

1

Sistemes d'encesa



1. Introducció als sistemes d'encesa
2. Desenvolupament de la combustió de la mescla
3. Condicions necessàries per a la ignició de la mescla
4. Bugies
5. Bobina d'encesa
6. Anàlisi del procés de generació de la guspira
7. Control de la bobina
8. Altres components del sistema d'encesa
9. Regulació de l'avanç d'encesa

PRÀCTICA PROFESSIONAL RESOLTA

Identificació d'enceses convencionals i transistoritzades sobre el motor i maneig d'esquemes elèctrics

REPTE PROFESSIONAL

Determinació de l'ordre d'encesa en un motor i interpretació d'esquemes d'encesa

ORGANITZO LES MEVES IDEES

1

Sistemes d'encesa

2. Desenvolupament de la combustió de la mescla

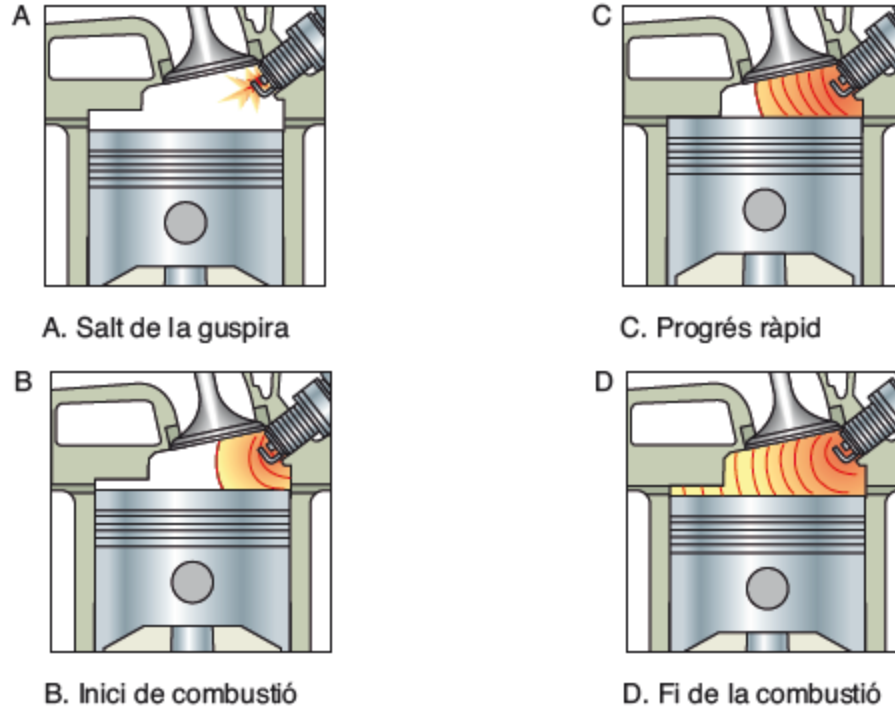


Figura 1.1.
Desenvolupament de la combustió normal.

1

Sistemes d'encesa

2. Desenvolupament de la combustió de la mescla

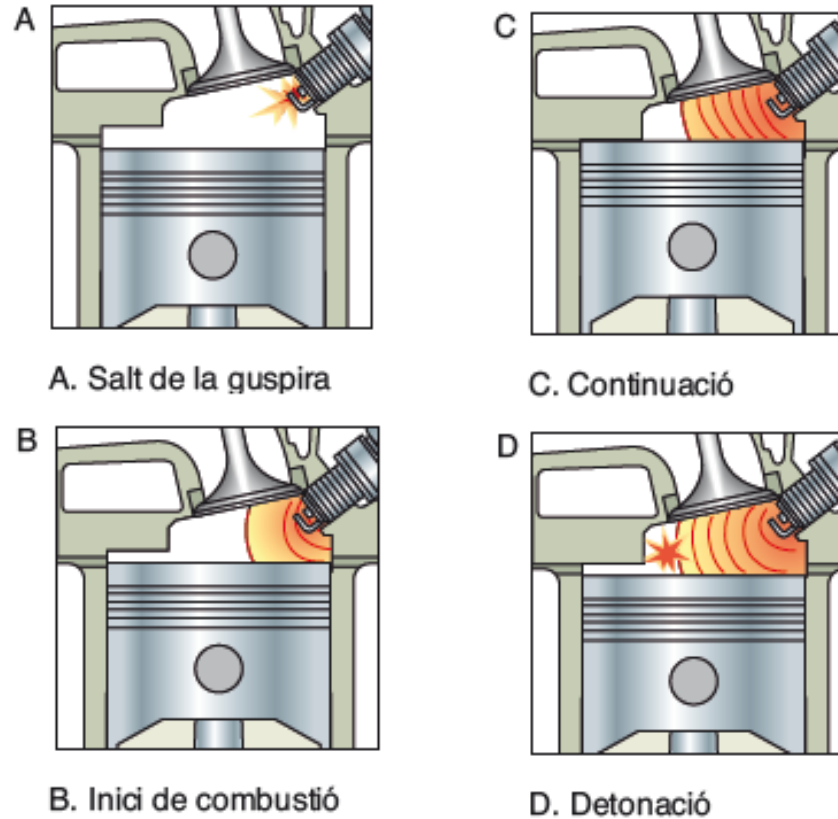
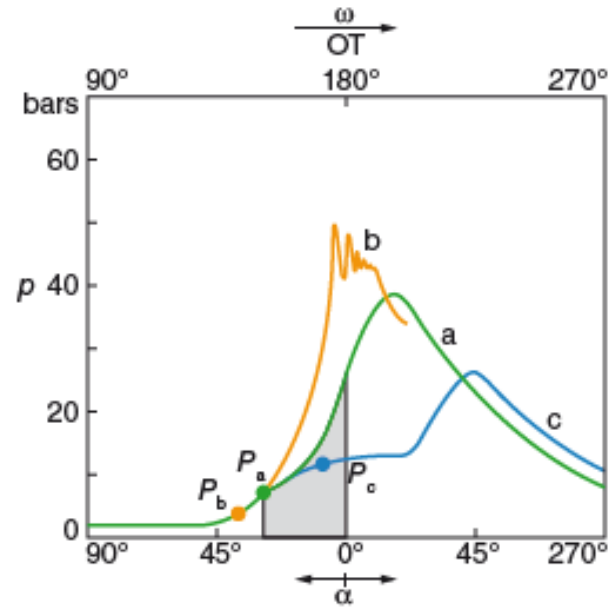
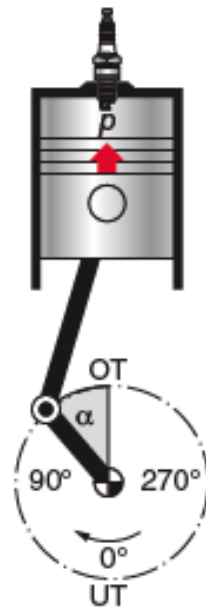


Figura 1.2.
Desenvolupament d'una combustió detonant.

1

Sistemes d'encesa

2. Desenvolupament de la combustió de la mescla



- a: Punt d'encesa correcta.
- b: Punt d'encesa avançada.
- c: Punt d'encesa retardada.

Figura 1.3.

Influència del punt d'encesa en el tipus de combustió i el rendiment del motor. Evolució de la pressió al cilindre durant una combustió normal (a), detonant (b) i combustió no centrada deguda a encesa retardada (c).

1

Sistemes d'encesa

2. Desenvolupament de la combustió de la mescla



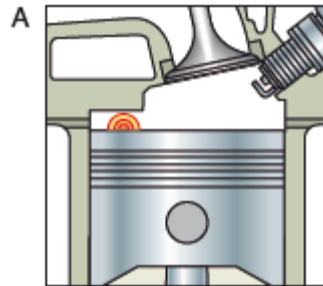
Figura 1.4.

Danys a la junta de culata i al cap del pistó causats per detonació.

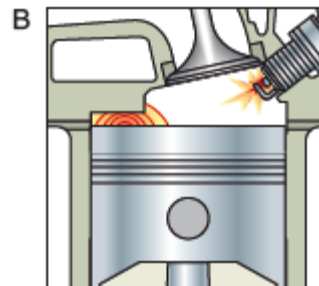
1

Sistemes d'encesa

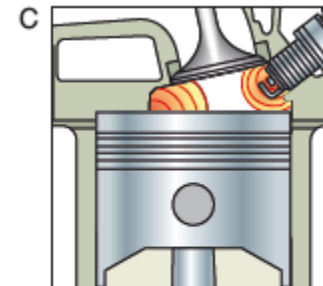
2. Desenvolupament de la combustió de la mescla



A. Es produeix la inflamació d'una partícula calenta



B. Salta normalment la guspira



C. S'inflama la resta de la mescla

Figura 1.5.
Autoencesa.

1

Sistemes d'encesa

3. Condicions necessàries per a la ignició de la mescla

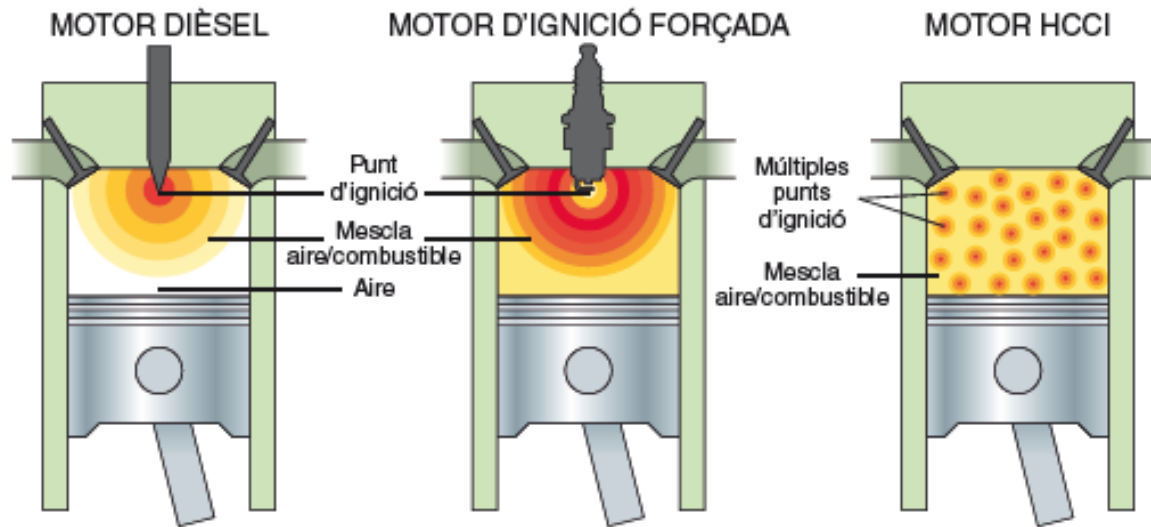


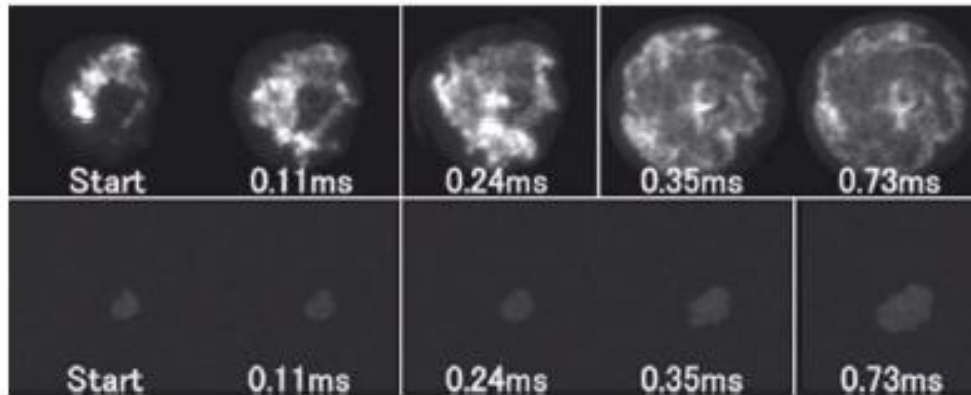
Figura 1.6.

En motors HCCI (mescla homogènia i encesa per compressió) i d'ignició forçada, l'aire i el combustible es mesclen abans de la combustió, la qual cosa evita l'emissió de partícules del dièsel. Únicament els motors HCCI tenen múltiples punts de combustió en tota la cambra. Això, a més de la seva combustió pobre, manté la temperatura baixa, evitant la formació d'òxids de nitrogen

1

Sistemes d'encesa

3. Condicions necessàries per a la ignició de la mescla



La combustió es completa en un breu període de temps.

En la mateixa seqüència, la flama encara es manté prop de la bugia.

Comparació del procés de combustió fotograma a fotograma (a dalt, HCCI; a baix, combustió convencional).

Figura 1.7.

Procés de combustió en motors HCCI, comparat amb el procés convencional per salt de guspira.



Figura 1.8.
Bugia.

