



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

226 770

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 27 01 81
(21) PV 576 - 81

(51) Int. Cl. F 02 P 5/08

(40) Zveřejněno 26 08 83
(45) Vydáno 01 08 85

(75) SLAVÍČEK IVAN ing.,
Autor vynálezu PAVLÁK MILAN doc. ing. CSc.,
PELÍŠEK MILOŠ ing.,
KUNZ MILAN ing.,
NOSEK JAROSLAV ing., BRNO

(54) Zapojení pro číslicové řízení předstihové charakteristiky spalovacího motoru

1

Vynález se týká zapojení pro řízení předstihové charakteristiky spalovacích motorů.

Jak je všeobecně známo, lze vlastnosti zapalovací soustavy spalovacího motoru značně zlepšit mechanickou regulací předstihu s použitím analogových elektrických obvodů. Systémy analogové regulace předstihu mají však celou řadu nevýhod, jako například možnost zajištění poměrně jednoduché předstihové charakteristiky, značná teplotní závislost analogových obvodů a s tím spojená změna nastavené předstihové charakteristiky. Současné zkušenosti řešitelů nových typů zapalovacích soustav ukazují, že dnešní a hlavně příští požadavky na činnost těchto soustav jsou schopny splnit pouze bezkontaktní zapalovací soustavy s číslicovou regulací předstihu. V takovýchto soustavách lze "naprogramovat" libovolně složité předstihové charakteristiky a složitější číslicové regulátory s pamětmi dokonce umožňují řízení předstihu podle "předstihové plochy", kde každý bod je určen velikostí otáček klikového hřídele a zatížení spalovacího motoru, popřípadě hodnotami dalších sledovaných parametrů jako je poloha škrtkové klapky, teplota chladicího média, velikost momentu motoru atd.

Jestliže lze u zapalovacích soustav s číslicovou regulací předstihu dosáhnout vyšší přesnosti, je nutno pro řídicí část dodávat vstupní informace s vyšší přesností než tomu bylo u analogových soustav. To platí především pro informace o poloze pístu ve válci a o otáčkách klikového hřídele. Zatímco u analogových soustav tyto informace dodával buď proudový kontakt rozdělovače nebo byl tento nahrazen některým druhem bezkontaktního snímače,

ať již optoelektronickou dvojicí či generátorovým snímačem, získávají se zmíněné údaje u soustav s číslicovou regulací předstihu přímo na klikovém hřídeli motoru.

Jak již bylo uvedeno, potřebují zapalovací soustavy s číslicovou regulací předstihu mimo informaci o poloze a otáčkách klikového hřídele také přesné informace o dalších parametrech spalovacího motoru, především o jeho zatížení. Tato informace se v naprosté většině získává podobně jako u konvenčních zapalovacích soustav z velikosti podtlaku v sacím potrubí motoru. U analogových zapalovacích soustav se většinou používá klasické podtlakové regulace s membránou, jejíž pohyb se mechanickými táhly přenáší na základovou desku rozdělovače nebo na stator synchronního generátoru. Takový způsob získávání informace o podtlaku však není vhodný pro číslicové zapalovací systémy, neboť by do soustavy zanášel chyby známé z klasických a elektronických analogových zapalovacích soustav, to je chyby mechanických převodů a jejich opotřebování během provozu.

Při zpracování informací o podtlaku většinou postačuje velmi hrubý kvantovací krok, to je vyžaduje se změna pouze při přechodu z jedné oblasti podtlaku do druhé, přičemž těchto oblastí je jen několik. V takových případech se používá většinou kontaktů ovládaných podtlakovou membránou až desetipolohovým spínačem. Je-li potřeba zajistit více stupňů podtlakové regulace, pak se používá indukčnostního nebo kapacitního snímače ve spojení s podtlakovou membránou nebo je možno použít velmi perspektivní tenzometrické polovodičové membrány.

