



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ZAPALOVÁNÍ ZÁŽEHOVÝCH MOTORŮ

Úkolem zapalování je zažehnout směs paliva a vzduchu ve válci spalovacího motoru v požadovaném okamžiku. K zapálení směsi dochází zpravidla na konci kompresního zdvihu před tím, než píst dosáhne horní úvrati (HÚ). Tato vzdálenost se udává buďto v mm dráhy pístu před HÚ nebo úhlem natočení ojničního čepu před dosažením HÚ ve stupních a nazývá se předstih zážehu.

V současnosti se pro zapálení směsi ve válci používá výhradně vysokonapěťový elektrický výboj mezi elektrodami zapalovací svíčky.

Jednotlivá zapalování lze rozdělit podle několika hledisek:

- a) podle druhu elektrického prvku použitého k akumulaci elektrické energie
 - indukční : elektrická energie je akumulována v magnetickém poli zapalovací cívky
 - kapacitní : elektrická energie je akumulována v kondenzátoru
- b) podle použitého zdroje energie
 - bateriové: energie se získává z akumulátorové baterie
 - magnetové: energie se získává z rotačního zdroje poháněného motorem
 - piezoelektrické: energie se získává mechanickým tlakem na piezoelektrické krystaly
- c) podle konstrukce:
 - klasické: nejstarší typ zapalování, vybavený mechanickým přerušovačem, který ovládá přímo primární obvod. U dnešních vozidel se již nepoužívá.
 - polovodičové (tranzistorové) : v principu stejné jako klasické zapalování, ale spínacím prvkem je tranzistor. Z něj jsou pak odvozeny další modernější varianty - viz rozdělení Bosch
 - polovodičové (kondenzátorové): používá jako spínací prvek tyristor, odtud také název tyristorové zapalování; jeho princip se od klasického zapalování liší.

Rozdělení základních typů zapalování podle označení fy Bosch:

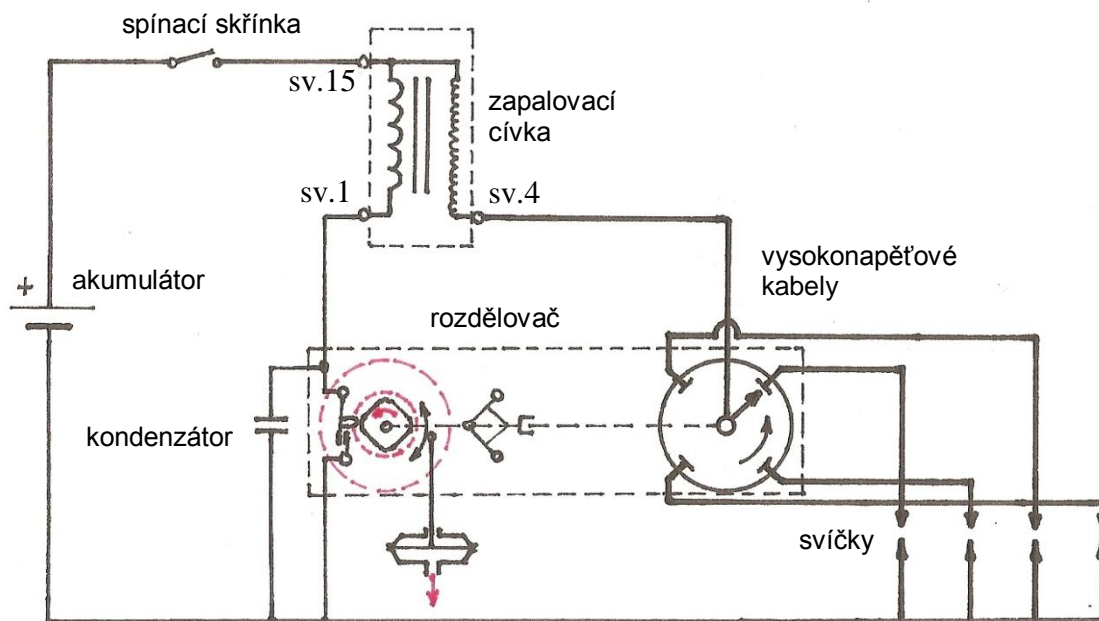
SZ- Spulen Zündung.....klasické (cívkové) zapalování
 TZ- Transistor Zündung.....tranzistorové zapalování
 EZ- Elektronische Zündung.....elektronické zapalování
 VZ- Vollelektronische Zündung.....plně elektronické zapalování
 HKZ- Hochspannungs-Kondensator-Zündanlage....kondenzátorové zapalování

Cívková zapalování jsou naprosto nejpoužívanějším druhem zapalování pro sériově vyráběné motory osobních automobilů a jejich vývoj směřoval od čistě mechanicky řízeného zapalování SZ postupně ke stále více elektronizovaným systémům TZ a EZ až k VZ, kde již je používán plně elektronický bezkontaktní stacionární systém s úplným vyloučením mechanických pohyblivých součástí :

	Zdroj impulzů	Regulace úhlu zážehu	Rozdělení vn do válců	Výkonový stupeň
SZ	mechanický	mechanická	mechanické	mechanický
TZ	elektronický	mechanická	mechanické	elektronický
EZ	elektronický	elektronická	mechanické	elektronický
VZ	elektronický	elektronická	elektronické	elektronický

Bateriové (klasické cívkové) zapalování - SZ

Charakteristickým znakem tohoto zapalování je především mechanický přerušovač, který přímo ovládá primární obvod zapalovací cívky.