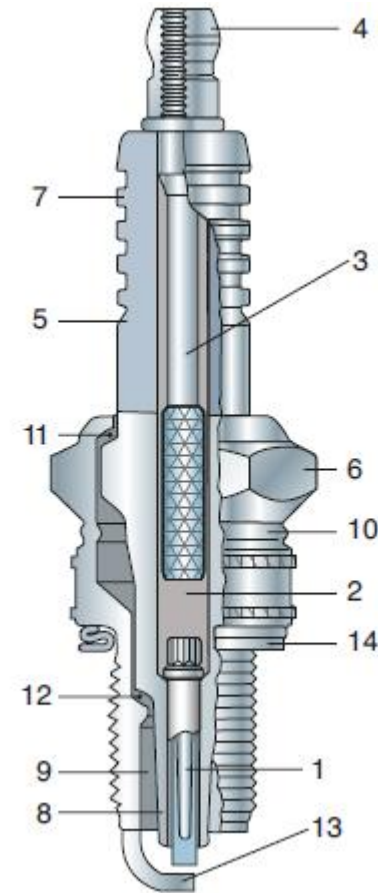
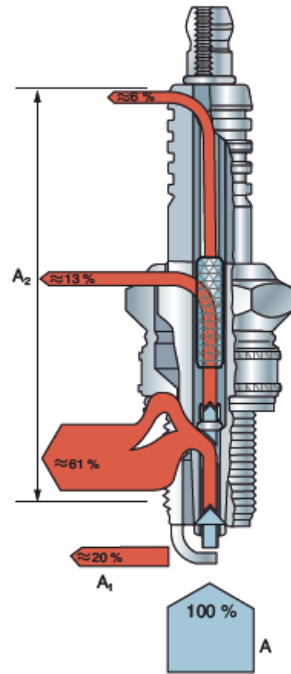


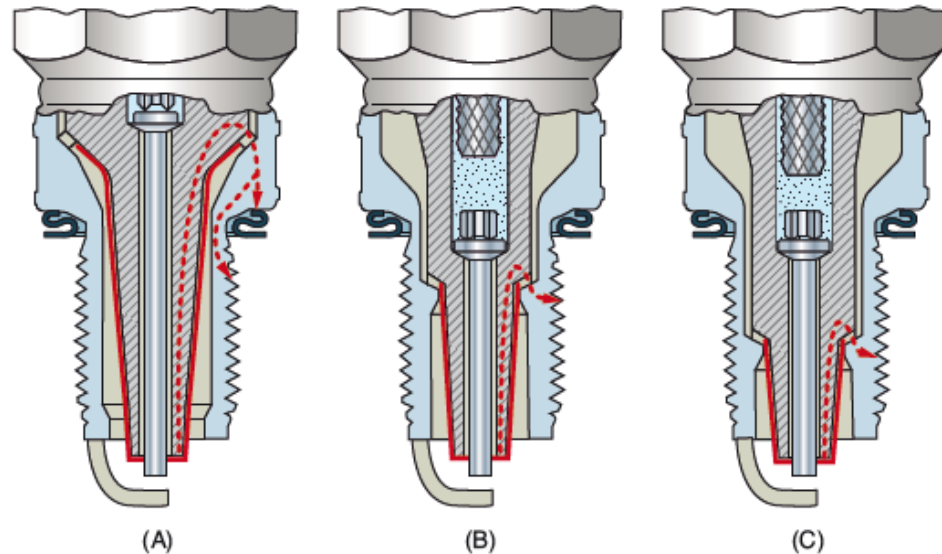
Figura 1.9.
Parts de la bugia.



- A. Absorció de calor de la cambra de combustió
 A₁. Calor cedida als gasos frescos de l'admissió
 A₂. Calor cedida a la culata a través del cos metàl·lic de la bugia

Figura 1.10.

Evacuació de la calor en una bugia.



- Superfície absorbent de calor
 - - - Via de conducció de calor

Figura 1.11.

Peu de l'aïllador de la bugia. Bugies de grau tèrmic baix (A), mitjà (B) i alt (C).

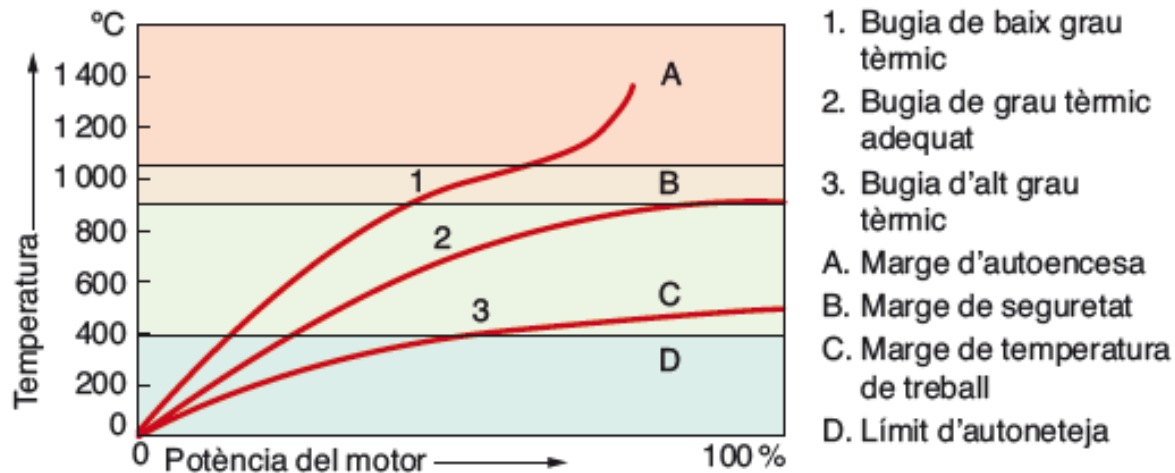
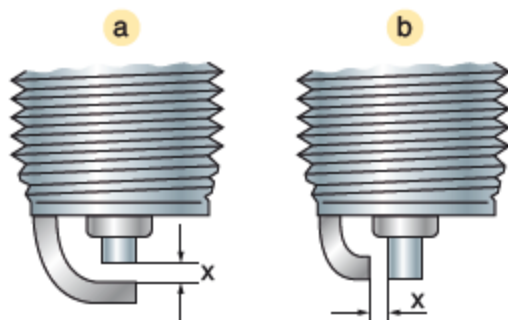


Figura 1.12.

Comparació de la temperatura de treball en funció de la càrrega de bugies de diferent grau tèrmic muntades en un mateix motor.



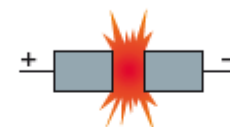
- x. Separació d'elèctrodes
 a. En elèctrode central
 b. En elèctrode lateral

Figura 1.13.

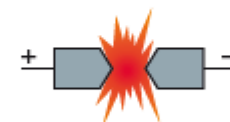
Distància entre elèctrodes.



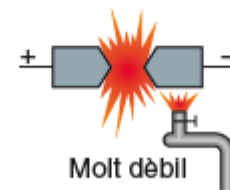
Força



Mitjana



Dèbil



Molt dèbil

Els electrons escapen més fàcilment d'una punta calenta cap a una de freda.

Figura 1.14.

Influència del desgast, la forma, la temperatura i la polaritat dels elèctrodes en la tensió necessària d'encesa.

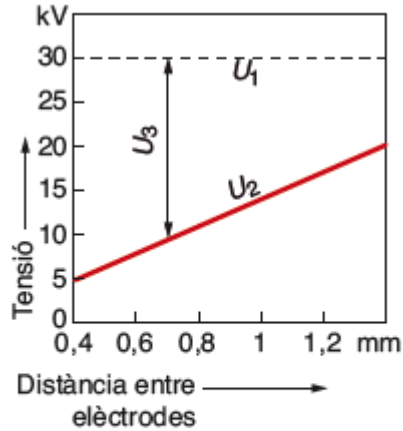


Figura 1.15.

Influència de la separació dels elèctrodes en la tensió necessària per al salt de guspira a l'interior del motor.

- U_1 . Tensió d'encesa disponible
- U_2 . Tensió d'encesa necessària
- U_3 . Reserva de tensió d'encesa (disminueix en desgastar-se els elèctrodes)



Figura 1.16.

Longitud de guspira a l'aire.

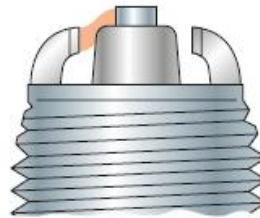


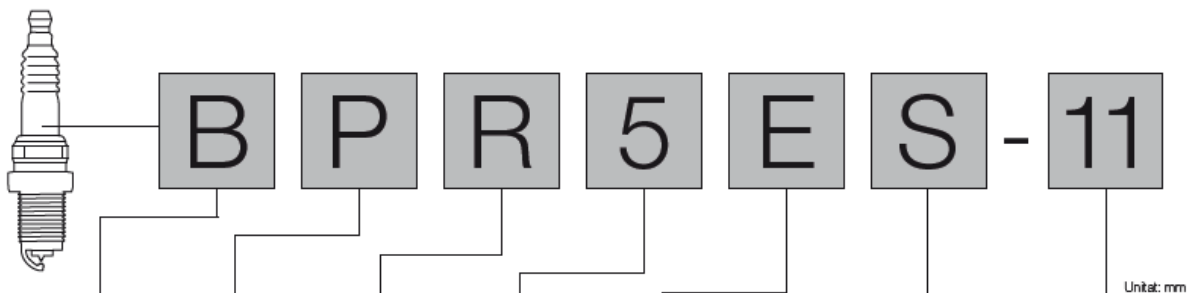
Figura 1.17.

Longitud de guspira lliscant.



Figura 1.18.

Bugia amb elèctrodes múltiples.






B		P		R		5		E		S		-11				
	Diàmetre de la rosca	Mida de l'hexàgon	Estructura		Construcció / Característiques		Grau tèrmic		Longitud de la rosca		Característiques constructives		Gauge (mm), fitxa: Gauge corresponent			
A	∅ 18,0	Hex 25,4	P	Tipus aïllador projectat	R	Tipus resistència	2		E	19,0	B	Femella terminal SAE fixa (CR8EB)		buit	Motocicleta: 0,7 - 0,8 mm Automòbil: 0,8 - 0,9 mm	
B	∅ 14,0	Hex 20,8					Z		Tipus resistència inductiva	4		EF	17,5			CM
BC	∅ 14,0	Hex 16,0	M	Tipus compacte (Bantam)	Z	Tipus resistència inductiva	5		EH	Mida rosca, Total: 19,0 mm, Rosca I: 12,7 mm		CS	Elèctrode de massa inclinat		-8	0,8
BK	∅ 14,0	Hex 16,0					U			Tipus descàrrega superficial o semisuperficial	6		H	12,7	G,GV	Bugia de competició
C	∅ 10,0	Hex 16,0	7	L	11,2	I			Elèctrode central d'iridi		-10	1,0				
D	∅ 12,0	Hex 16,0	8	DX	Elèctrode d'iridi IX		-11		1,1							
DC	∅ 12,0	Hex 16,0	9		J	2 elèctrodes de massa prominents			-13	1,3						
E	∅ 8,0	Hex 13,0	10	K		2 elèctrodes de massa			-15	1,5						
* Excepció B(P)M-A,Y : ∅ 14,0, Hex 19,0 P(P)-[E]F : ∅ 14,0, Hex 16,0 CM-6 : ∅ 10,0, Hex 14,0		BC: Altura JIS estàndard antiga La longitud des de de l'assentament a la part superior del terminal és de 53,0 mm. BK: Altura estàndard ISO/JIS La longitud des de de l'assentament a la part superior del terminal és de 50,5 mm.			Assentament cònic A(P)F : 10,9 B(P)F : 11,2 BM(P)F : 7,8		Bugia de tipus petit B(P)M : 9,5 B-LM : 9,5 CM : 9,5 CM-6 : 8,6 C-50 : 8,5		N		Elèctrode especial de massa		-S	Junta especial		
				P		Elèctrode de platí Un sol elèctrode de massa: doble platí Diversos elèctrodes de massa: platí senzill a l'elèctrode central			-E		Resistència especial		DX-P	Bugia litium MAX		
				Q		4 elèctrodes de massa		-S		Gamma de bugies LaserLine per a motors de gas		LPQ 1-8				
				S		Tipus estàndard										
				T		3 elèctrodes de massa										
				U		Tipus descàrrega semisuperficial										
				Y		Elèctrode central amb ranurat en V										
				Z		Fabricació especial										

Figura 1.19.

Interpretació del codi d'una bugia NGK (font: NGK).



Comparació dels sistemes d'encesa TSZ i HKZ en el seu principi funcional

-  Ruptor electrònic de circuit amb connexió de comandament S
-  Acumulador d'energia
-  Transformador

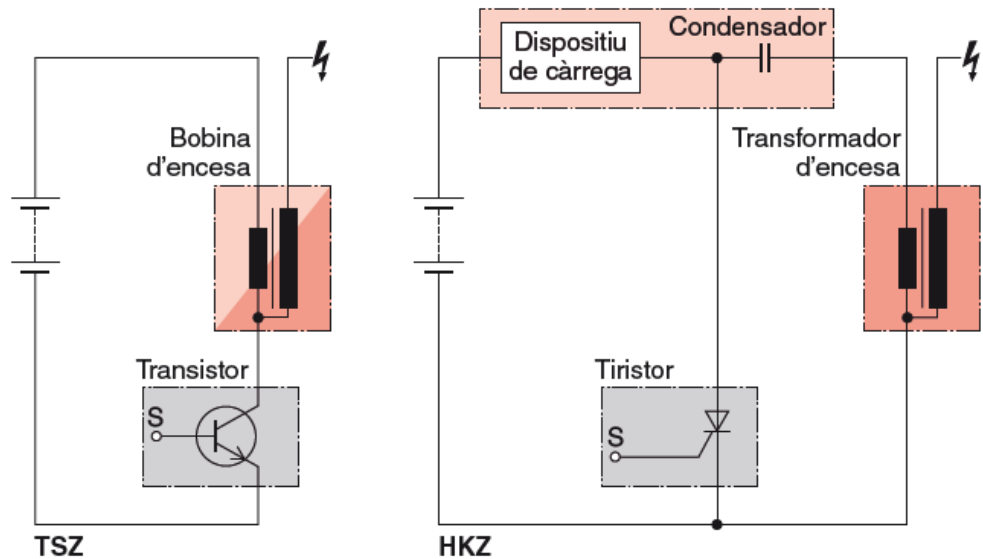


Figura 1.20.