Zpracování dalších vstupních informací, jako je teplota chladicího média, poloha škrtící klapky, moment na klikové hřídeli či jiných, již nemá prozatím rozhodující význam pro řízení předstihu. Většinou se používá jen dvoupolohové regulace.

Vlastní řídicí část zapalovacích soustav s číslicovou regulací předstihu je ve světě řešena celou řadou způsobů. Existují provedení s poměrně velkým zastoupením analogových částí až po soustavy s čistě číslicovým zpracováním a soustavy řízené mikroprocesorem.

Nejjednodušší řešení vychází z aplikace číslicových integrovaných obvodů pro soustavy s analogovým zpracováním. Příklad řešení je uveden například ve švýcarském patentu č. 606 792. Řídicí část v tomto případě pracuje buď s původním přerušovacím kontaktem nebo impulzním snímačem na klikové hřídeli. Výstupní impulzy snímače odpovídající předem stanovené úhlové vychýlce klikového hřídele jsou co do polohy a délky upravovány pomocí zpěťovacích a časovacích obvodů vytvořených z logických hradel tak, aby byl dosažen potřebný průběh předstihové charakteristiky. Zapalovací soustava má tedy celou řadu nedostatků charakteristických pro zapalovací soustavy s analogovým řízením předstihu. Podobným způsobem pracuje řídicí část zapalovací soustavy podle DOSu 2 623 733. Zde jsou časovací obvody vytvořeny na rozdíl od předchozího zařízení pomocí operačních zesilovačů, u kterých je třeba navíc kompenzovat celou řadu driftů.

Největší zastoupení mají v číslicovém řízení předstihu ty zapalovací soustavy, u kterých se poloha vyhodnocuje čítáním polohových impulsů v čítači synchronizovaném synchronizačními pulzy. Stav čítače se přes číslicově analogový převodník převádí na odpovídající úroveň stejnosměrného napětí, které je přivedeno na jeden vstup analogového komparátoru. Toto napětí většinou s počtem polohových pulzů lineárně, respektive schodovitě,

narůstá. Současně se opět s použitím číslicově analogového převodníku zpracovává rychlost otáčení klikového hřídele, popřípadě další parametry jako je podtlak a podobně. Odpovídající úrovně stejnosměrného napětí jsou zpracovány ve funkčních měničích a přes součtový obvod vedeny na druhý vstup napětového komparátoru. Při shodě úrovní obou vstupních napětí dává komparátor na výstupu vybavovací signál pro koncový stupeň. Předstihová křivka je v těchto případech dána nastavením převodníků a funkčních měničů. Protože tyto obvody jsou většinou realizovány pomocí operačních zesilovačů, je nutno opět provádět příslušné kompenzace driftů.

Uvedený typ provedení řídicí části vykazují zapalovací soustavy popsané v patentových spisech DOS 2 010 999, DOS 2 326 187, DOS 2 623 733.

S analogovou komparací signálu na výstupu řídicí části zapalovací soustavy pracuje také systém popsáný v NDR patentu 133 696. Zde je však použito jiného zpracování informací o poloze a otáčkách klikového hřídele. Tyto informace se získávají pomocí dvou vzájemně posunutých bezdotykových snímačů oscilátorového typu a nevodivého kotouče s kovovými segmenty nestejně délky v určitých polohách. Tím se v soustavě získávají dvě posloupnosti pravoúhlých impulzů nestejně délky, které jsou vůči sobě navíc fázově posunuty. Z časových posunutí jednotlivých pulzů obou posloupností se detekují informace o otáčkách a poloze klikového hřídele. Časová posunutí se opět v číslicově analogových převodnicích převádějí na stejnosměrná napětí, jejichž úrovně jsou porovnávány v komparátoru.

