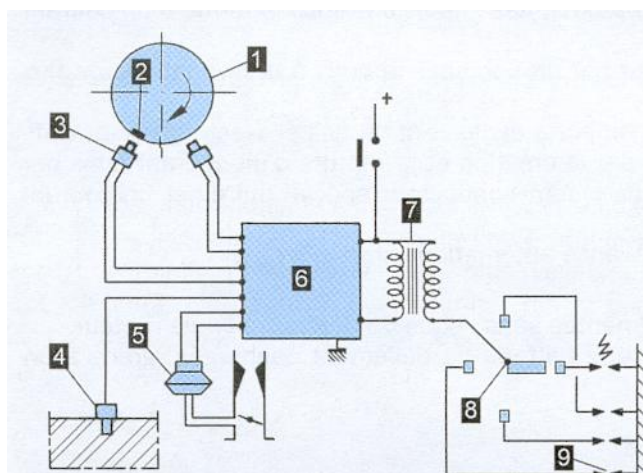
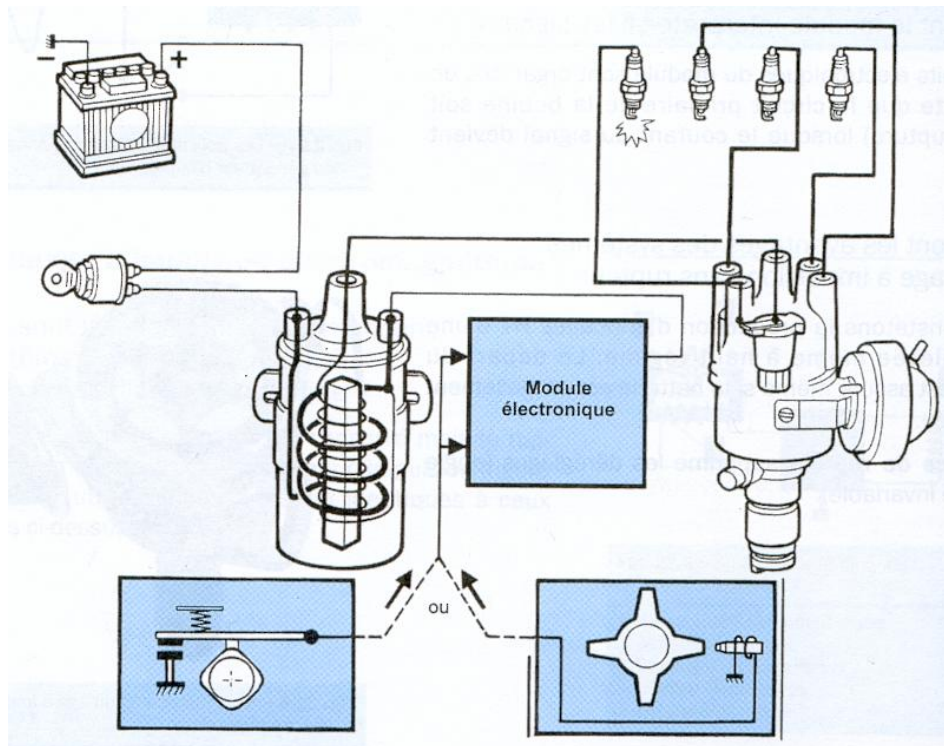


LES SYSTEMES D'ALLUMAGE DES MOTEURS à ESSENCE.



1. Volant moteur.
2. Cible.
3. Capteur électromagnétique.
4. Sonde de température.
5. Capsule à dépression.
6. Calculateur électronique.
7. Bobine d'allumage.
8. Distributeur.
9. Bougies d'allumage.

Fig. 22.1 – Allumage électronique intégral : principe.

Objectifs de la leçon.

- Exprimer le processus de combustion à partir de l'étincelle
- Définir l'Avance à l'allumage et placer le point d'avance sur un graphe $P=f(\alpha)$
- Justifier de l'avance à l'allumage
- Exprimer les 4 principaux critères d'optimisation de l'AA
- Définir la fonction globale du système d'allumage

- Définir et justifier la variation d'AA en fonction de : ω , remplissage, anomalie de combustion

- Représenter le schéma de principe de l'allumage
- Définir le principe physique lié à la création d'une haute tension
- Représenter et commenter les courbes primaires et secondaires (mettre en place t_c, t_o, t_f . Et justifier l'énergie constante).
- Exprimer et calculer le % de Dwell
- Définir les fonctions composantes du système d'allumage
- Pour chaque système des 3 familles d'allumage
 - ▶ Définir le nom des constituants
 - ▶ Identifier quel est l'élément associé à telle fonction composante
 - ▶ Représenter le schéma de principe électrique du système
 - ▶ Définir le principe de fonctionnement du système et comment est gérée l'avance

- Définir la différence entre une bougie chaude et une bougie froide

1	PRINCIPES PHYSIQUES DE L'ALLUMAGE.....	4
1.1	Rappel :	4
1.2	Déclenchement de la combustion	4
1.3	Valeurs caractéristiques.....	5
1.4	Objectif recherché :	5
1.5	Instant d'allumage et travail mécanique récupéré	5
1.6	Définition de l'avance à l'allumage	6
2	AVANCE A L'ALLUMAGE ET PARAMETRE DE FONCTIONNEMENT MOTEUR.....	6
3	APPROCHE EXTERNE DU SYSTEME D'ALLUMAGE	8
4	PRINCIPES DE L'ALLUMAGE	10
4.1	Schéma de principe d'un circuit d'allumage.....	10
4.2	Principe de transformation basse tension $\Rightarrow$ haute tension.....	10
4.3	Description de la bobine.....	11
4.4	Les courbes d'allumage	13
5	Gestion de l'énergie	14
6	REALISATIONS TECHNOLOGIQUES: les systèmes d'allumage.....	17
6.1	Système d'allumage classique.....	17
6.1.1	Constitution du système :	17
6.1.2	Fonctionnement du système	17
6.1.3	Schéma de principe du système	19
6.2	Système d'allumage transistorisé à générateur d'impulsions.....	19
6.2.1	Constitution du système.....	19
6.2.2	Fonctionnement du système	20
6.2.3	Schéma de principe du système:.....	23
6.3	Systèmes d'allumage électronique intégral	23
6.3.1	Constitution du système.....	23
6.3.2	Fonctionnement du système:	24
6.3.3	Schéma de principe	25
7	Tableau récapitulatif.....	26

1 PRINCIPES PHYSIQUES DE L'ALLUMAGE

1.1 Rappel :

Dans le moteur à allumage commandé (moteur essence), la combustion du mélange air essence provoque un dégagement de chaleur qui engendre une élévation de pression dans le cylindre.

Les gaz se détendent en repoussant le piston vers le PMB; c'est la phase moteur **Combustion - détente** (Création de l'énergie mécanique).

1.2 Déclenchement de la combustion

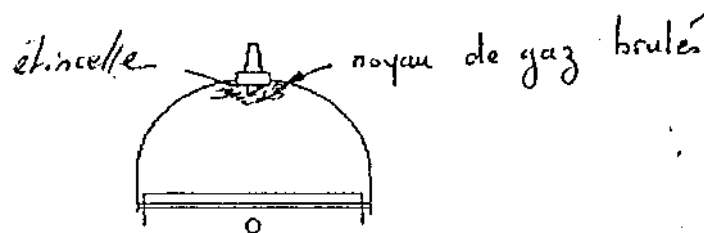
Pour s'enflammer, le mélange air - essence contenu dans le cylindre doit subir une élévation de température permettant de porter une partie de sa masse au-dessus de sa température d'inflammation (ti-380°C).

Principe retenu

L'inflammation du mélange air -essence est provoquée par un arc électrique (étincelle) qui jaillit entre les électrodes d'une bougie d'allumage placée dans la chambre de combustion

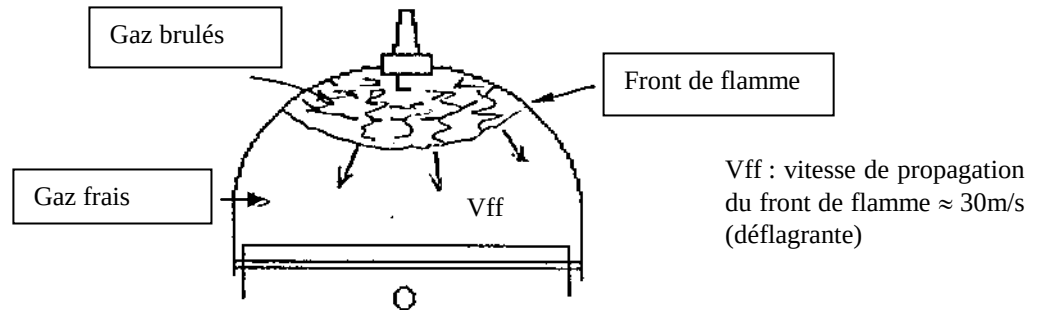
L'énergie calorifique dissipée par l'étincelle élève localement la température du mélange et provoque ainsi l'inflammation du mélange dans la petite zone proche de la bougie.

AMORCAGE DE LA COMBUSTION



La combustion étant déclenchée, le reste du mélange s'enflamme par couches successives autour du foyer d'inflammation.

PROPAGATION DE LA COMBUSTION



1.3 Valeurs caractéristiques

Délai d'inflammation: $d_i = 0.3$ à 0.5 ms

(temps écoulé entre le début étincelle et le début combustion)

durée de combustion : 2 à 5 ms

La combustion n'est donc pas instantanée . En fin compression, l'instant d'allumage est positionné avec précision en permanence afin d'optimiser le fonctionnement du moteur.

1.4 Objectif recherché :

- Récupérer le maximum de travail mécanique au niveau du piston donc rendement maxi , puissance maximale du moteur.