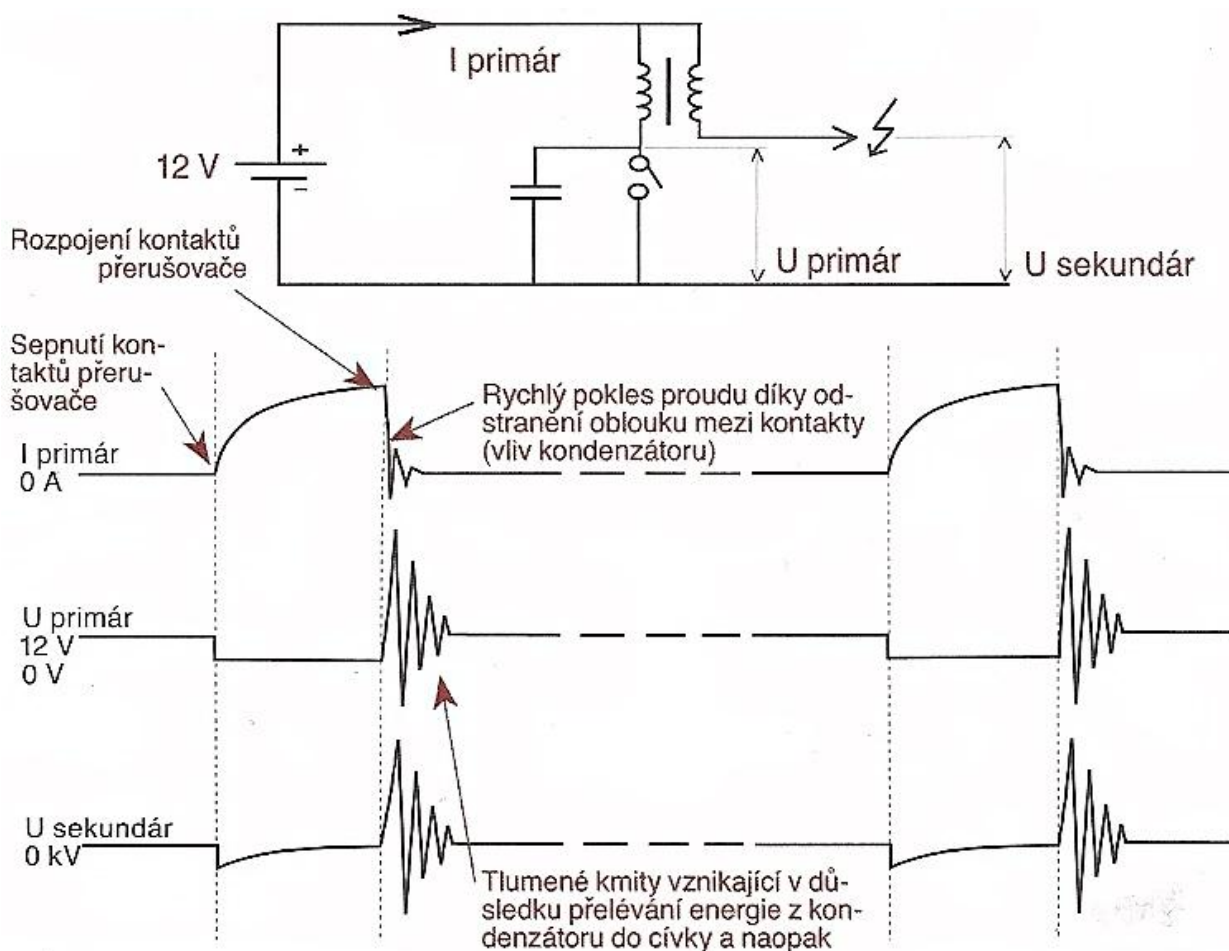


Zdrojem vysokého napětí pro výboj na svíčke je zapalovací cívka, což je vlastně transformátor, neboť obsahuje primární a sekundární vinutí a železné jádro. Ze sekundárního vinutí je vysoké napětí vedeno na rozdělovač, což je mechanické zařízení s jedním rotujícím kontaktem, předávajícím energii vn do pevných kontaktů po obvodu víčka, jichž je stejně jako válců motoru. Pro všechna ilustrovaná zapalování budeme předpokládat čtyřválcový čtyřtaktní motor s pořadím zapalování 1-3-4-2 s jednou zapalovací svíčkou na válec.