Existují rovněž zapalovací soustavy, kde je použito pro vytváření požadované předstihové charakteristiky analogového zpracování vstupních informací a řídicí signál pro koncový stupeň se zpracovává naopak číslicovým způsobem. Otáčky klikového hřídele a podtlak v sacím potrubí jsou převedeny na napětový signál, který se dále upravuje funkčními měniči. Získané napětí se vede na analogově číslicový převodník, jehož výstup spolu se synchronizačními pulzy řídí čítací zařízení. Na výstupu čítacího obvodu se pak vytváří pravoúhlý pulz, jehož nástupní hrana určuje začátek plnění cívky a sestupná hrana konec plnění, to je bod zážehu. V tomto systému lze tedy řídit nejen předstih zážehu, ale i dobu plnění cívky.

Další velkou skupinou číslicových zapalovacích soustav jsou typy používající dvou čítačů. V takových případech se jedním čítačem vytvářejí informace o poloze klikového hřídele a druhým čítačem informace o velikosti otáček klikového hřídele. Číslicovým porovnáním těchto dvou informací se získává vybavovací pulz pro výkonovou jednotku zapalovací soustavy. Tyto soustavy řídí buď jenom předstih zážehu nebo jsou navíc doplněny o řízení konstantního úhlu (resp. doby) plnění cívky. Předpokládá se vždy, že koncový stupeň zapalovací soustavy je vybaven obvodem pro zajištění konstantního proudu cívky. Systém s dvěma čítači je však možno vybavit i adaptivní regulací doby plnění cívky pomocí proudové zpětné vazby. Takovouto zpětnou vazbu lze provést například podle DOSu 2 608 755 přes zesilovač proudového omezení, který na výstupu vytváří pulz po dobu překročení předem nastavené hranice proudu zapalovací cívky. Tímto pulzem se potom ovlivňuje činnost čítače otáček.

Předchozí systém se dvěma čítači lze obměnit s použitím jednoho vratného čítače podle DOSu 2 325 479 nebo australského patentu č. 492 649. V těchto soustavách se od snímačů na klikovém hřídeli vyžaduje, aby dodaly pulz, jehož šířka odpovídá předem pevně nastavené

úhlové výchylce klikového hřídele. Během tohoto pulzu se čítají jedním směrem hodinové pulzy z krystalem řízeného oscilátoru. Po skončení pulzu je tedy stav čítače úměrný otáčkám klikového hřídele. V další fázi potom obvykle dochází k přepnutí směru čítání, přičemž se pak čítá většinou s jiným modulem. Po dosažení předem nastaveného stavu vydá dekodér vybavovací signál pro zážeh. Po zavedení dalších parametrů se nastavení tohoto dekodéru ovlivňuje vyrovnávací paměť, jejíž stav je vždy úměrný sledovaným parametrům, jako například momentu na hřídeli, podtlaku v sacím potrubí a natočení škrtkové klapky. Tyto systémy jsou doplněny dále dalším vratným čítačem a dekodérem. Tato část řídicí jednotky pracuje podobným způsobem jako obvod pro nastavení bodu zážehu a má za úkol vymezení začátku doby plnění cívky. Výstupní signály nastavení začátků a konců plnění cívky z dekodérů pak řídí výkonový stupeň zapalovací soustavy.

Zvláštní skupinu zapalovacích soustav s číslicovou regulací předstihu tvoří systémy využívající kódovacích kotoučů popsané v DOSu 2 352 268 a DOSu 2 626 598. V těchto případech je s klikovým hřídelem spojený kódovací kotouč vytvořený například pomocí kovových segmentů v několika stopách. Podle počtu stop potom se dostane příslušný rozsah binárních informací o otáčkách klikového hřídele. V číslicovém komparátoru se potom porovnávají tyto informace ještě s informacemi o podtlaku, teplotě atd. Vhodnou volbou vodivých segmentů a jejich rozložení lze již na kódovém kotouči ovlivnit nastavení předstihové charakteristiky.