Tècniques per generar el pols necessari per a la transformació de tensió. Encesa inductiva TSZ i de descàrrega per condensador HKZ.

1

Sistemas d'encesa

5. Bobina d'encesa

5.1. Principis de funcionament de les bobines d'encesa

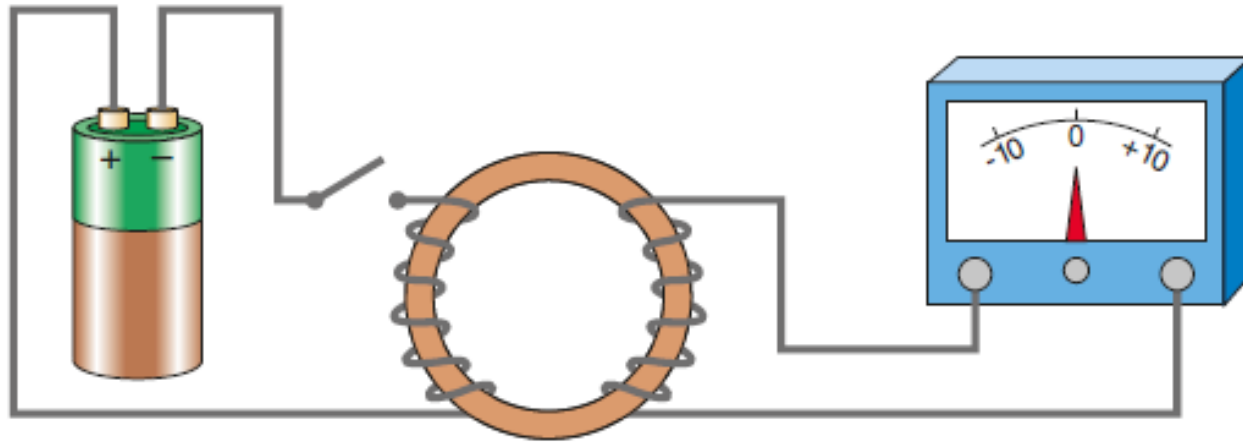


Figura 1.21.
Experiment de Henry-Faraday.

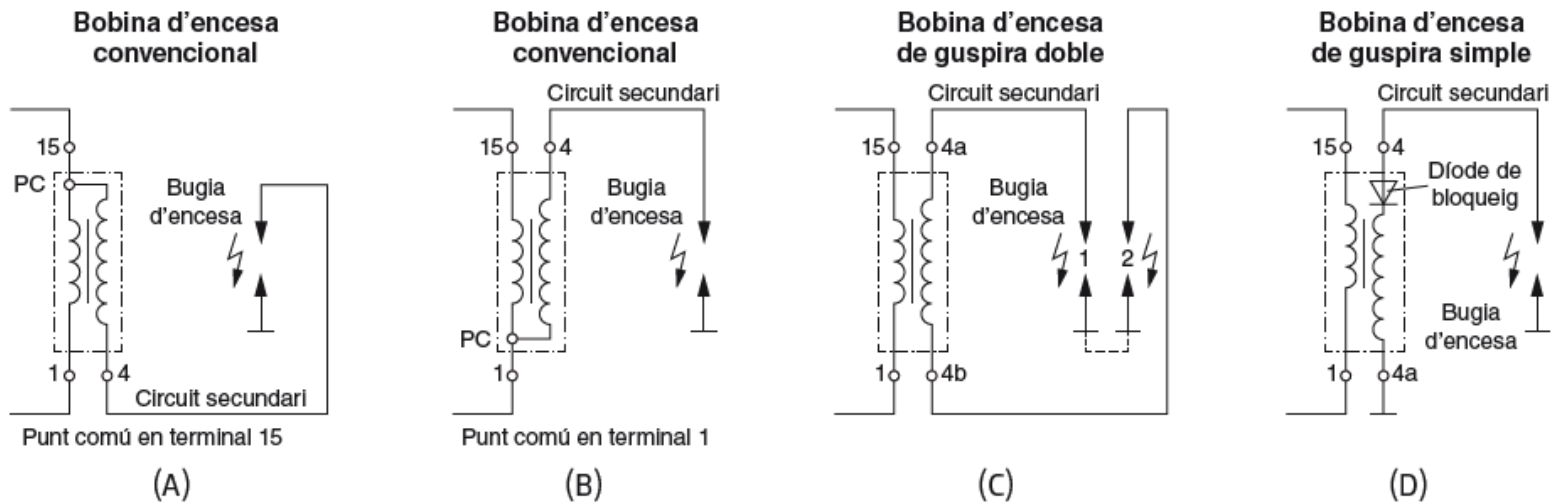


Figura 1.22.

Tipus de connexió interna a les bobines d'encesa. Nomenclatura de borns: 15 positiu de contacte, 1 connexió al ruptor o a l'etapa de potència de l'encesa, 4, 4a i 4b terminals de secundari.

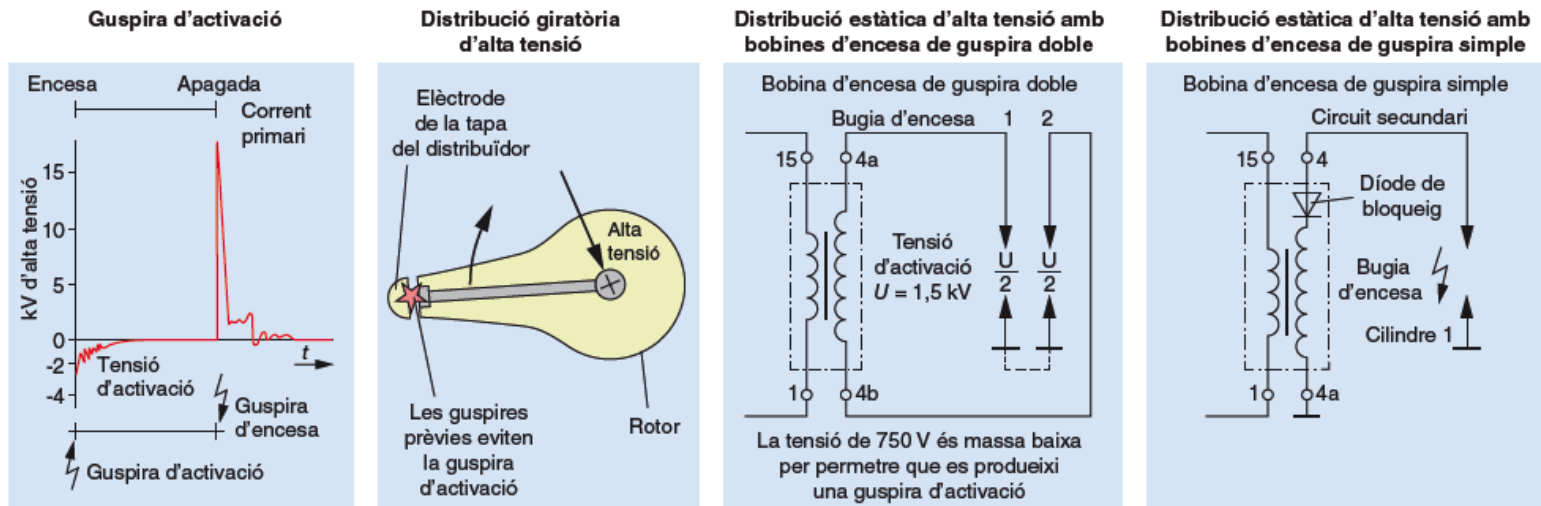


Figura 1.23.

Anul·lació de la guspira d'activació en els diferents tipus d'enceses.

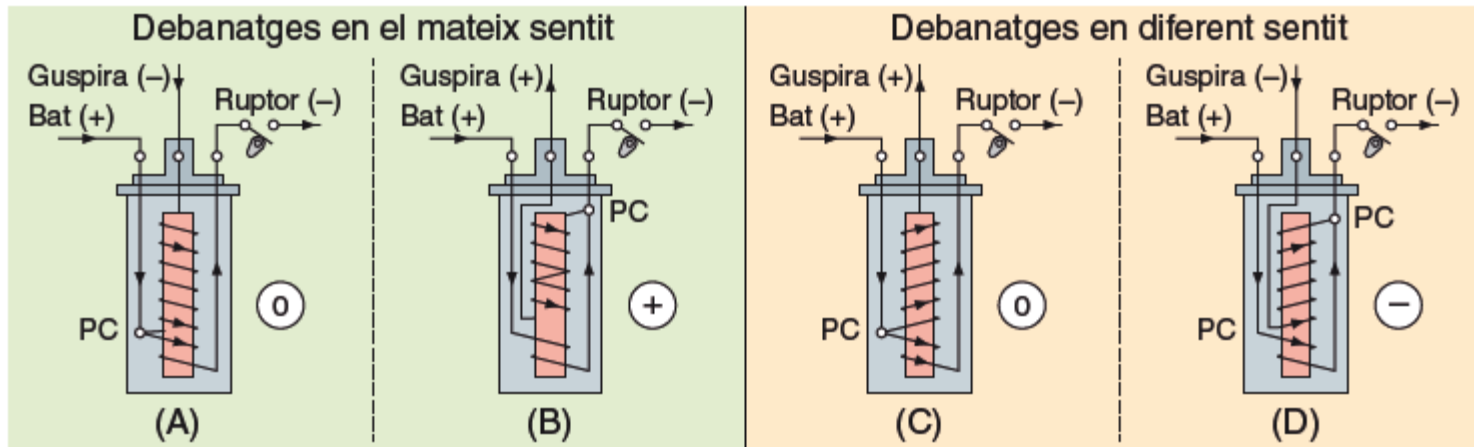


Figura 1.24.

Polaritat de la guspira i additivitat de tensions de primari i secundari en una bobina convencional segons el sentit dels enrotllaments i l'elecció del punt comú de connexió (0 no afecta, + se sumen, - es resten).

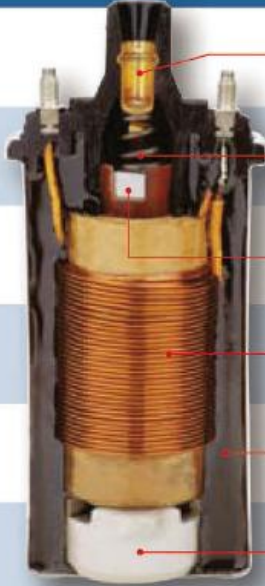
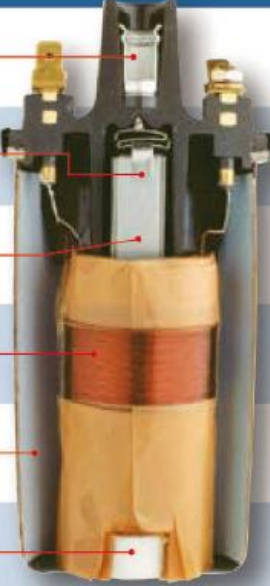
Bosch	X	Altres amb oli
	Connector	
	Ressort	
	Nucli	
	Bobinatges	
	Aïllant principal	
	Aïllant inferior	

Figura 1.25.

Parts d'una bobina convencional. Comparativa entre una bobina amb resina asfàltica (actual) i una amb oli (antiga) (font: Bosch).

1

Sistemes d'encesa

5. Bobina d'encesa

5.3. Aspectes constructius



Figura 1.26.

Les bobines plàstiques posseeixen diferents formes i configuracions, depenent de cada aplicació (font: Bosch).

