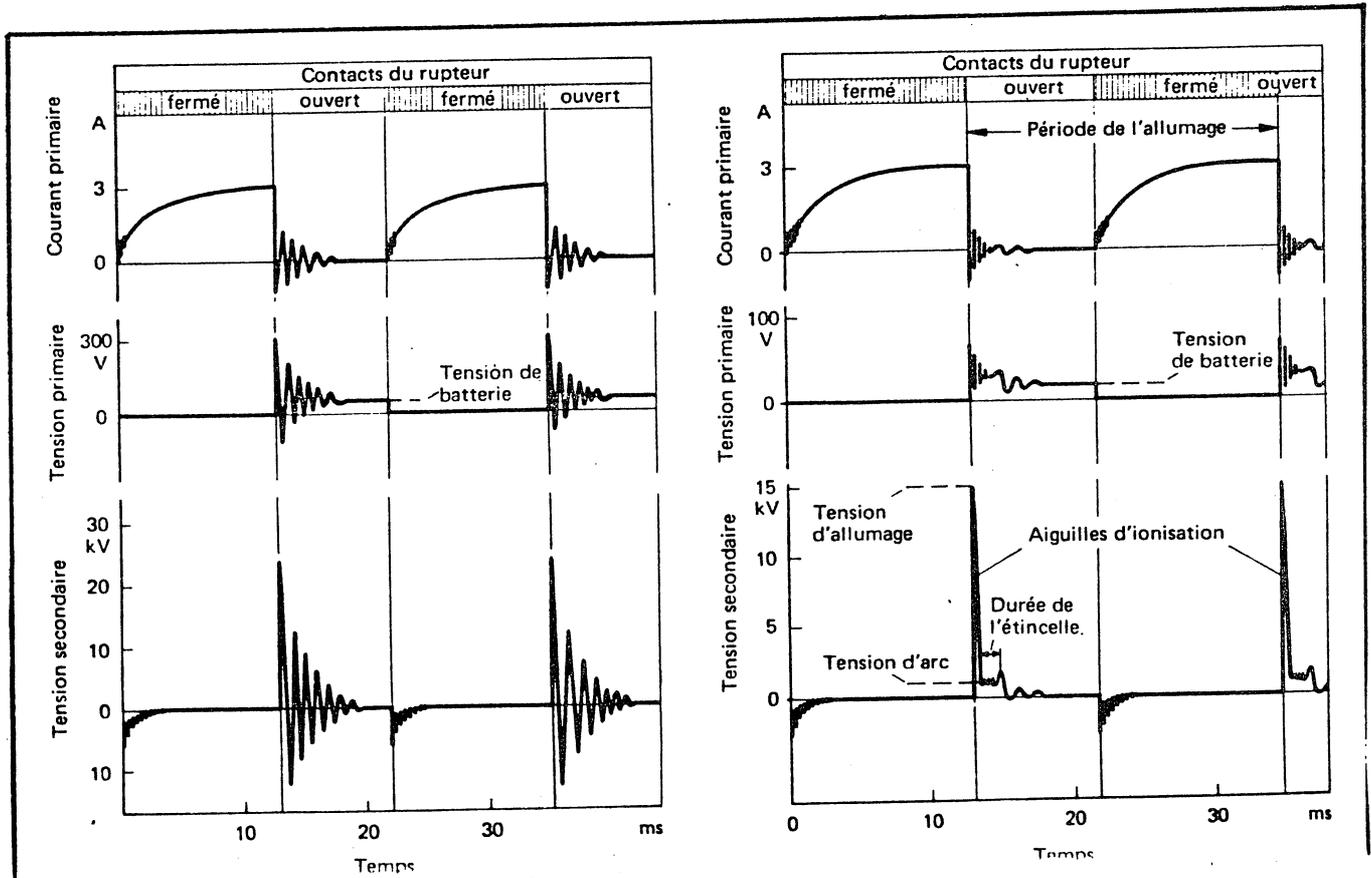
Selon les lois de FARADAY et de LENZ, ces deux tensions induites sont d'autant plus élevées de la variation de flux ( $\Delta\Phi$ ) est grande et la variation de temps ( $\Delta t$ ) est petite.

De plus la tension induite dans l'enroulement secondaire est d'autant plus élevée que le rapport des nombres de spires  $\frac{N_s}{N_p}$  est grand et que le courant primaire est intense.

Le condensateur, lui aussi participe grâce à ses effets d'absorption à réduire ( $\Delta t$ )

.../...

Courbes : (sans étincelle = tension à vide). Courbes : (avec étincelles aux bougies)



La variation de flux d'induction magnétique obtenue par la rupture du circuit primaire engendre dans le circuit secondaire une F.E.M. capable de produire un arc électrique aux électrodes d'une bougie.

La valeur théorique de la F.E.M. secondaire est définie par la formule suivante :

$$E = k \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \times \frac{N_{\text{secondaire}}}{N_{\text{primaire}}}$$

### 7°) Principaux constructeurs de bobines et allumeurs.

Ducellier, Bosch, Paris-Rhône, Lucas, Magnéti-Marelli, Delco-Rémy.

### 8°) Bibliographie :

L'Automobile : chez Foucher → Equipements et circuits électriques de F. TOUACHE et R. TORRI.

Collection Auto-volts : La connaissance de l'allumage des autos de G. GORY

Cahiers techniques : BOSCH

- a) Allumage par batterie
- b) Système d'allumage à semi-conducteur

Cahiers conseils Ducellier : voir constructeur.

Manuels didactiques : Magnéti-Marelli.

Les bougies.

Les systèmes d'allumages par bobine.

Brochures Thomson C.S.F. "Allumage électronique intégral".