Podstatně přesnější a variabilnější jsou takové systémy číslicového řízení předstihu, které pro každý válec motoru počítají okamžik zážehu na základě proměnných odpovídajících sledovaným parametrům motoru a naprogramovaných "konstant", které odpovídají požadované předstihové charakteristice. Tyto konstantní hodnoty se ukládají do pamětí typu ROM, PROM nebo EPROM. K vytvoření obvodů řešících příslušnou rovnici pro výpočet požadovaného předstihu se používají počítací obvody známé z techniky číslicových počítačů, to je především děliče kmitočtu a sčítací obvody k sečítání binárních čísel, popsané ve francouzském patentu č. 2 381 919 a 2 379 708. Zatím nejdokonalejší číslicovou zapalovací soustavou s pamětí je pak systém, u kterého je v pevné paměti naprogramovaná složitá předstihová plocha. Na základě informací o otáčkách klikového hřídele se vytváří například adresa příslušného sloupce a podle informací o podtlaku adresa řádku paměti. Odpovídající obsah paměťových buněk, slovo v binárním kódu, pak ovládá dekodér polohového počítače. Pokud je třeba provádět řízení i doby plnění cívky, pak musí být podobný paměťový obvod i pro naprogramování začátku plnění. Při zajišťování složité předstihové plochy je však v takovém případě nutno použít pamětí s dostatečnou kapacitou, což zvyšuje náklady na zapalovací soustavu. V takovém případě je potom vhodnější použít jen jedné paměti pro naprogramování předstihové plochy, například body zážehu, a dobu plnění cívky vypočítat. Navíc tento systém umožňuje adaptivní regulaci energie jiskry popřípadě předstihu. Takovýto systém potom vyžaduje použití mikroprocesoru a to vede zatím k nejvyššímu stupni vývoje v zapalovacích soustavách.

Použití mikroprocesoru v zapalovacích soustavách poskytuje již mnohem větší možnosti než pouhou regulací předstihu. Proto se v budoucnu počítá s využitím palubního mikroprocesoru, který bude mimo zapalovací soustavu řídit i ostatní skupiny automobilu, jako je brzdový systém, elektronické vstřikování paliva atd. Takovéto komplexní systémy však nejsou

předmětem tohoto vynálezu.

Předmětem vynálezu je zapojení pro číslicové řízení předstihové charakteristiky spalovacího motoru srovnáváním údajů o otáčkách motoru, podtlaku a případně dalších parametrech s optimální charakteristikou určující úhel předstihu, ve kterém snímač zubů s počítacím otáček a paměťovým obvodem a také snímač značkových zubů s čítačem polohy jsou zapojeny do komparátoru, na jehož výstupu je zpožďovací obvod, na který je také zapojen snímač a čítač dalšího parametru.

Na obr. 1 je znázorněn tvar typické předstihové charakteristiky spalovacího motoru. Na ose x jsou vyznačeny kanály odpovídající otáčkám motoru, na ose y je optimální úhel předstihu. Diskretní číslicová charakteristika 1 leží uvnitř regulačních mezí 2 zajišťujících optimální výkon motoru a přijatelné složení spalných plynů s nízkým obsahem škodlivých zplodin.

Na obr. 2 je uveden příklad blokového schéma zařízení pro číslicové řízení předstihové charakteristiky spalovacího motoru dle vynálezu.

Snímač zubů 2 spojený s čítačem otáček 4 a paměťovým obvodem 5 a snímač značkových zubů 6 s čítačem polohy 7, se kterým je též spojen snímač zubů 3, jsou zapojeny do komparátoru 8, na jehož výstupu je zpožďovací obvod 9 spojený se snímačem a čítačem dalšího parametru 10.