1

Sistemes d'encesa

6. Anàlisi del procés de generació de guspira

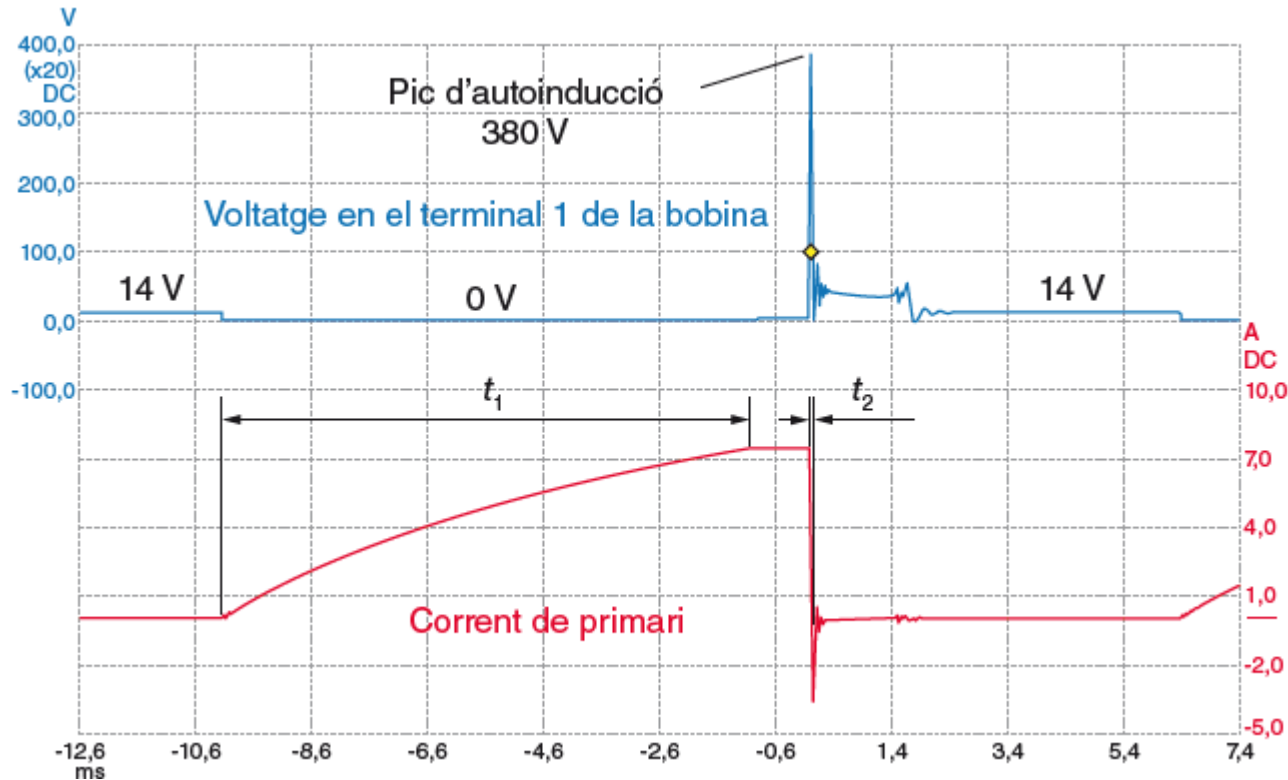


Figura 1.27.

Efectes de l'autoinducció en el circuit primari: t_1 , temps de càrrega alentit per l'autoinducció; t_2 , temps de descàrrega ràpida, l'autoinducció es manifesta en un pic de tensió en el terminal 1 de la bobina que arriba als 380 V en el moment de la desconexió.

1

Sistemes d'encesa

6. Anàlisi del procés de generació de guspira

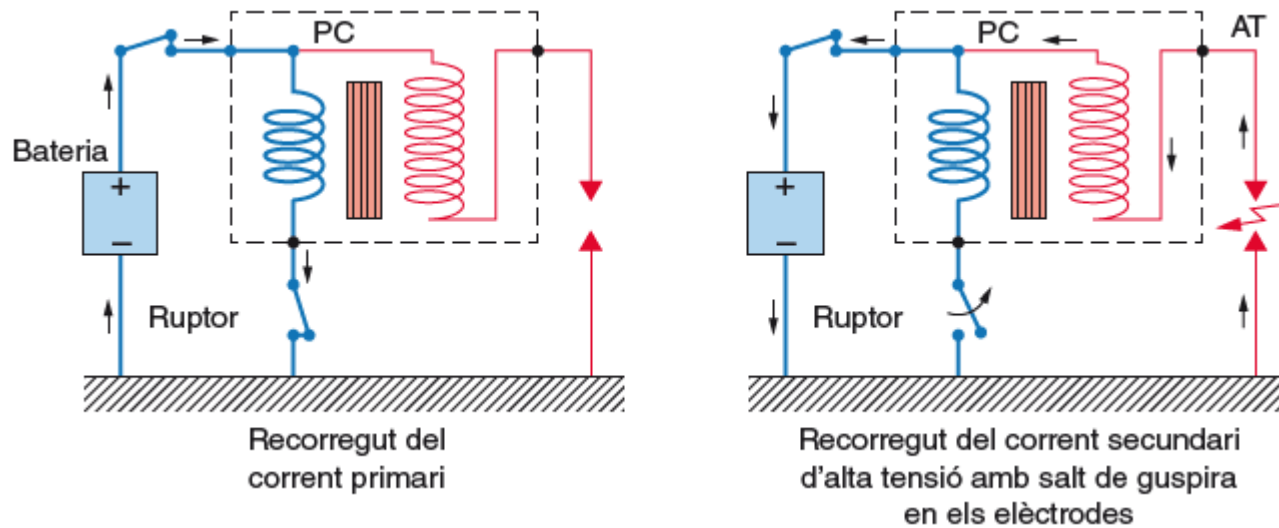
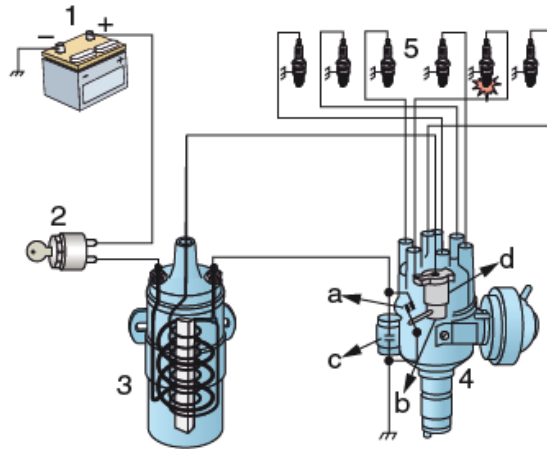


Figura 1.28.

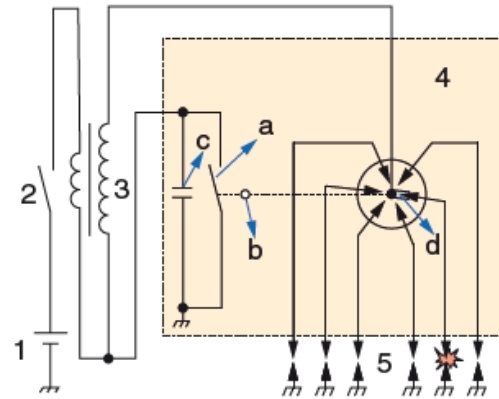
Circulació del corrent en els debanatges primari i secundari de la bobina.

1

Sistemas d'encesa 7. Control de la bobina



A. Connexió dels diferents elements
en un motor de 6 cilindres



B. Esquema elèctric

1. Bateria
2. Clau de contacte
3. Bobina d'encesa
4. Distribuïdor
 - a. Ruptor
 - b. Lleva
 - c. Condensador
 - d. Pipa o rotor
5. Bugies

Figura 1.29.

Elements i esquema elèctric d'una encesa convencional.

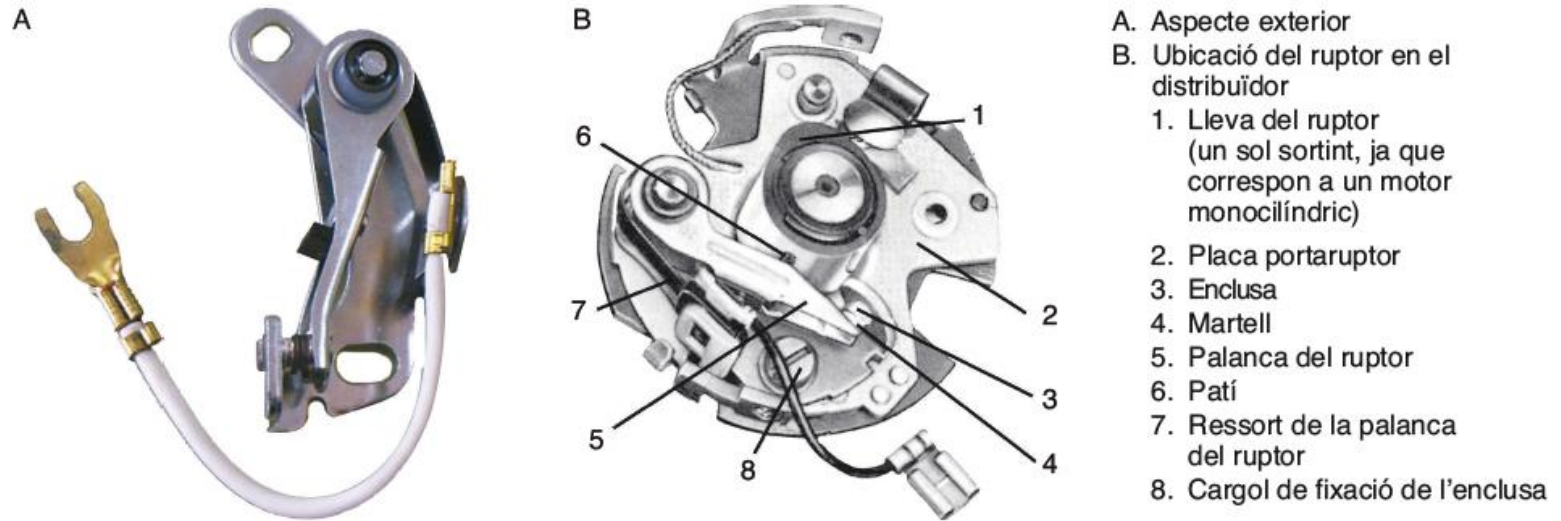
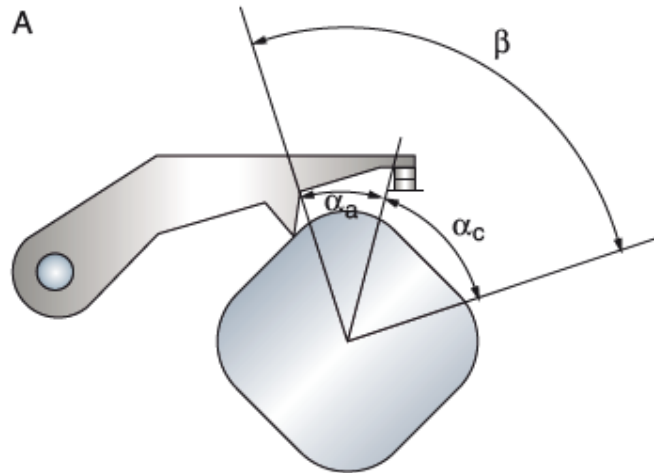


Figura 1.30.
Ruptor.



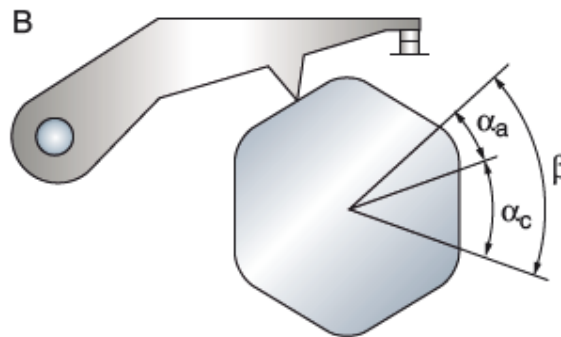
A. Angle de gir d'una lleva quadrada
(motor de quatre cilindres)

α_c : angle de tancament (57°)

α_a : angle d'obertura (33°)

β : angle disponible (90°)*

$$\text{Dwell} = \frac{\alpha_c}{\beta} = \frac{57^\circ}{90^\circ} = 0,63 \rightarrow 63\%$$



B. Angle de gir d'una lleva hexagonal
(motor de sis cilindres)

α_c : angle de tancament (38°)

α_a : angle d'obertura (22°)

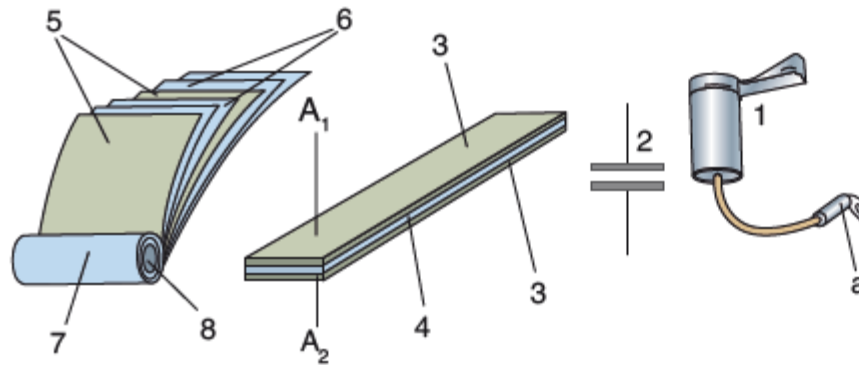
β : angle disponible (60°)*

$$\text{Dwell} = \frac{\alpha_c}{\beta} = \frac{38^\circ}{60^\circ} = 0,63 \rightarrow 63\%$$

*Són graus de gir del distribuïdor
(no confondre amb graus
de cigonyal)

Figura 1.31.

Distribució dels angles de tancament i obertura en el perfil de la lleva d'accionament del ruptor.



- A_1, A_2 . Connexió elèctrica
 a. Bòrn (+)
1. Aspecte exterior
 2. Símbol de connexió
 3. Plaques conductores
 4. Capa aïllant
 5. Làmines metàl·liques
 6. Làmines aïllants
 7. Condensador bobinat
 8. Carret

Figura 1.32.
 Condensador d'encesa.