Činnost zapalování:

Při sepnutí kontaktů přerušovače prochází proud z akumulátoru primárním obvodem zapalovací cívky (trafa). Vytváří se magnetické pole, které má za následek indukci napětí v primárním vinutí. Jakmile přerušovač rozezne, přeruší se proud cívkou, dojde k prudké změně magnetického pole, což způsobí odezvu také v sekundárním vinutí, neboť obě cívky mají společné magnetické jádro. Indukované napětí v sekundáru je ovšem mnohonásobně vyšší než v primáru, protože jeho vinutí má mnohem větší počet závitů (princip transformátoru). Musí být tak vysoké (asi 10 až 12 kV), aby vytvořilo oblouk (jiskru) mezi elektrodami svíčky ve válci motoru, která je přes rozdělovač vysokého napětí připojena k sekundáru vysokonapěťovým kabelem. Úkolem kondenzátoru, který přemostňuje přerušovací kontakt, je zabránit vzniku oblouku při rozpojení přerušovače, čímž se sám nabíjí na napětí 250 až 400 V. Proces nabíjení a vybíjení kondenzátoru a indukce napětí na primárním vinutí se stále opakuje. Vznikají napěťové kmity. Neustále dochází k přeměně energie elektrického pole kondenzátoru na energii magnetického pole cívky a naopak. Všechny změny v primárním vinutí se transformují do vinutí sekundárního.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Rozdělovač má v sobě zahrnuté tři funkční celky:

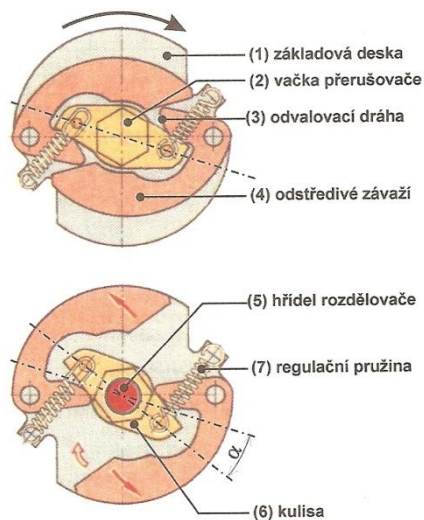
- přerušovač
- rozdělovač vn pro jednotlivé válce
- regulaci předstihu zážehu

ad a) přerušovač je elektricky i mechanicky velmi namáhaná součást, tvořená základovou destičkou ve tvaru mezikruží, na níž je namontován pevný a pohyblivý kontakt. Pohyblivý kontakt je rozepínán vačkou, procházející středovým otvorem základové desky. Pevný kontakt je v potřebném rozsahu seřiditelný, aby bylo možné nastavit vzdálenost kontaktů při maximálním zdvihu vačky (odtrh = 0,35 až 0,45 mm).

ad b) rozdělovač napětí je nejčastěji vyroben z teplotně a izolačně odolné hmoty, v níž jsou po obvodu zalaty pevné kontakty výstupů na kabely jednotlivých válců. Mezi těmito kontakty rotuje raménko rozdělovače (palec), nasazené na konec hřídelky rozdělovače. Kabely ke svíčkám jednotlivých válců musí být nasazeny tak, aby pořadí zapalování válců souhlasilo se směrem rotace raménka. Vzdálenost mezi rotujícím a pevným kontaktem je max. 0,5 mm.

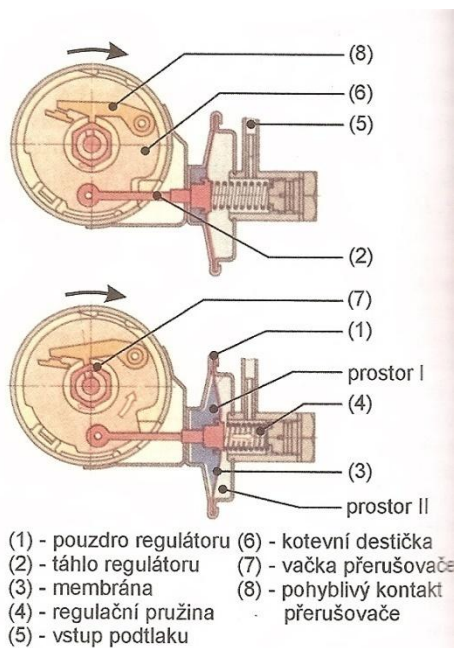
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ad c) regulace předstihu zážehu se provádí dvěma regulátory – odstředivým a podtlakovým. Odstředivý regulátor mění úhel předstihu v závislosti na otáčkách motoru pomocí odstředivých závažíček, která ovlivňují natočení vačky:



Obr. 5.30 Odstředivý regulátor

Podtlakový regulátor mění úhel předstihu v závislosti na zatížení motoru (odběr podtlaku z prostoru škrtkové klapky) tím, že natáčí pohyblivou základovou desku s přerušovacím kontaktem (větší podtlak = větší předstih):

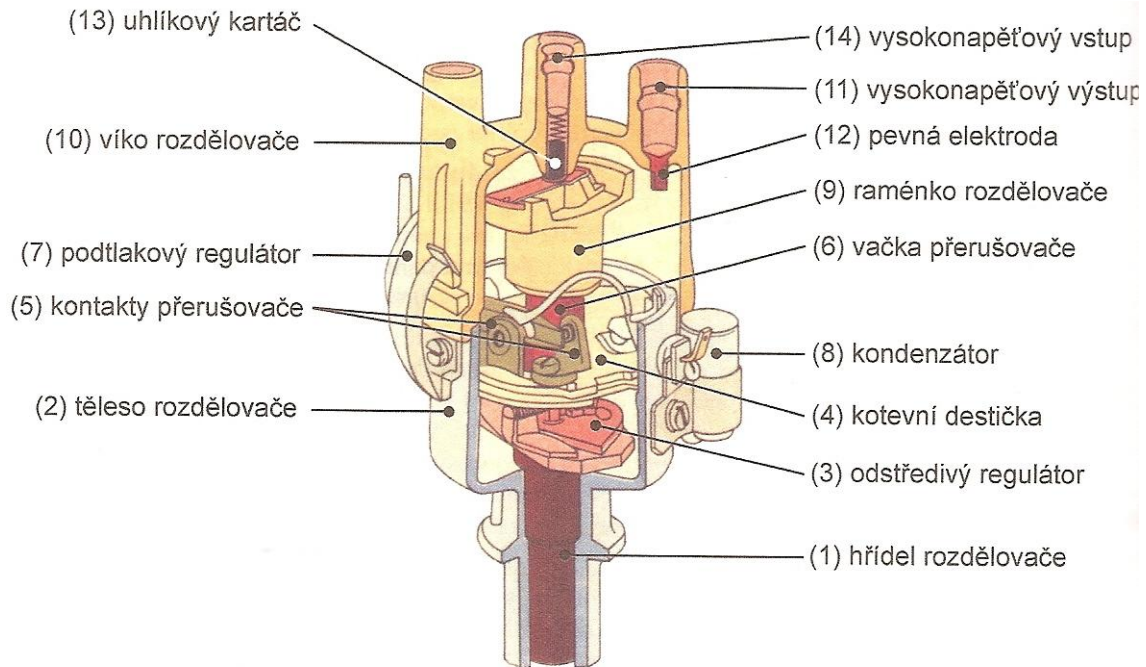


- (1) - pouzdro regulátoru
- (2) - táhlo regulátoru
- (3) - membrána
- (4) - regulační pružina
- (5) - vstup podtlaku
- (6) - kotevní destička
- (7) - vačka přerušovače
- (8) - pohyblivý kontakt přerušovače

Obr. 5.32 Podtlakový regulátor s jedním vstupem

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Konstrukční uspořádání rozdělovače:

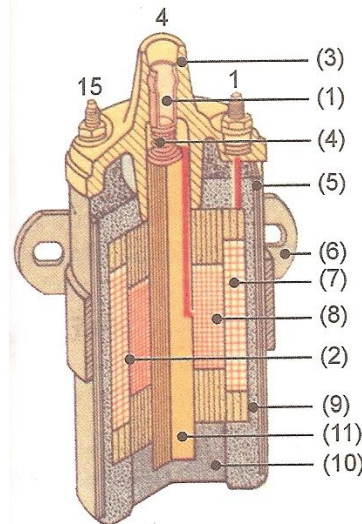


Parametry zapalovací cívky:

Primární vinutí - Cu vodič \varnothing 0,5 – 2,0 mm
- počet závitů 120 - 400
- činný odpor 0,2 - 4,0 Ω

Sekundární vinutí - Cu vodič \varnothing 0,05 – 0,2 mm
- počet závitů 4000 – 25000
- činný odpor 2,0 – 15,0 k Ω