En tenant compte des contraintes suivantes :

- minimiser les émissions de polluants à l'échappement
- éviter les anomalies de combustion (cliquetis)

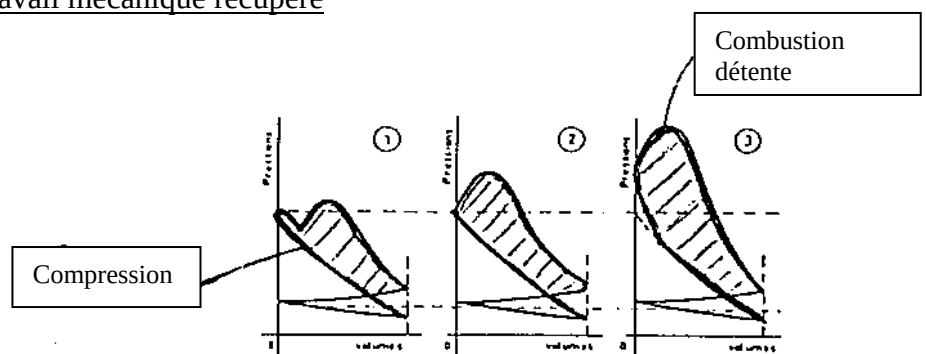
1.5 Instant d'allumage et travail mécanique récupéré

Instants de déclenchement

fig. 1 après le PMH

fig. 2 au PMH

fig. 3 avant le PMH

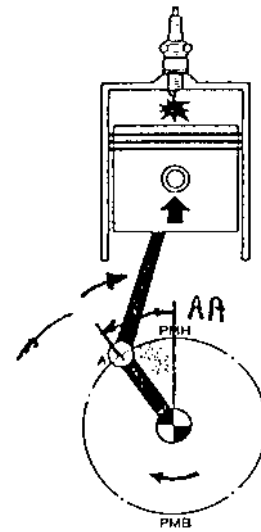


Conclusion : L'instant de déclenchement optimal est recherché pour- obtenir un travail «indiqué» maximal (S_1 maxi.). Pour obtenir ce travail maxi au niveau du piston, il est nécessaire de déclencher la combustion quelques degrés avant le PMH.

1.6 Définition de l'avance à l'allumage

L'avance à l'allumage est défini par l'angle de rotation volant qui sépare l'instant d'étincelle du PMH.

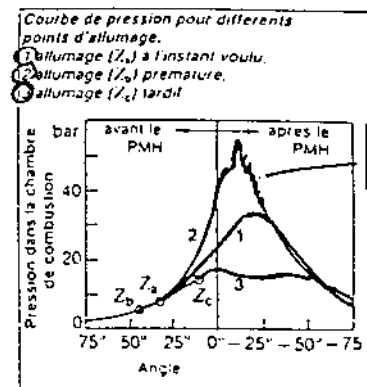
- Un décalage du point d'allumage en direction du PMH correspond à une variation dans le sens retard.
- Une correction dans l'autre sens correspond à une variation dans le sens avance.



Point d'allumage et cliquetis

Un excès d'avance engendre des pressions et des températures très fortes dans le cylindre. Dans certains cas de fonctionnement ces conditions peuvent entraîner un processus de combustion anormale : le cliquetis.

Si présence cliquetis : diminution de l'avance



2 AVANCE A L'ALLUMAGE ET PARAMETRE DE FONCTIONNEMENT MOTEUR

Les conditions de fonctionnement moteur variant, il est nécessaire d'adapter en permanence l'avance à l'allumage en fonction des paramètres moteur (N moteur, remplissage, T° moteur...)

Avance en fonction de la vitesse moteur:

Sur un moteur, calculons l'avance à l'allumage permettant d'obtenir 50% du mélange air essence brûlé 5° après le PMH (travail mécanique maxi sur le piston), sachant que

- N moteur = 2000 tr/mn
- 50% des gaz sont brûlés lorsque la combustion est débutée depuis 1 ms
- $\Delta t = 0.5$ mns

Calcul de l'angle balayé par ms : $\alpha = \frac{2000 \times 360}{60 \times 1000} = 12^\circ/\text{ms}$

$$AA = 12 \times 15 - 5 = 13^\circ$$

En considérant que l'avance à l'allumage est figée, calculer la nouvelle position du vilebrequin correspondant à 50% des gaz brûlés à 6000 tr/mn sachant que:

- 50% des gaz sont brûlés lorsque la combustion est débutée depuis 0.8ms
- $\Delta t = 0.5 \text{ ms}$

Conclusion

Si la vitesse de rotation augmente, même si la durée de la combustion diminue légèrement, l'angle balayé pendant la combustion augmente.

Si le constructeur désire conserver un travail méca maximal sur le piston quelque soit le régime de rotation (50% des gaz brûlés à une même position moteur : 5 à 10° après le PMH), il doit faire varier l'avance à l'allumage en Fonction du régime moteur.

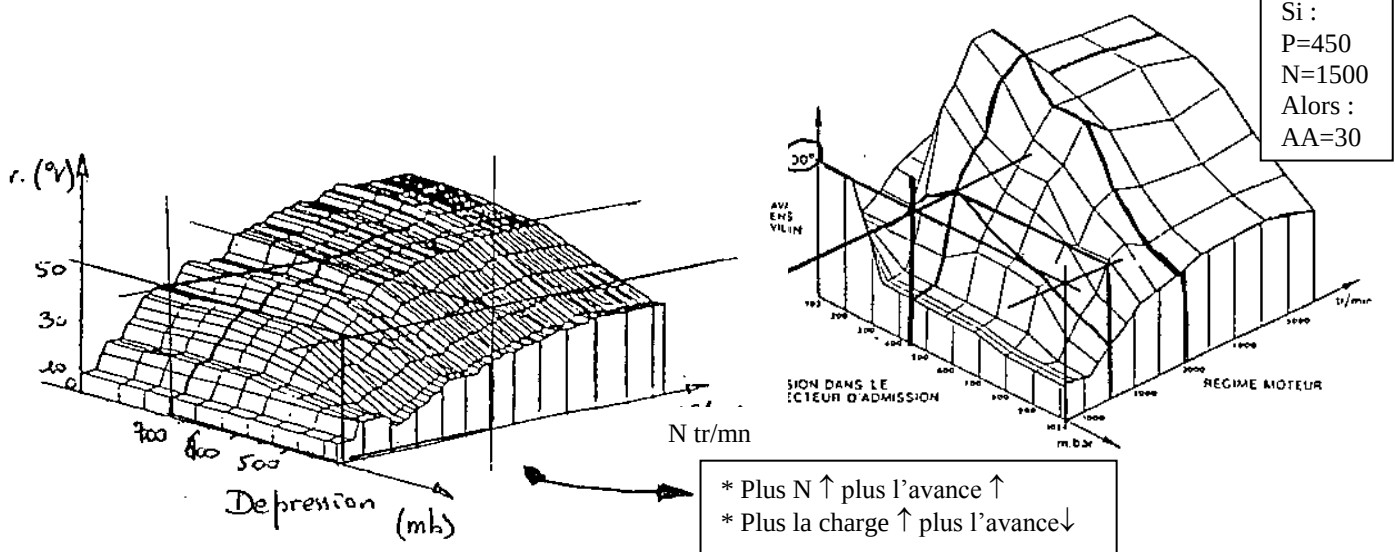
Plus le régime de rotation augmente, plus l'avance à l'allumage doit augmenter

Remplissage

Position du papillon des gaz	Ouvert à fond	presque Fermé
Remplissage	important	Faible
Durée de combustion	faible	Importante
Avance à l'allumage	faible	importante

Plus le taux de remplissage est faible, plus l'avance à l'allumage doit augmenter

Exemples de cartographie d'avance à l'allumage



3 APPROCHE EXTERNE DU SYSTEME D'ALLUMAGE

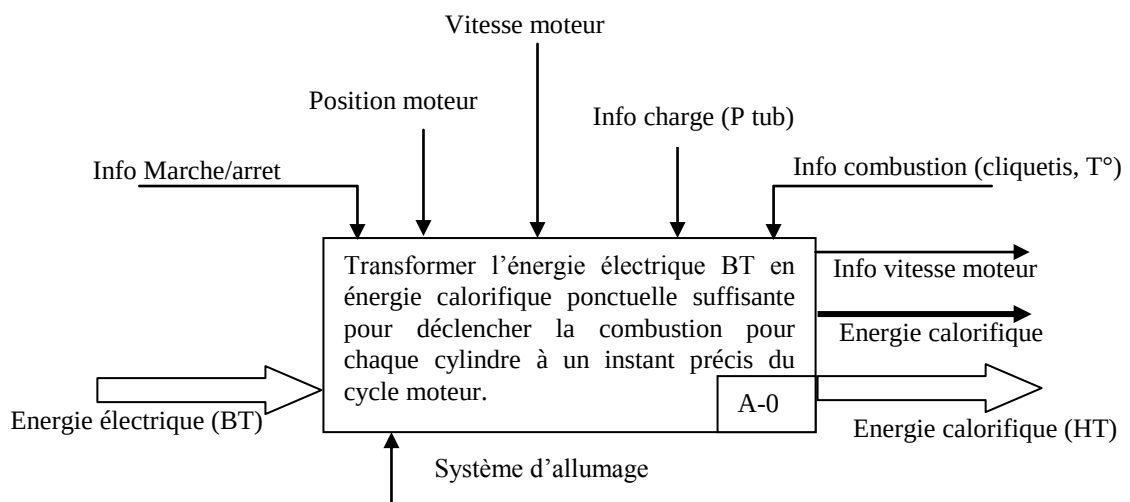
Fonction globale du système d'allumage :

Le système d'allumage doit :

- transformer l'énergie électrique basse tension en une énergie calorifique suffisante pour déclencher la combustion
- déclencher la combustion à un instant précis du cycle à 4 temps
- faire varier le point d'avance à l'allumage en fonction des paramètres moteur :
 - o N moteur
 - o Remplissage moteur (charge)
 - o De certains paramètres : cliquetis, T° moteur,

Représentation fonctionnelle :

- Présentation d'un système (voir feuille jointe)
- Actigramme A-0 :