Informace o poloze a otáčkách klikového hřídele jsou vytvářeny pomocí snímače zubů 2, snímače značkových zubů 6, čítače otáček 4 a čítače polohy 7. Snímač zubů 2 a snímač značkových zubů 6 snímají průchody zubů ozubeného kola spojeného pevně s klikovým hřídelem. Čítač otáček 4 vyhodnocuje počet zubů spočtených během určeného časového intervalu, čítač polohy 7 vyhodnocuje počet zubů od nulové polohy dané značkovým zubem. Počet značkových zubů je roven počtu taktů spalovacího motoru během jedné otáčky klikového hřídele, tedy pro čtyřválcový motor jsou potřebné dva značkové zuby umístěné na ozubeném kole s roztečí 180°. Potřebný interval čítání čítače otáček 4 je odvozen pomocí časových obvodů tak, aby na konci tohoto intervalu odpovídal stav čítače otáček 4 okamžitě hodnotě otáček klikového hřídele. Stav čítače otáček 4 vyjadřuje svou číselnou hodnotou diskretní otáčkový kanál znázorněný na ose x na obrázku 1 a je adresou pro vybavení předem zakódovaných poloh klikového hřídele v paměťovém obvodu 5.

Průběh optimální předstihové charakteristiky je v otáčkové ose rozdělen na úseky konstantní šíře. Počet těchto kanálů se volí tak, aby byla splněna přesnost programované předstihové charakteristiky s paměťovým obvodem 5 s minimálním rozsahem. Údaj o počtu otáček, snímáný číslicovým čítačem otáček 4 se porovnává s údajem o poloze klikového hřídele z čítače polohy 7, který měří polohu a ve vhodném kódu ji vysílá na vstup komparátoru 8. V okamžiku, kdy dojde pro příslušný otáčkový kanál ke shodě na komparátorových vstupech, vyšle komparátor 8 impuls k ovládání zážehu. Tento impuls je možno pomocí číslicově řízených zpožďovacích obvodů regulovat pomocí dalších parametrů, jako je údaj o podtlaku, a tak korigovat tvar předstihové charakteristiky.

V komparátoru 8 se porovnává okamžitá hodnota polohy klikového hřídele daná obsahem čítače polohy 7 s vybaveným obsahem paměti 5. Na výstupu komparátoru 8 dostáváme impuls

odpovídající požadovanému okamžiku vybavení jiskry. Polohu získaných impulsů je možno dále ovlivňovat pomocí říditelných zpožďovacích členů podle stavu dalších sledovaných parametru vyhodnoceného snímačem a čítačem dalšího parametru 10. Takovým parametrem může být např. podtlak nebo teplota.

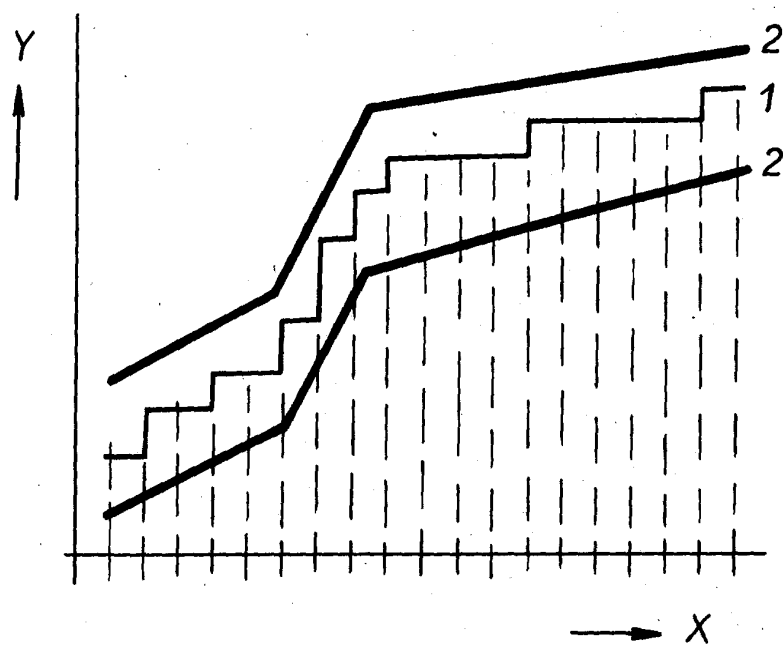
Výhodou zapojení pro číslicové řízení předstihové charakteristiky spalovacího motoru vůči zapojením pro analogové řízení je vyšší přiléhavost a spolehlivost, menší závislost na provozních podmínkách, především teplotě.