Parametry kondenzátoru - kapacita 0,2 – 0,25 μ F
- napětí 400 V

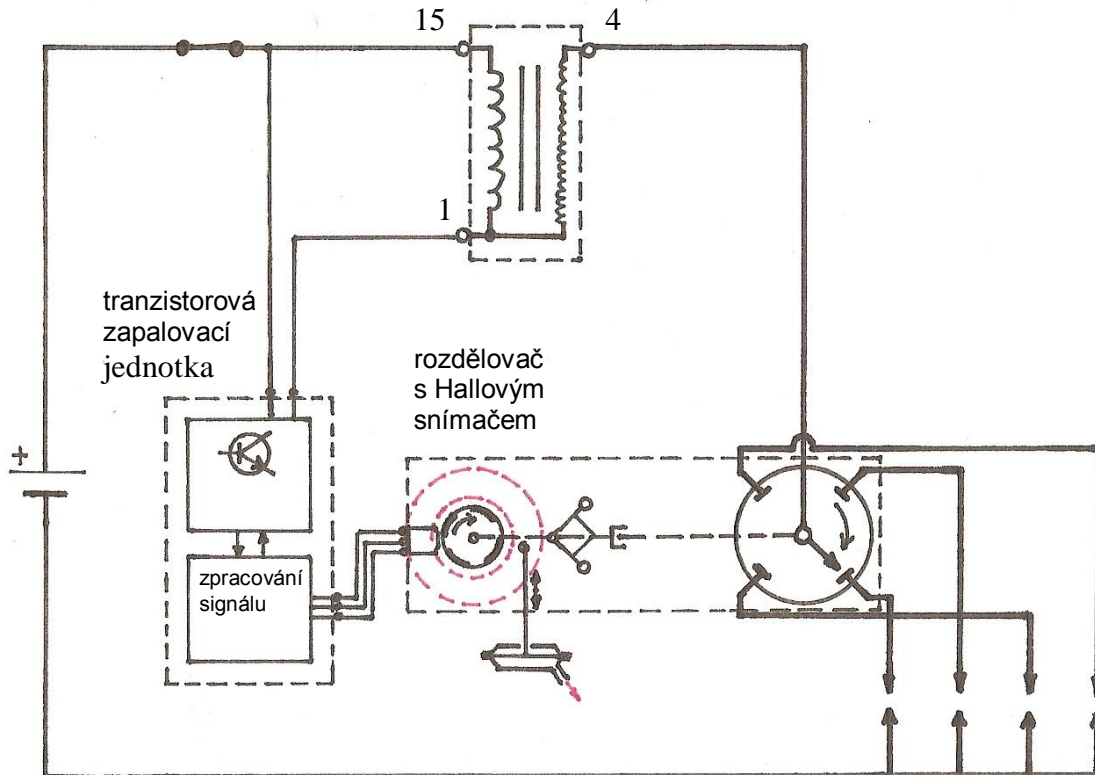


- (1) - vysokonapěťový výstup
(2) - izolace
(3) - víko
(4) - spojení konce sekundárního vinutí s vysokonapěťovým výstupem (pružina)
(5) - pouzdro
(6) - uchycení
(7) - primární vinutí
(8) - sekundární vinutí
(9) - zalévací hmota
(10) - izolační podložka
(11) - jádro

Obr. 5.20 Zapalovací cívka

Tranzistorové zapalování - TZ

Nevýhody klasického zapalování, zejména opalování kontaktů a omezené otáčky mechanického přerušovače, vedly k zavedení polovodičového spínání primárního vinutí cívky. Jedno z možných řešení je tranzistorové zapalování s Hallovým snímačem otáček – TZ-H:



U tohoto zapalování jsou všechny součásti zapalování stejné jako u klasického, jedinou změnou (ale zásadně významnou) je náhrada mechanického přerušovače primárního proudu bezkontaktním spínáním pomocí tranzistorové spínací jednotky. Ta dostává informaci o otáčkách motoru a tedy impuls pro rychlost spínání primáru od snímače otáček vačkové hřídele. Jinou variantou téhož zapalování je provedení TZ-I, kde je místo Hallova snímače použit indukční snímač (např. Škoda Favorit).