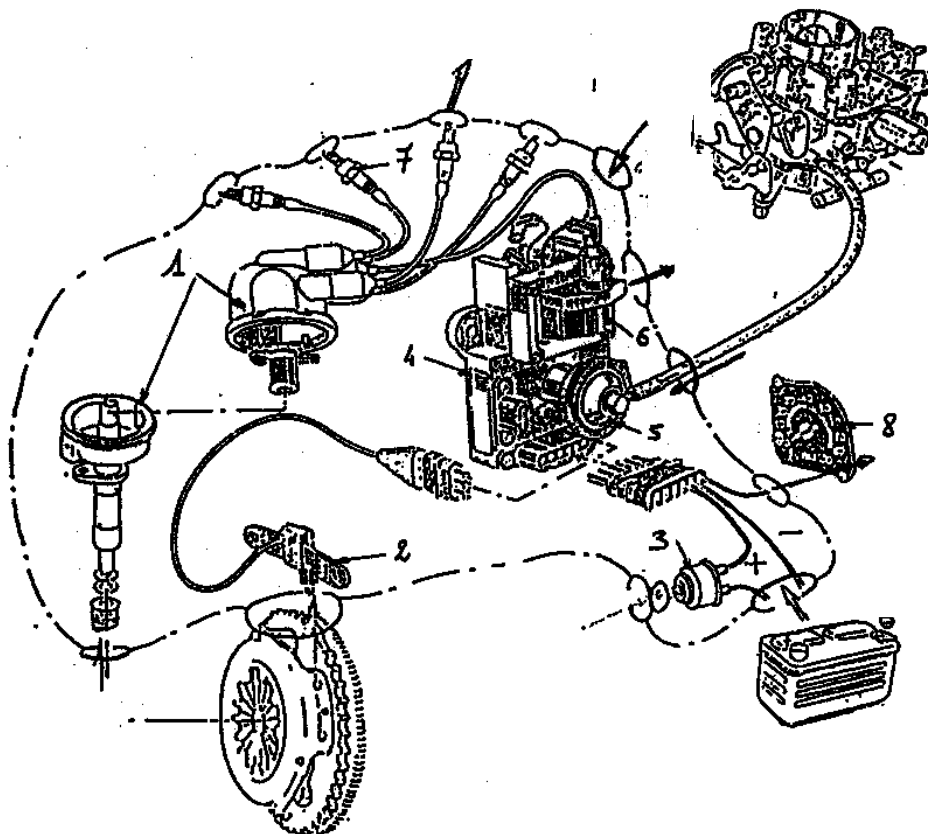
PRESENTATION D'UN SYTEME D'ALLUMAGE

LE SYSTEME D'ALLIIMAGE ELECTRONIQUE INTEGRAL RENIX

Constitution :

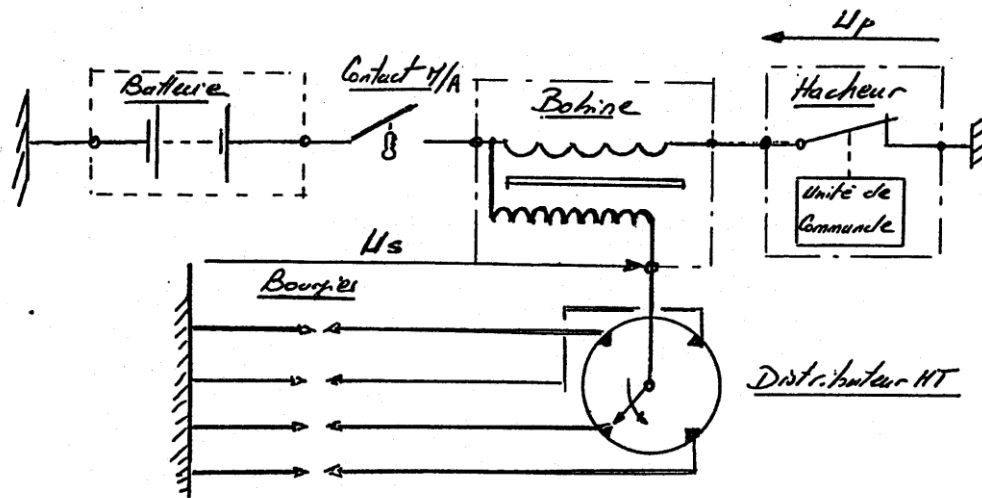
- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1 : Allumeur | 2 : Capteur position / vitesse moteur |
| 3 : Contacteur à clé | 4 : Module d'allumage |
| 5 : Capsule de dépression | 6 : Bobine d'allumage |
| 7 : Bougies | 8 : Compte tours moteur |

Frontière du système, étude des flux échangés:



4 PRINCIPES DE L'ALLUMAGE

4.1 Schéma de principe d'un circuit d'allumage



- **Le hacheur** : Il permet d'établir et d'interrompre (hacher) le courant primaire qui circule à travers la bobine primaire de la bobine d'allumage.
- **La bobine d'allumage** : elle transforme l'énergie électrique basse tension en énergie électrique haute tension suffisante pour déclencher la combustion.
- **Le distributeur** : il distribue l'énergie électrique haute tension aux bougies dans un ordre déterminé.
- **La bougie** : Elle transforme l'énergie électrique haute tension en énergie calorifique.

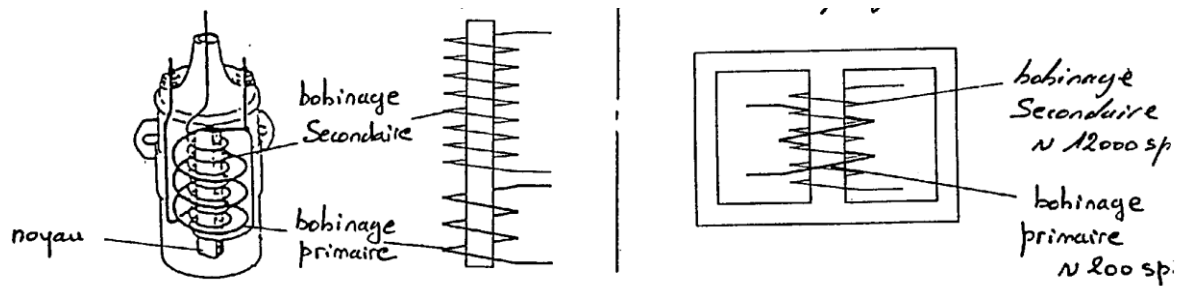
4.2 Principe de transformation basse tension $\Rightarrow$ haute tension

Pour obtenir l'énergie calorifique suffisante servant à déclencher la combustion, on fait jaillir un arc électrique entre les 2 électrodes de la bougie.

Pour créer cet arc électrique dans la chambre de combustion (passage d'un courant dans la couche de mélange comprimé compris entre les deux électrodes distantes de $\approx 0.8 \text{ mm}$), il faut une différence de potentiel entre les électrodes de la bougie de **15000 à 30000 V**.

Pour obtenir cette haute tension à partir du 12 V disponible aux bornes de la batterie, la bobine d'allumage utilise le principe de variation de flux magnétique dans 2 bobinages dont le rapport de nombre de spires est supérieur à 100.

4.3 Description de la bobine



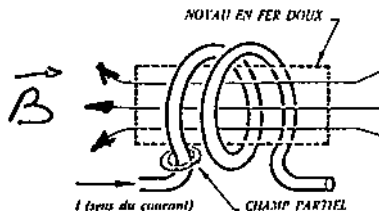
Le principe de fonctionnement de la bobine est régi par les lois d'électromagnétisme

Un bobinage parcouru par un courant électrique produit un champ magnétique B . La bobine est alors traversée par un flux magnétique ϕ .

$$B = k \times \frac{N}{l} \times i$$

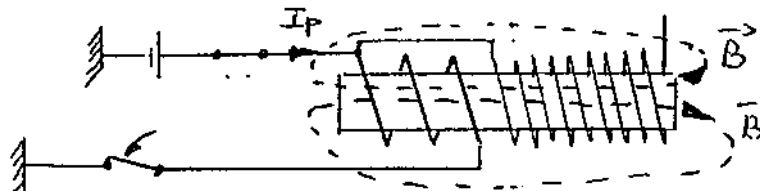
et

$$\Phi = B \times S$$



- N : nombre de spires de la bobine
- l : longueur de la bobine
- i : intensité dans la bobine
- S : surface de la bobine

A la fermeture du circuit primaire par le hacheur, il y a établissement de I_p et donc établissement d'un champ magnétique B . Les bobinages primaire et secondaire, soumis à cet établissement de champ magnétique, sont traversés par un flux magnétique variables.



Lorsqu'il y a variation de flux dans un bobinage, il y a création aux bornes de ce bobinage d'une force électromotrice induite (tension) qui tend à s'opposer à la cause qui a donnée naissance à cette variation de flux.

$$E = - \frac{d\Phi}{dt} \times N \Rightarrow E = -L \times \frac{di}{dt}$$

L : inductance de la bobine.

A la fermeture du circuit primaire par le hacheur, cette variation de flux (créée par l'établissement du courant primaire) dans le bobinage primaire et secondaire génère:

- une fem induite dans le primaire qui tend à s'opposer à l'établissement du courant primaire et donc retarde son établissement.
- une fem induite dans le secondaire qui est faible et qui ne peut produire une étincelle.