## Allumeur à dépression avance + retard

### Réglage

**Amplitude avance** : pas de réglage.

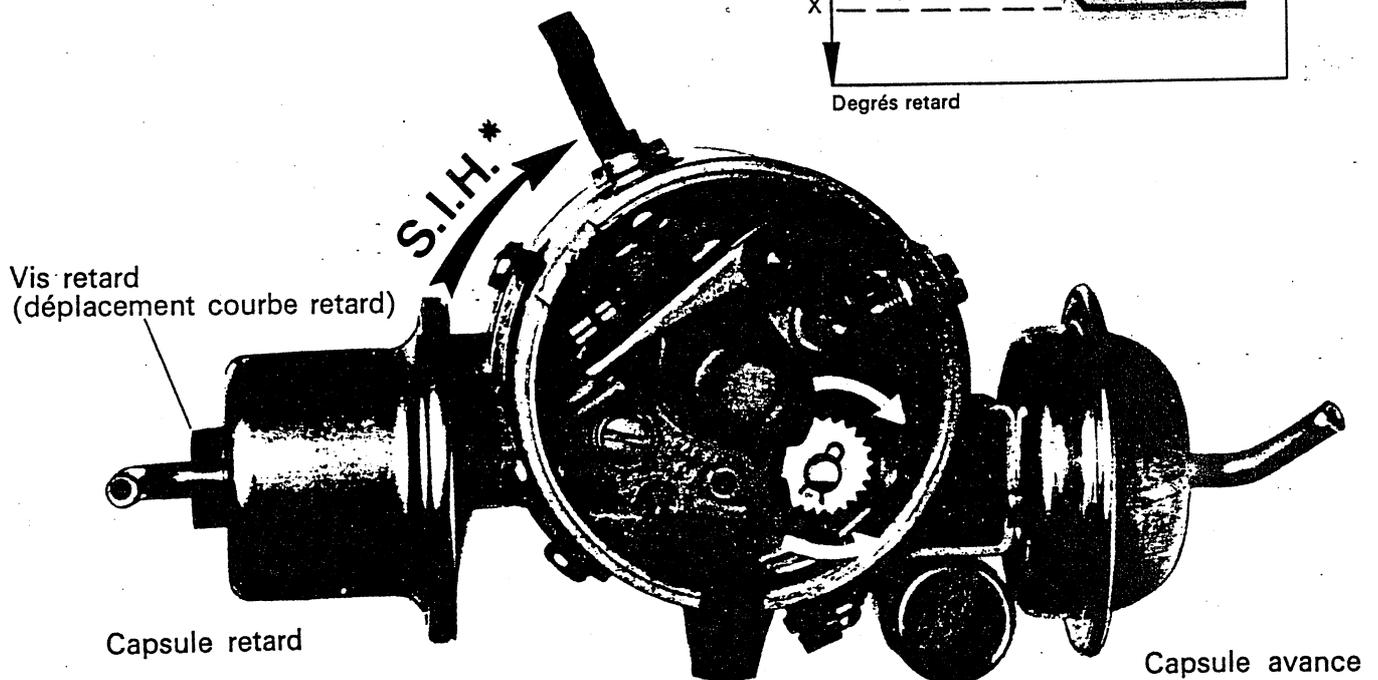
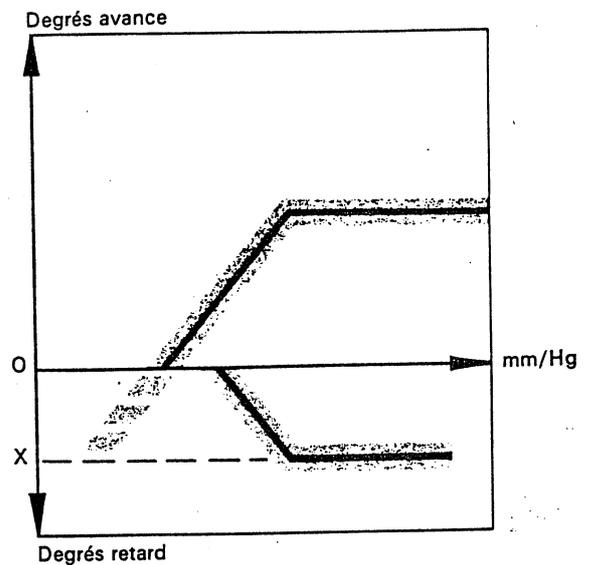
**Amplitude retard** : réglage possible par

action sur la vis du piston capsule retard.

**Courbe avance** : déplacement possible par

action sur l'excentrique crête de coq.

**Courbe retard** : par vis en bout de capsule.

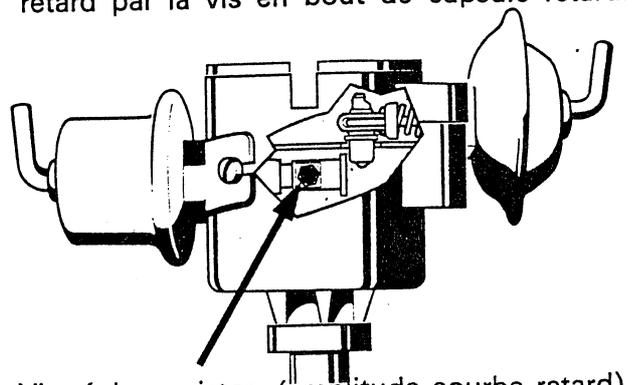


### Opérations à effectuer :

- 1° Mettre pleine dépression retard.
- 2° Equilibrer les dwells, les régler au besoin.
- 3° Vérifier et régler éventuellement la courbe d'avance en partant de x.
- 4° Supprimer la dépression avance et retard.
- 5° Caler l'allumeur sur le banc d'essais au point 0 du disque gradué.
- 6° Mettre pleine dépression retard.
- 7° Vérifier que l'amplitude de la courbe retard est de  $x \pm 1^\circ$ .
  - a) si l'amplitude est dans la limite de  $\pm 1^\circ$  : pas d'intervention.
  - b) si l'amplitude est hors tolérance : intervention.
    - Mettre dans la capsule avance la dépression correspondant au 0.
    - Supprimer la dépression retard.
    - Desserrer la vis du piston capsule retard à

l'aide de l'outil approprié (un petit ressort permet au piston de rester en contact avec la butée de la capsule avance). Resserrer la vis.