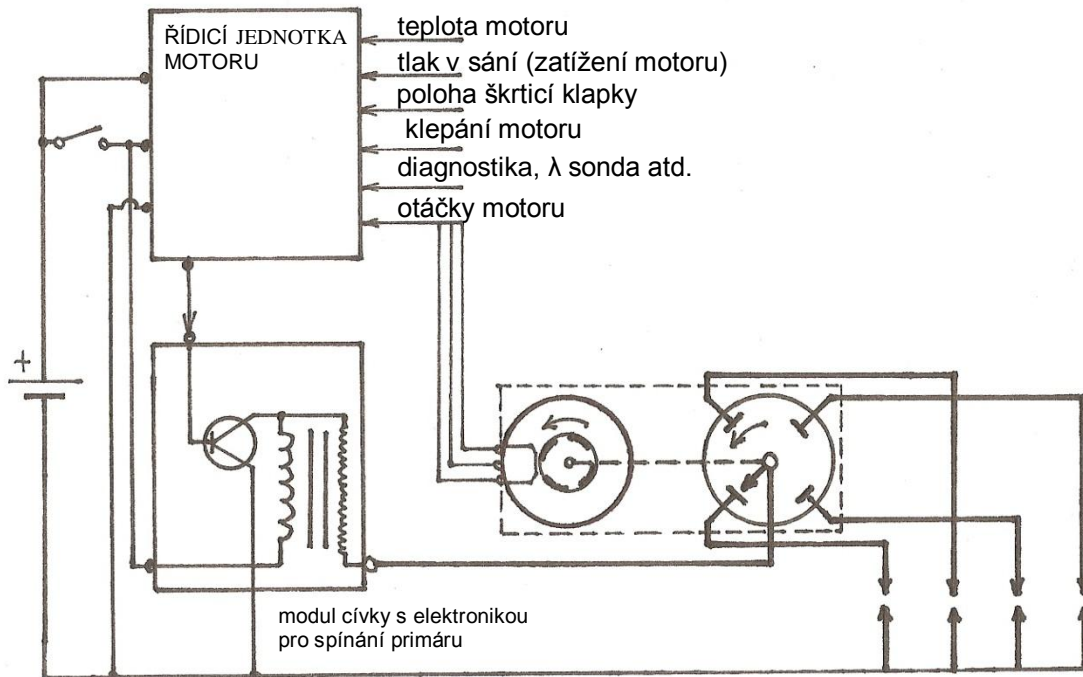
Regulace předstihu je zajišťována odstředivým a podtlakovým regulátorem, přičemž odstředivý ovládá rotor s clonkami (TZ-H) nebo rotorovou hvězdici (TZ-I). Podtlakový regulátor natáčí magnetickou závoru (TZ-H) nebo pólovou desku snímací cívky (TZ-I).

Druh zapalování		klasické	polovodičové
Průrazné napětí	(kV)	12 až 16	30 až 40
při spouštění	(kV)	8 až 10	20 až 30
Zapalovací proud	(mA)	40	200
Trvání jiskry	(ms)	3	3
Vzrůst napětí	(V.μs)	400	1200
Vzdálenost elektrod	(mm)	0,6 až 0,8	0,7 až 2,0
Počet jisker	(s)	až 400	až 1000

Tab 5.2 Srovnání parametrů klasického a polovodičového zapalování

Elektronické zapalování – EZ

Toto zapalování si ponechává jedinou mechanickou součást předchozích zapalování – mechanický rozdělovač vysokého napětí pro svíčky. Regulace předstihu je prováděna elektronicky řídicí jednotkou motoru. V ní probíhá výpočet úhlu sepnutí a okamžiku zážehu:

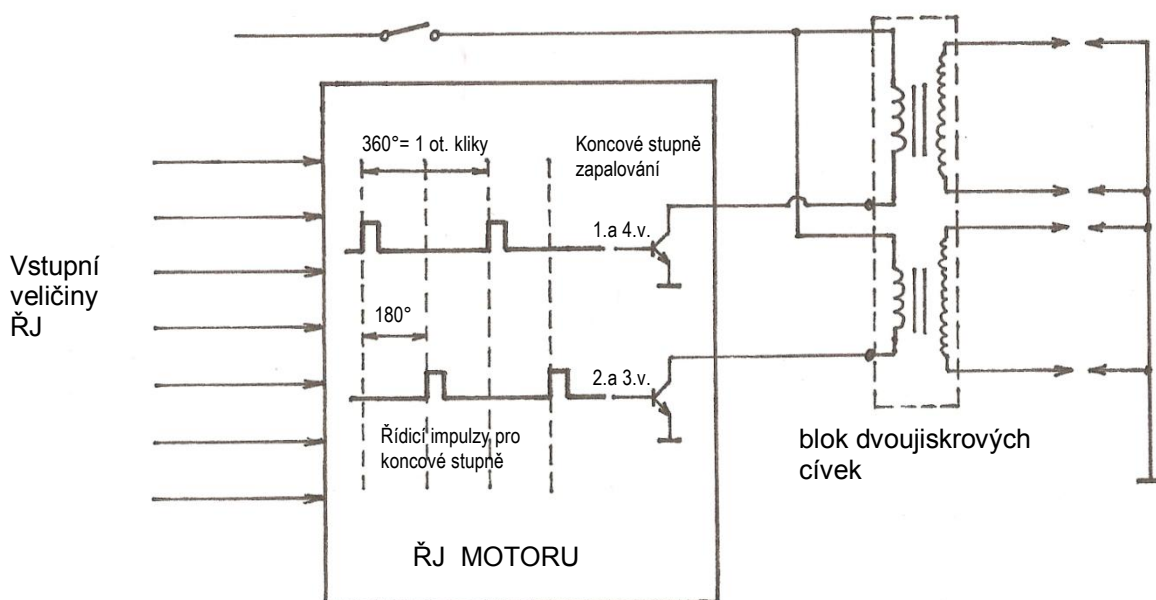


Řídicí jednotka dostává informace od snímačů vstupních veličin (viz snímače motorů). Mikroprocesor v ŘJ motoru tyto informace zpracuje a určí okamžik zapálení směsi vzhledem k aktuálním podmínkám běhu motoru na základě datového pole uloženého v paměti ŘJ (viz řídicí jednotky motorů). Protože ŘJ současně se zapalováním řídí většinou i vstřikování, určí kromě předstihu také okamžik a dobu vstřiku paliva.