Lorsque le hacheur coupe brutalement le circuit primaire, le courant primaire diminue brusquement. Le champ magnétique et le flux disparaissent brusquement. Cette variation brutale du flux entraîne :

- Une fem induite dans le bobinage primaire $E_p \approx 300V$

$$E_p = -\frac{d\Phi}{dt} \times N_p \Rightarrow E_p = -L_p \times \frac{di_p}{dt}$$

- Une fem induite dans le bobinage secondaire E_s d'expression

$$E_s = E_p \times \frac{N_s}{N_p}$$

Calculons E_p permettant d'obtenir à cet instant 20000V au secondaire

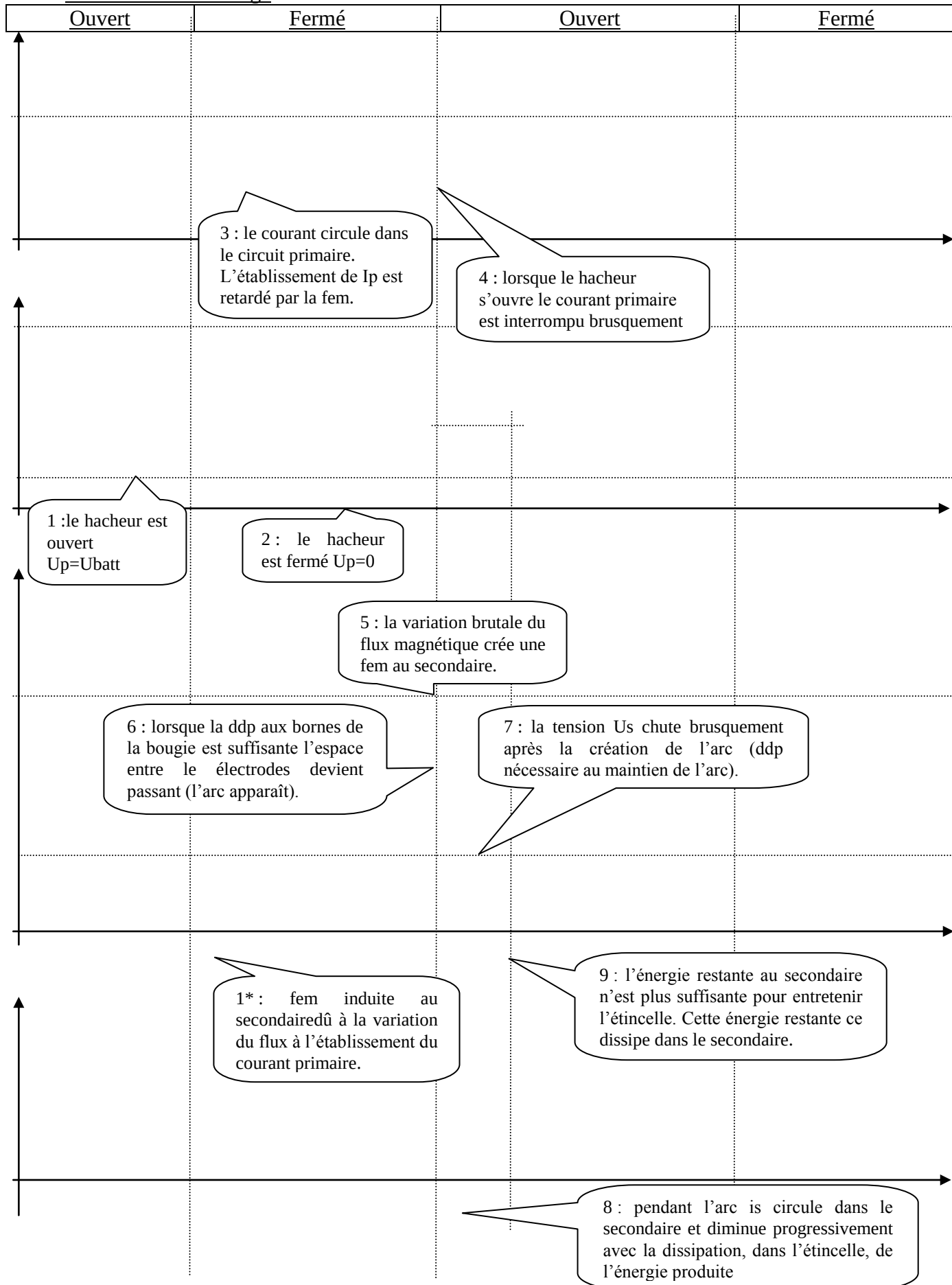
- N_s 12000 spires
- N_p 200 spires

$$E_p = E_s \cdot N_p / N_s \Rightarrow E_p = 20000 \cdot 200 / 12000 = 333 V$$

Cette tension apparaît à la coupure du circuit primaire grâce à la variation brutale de ϕ dans les bobinages primaires et secondaire

L'instant d'allumage correspond à l'instant de coupure du courant primaire. La variation brutale du flux magnétique traversant les bobinages crée une fem au secondaire suffisante pour créer l'étincelle à la bougie.

4.4 Les courbes d'allumage



Exercice Placer sur les courbes suivantes

to : l'instant d'ouverture du circuit primaire

tf : l'instant de fermeture du circuit primaire

ti : l'instant d'étincelle

Tc : le temps de conduction de la bobine
(temps pendant lequel le circuit primaire est fermé)

To : le temps d'ouverture du circuit primaire

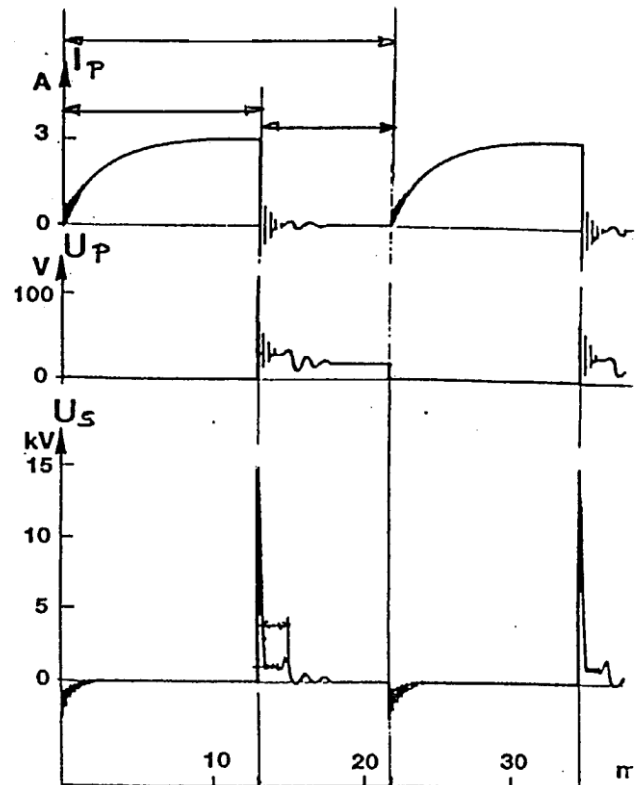
Ti : la durée de l'étincelle

Tcy : la période d'allumage
(temps entre 2 étincelles)

Le % de Dwell représente le temps de conduction par rapport à la durée totale d'un cycle d'allumage.

$$\%Dwell = \frac{Tc}{Tcy} \times 100$$

Calculer le % Dwell



5 Gestion de l'énergie

L'énergie emmagasinée dans la bobine d'allumage conditionne l'énergie calorifique libérée par l'étincelle qui doit être suffisante pour provoquer l'inflammation rapide du mélange.

Cette énergie est de la forme : $W = \frac{1}{2} \times Lp \times Ipm^2$

Ipm : intensité du courant primaire (maxi) à l'instant d'ouverture du circuit primaire.

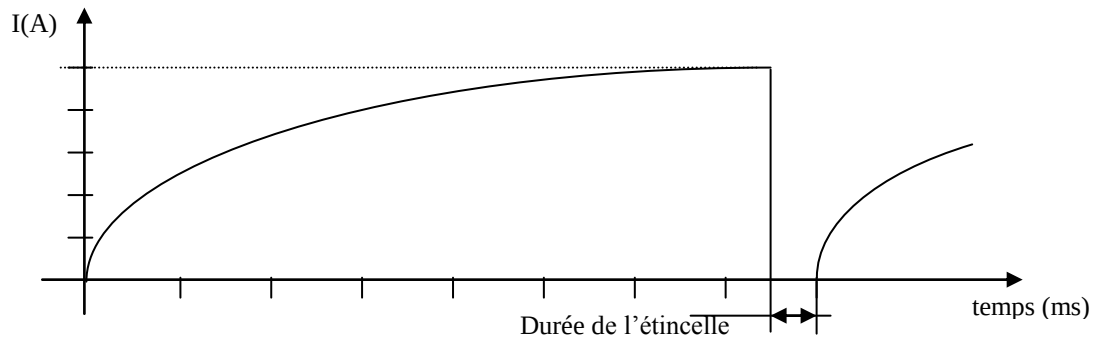
Lp : inductance de la bobine primaire (donnée constructeur).

Un courant maxi de 5 A à l'instant d'ouverture du circuit primaire permet de délivrer cette énergie suffisante.

Exercice

Soit une bobine permettant d'obtenir 5 A en 7.5 ms

courbe de l'établissement du courant dans cette bobine



- Calculer la vitesse moteur permettant au courant d'atteindre 5 A au moment de la création de l'étincelle.
- à 6000 tr/mn, calculer T_{cy} . Sachant que la durée de l'étincelle reste de 0.5 ms, représenter graphiquement la courbe d'évolution de I_p pour ce régime.

Constatation : avec cette bobine, entre 3750tr/mn et 6000tr/mn, I_{pm} diminue donc l'énergie emmagasinée par la bobine diminue. Donc l'énergie disponible à l'étincelle diminue ce qui entraîne des risques de ratés à l'allumage.

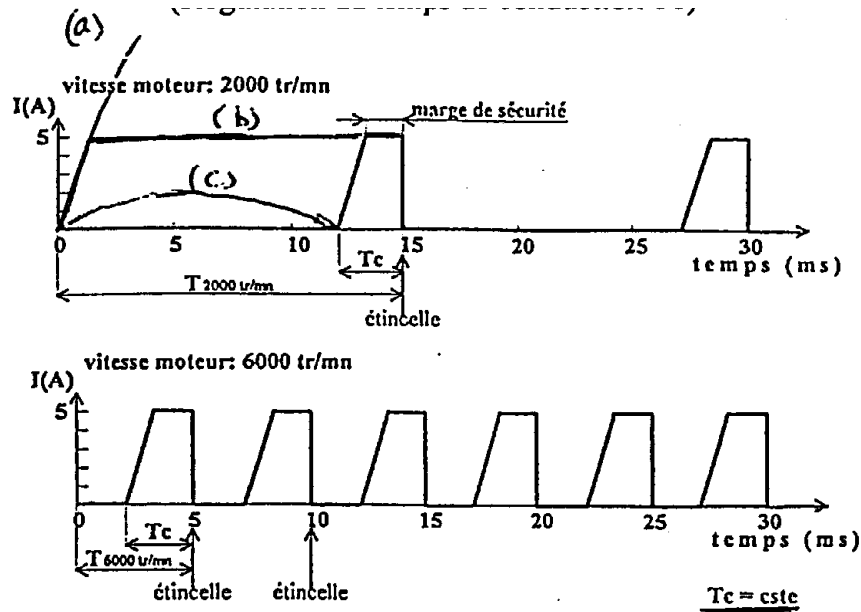
Pour conserver une énergie suffisante à l'étincelle, quelque soit le régime de rotation, il faut :

- Atteindre une intensité primaire suffisante quel que soit le régime de rotation moteur au moment de l'ouverture du circuit primaire.