- Supprimer la dépression avance.
- Vérifier et régler éventuellement la courbe retard par la vis en bout de capsule retard.



## ÉQUILIBRAGE

Cette opération est dévolue à l'axe (2), dont la partie inférieure comporte un excentrique qui vient se débattre dans la lumière du plateau porte-rupleur. L'équilibrage se réalise au banc, en faisant pivoter cet excentrique grâce au méplat (3). La figure C, représente schématiquement des positions possibles de l'excentrique et les résultats obtenus. Nous voyons que l'une de ces positions permet l'équilibrage de la courbe.

Pour régler un allumeur il faut, par la rotation de l'excentrique (1), obtenir que le pourcentage de Dwells soit identique au départ de la courbe et à l'amplitude maximum.

## MODE OPÉRATOIRE

Relever le pourcentage Dwells sans dépression, puis en pleine dépression. Déterminer l'écart et ajuster l'excentrique en conservant la pleine dépression.

- 1) Si la valeur pleine dépression est supérieure à la valeur sans dépression, il faut soustraire la demi-valeur de l'écart.
- 2) Si la valeur pleine dépression est inférieure à la valeur sans dépression, il faut ajouter la demi-valeur de l'écart.

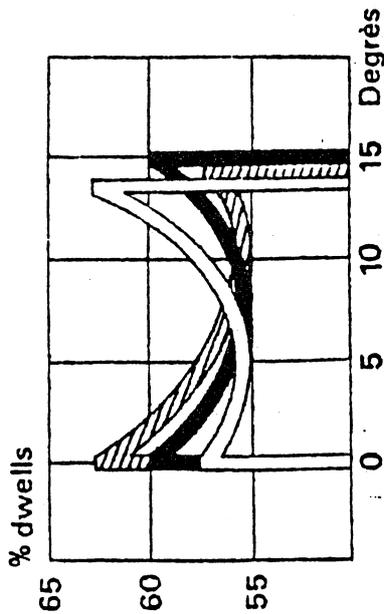
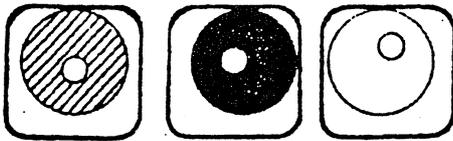
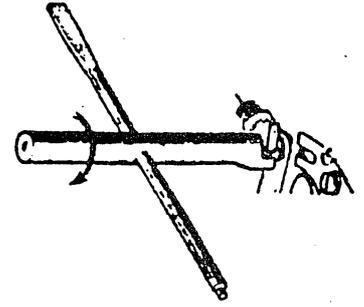
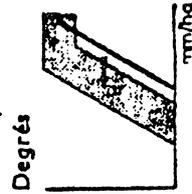
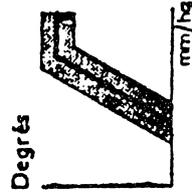
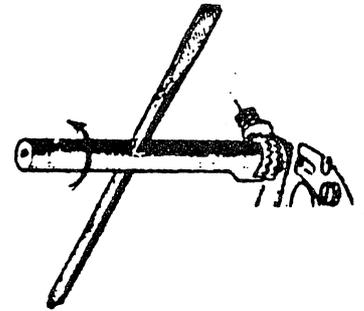
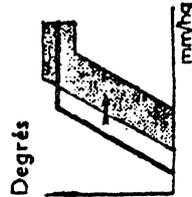
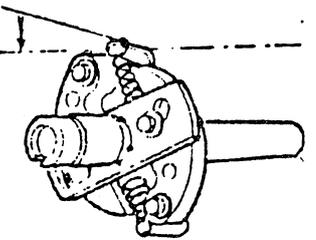
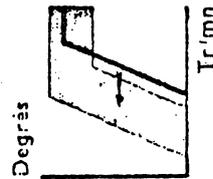
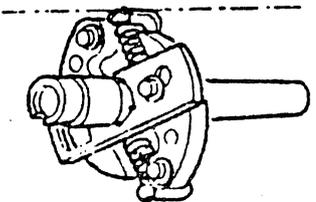
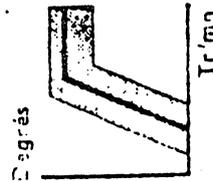
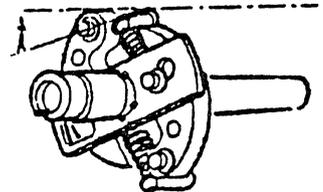
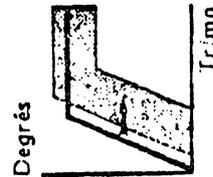


Fig. C

## RÉGLAGE DES COURBES

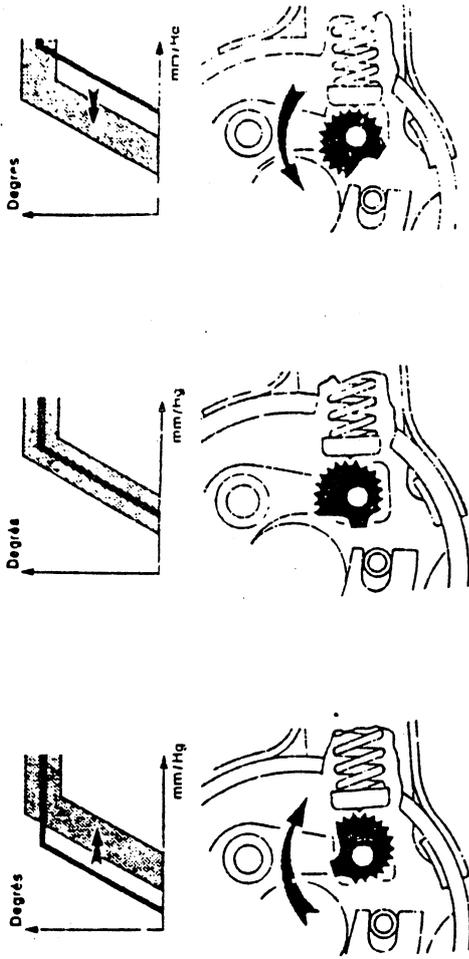


# réglage des courbes à dépression

Remarque : Certaines capsules sont percées d'un trou calibré qui permet le dégazage. Lors du réglage des courbes, l'obturer à l'aide de ruban adhésif.