Plně elektronické zapalování – VZ

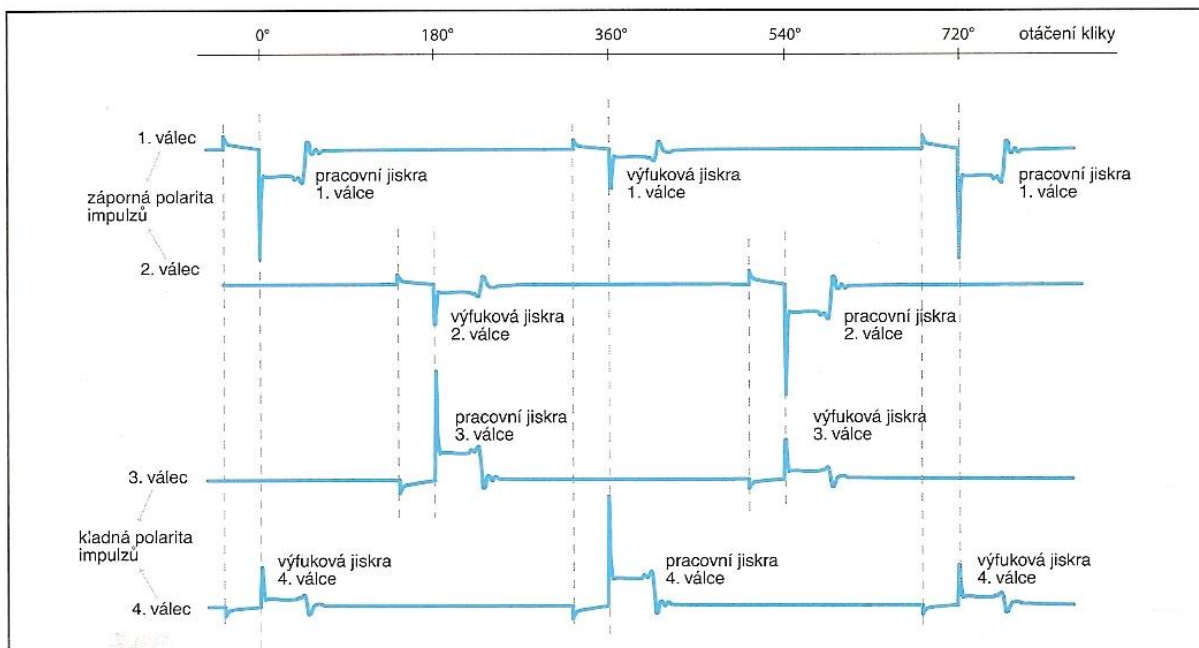
Na rozdíl od předchozího se toto zapalování vyznačuje tím, že u něj není žádná jeho část rotační, pohyblivá nebo vyvolávající jiskření. Jedná se o zcela stacionární zapalování bez jakékoli pohybující se součásti. Rotační rozdělovač zde chybí a rozdělení vysokého napětí se děje čistě elektronickou cestou.

Zapalování DFS – Doppelfunken-Spule



Jeho základem jsou dvoujiskrové cívky, takže použití je možné pouze pro motory se sudým počtem válců. Z obrázku je patrné, že každá z cívek má připojeno na svých koncích po jedné zapalovací svíčke. Pro čtyřválec tedy potřebujeme dvoujiskrové cívky dvě. Konstrukce kliky čtyřválcového motoru určuje, že písty 1. a 4. válce se pohybují současně, ale jeden vykonává ve stejném okamžiku zdvih kompresní, druhý výfukový. U pístů 2. a 3. válce je tomu stejně, ale o 180° proti válcům 1 a 4. Z toho plyne, že jiskry na svíčkách se objevují u obou dvojic válců současně, ale jen u jednoho z nich vykonávají opravdu práci, tj. zapalují směs. U druhého jde o „planou“ jiskru – žádnou práci nevykonává. Má opačnou polaritu než jiskra „pracovní“. O otáčku kliky později si funkce vymění. Protože zapalování pracuje v každé otáčce klikové hřídele motoru, stačí pro informaci ŘJ motoru právě jen počet otáček kliky.