Vzhledem k známým zapojením pro číslicové řízení, využívajícím počítače umožňuje zapojení dle tohoto vynálezu zjednodušení konstrukce řídicího zařízení při zachování hlavních charakteristik. To umožňuje poměrně levnou maloseriovou výrobu zařízení pro číslicové řízení předstihové charakteristiky spalovacího motoru s využitím běžných stavebních elektromických prvků a tím využití tohoto způsobu u spalovacích motorů letadel a speciálních vozidel, vyráběných v malých seriích, kde by vývoj speciálních řídicích počítačů nebyl racionální, na druhé straně umožňuje způsob dle vynálezu i masovou výrobu zjednodušených řídicích zařízení pro maloobsahová dvojstopá a jednostopá vozidla.

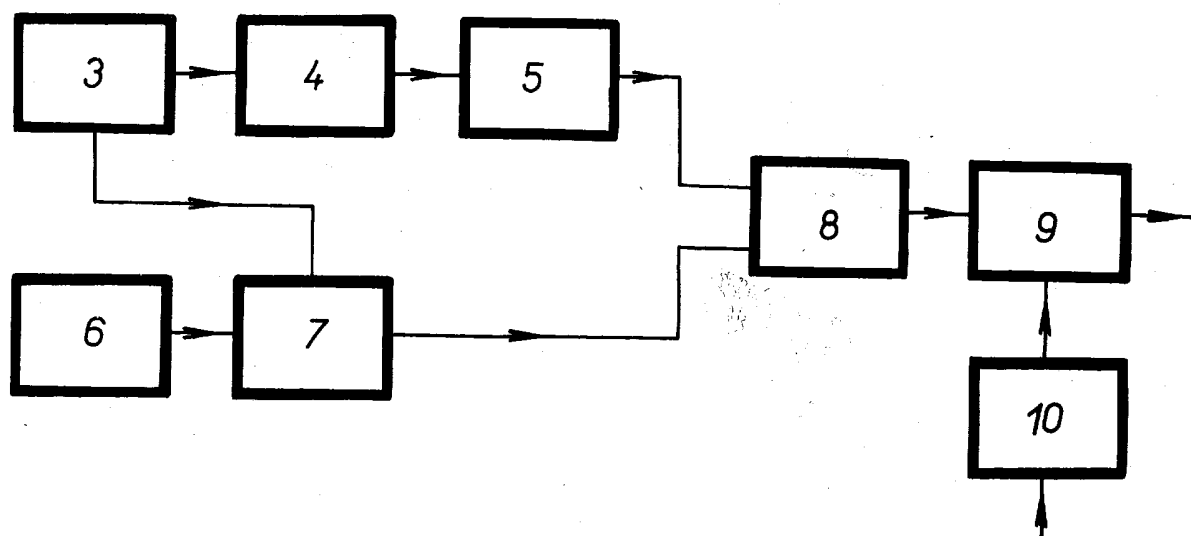
P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U.

Zapojení pro číslicové řízení předstihové charakteristiky spalovacího motoru vyznačené tím, že snímač zubů /3/ je přes čítač otáček /4/ a paměťový obvod /5/ připojen ke komparátoru /8/ a současně snímač značkových zubů /6/ je přes čítač polohy /7/ zapojen ke komparátoru /8/, k jehož výstupu je připojen zpožďovací obvod /9/, na který je také připojen snímač a čítač pro další parametr /10/.

2 výkresy



OBR.1



OBR. 2