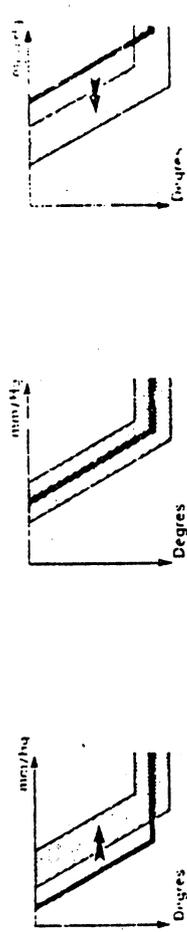
## A) Allumeur à dépression avance

Réglage :



## B) Allumeur à dépression retard

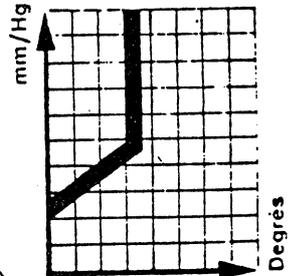
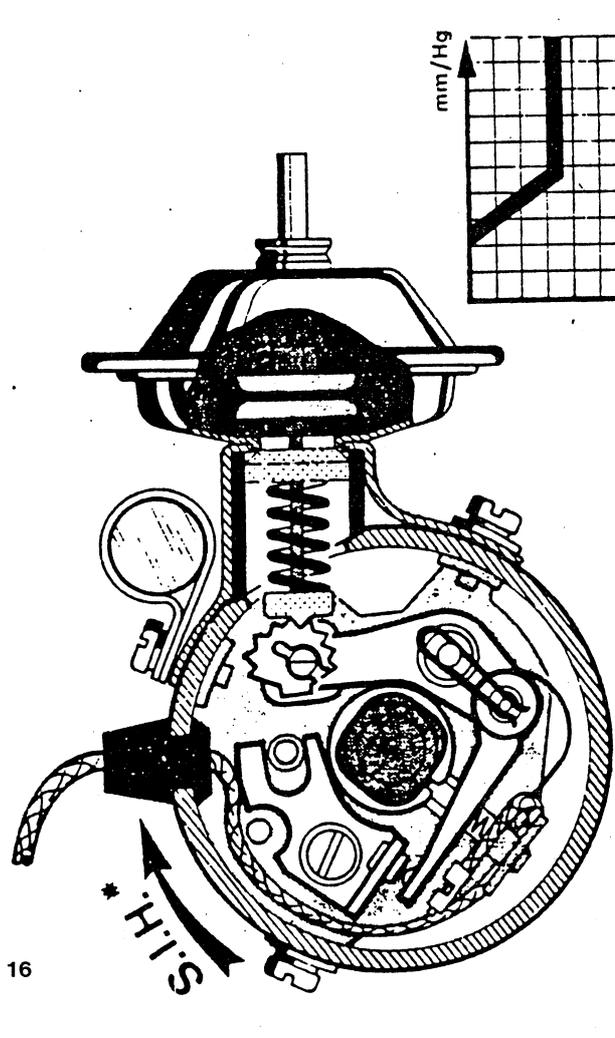
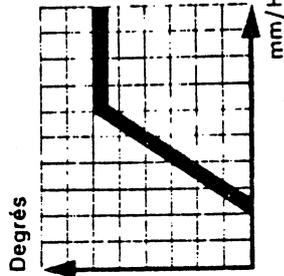
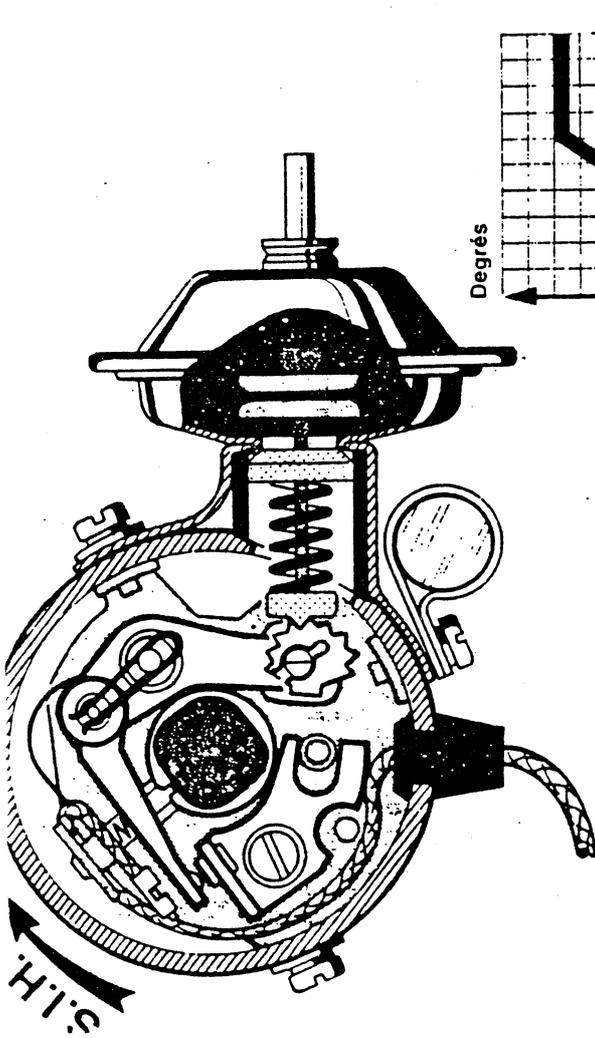
Réglage : identique à l'allumeur A.



• Sens de rotation vue du côté commande

Courbes obtenues en fonction de la position de la capsule et du sens de rotation

Allumeur (1)	Sens de rotation (2)	Courbe obtenue (3)
A	S.I.H.	
A	S.H.	
B	S.I.H.	
B	S.H.	