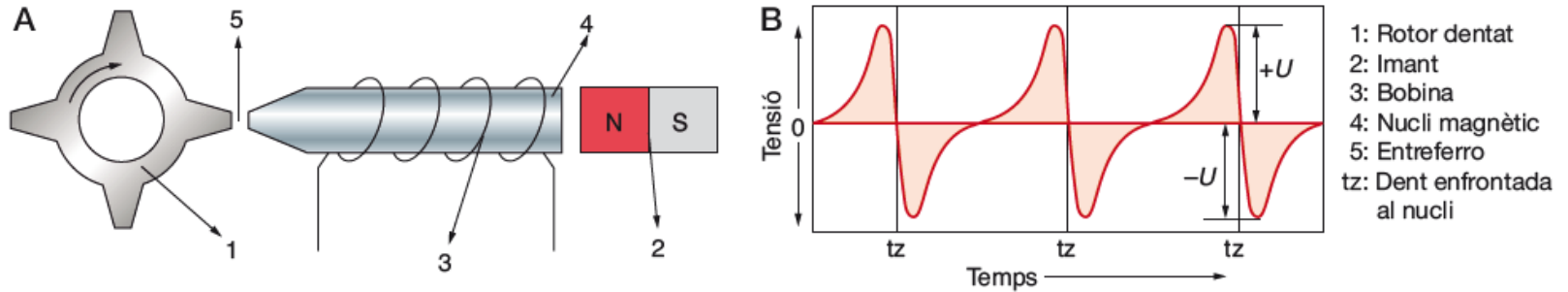


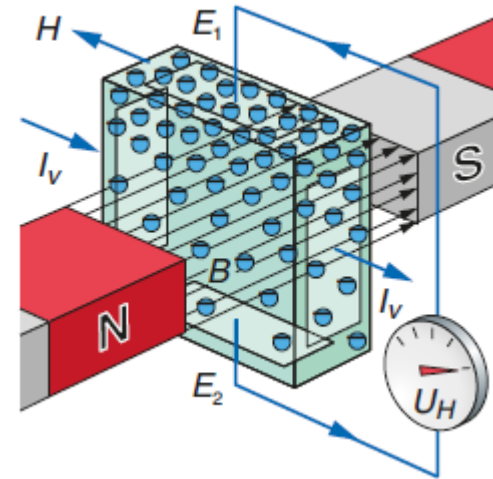
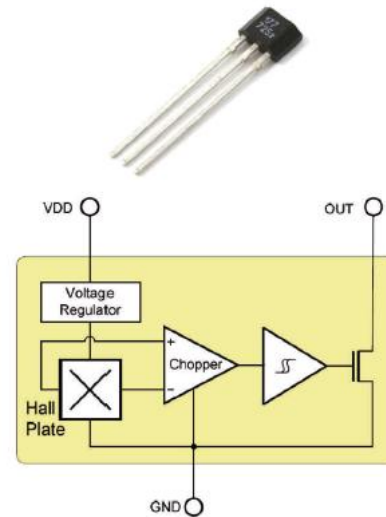
Figura 1.33.

Principi de funcionament d'un generador inductiu de reluctància variable i senyal corresponent.



Figura 1.34.

Distribuidor d'encesa amb generador inductiu.

Figura 1.35.
Efecte Hall.

VDD: alimentació.

OUT: sortida.

GND: massa.

Figura 1.36.
Circuit integrat Hall i
configuració interna
d'un de sortida digital.

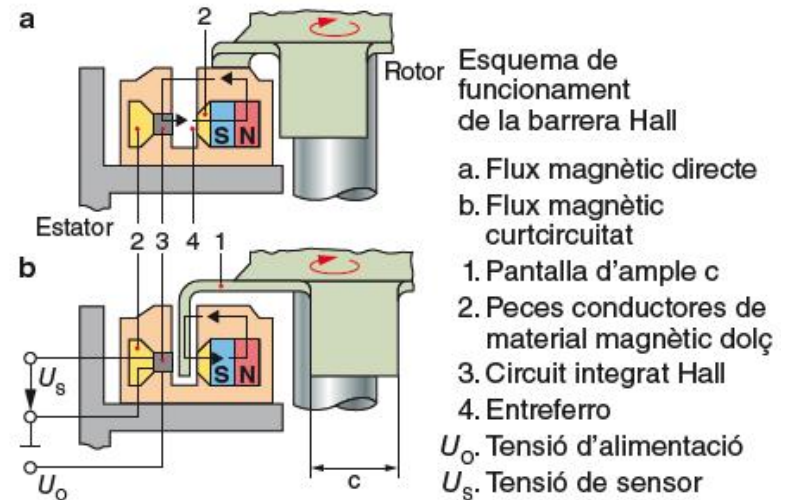
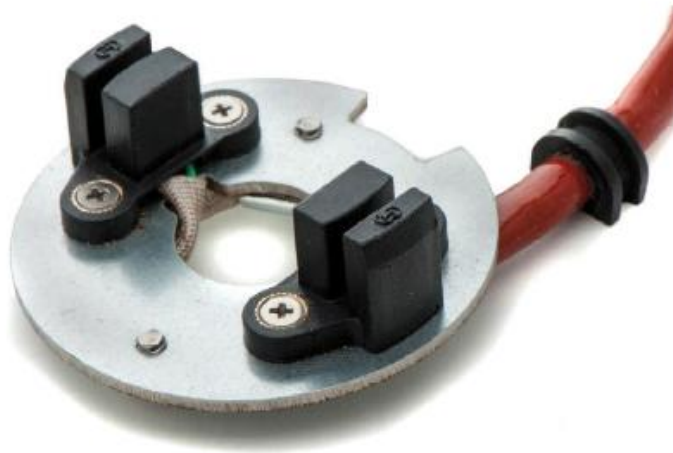
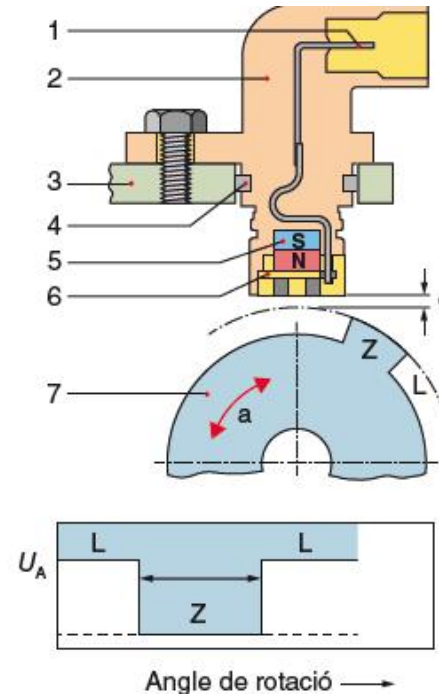


Figura 1.37.

Barrera Hall, principi de funcionament.



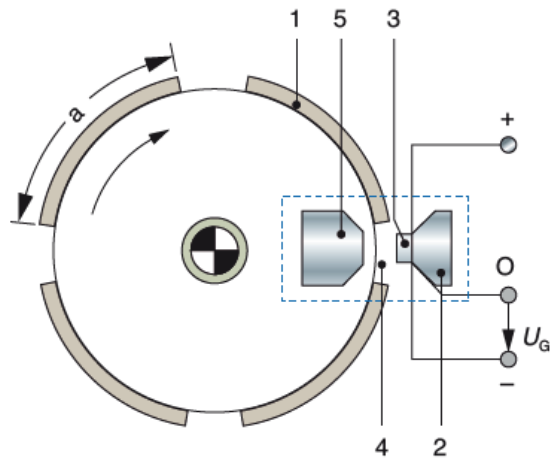
Esquema de sensor de barra Hall

1. Connexió elèctrica
 2. Cos del sensor
 3. Càrter del motor
 4. Anell obturador
 5. Imant permanent
 6. Circuit integrat Hall
 7. Roda d'impulsos amb dent/segment (Z) i buit (L)
- a. Angle de gir
e. Entreferro

Gràfica de senyal de sortida

Figura 1.38.

Sensor Hall de barra, principi de funcionament.



1. Pantalla magnètica d'amplada (a)
 2. Peça conductora
 3. Circuit integrat Hall
 4. Entreferro
 5. Imant i peça conductora
- U_G . Voltatge emès pel sensor Hall-integrat

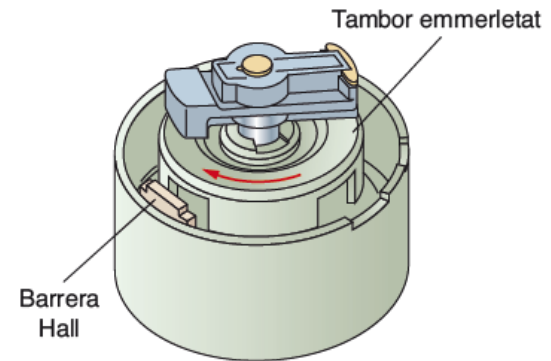


Figura 1.39.

Distribuidor amb generador d'impulsos tipus Hall.

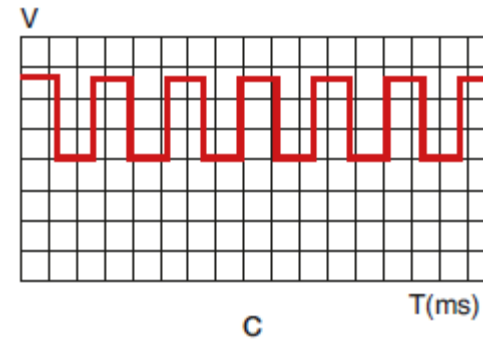
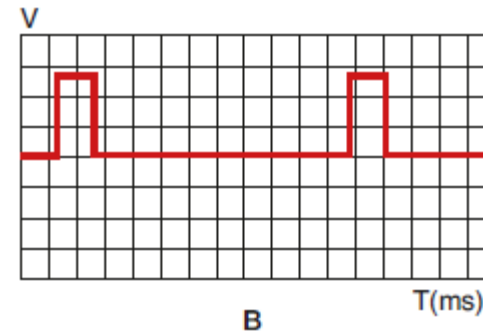
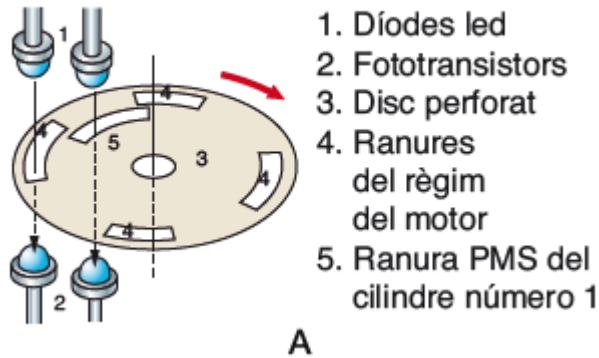
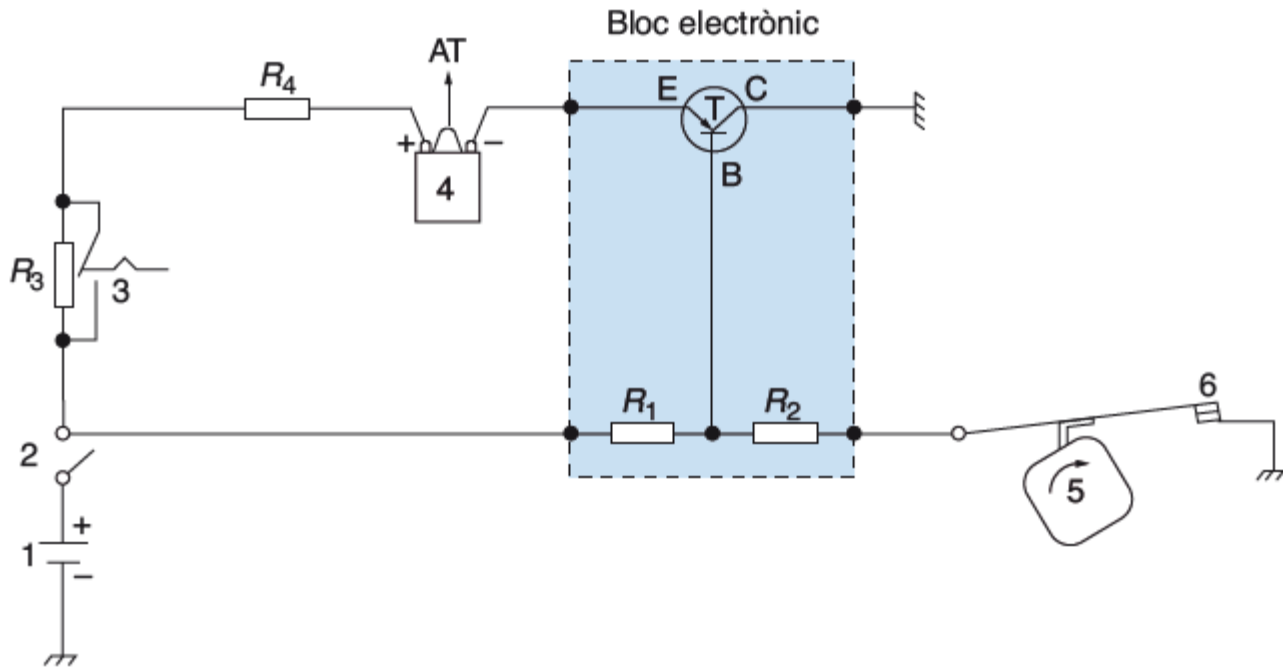


Figura 1.40.

Generador d'impulsos òptic, principi de funcionament com a generador de rpm i fase (A) i senyals generats: (B) fase, (C) rpm.



1. Bateria

R_1 i R_2 . Resistències en pont divisor

2. Interruptor d'encesa

R_3 i R_4 . Resistències addicionals

3. Commutador per a elevació d'arrencada

4. Bobina

AT Alta tensió

5. Lleva

6. Contactes del ruptor

T. Transistor

E. Emissor

B. Base

C. Col·lector

Figura 1.41.