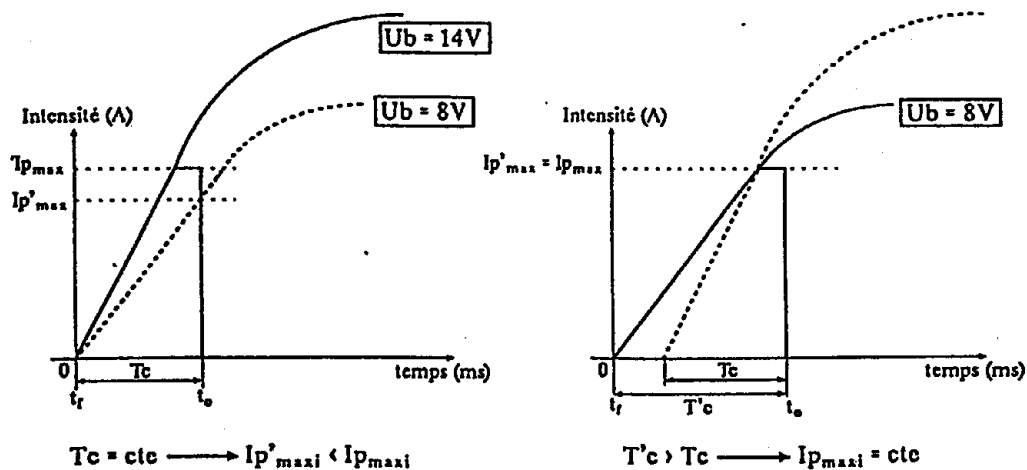
Solution adoptée :

- établir plus rapidement le courant primaire et atteindre une valeur maxi supérieure à 5 A : adaptation de la **bobine d'allumage**
- réguler le niveau d'énergie emmagasiné par la bobine : cette fonction est réalisée par l'unité de commande du hacheur. Elle va :
 - limiter l'intensité primaire maxi
 - contrôler le temps de conduction de la bobine en faisant varier l'instant de conduction en fonction du régime moteur : % Dwell variable.

Courbes d'évolution de I_p avec % Dwell variable (Régulation du temps de conduction T_c)



De plus l'instant de conduction doit varier avec la tension batterie



Si la tension batterie diminue (exemple :phase démarrage) : le temps pour atteindre I_{pm} augmente. Il faut donc augmenter le temps de conduction T_c .

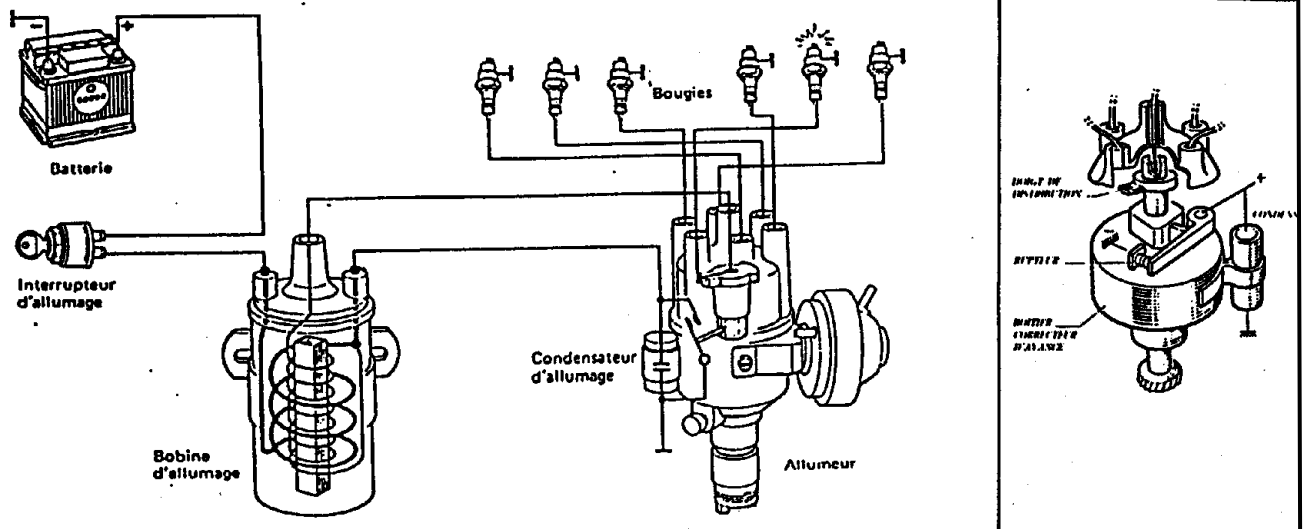
L'unité de commande du hacheur doit :

- Définir l'instant d'allumage et ouvrir le circuit primaire à un instant précis du cycle (moment d'étincelle). Faire varier cet instant en fonction de N moteur, charges et autres paramètres (vibration image du cliquetis)
- Gérer le niveau d'énergie délivrée :
 - Contrôler le temps de conduction de la bobine en faisant varier l'instant de fermeture du circuit primaire, en fonction de N moteur et U batt (adaptation du % de Dwell).
 - Limiter l'intensité maxi au primaire.

6 REALISATIONS TECHNOLOGIQUES: les systèmes d'allumage

6.1 Système d'allumage classique

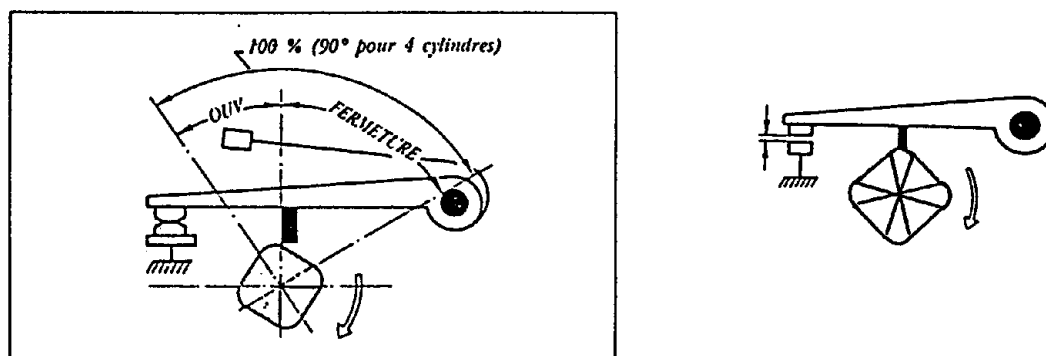
6.1.1 Constitution du système :



6.1.2 Fonctionnement du système

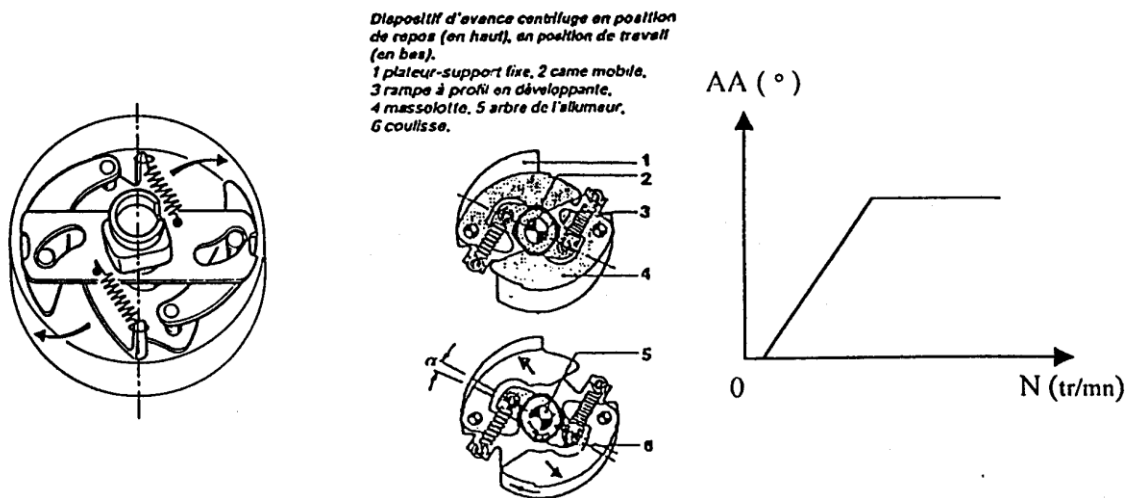
Le hacheur:

Le hacheur est logé dans l'allumeur. C'est un interrupteur mécanique à contacts appelé **rupteurs**. Il est commandé mécaniquement par une came qui est entraînée à demi vitesse moteur par l'arbre de l'allumeur lié à l'arbre à cames.

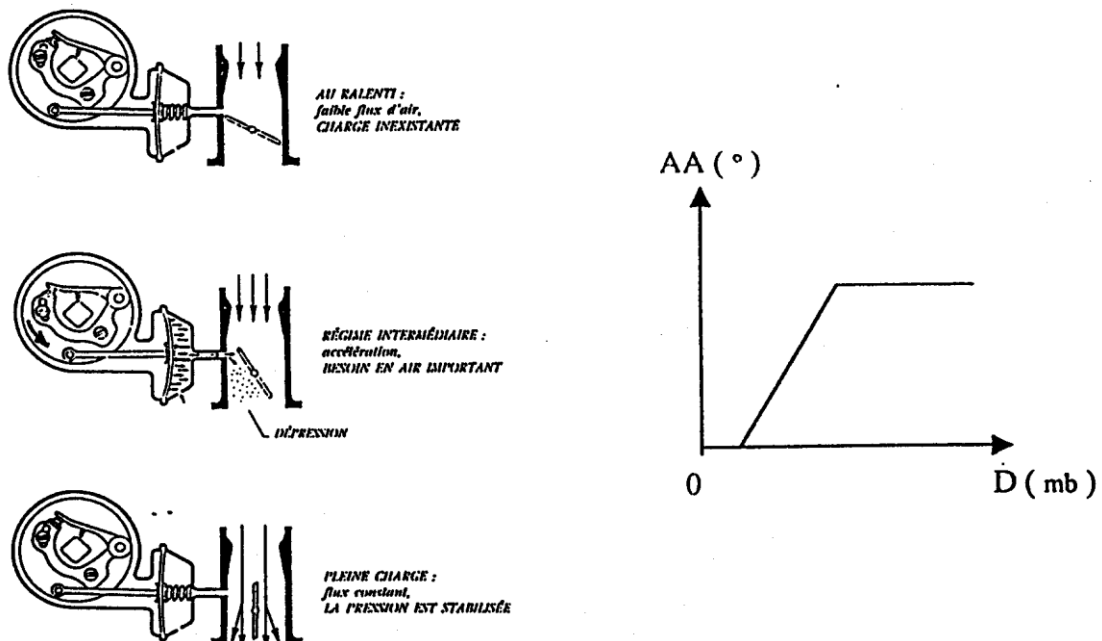


L'instant d'ouverture et de fermeture du circuit primaire est défini mécaniquement par le positionnement angulaire de l'ensemble rupteurs par rapport à la came, qui est liée au vilebrequin. Cette position initiale correspond à l'avance initiale (au ralenti) et dépend de l'orientation du corps d'allumeur sur le moteur : opération de calage de l'allumeur.