Exercices d'application :

1°) Exercice 1:

En vous aidant des caractéristiques fournies page : n° 2 de la série n° 6 de la bobine référence n° 2054.

a) Calculez le flux magnétique engendré par le circuit primaire sachant que la section de l'enroulement primaire est de 8 cm<sup>2</sup> et sa longueur 7,5 cm et la perméabilité du noyau de fer est  $\mu_r = 1\ 000$ .

b) Calculez l'énergie emmagasinée dans le circuit primaire.

c) Calculez la puissance mise en jeu en un centième de seconde.

d) Calculez la F.E.M. moyenne auto induite dans l'enroulement pendant ce temps.

Remarque : Limitez les résultats de vos calculs à 2 chiffres après la virgule par défaut ; évitez l'emploi de calculatrice.

2°) Exercice 2:

Calculez la résistance du circuit secondaire d'une bobine dont l'enroulement possède 25 000 spires de fil de 0,08 mm de  $\emptyset$ , sachant que le  $\emptyset$  de chaque spire est de 2 cm et la température 20°C .

**Champ d'induction au centre d'une bobine longue : B (formule 5)**

B : en tesla.  
 N : nombre de spires.  
 I : intensité du courant en ampères.  
 l : longueur de la bobine en mètres.  
 $\mu$  : perméabilité magnétique dépendant du milieu (pour l'air  $\mu = 1$ ).  
 $\frac{N}{l} = N_l$  = nombre de pires par mètre.  
 $N_l I$  : nombre d'ampèretours par mètre (At/m).  
 Le tesla est le champ d'induction au centre d'une bobine électrique infiniment longue baignée dans un milieu de perméabilité unité et portant 1 ampèretour par mètre.  
 1 T vaut 1 Wb/m<sup>2</sup>.

**Flux magnétique :  $\emptyset$  (formule 6)**

$\emptyset$  : en weber.  
 $B_n$  : composante du champ B normale à la surface S, en tesla.  
 S : aire en mètres carrés.  
 Le weber est le flux magnétique qui, traversant un circuit d'une seule spire, y produit une f.e.m. de 1 V si on l'amène à la valeur 0 en 1 s, par décroissance uniforme.

— Valeur de la f.e.m. induite : (formule 8).  
 $\Delta\phi$  : variation du flux.  
 $\Delta t$  : durée de cette variation.

— Sens du courant induit. Loi de Lenz. Le courant induit est de sens tel que le flux qu'il produit s'oppose à la variation du flux inducteur qui lui donne naissance.

⑤

$B = \frac{4\pi}{10^7} \frac{NI\mu}{l}$		
T		$\frac{A}{m}$

⑥

$\phi = B_n \cdot S \cdot N$		
Wb	T	m <sup>2</sup>

⑧

$E = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$	
V	$\frac{Wb}{s}$

1°) Correction de l'exercice n° 1a) Calcul du flux magnétique :

les données : La tension  $U = 6$  volts  
 La résistance  $R = 1,2$  ohms  
 Le nombre de spires = 225  
 Longueur de la bobine = 7,5 cm  
 Surface d'une spire = 8 cm<sup>2</sup>

} Voir caractéristiques  
 Réf. : 2054

- Calcul du champ magnétique :

$$\text{Si : } B_0 = \mu_0 \times \frac{N}{l} \times I, \text{ sachant que } I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{6}{1,2} = \underline{5 \text{ ampères}}$$

$$B_0 = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{225}{0,075} \times 5 = \underline{0,01884} \text{ tesla ou } 18,84 \text{ milli-tesla}$$

$$\text{Si le flux dans l'air : } \Phi_0 = B \times N \times S$$

$$\Phi_0 = 0,01884 \times 225 \times 0,0008 = \underline{3,39 \text{ milli-webers}}$$

Le flux avec un noyau de fer :

$$\Phi = \Phi_0 \times \mu_r \Rightarrow \Phi = 3,39 \times 1\,000 = \underline{3,39 \text{ webers}}$$

b) Calcul de l'énergie emmagasinée

Calcul de l'inductance :

$$L = \frac{\Phi_T}{I} \Rightarrow L = \frac{3,39}{5} = \underline{0,67 \text{ henry}}$$

Calcul de l'énergie

$$W = \frac{1}{2} L I^2 \Rightarrow W = \frac{1}{2} \times 0,67 \times (5)^2 = \underline{8,37 \text{ joules}}$$

c) Calcul de la puissance :

$$P = \frac{W}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{8,37}{0,01} = \underline{837 \text{ watts}}$$

.../...



Exercices d'applications :

Exercice n° 3

Soit une bobine de fil de 100 m de long et de 0,75 mm de diamètre.

1°) Calculez sa résistance à 20°C ainsi que l'intensité qui la traverse : pour une D.D.P. de 11,88 Volts.

2°) Quelle valeur prend l'intensité quand la température de cette bobine est de 50°C.

Exercice n° 4.

Sachant que l'inductance d'une bobine est de 0,8 Henry ; que sa résistance est de 4 Ohms. et sa D.D.P. de 11,6 Volts.

1°) Calculez La F.E.M. moyenne - Auto induite pour 10 milli-secondes.

2°) Calculez L'énergie mise en jeu pendant ce même temps.

Exercice n° 5.

Soit une bobine de 8 cm de long, comprenant 40 spires au cm. Sachant que sa résistance est de 3,5 Ohms. et sa D.D.P. 12,25 Volts.

1°) Calculez le champ magnétique.

2°) Calculez le flux dans l'air, pour un  $\emptyset$  spires de 3 mm.

\* (Précision des calculs à : 0,01 près par défaut).