Esquema d'una encesa transistoritzada per ruptor.

1

Sistemes d'enceses

7. Control de la bobina

7.3. Blocs electrònics i etapes de potència de l'encesa



Figura 1.42.
Bloc electrònic d'una encesa transistoritzada sense contactes.

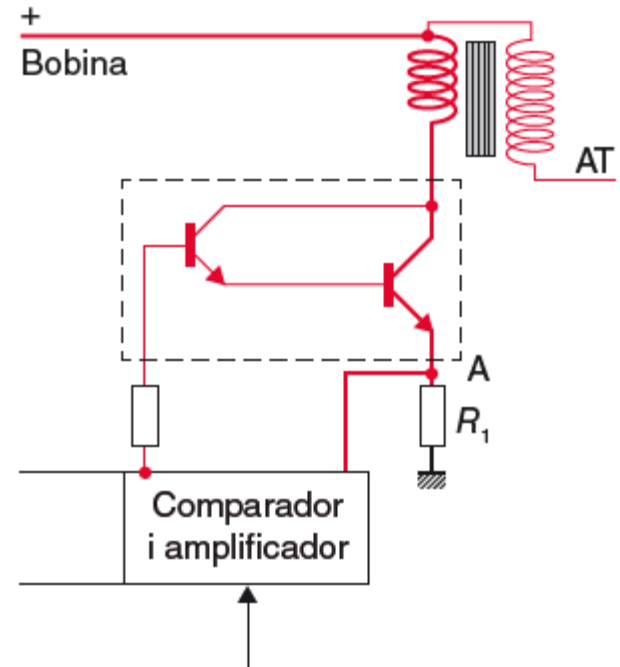
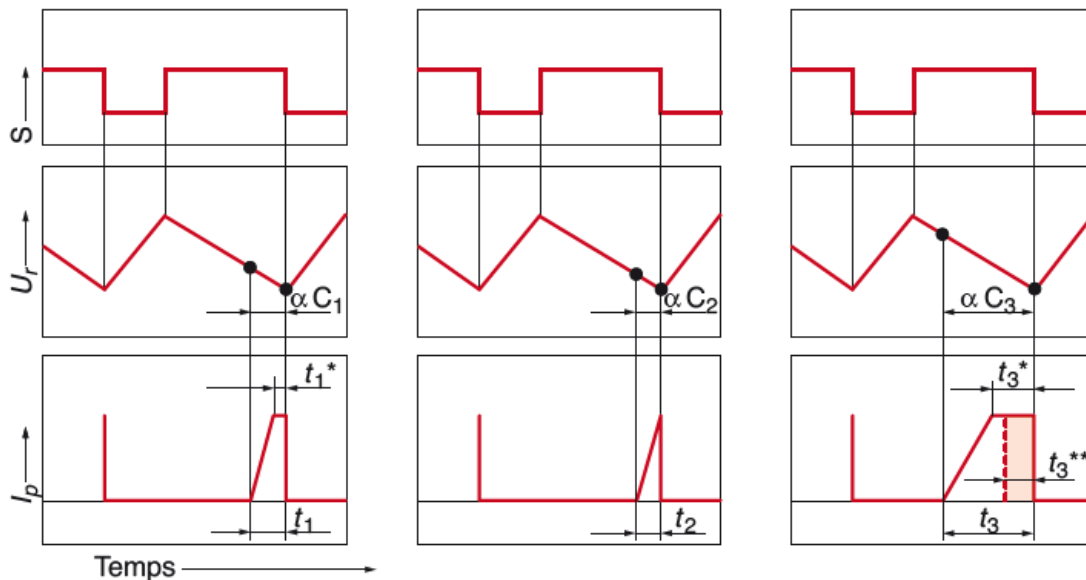


Figura 1.43.
Circuit per a la limitació del corrent de primari. R1: resistència de mesura.

Sistemes d'encesa

7. Control de la bobina

7.3. Blocs electrònics i etapes de potència de l'encesa



S. Senyal del generador Hall

U_r Tensió de rampa (etapa de formació d'impulsos)

I_p Corrent primari

αC_1 . Angle de tancament correcte

αC_2 . Angle de tancament insuficient

αC_3 . Angle de tancament excessiu

t_1 , t_2 i t_3 . Temps guia per a l'etapa final

t_1^* . Temps de limitació de corrent adequat

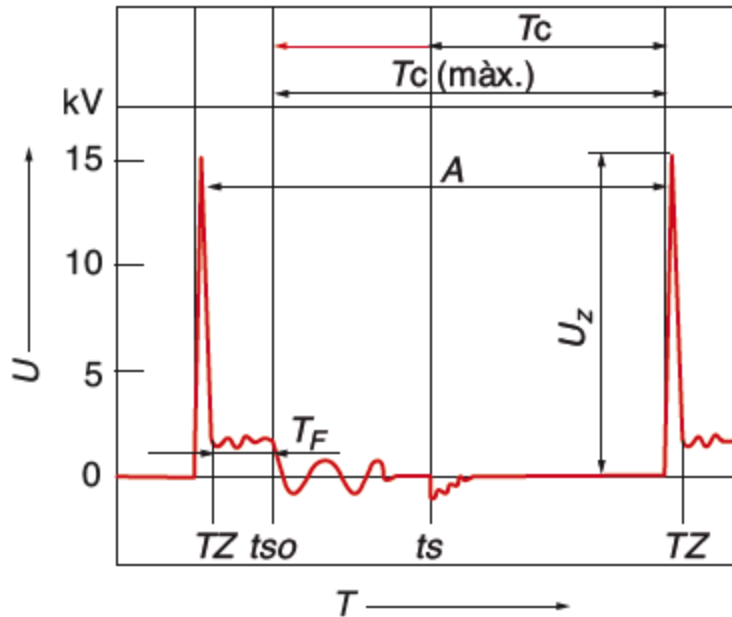
t_3^* . Temps de limitació de corrent excessiu

t_3^{**} . Temps de tancament a eliminar

La regulació correcta aconseguir el nivell d'intensitat I_p necessari utilitzant un temps t_1 de connexió en què la intensitat s'aconsegueix amb un marge de temps de seguretat t_1^* en què la limitació de corrent actua.

En cas de temps insuficients t_2 o excessius t_3 , la unitat detecta que el valor U_r està per sota o per sobre del valor U_r de control i actua sobre l'angle de tancament relatiu αC per aconseguir el temps correcte de connexió de la bobina.

Figura 1.44.
Correcció de l'angle de tancament a partir del senyal d'un generador Hall.



U .	Tensió de la bugia d'encesa
T .	Temps
A .	Interval d'encesa
U_z .	Tensió d'encesa
ts .	Inici del tancament a baixes revolucions
tso .	Limitació de l'angle de tancament
TZ .	Punt d'encesa
Tc .	Tram de tancament
$Tc (màx.)$.	Tram màxim de tancament
TF .	Durada de la guspira

Figura 1.45.

Marge de variació del temps de tancament o connexió de la bobina TC, mostrat sobre un oscil·lograma de tensió del circuit secundari d'encesa. El límit està establert en TC (màx.), que és el límit de durada de la guspira TF.

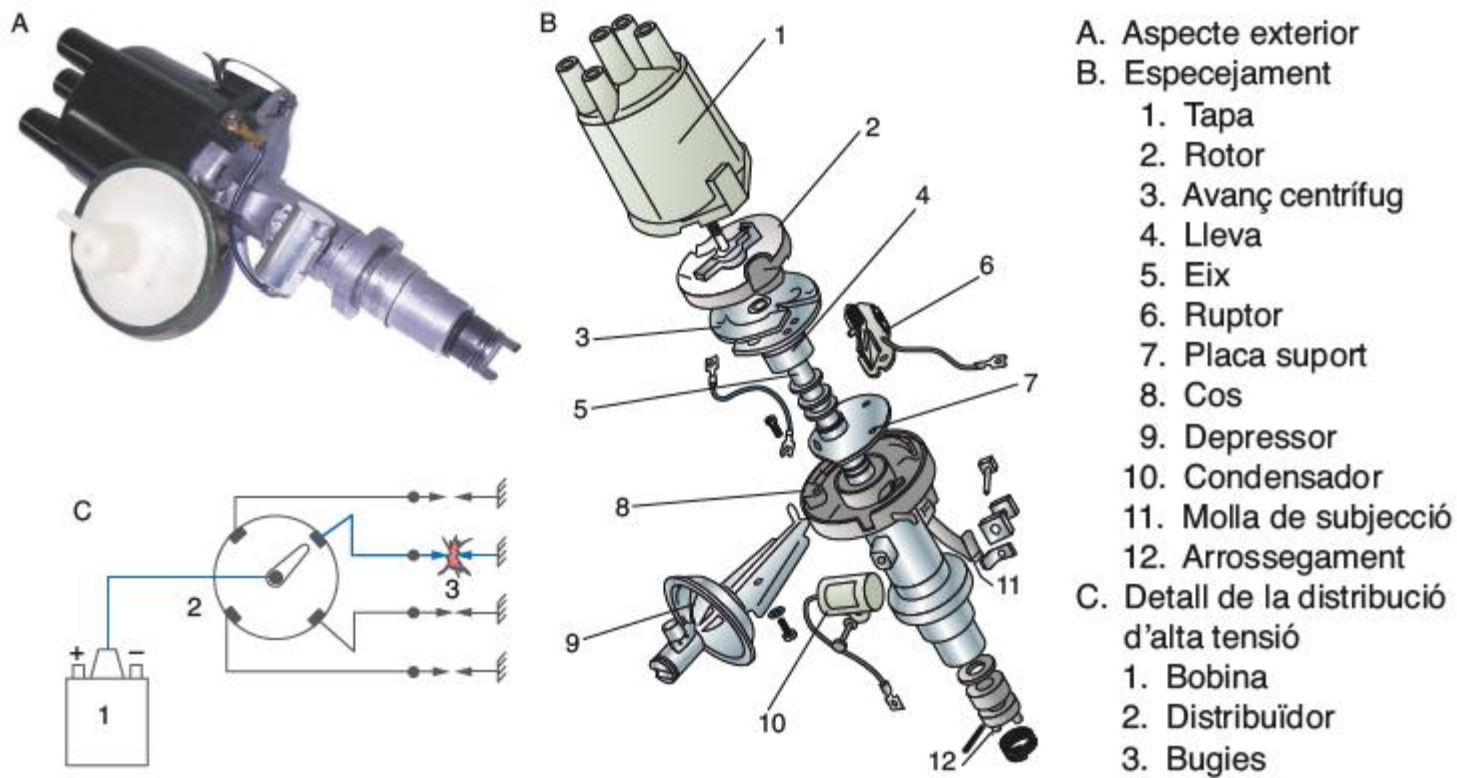
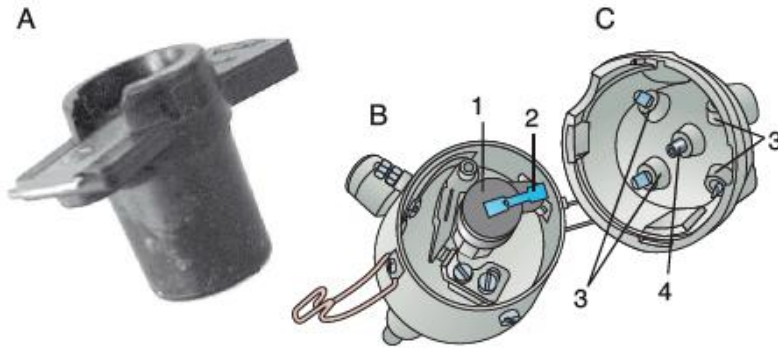


Figura 1.46.

Distribuïdor amb sistema de correcció d'avanç mecànic i comandament per ruptor.



- A. Aspecte exterior
 B. Ubicació en el distribuïdor
 C. Tapa del distribuïdor
 1. Rotor
 2. Làmina metàl·lica
 3. Connexions interiors
 4. Carbonet elàstic

Figura 1.47.
Pipa o rotor.



Distància per al salt de corrent

Figura 1.48.
Distància disruptiva en el rotor.



Figura 1.49.
Rotor o pipa amb resistència antiparasitària.



Figura 1.50.
Cables d'encesa.

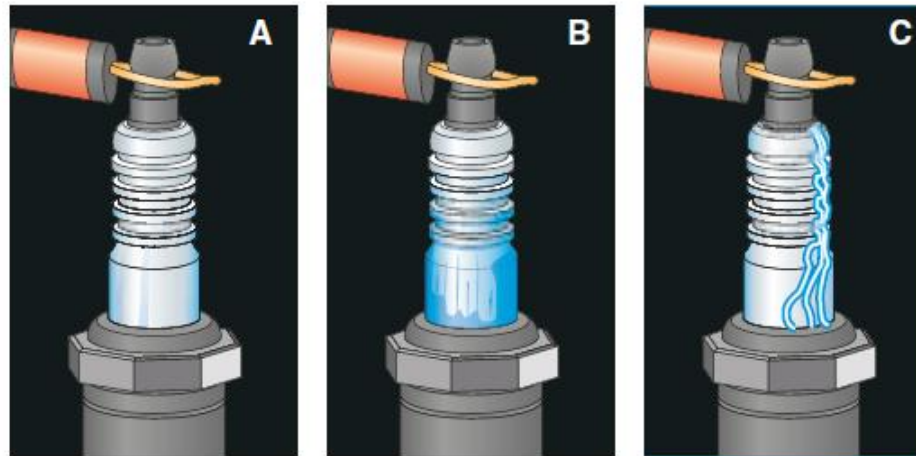


Figura 1.51.