La variation du point d'avance à l'allumage en fonction de N moteur est obtenue par un système d'avance centrifuge qui va décaler la position angulaire de la came par rapport au vilebrequin en fonction de N moteur.



La variation du point d'avance en fonction de la charge est obtenue par un décalage de la position angulaire des rupteurs par rapport à la came en fonction de la pression tubulaire grâce à un système d'avance à dépression équipé d'une capsule à dépression.



Inconvénients de ce système d'allumage :

Usure des pièces mécaniques $\Rightarrow$ Déréglage de l'avance.

Coupage mécanique du circuit primaire $\Rightarrow$ arc électrique au moment de la coupure malgré un condensateur: tension secondaire limitée(coupure non franche), I_p maxi = 4 A (faible énergie BT), détérioration des contacts. **La commande mécanique du hacheur ne permet pas :**

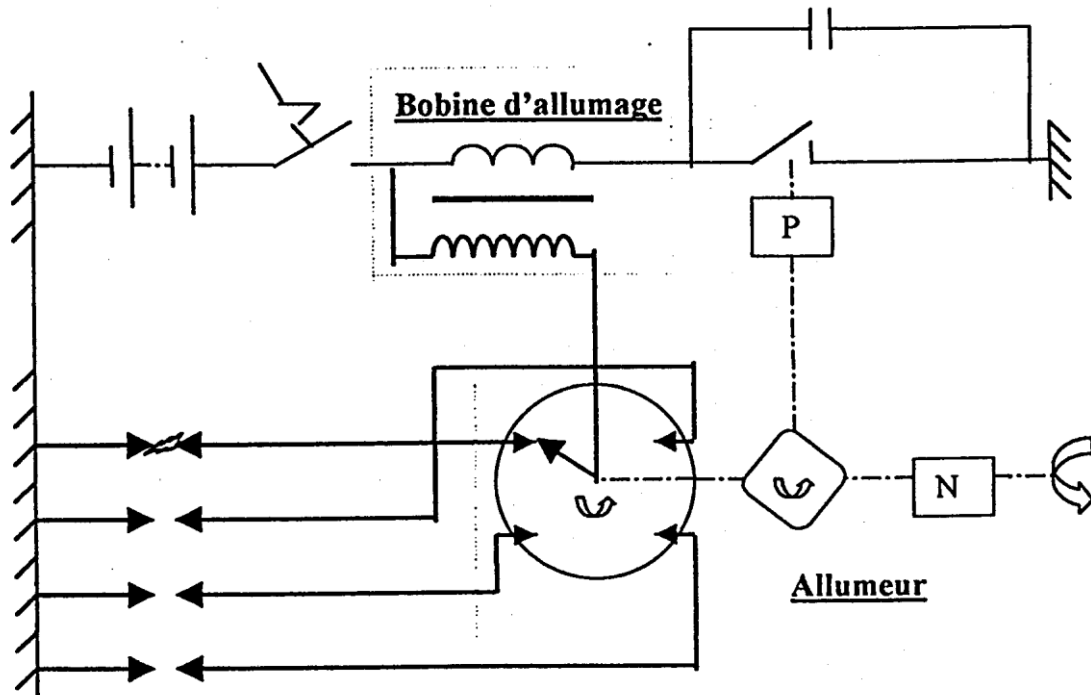
De gérer le niveau d'énergie (allumage médiocre à hauts régimes)

De tenir compte d'autres paramètres : cliquetis, T° moteur... pour l'AA

Le distributeur HT

Il est constitué de la tête d'allumeur et d'un doigt d'allumeur qui est entraîné par l'arbre d'entraînement de l'allumeur. Le doigt d'allumeur qui tourne distribue l'énergie électrique HT aux différents cylindres en fonction du branchement des fils de bougie.

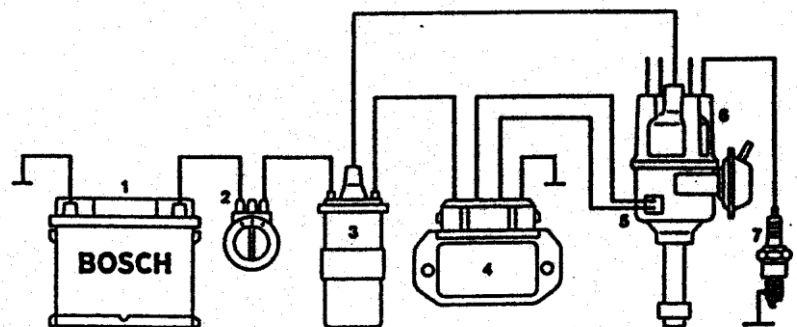
6.1.3 Schéma de principe du système



6.2 Système d'allumage transistorisé à générateur d'impulsions

6.2.1 Constitution du système

- 1) batterie
- 2) commutateur
- 3) bobine d'allumage
- 4) module d'allumage
- 5) générateur d'impulsion
- 6) distributeur HT
- 7) bougie d'allumage



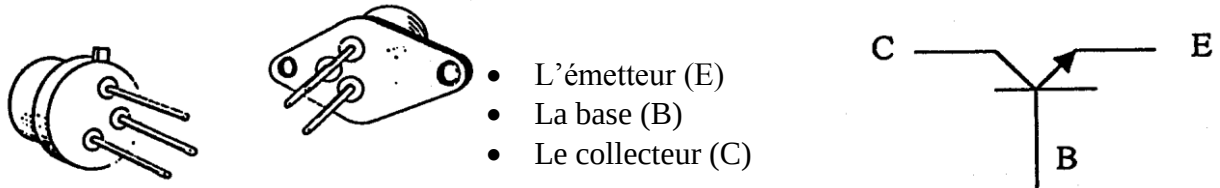
6.2.2 Fonctionnement du système

Le hacheur:

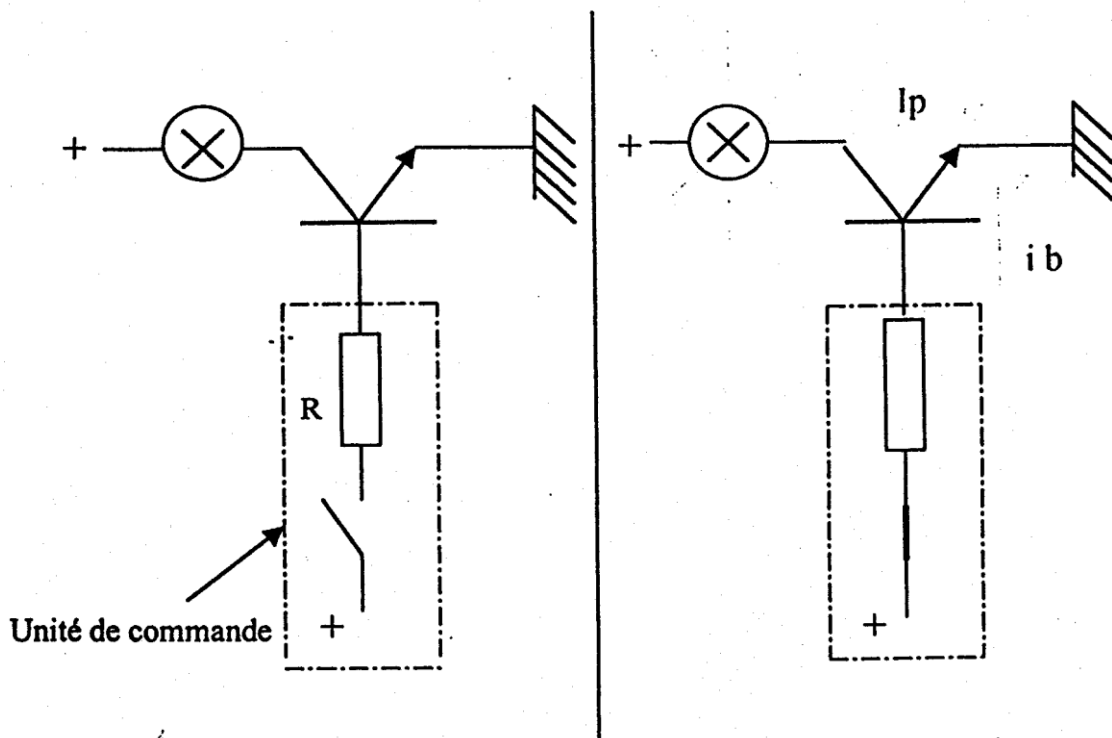
Le hacheur est logé dans le module d'allumage électronique. **C'est un interrupteur électronique appelé transistor.** Il est commandé par l'unité de commande électronique du module d'allumage.

Le transistor est un élément électronique qui possède 3 branches

Symbole du transistor NPN (base positive)



Fonctionnement du transistor : Le transistor permet de faire passer une intensité importante entre le collecteur et l'émetteur (I_p) dès que la base est alimentée par une faible intensité de commande (i_b). Dès que (i_b) cesse, (I_p) est interrompu.