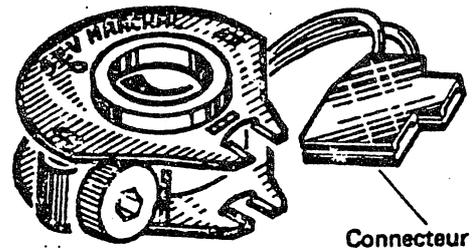
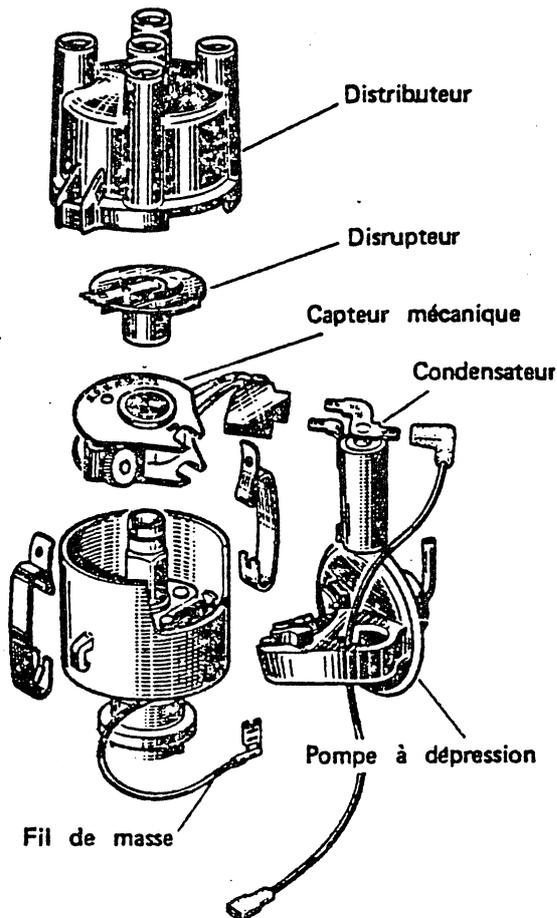
# ALLUMEUR 'GT'

## à capteur mécanique

## Description du capteur

### Réglage

### Pose - Dépose



### CAPTEUR MECANIQUE

Un seul modèle de capteur :  
Quel que soit le type de l'allumeur et son sens de rotation le sens de montage du capteur est guidé par le connecteur qui tient lieu de détrompeur.

### DESCRIPTION

- le capteur mécanique se présente sous la forme d'un bloc rupteur constitué par deux plateaux raccordés entre eux par un secteur métallique moulé. Entre les deux plateaux sont placés le levier du rupteur et le support de contact fixe qui "tourillonnent" sur un axe commun.

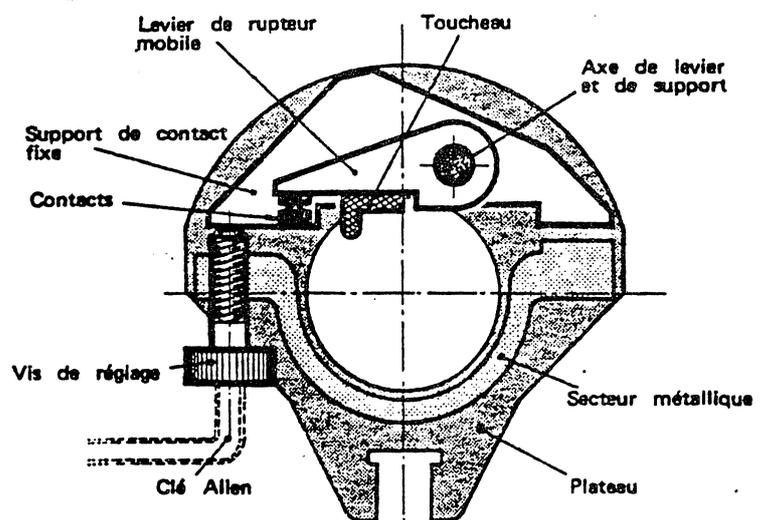
- le levier du rupteur porte le toucheau dont l'extrémité légèrement galbée assure un parfait contact sur la came.
- le réglage des contacts s'effectue à l'aide de la vis crantée visible sur le côté du capteur (voir au verso).

### Avantages

La bonne qualité de l'allumage dans le temps est assurée par le capteur mécanique centré sur la came.

Le capteur compense le vieillissement de l'allumeur dû à l'usure mécanique de ses constituants.

Son graissage à vie ne nécessite aucun entretien



PRINCIPE DU CAPTEUR

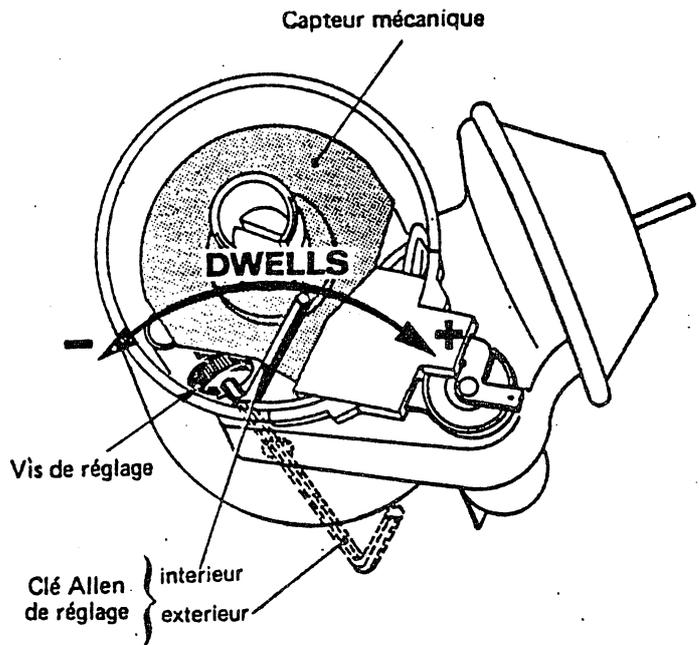
**REGLAGE**

Quel que soit le type d'allumeur et son sens de rotation, le réglage des dwells s'effectue par variation de l'écartement des contacts:

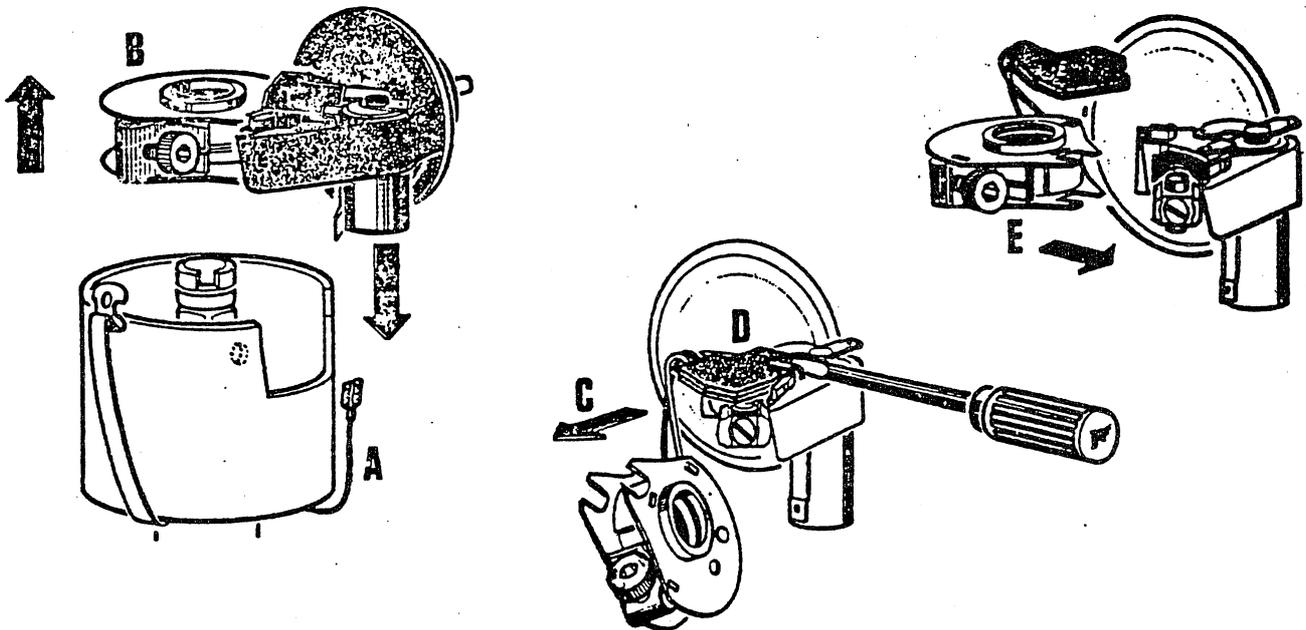
A l'aide d'une clé Allen de 3 agir sur la vis micrométrique pour déplacer les contacts. Cette vis est automatiquement immobilisée après chaque réglage.

- Augmentation des dwells : tourner la clé dans le sens horaire (visser).
- Diminution des dwells : tourner la clé dans le sens inverse horaire (dévisser).

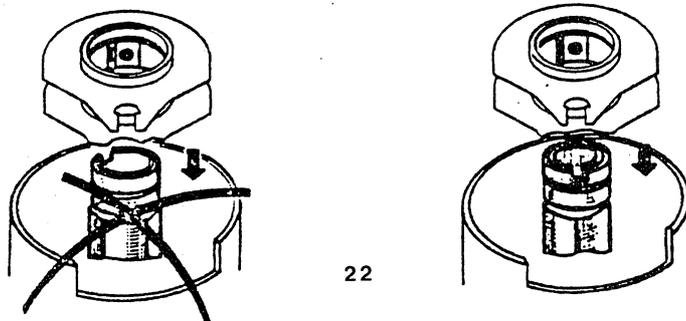
Contrôler la valeur des dwells après chaque passage d'un cran d'arrêt de la vis.

**POSE-DEPOSE**

- Déposer : le distributeur.  
le disrupteur.
- Débrancher le fil de masse du condensateur. **A**
- Déposer l'ensemble "capteur mécanique-pompe à dépression". **B**
- Séparer le capteur de la pompe en le libérant du croisillon. **C**
- Déconnecter le condensateur du capteur. **D**
- Pour changer les contacts, remplacer le "capteur mécanique". **E**



**Important :** Lors du remontage, emboîter ensemble le "capteur mécanique" sur la came et la "pompe à dépression" dans le carter, en vérifiant que le toucheau n'est pas en face du cran de calage du disrupteur, sinon faire tourner l'arbre légèrement.



Corrigé de l'exercice n° 3 :

1°) Calcul de la résistance d'une bobine à 20°C

$$\text{Si } R = \rho \times \frac{L}{S} \Rightarrow R = 0,0175 \times \frac{100}{\frac{\pi \times D^2}{4}} = \underline{\underline{3,96 \Omega \text{ (Ohms)}}}$$

Intensité d'alimentation :

$$\text{si } I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{11,88}{3,96} = \underline{\underline{3 \text{ Ampères.}}}$$

2°) Calcul de la résistance à 50°C

$$\text{si } \rho_{50^\circ} = \rho_{20^\circ} \times [1 + \alpha \times (50^\circ - 20^\circ)] \Rightarrow \rho_{50^\circ} = 0,0175 \times [1 + 4 \times 10^{-3} \times 30]$$

$$\text{donc : } \rho_{50^\circ} = \underline{\underline{0,0196.}}$$

$$\text{si } R_{50^\circ} = \rho_{50^\circ} \times \frac{L}{S} \Rightarrow R_{50^\circ} = 0,0196 \times \frac{100}{\frac{\pi \times D^2}{4}} = \underline{\underline{4,44 \Omega.}}$$

Intensité d'alimentation à 50°C

$$\text{si } I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{11,88}{4,44} = \underline{\underline{2,67 \text{ Ampères}}}$$

Corrigé de l'exercice n° 4 :

1°) Calcul de la F.E.M moyenne Auto - induite.

$$\text{Si } E \text{ moy.} = L \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{U}{R} \text{ donc : } I = \frac{11,6}{4} = \underline{\underline{2,9 \text{ A}}}$$

$$\text{donc : } E \text{ moy.} = 0,8 \times \frac{2,9}{0,01} = \underline{\underline{232 \text{ Volts.}}}$$

.../...