Descàrrega per l'efecte corona i arc voltaic. L'alta tensió produeix una ionització de l'aire en l'entorn de la bugia visible en la foscor com una llum blava tènue, que no afecta el funcionament de la bugia, a no ser que s'arribi a les condicions d'establiment d'un arc elèctric (C), cas en el qual es produiran fallades d'encesa.



- Cables d'enceses amb resistència de carboni.



Figura 1.52.

Cable d'enceses amb resistència de carboni.

- Cables d'enceses de reactància inductiva.

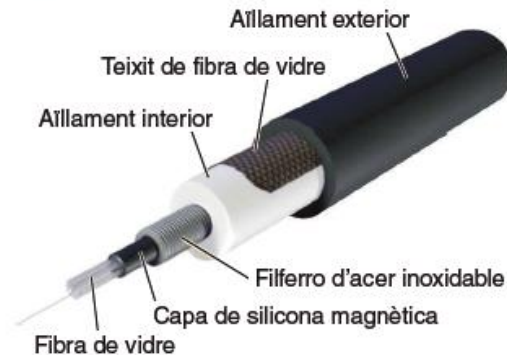


Figura 1.53.

Cable d'enceses amb reactància inductiva.

- Cables d'enceses de coure amb resistència antiparasitària a les pipes.



Figura 1.54.

Cable d'enceses de coure amb resistència antiparasitària.

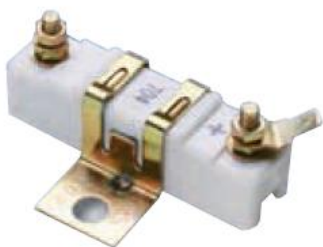


Figura 1.55.
Resistor ceràmic.

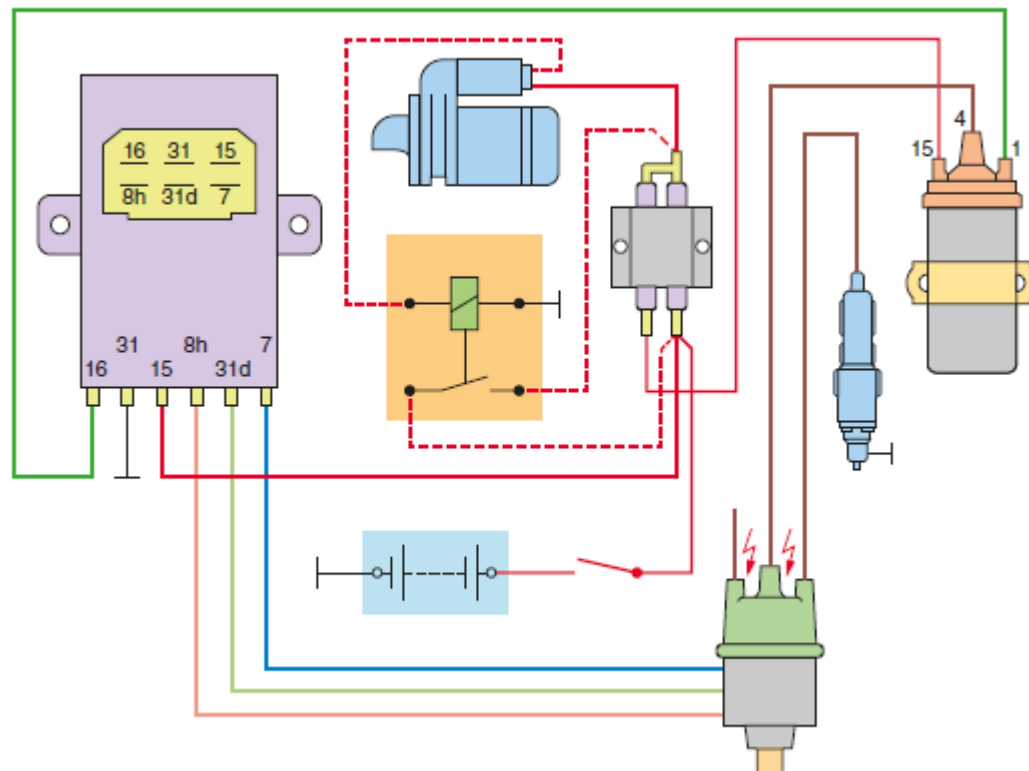
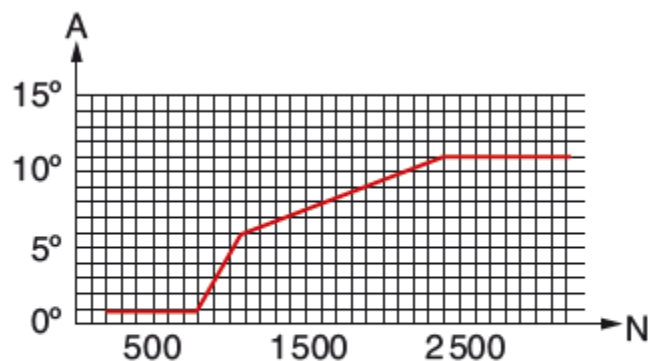


Figura 1.56.

Opcions de connexió del doble resistor en una encesa TSZ-H. Durant la fase d'arrencada, l'alimentació es produeix a través d'una única resistència.

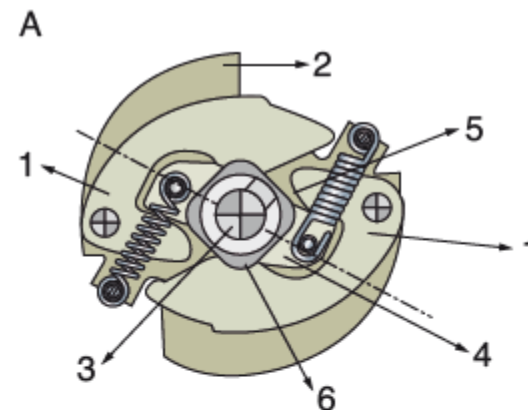


Figura 1.57.
Corrector d'avanç centrífug.

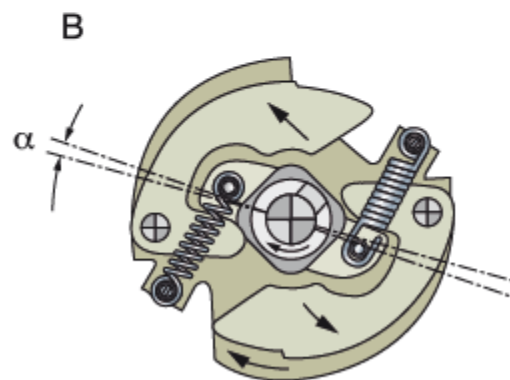


A. Avanç en graus del distribuïdor
N. Velocitat en rpm del distribuïdor

Figura 1.58.
Corba de correcció d'avanç centrífug.



A. Posició de repòs



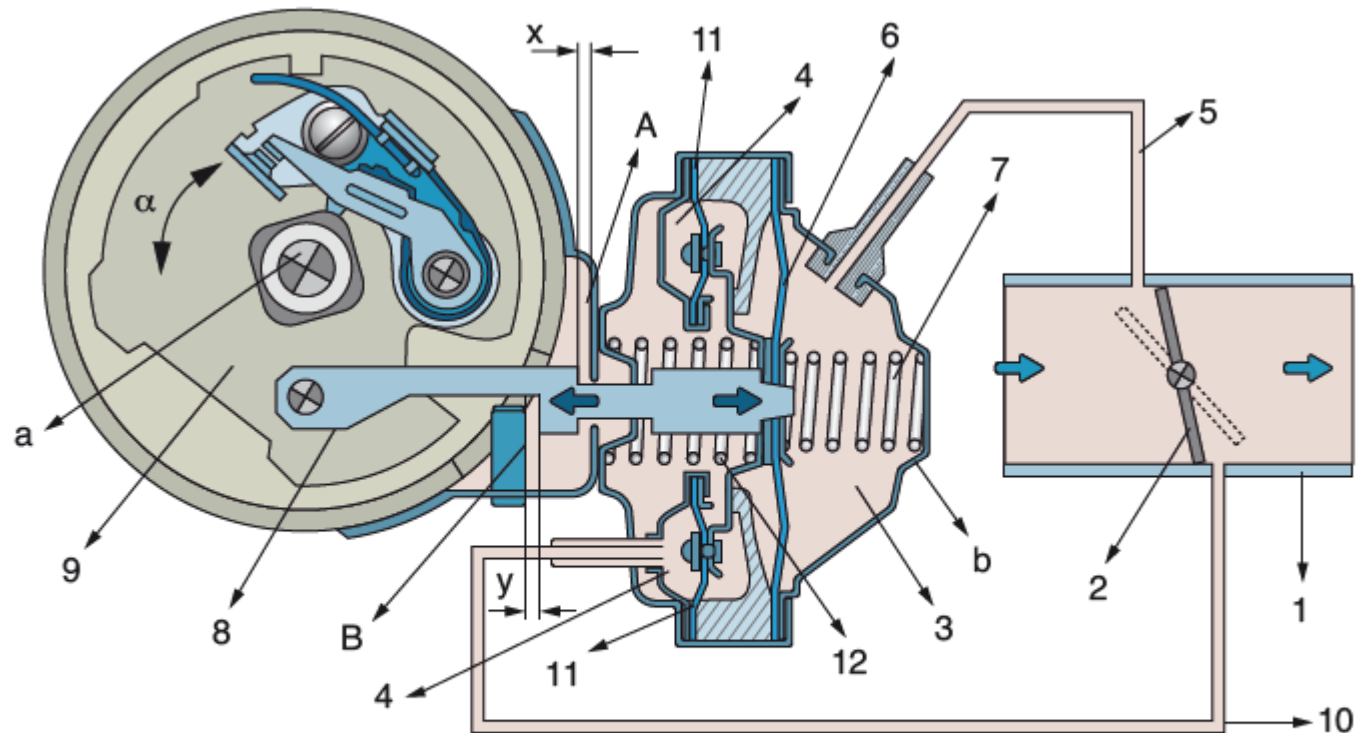
B. Posició de treball

1

Sistemes d'encesa

9. Regulació de l'avanç d'encesa

9.2. Correcció d'avanç mecànica



- a. Eix del distribuïdor
- b. Unitat de buit
- x. Trajecte de regulació en avanç fins al topall A
- y. Trajecte de regulació en retard fins al topall B

Figura 1.59.

Corrector d'avanç per buit, amb correcció en avanç i en retard.



- A. Avanç en graus del distribuïdor
- D. Depressió
- D₁. Depressió en mil·libars
- D₂. Depressió en mil·límetres de mercuri (mmHg)

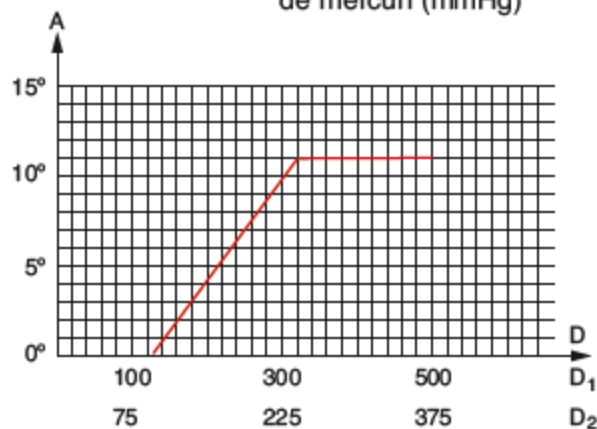


Figura 1.60.
Corba d'avanç per buit.

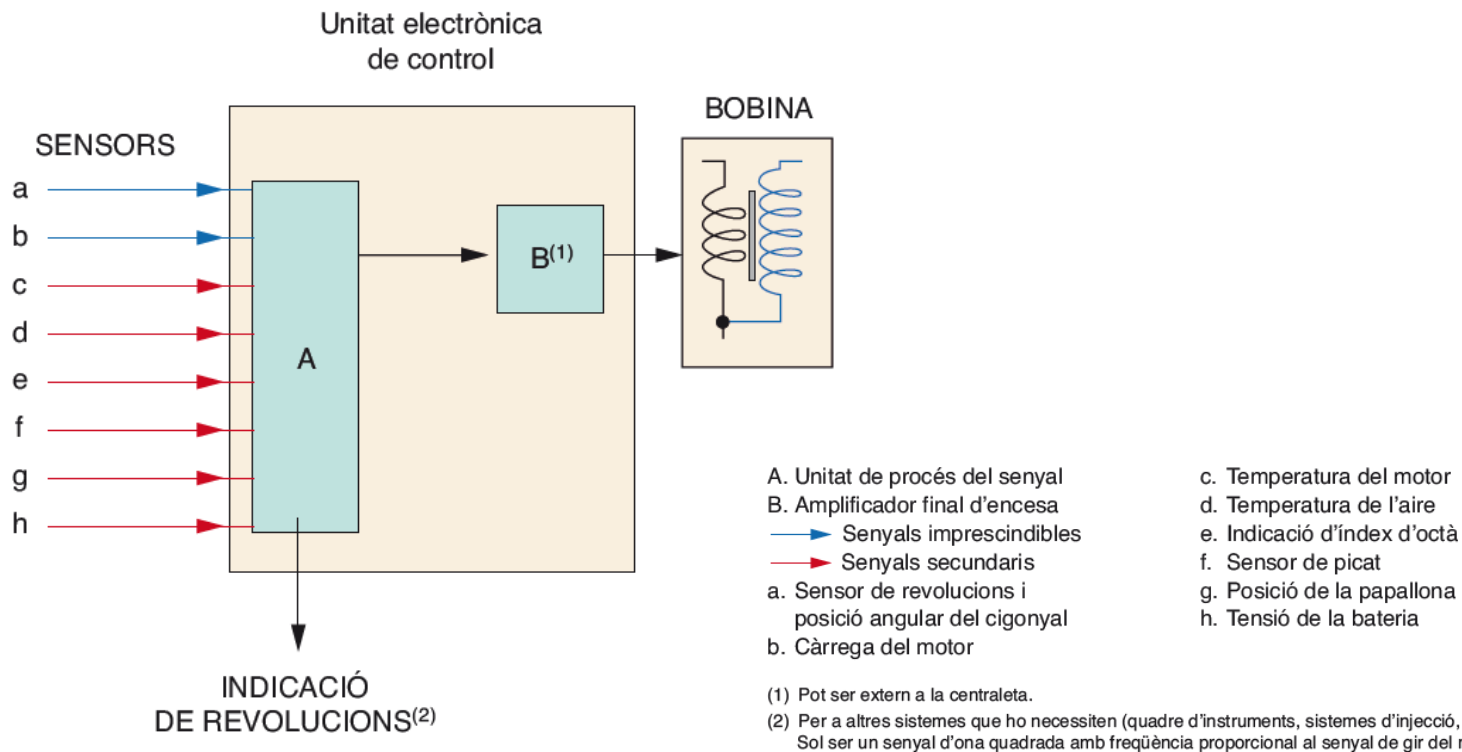


Figura 1.61.