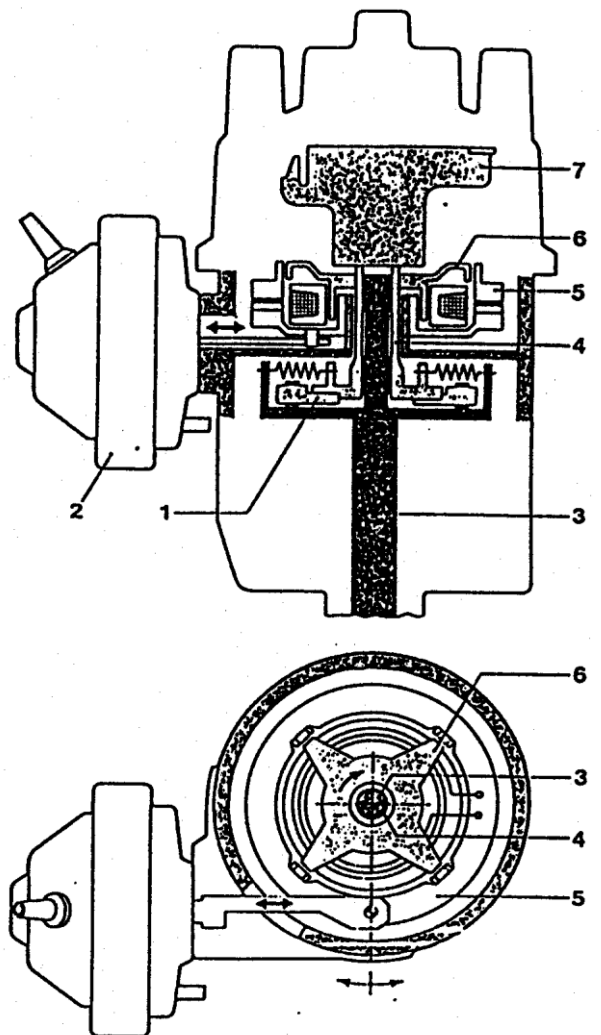
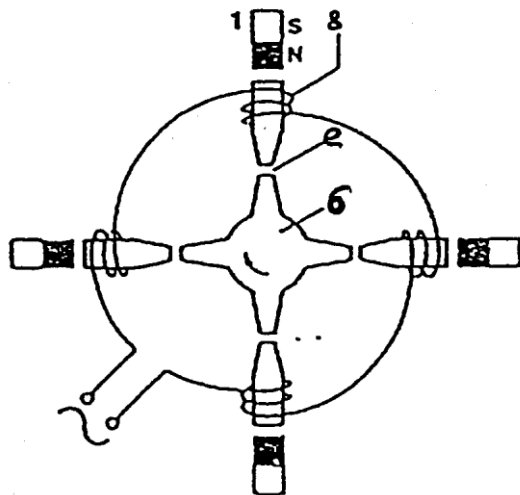
L'instant d'ouverture et de fermeture du circuit primaire est défini par l'unité de commande électronique du module d'allumage à partir du signal envoyé par le générateur d'impulsions.

Le générateur d'impulsion

Le générateur d'impulsion est logé dans l'allumeur. Il fournit les informations régime moteur et instant de déclenchement de l'étincelle, au module d'allumage.

Constitution :

- 1) système d'avance centrifuge
- 2) système d'avance à dépression
- 3) arbre d'entraînement de l'allumeur
- 4) arbre creux
- 5) disque polaire (stator)
- 6) rotor à griffes
- 7) doigt d'allumeur
- 8) enroulements (bobines)



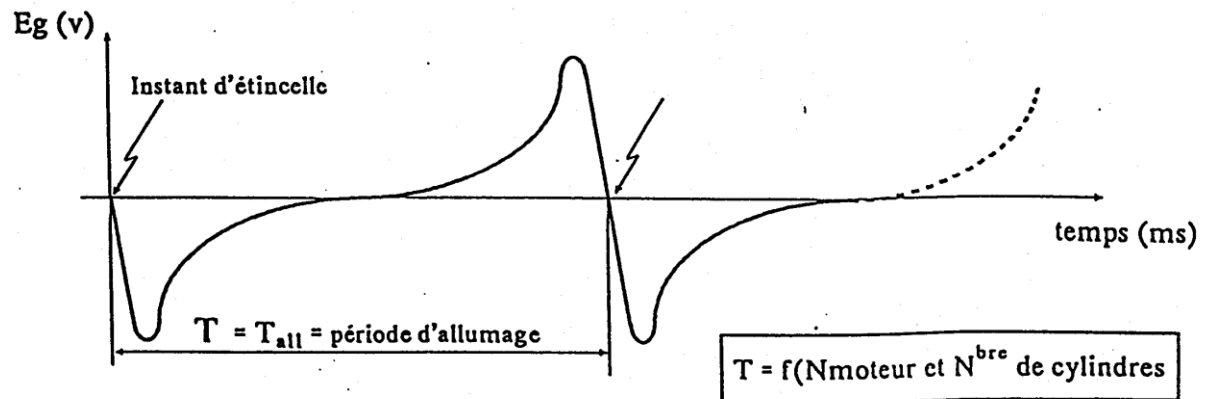
Fonctionnement :

Le stator et le rotor comportent autant de griffes qu'il y a de cylindres.

Le rotor à griffes (6) est entraîné en rotation par l'arbre de l'allumeur. Cette rotation provoque la variation d'entrefer entre le rotor et le disque polaire (stator) et donc une variation de flux magnétique dans les enroulements (8) fixés sur le disque polaire. Cette variation de flux produit dans les enroulements une tension induite E_g variable.

Quand les griffes du stator et du rotor sont face à face, la tension E_g est nulle (flux magnétique maximal, variation de flux nulle). Ce point de tension nulle est le point de référence correspondant à l'instant d'étincelle.

Forme du signal du générateur d'impulsions :



L'allumage transistorisé à générateur d'impulsion conserve les systèmes de correction mécaniques de l'avance à l'allumage :

- le système d'avance centrifuge décale la position angulaire du rotor par rapport au vilebrequin
- le système d'avance à dépression décale la position angulaire du stator par rapport au rotor.

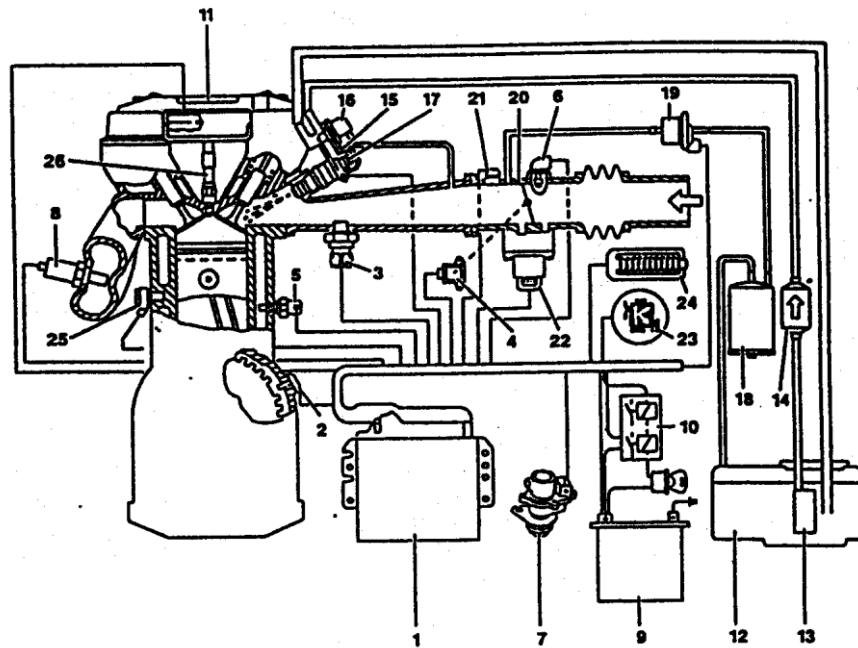
Avantage de ce système d'allumage

- **Coupage électronique du circuit primaire:**
 - Coupure plus franche $\Rightarrow$ tension secondaire élevée
 - I_p plus élevé $\Rightarrow$ W calorifique plus importante.
- **Contraintes mécaniques au niveau des rupteurs supprimées :**
 - moins de dérèglement de l'avance $\Rightarrow$ moins d'entretien.
- **Commande électronique du hacheur:**
 - gestion du niveau d'énergie de la bobine « système d'allumage à énergie constante »

Inconvénients du système :

- **Conservation de systèmes mécaniques :**
 - Système de commande centrifuge, système de commande à dépression et distributeur HT
- **Nombre de paramètres limités pour l'AA :**
 - T^o moteur, cliquetis...non pris en compte

Exemple: Système d'allumage du Système BOSCH MOTRONIC MP 5.1.1.



Eléments du système:

- Calculateur injection allumage (1)
- Bobine d'allumage jumo-statique (11)
- Bougies (26)

Informations prises en compte pour la., gestion de l'allumage

- Capteur régime position moteur (2)
- Capteur pression (3)
- Sonde T° air (6)
- Potentiomètre papillon (4)
- Capteur T° eau (5)
- Capteur cliquetis (25)
- Capteur vitesse véhicule (7)
- U batterie

6.3.2 Fonctionnement du système:

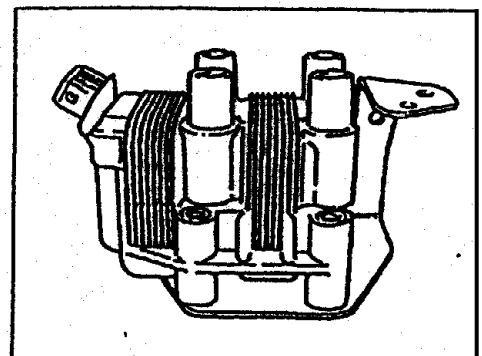
Bobine d'allumage jumo-statique:

Le distributeur HT est un système mécanique qui s'use.
L'allumage statique supprime le distributeur HT.

Dans cette bobine d'allumage jumo-statique il y a
2 bobinages primaires et 2 bobinages secondaires.