2°) Calcul de l'énergie emmagasinée :

$$\text{si } W_e = \frac{1}{2} L I^2 \quad \Rightarrow \quad W = 0,5 \times 0,8 \times (2,9)^2 = \underline{3,364}$$

$$\text{donc : } W = \underline{\underline{3,364 \text{ Joules.}}}$$

Corrigé de l'exercice n°5 :

1°) Calcul du champ magnétique :

$$\text{si } B_0 = \mu_0 \times \frac{N}{l} \times I \quad \Rightarrow \quad \text{sachant que } I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{12,25}{3,5} = 3,5 \text{ A.}$$

$$\text{donc : } B_0 = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{320}{0,08} \times 3,5 = \underline{\underline{175\,929,19 \times 10^{-7} \text{ Teslas.}}}$$

$$\text{où } B_0 = 0,01759 \text{ Teslas ou } \underline{\underline{17,59 \text{ milli-Teslas.}}}$$

2°) Calcul du flux dans l'air.

$$\text{si } \Phi_0 = B \times N \times S \quad \text{avec} \quad S = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$\text{donc : } \Phi_0 = 0,01759 \times 320 \times \left( \frac{3,14 \times (0,003)^2}{4} \right) = \underline{\underline{3,97 \times 10^{-5} \text{ Webers}}}$$

-----

Exercice n° 6 :  
-----

Une bobine est traversée par un courant de 3 Amp pendant 15 milli-secondes : sachant qu'elle produit une F.E.M (E) auto-induite de 190 Volts .

- Calculer :

- 1° Son inductance (H) .
- 2° L'énergie mise en jeu pendant ce temps .
- 3° La puissance ainsi développée .

Exercice n° 7 :  
-----

Une bobine de 12 cm long et de 10 cm de  $\emptyset$  comprenant 100 spires au cm est constituée d'un fil de 0,85 mm de rayon . Sachant que sa résistance est de 3  $\Omega$  à 20° C et qu'elle est traversée par un courant de 4 Ampères .

- Calculer :

- 1° Sa résistivité à 20° C .
- 2° La D.D.P appliquée aux bornes du fil
- 3° Sa résistivité à 60° C pour un  $\alpha$  de  $5.10^{-3}$
- 4° L'intensité qui la traverse à 60° C pour une même D.D.P .

Exercice n° 8 :  
-----

Un enroulement primaire de 15 cm de long et de 2cm de  $\emptyset$  (sans noyau de fer) est composé de 375 spires et est parcouru par un courant de 4 Amp . sous une D.D.P de 12,8 Volts .

- Calculer :

- 1° L'induction du champ magnétique .
- 2° Le flux magnétique dans le solénoïde .
- 3° La quantité d'électricité induite .

Corrigé de l'exercice n°6 :

1° L'inductance (L) est :

$$\text{Si : } E \text{ moy.} = L * \frac{\Delta I}{\Delta T} ; L = \frac{E * T}{I} = \frac{190 * 0,015}{3} = 0,95 \text{ Henry}$$

2° L'énergie mise en jeu pendant ce temps (W) est :

$$W = \frac{1}{2} * LI^2 ; W = 0,5 * 0,95 * (3)^2 = 4,275 \text{ Joules .}$$

3° La Puissance ainsi développée (P) est :

$$P = \frac{W}{T} ; P = \frac{4,275}{0,015} = 285 \text{ Watts .}$$

Corrigé de l'exercice n°7 :

- Calculs préliminaires :

La circonférence d'une spire (C) =  $\pi * 0,1 = 0,314 \text{ m}$

La longueur de l'enroulement (L) =  $12 * 100 * 0,314 = 376,80 \text{ m}$

La section du fil (S) =  $\pi * (0,85)^2 = 2,27 \text{ mm}^2$

1° La résistivité du fil à 20° C ( $\rho$ ) est :

$$\text{Si : } R = \rho * \frac{L}{S} ; \rho = \frac{R * S}{L} ; \rho = \frac{3 * 2,27}{376,80} = 0,018 \Omega \text{mm}^2 / \text{m}$$

2° La D.D.P (U) est :

$$U = R * I ; U = 3 * 4 = 12 \text{ V .}$$

3° La résistivité du fil à 60° C ( $\rho'$ ) est :

$$\rho' = \rho * [1 + \alpha * (60 - 20)] \text{ pour } \alpha = 5.10^{-3} .$$

$$\rho' = 0,018 * [1 + 5.10^{-3} * 40] = 0,0216 \Omega \text{mm}^2 / \text{m}$$

4° La résistance à 60° C est :

$$R = \rho * \frac{L}{S} ; R = 0,0216 * \frac{376,8}{2,27} = 3,58 \Omega$$

L'intensité qui passe à 60° C est :

$$I = \frac{U}{R} ; I = \frac{12}{3,58} = 3,35 \text{ Amp .}$$

Corrigé de l'exercice n°8 :

1° L'induction du champ (T) est :

$$B = 4\pi * 10^{-7} * \frac{N}{L} * I ; B = 4\pi * 10^{-7} * \frac{375}{0,15} * 4 = 1,256 * 10^{-2} \text{ T}$$

2° Le flux ( $\Phi$ ) est :

$$\text{La surface d'une spire est : } S = \frac{\pi * (0,02)^2}{4} = 3,14 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi = B * N * S ; \Phi = 1,256 * 10^{-2} * 375 * 3,14 * 10^{-4} = 1,479 * 10^{-3} \text{ W}$$

3° La quantité d'électricité (Q) est :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12,8}{4} = 3,2 \Omega$$

$$Q = \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{1,479 * 10^{-3}}{3,2} = 4,62 * 10^{-4} \text{ C}$$