Esquema base d'una encesa electrònica integral.

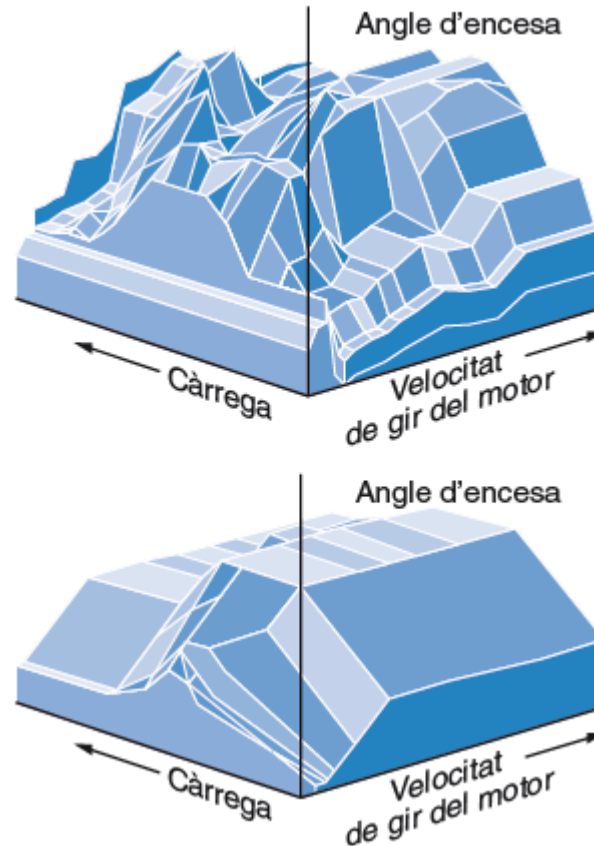
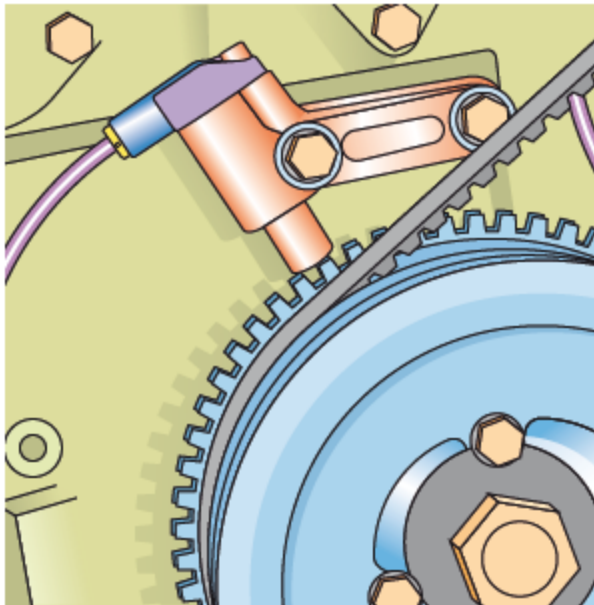


Figura 1.62.

Camp característic de l'angle d'encesa electrònica optimitzada (a dalt) en comparació amb el camp característic de l'angle d'encesa d'un sistema de regulació mecànica (a baix).



Roda dentada (en el cigonyal)
amb sensor d'inducció



Desenvolupament de la tensió d'inducció

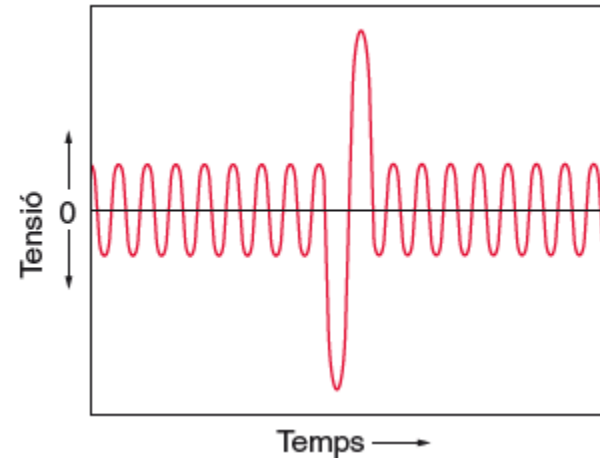


Figura 1.63.

Sensor de revolucions i posició del cigonyal, i senyal elèctric que genera.

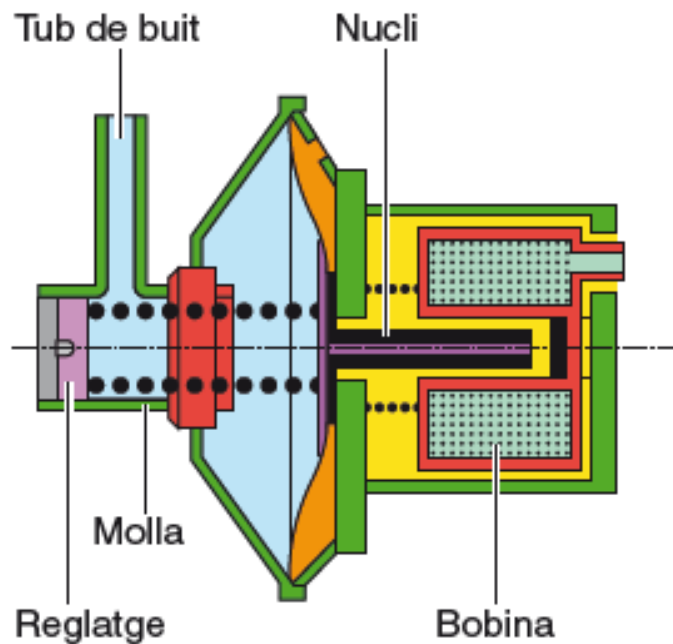


Figura 1.64.
Esquema d'un sensor MAP de funcionament inductiu.



Figura 1.65.



Figura 1.66.



Figura 1.67.

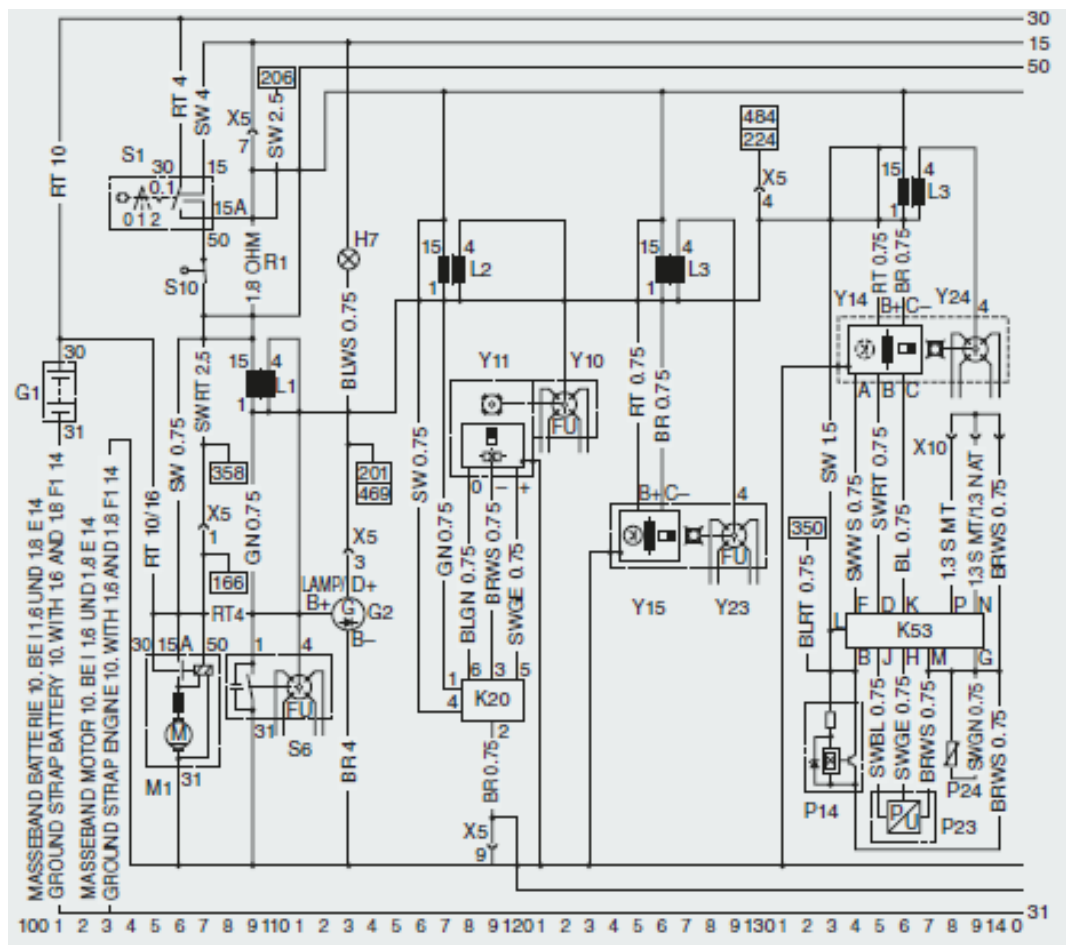


Figura 1.68.

Esquema elèctric motor, segons versió i any.

1

Sistemes d'encesa

REPTE PROFESSIONAL

Determinació de l'ordre d'encesa en un motor i interpretació d'esquemes d'encesa

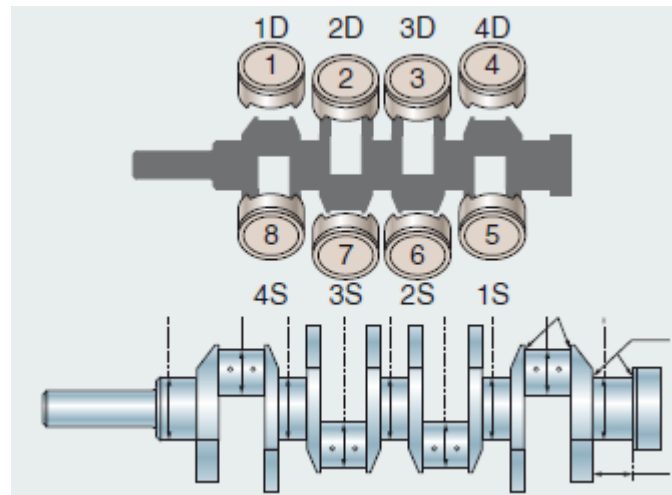


Figura 1.69.

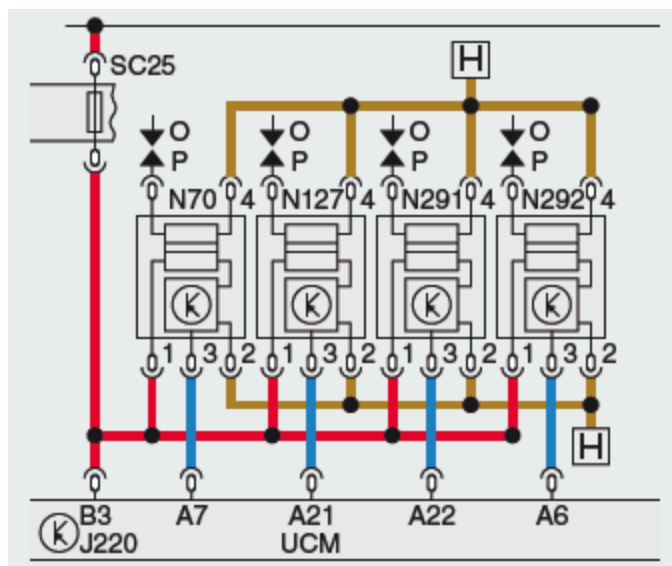


Figura 1.70.

1

Sistemes d'encesa ORGANITZO LES MEVES IDEES