Chaque extrémité d'un bobinage secondaire est liée
à une bougie donc il y a une bobine pour 2 cylindres:

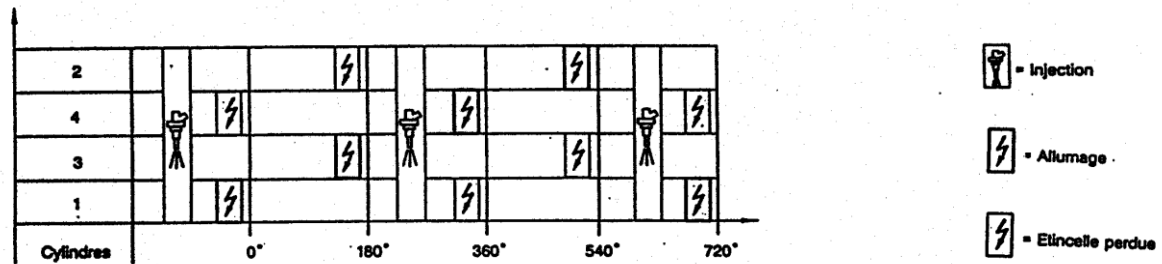
- une pour le cylindre 1 et 4
- une pour le cylindre 2 et 3



Bobine d'un allumage statique 4 cylindres

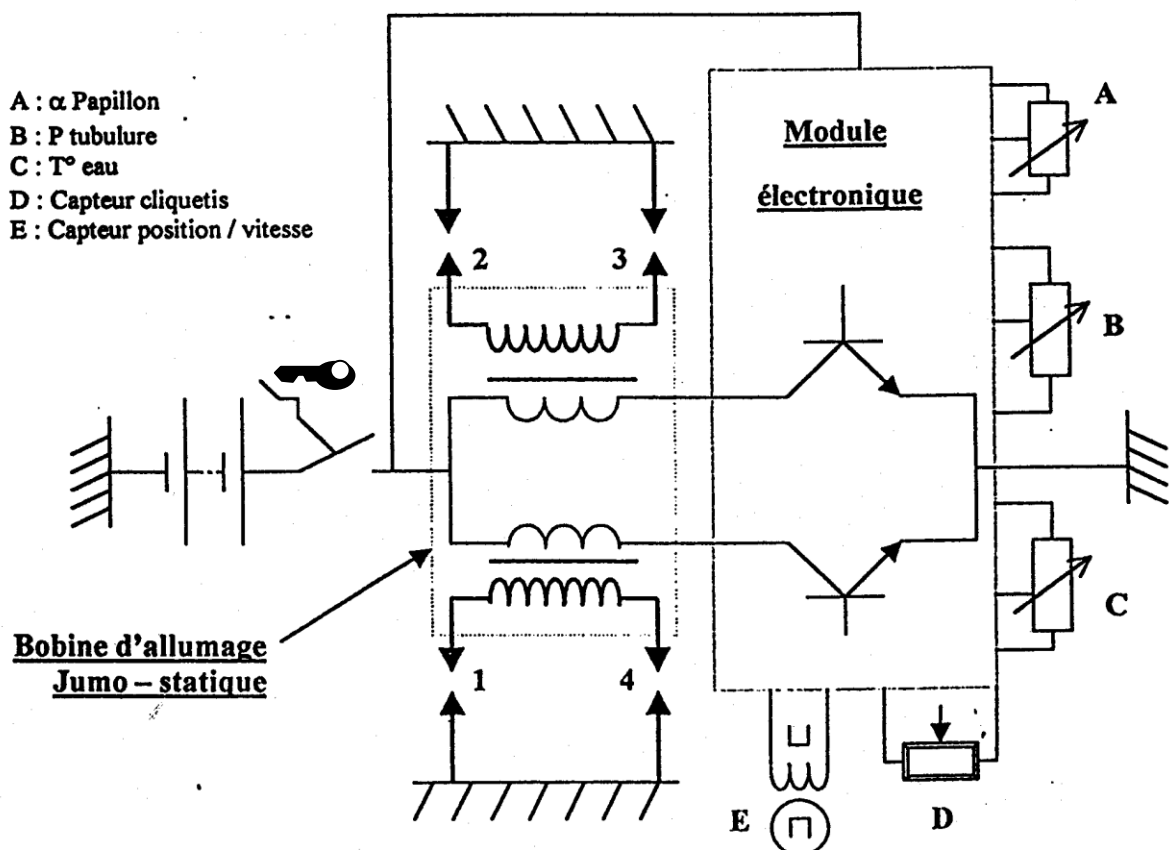
Le hacheur est logé dans le calculateur d'allumage. Il s'agit de 2 transistors qui commandent alternativement les circuits primaires de la bobine d'allumage statique (voir schéma de principe ci dessous). Ces 2 transistors sont commandés par un module électronique intégré dans le calculateur d'allumage.

Le déclenchement de l'allumage a lieu alternativement tous les demi-tours moteur sur une paire de cylindres (1 & 4 ou 2 & 3), en respectant l'ordre d'allumage (ex : 1.3.4.2). Il y a donc une étincelle effective fin compression sur un cylindre (ex cyl 1) et une étincelle « perdue » fin échappement sur 1 'autre cylindre (ex: cyl 4).



Le module électronique gère le niveau d'énergie délivrée ainsi que l'instant d'allumage sur le cylindre donné en fonction des informations des différents capteurs (paramètres moteurs) et des cartographies programmées qu'il a en mémoire.

6.3.3 Schéma de principe



7 Tableau récapitulatif

	système d'allumage classique	Système transistorisé à générateur d'impulsions	Système électronique intégral
Type de Hacheur	Mécanique: Rupteurs	Electronique: Transistor	Electronique : Transistor
Unité de commande du hacheur (méca / électronique)	Mécanique	Electronique et Mécanique	Electronique
Eléments constitutants l'unité de commande	Came Système d'avance Centrifuge (1) Système d'avance à dépression (2)	Module d'allumage Générateur d'impulsions Systèmes (1 & 2)	Calculateur d'allumage(et d'injection) Capteurs
Distribution H T	Oui : distributeur HT	Oui distributeur HT	Oui ou non selon les Systèmes (statique)
Instant de déclenchement de l'étincelle	A l'ouverture des rupteurs	Dès que le transistor n'est plus passant	Dès que le transistor n'est plus passant
Possibilité de gestion de 1 l'énergie emmagasinée dans la bobine : % de Dwell variable (oui / non)	Non	Oui	Oui
Asservissement au cliquetis	Non	Non	Oui
Info position moteur	Liaison mécanique de la came par rapport au vilebrequin	Liaison mécanique du rotor du géné avec le vilebrequin	Capteur position et vitesse moteur
Variation de L'AA en fonction de N	Variation de la position angulaire de la came (Syst centrifuge)	Variation de la position angulaire du rotor (Syst. centrifuge)	Capteur position et vitesse moteur
Variation de L'AA en fonction de la charge	Variation de la position angulaire des rupteurs (Syst. à dépression	Variation de la position angulaire du stator (Syst. à dépression	Capteur pression tubulure ou capsule à dépression
Calage initial de L'AA (oui / non)	Oui	Oui	Non
Comment	Orientation initiale du corps de l'allumeur	Orientation initiale du corps de l'allumeur	

CORRECTION DES APPLICATIONS :

Application p7 :

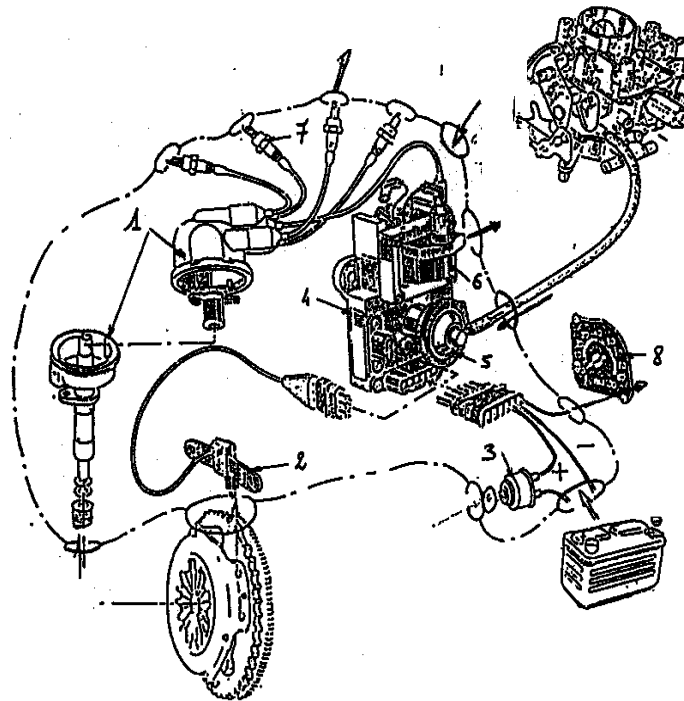
En considérant que l'avance à l'allumage est figée, calculer la nouvelle position du vilebrequin correspondant à 50% des gaz brûlés à 6000 tr/mn sachant que:

- 50% des gaz sont brûlés lorsque la combustion est débutée depuis 0.8ms
- $\Delta t = 0.5 \text{ ms}$

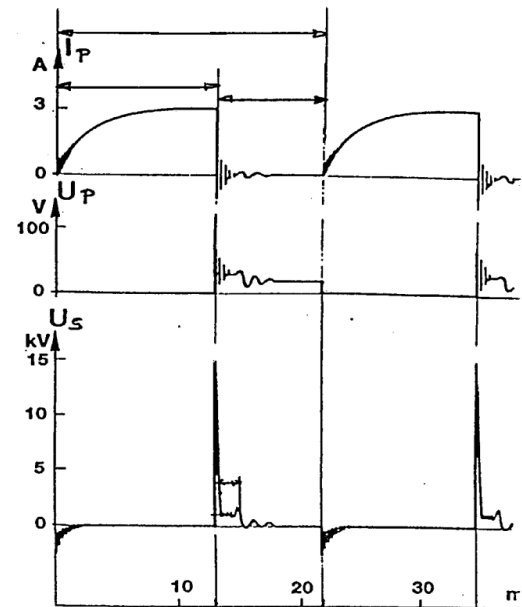
sol : $N = 6000 \text{ tr/mn} \Leftrightarrow (\alpha = 36^\circ/\text{ms})$
 $\alpha (50\%) = 1,3 \times 36 - 13 = 33,8^\circ \text{ après le PMH}$

Application p9 :

Etude des flux échangés:



Application p14 :



$$\%Dwell = \frac{T_c}{T_{cy}} \times 100$$

$$\%Dwell = \frac{13}{22} \times 100 = 59\%$$