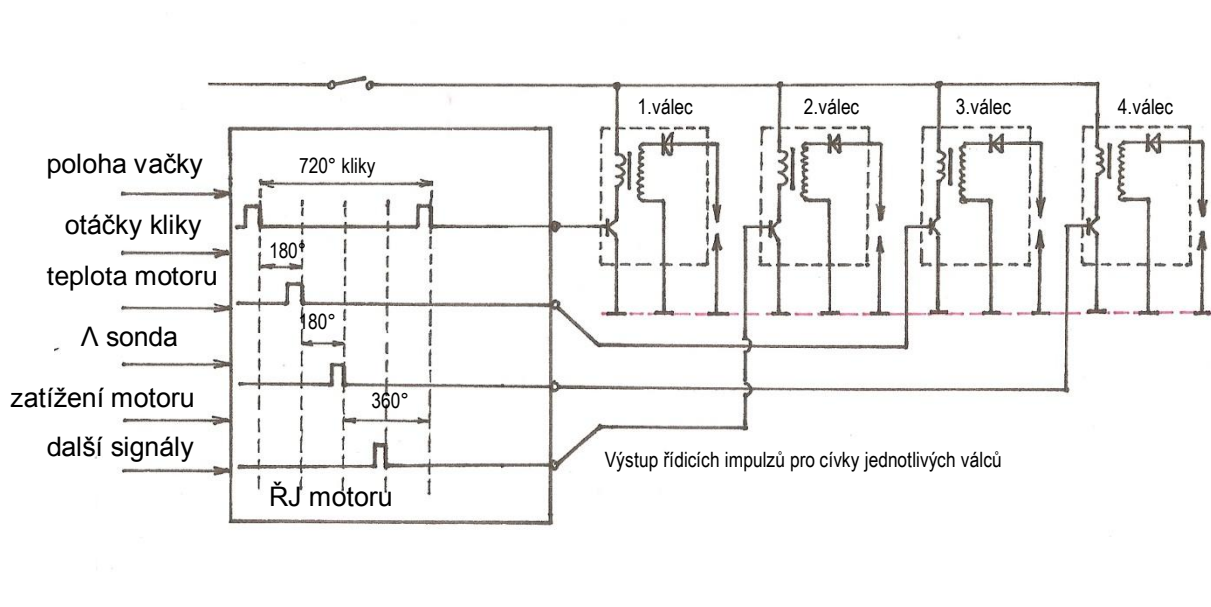
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 21.3 Napětové obrazy impulzů na svíčkách jednotlivých válců (zobrazená polarita impulzů odpovídá skutečné polaritě).

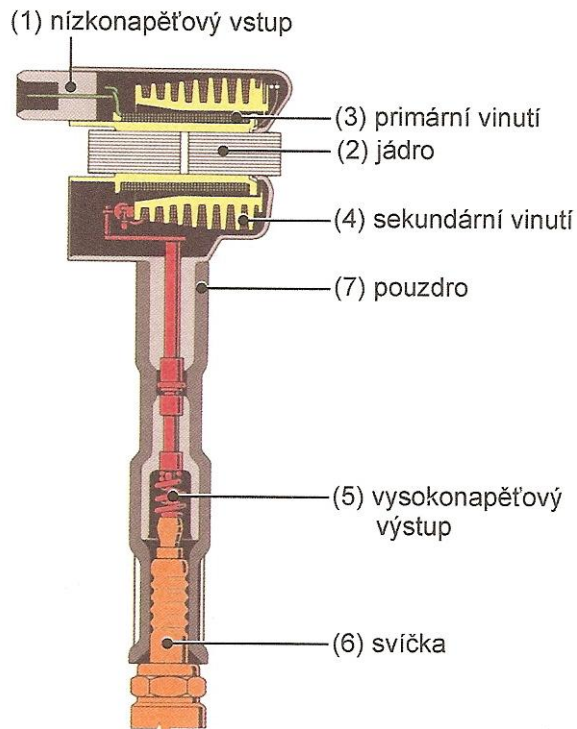
Zapalování EFS – Einzelfunken-Spule

Zapalování dvoujiskrovými cívkami má díky nepracovní jiskře nevýhodu v tom, že nelze regulovat předstih do záporných hodnot (pozápal), který je někdy pro chod motoru vhodný. Jiskra by totiž zapálila čerstvě nasávanou směs. Zapalování s jednojiskrovými cívkami tento nedostatek odstraňuje a navíc umožňuje zapalovat směs v motoru s libovolným počtem válců.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Oproti DFS potřebuje zapalování s jednojiskrovými cívkami informaci o právě probíhajícímu zdvihu v každém válci. Kromě otáček klikové hřídele musí tedy mít informaci o poloze vačkové hřídele, aby ŘJ motoru „věděla“, ve kterém válci právě probíhá kompresní zdvih a nezapalovala válec, v němž je v tomtéž okamžiku zdvih výfukový.



Obr. 5.65 Jednojiskrová cívka spojená se svíčkou