

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

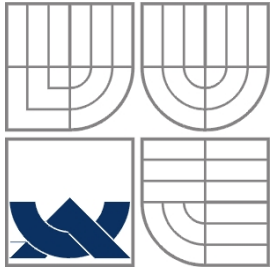
AKTIVNÍ TLUMIČ VÝFUKU SPALOVACÍHO MOTORU

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LIBOR HURT

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

AKTIVNÍ TLUMIČ VÝFUKU SPALOVACÍHO MOTORU

COMBUSTION ENGINE ACTIVE EXHAUST MUFFLER

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LIBOR HURT

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. FRANTIŠEK RASCH

BRNO 2008

Abstrakt

Libor Hurt

Aktivní tlumič výfuku spalovacího motoru

BP, ÚADI, 2008, str. 29, obr. 45.

Předmětem této práce jsou aktivní tlumiče výfuku spalovacího motoru. Práce je zaměřena na popis funkce takovýchto tlumičů a na jednotlivá technická provedení včetně systémů, velice se blížících těm aktivním. Dále práce popisuje použití obdobných systémů u motocyklů a to jak s motorem čtyřtákním, tak s motorem dvoutákním

Klíčová slova:

- Aktivní výfukový systém
- Elektromagnetický akční ventil
- Hladina zvuku
- Pneumatický akční člen řízený podtlakem
- Poloaktivní tlumič
- Řídící jednotka
- Výfuková klapka
- Výfukové plyny

Abstract

Libor Hurt

Combustion engine active exhaust muffler

BW, IAE, 2008, 29 pp., 45 fig.

The object of this thesis are the active exhaust mufflers of internal combustion engines. This thesis is specialized on function description such a mufflers and on a technical design, including systems, which are very similar to those active systems. Further work describe the using analogous systems at motorcycles and it how with four stroke engines so with two stroke engines.

Keywords:

- Active exhaust system
- Solenoid actuator valve
- Sound level
- Vacuum actuator
- Semiactive muffler
- Electronic control unit
- Exhaust flap
- Exhaust gases

Bibliografická citace:

HURT, L.: Aktivní tlumič výfuku spalovacího motoru. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 29 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. František Rasch.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a internetových stránek. To vše pod vedením vedoucího bakalářské práce pana Ing. Františka Rasche.

V Brně dne:

.....

Libor Hurt

Poděkování

Těmito několika málo slovy bych rád vyjádřil své upřímné poděkování vedoucímu mé bakalářské práce za cenné rady a připomínky, jenž mě směřovaly k jedinému cíli a to úspěšnému sepsání této práce. A také bych rád poděkoval své rodině za bezmeznou důvěru, obětavost a podporu při mých studiích.

Obsah

Obsah.....	7
Úvod	8
1. Seznámení s pojmem „aktivní tlumič výfuku“	9
2. Technická provedení aktivních výfukových systémů	14
2.1 Aktivní výfukový systém s elektronicky ovládanou výfukovou klapkou.....	15
2.2 Aktivní výfukový systém s pneumaticky ovládanou výfukovou klapkou.....	16
2.3 ENGINE EXHAUST CONTROL SYSTEM	18
2.4 Fusion exhaust system	19
3. Poloaktivní výfukové tlumiče	21
3.1 F1 Valvetronic exhaust system	21
3.2 VAREX muffler	23
4. Poloaktivní výfukové tlumiče ovládané tlakem výfukových plynů.....	24
4.1 APEXi PS Revolution muffler.....	24
4.2 SAM (Semi-active muffler)	24
5. Systémy výfukových přívěr u motocyklů	25
5.1 Čtyřdobé motory	25
5.1.1 EXUP (Exhaust Ultimate Power Valve)	26
5.2 Dvoudobé motory	27
5.2.1 Výfuková přívěra RAVE	27
Závěr	28
Seznam použitých zdrojů.....	29
Seznam příloh.....	29

Úvod

V této práci se blíže seznámíme s relativně novou technickou zajímavostí, která našla své místo v útrobach výfukových systémů některých automobilů. Toto technické zařízení je známo jako aktivní tlumič výfuku spalovacího motoru. Avšak, ještě než se blíže podíváme, co se skrývá za názvem aktivní tlumič výfuku, pojďme si říct co je úlohou všech výfukových tlumičů bez ohledu na jejich přívlastek.

Základní úlohou tlumiče ve výfukovém potrubí, je redukce hluku vycházející výfukového potrubí do okolí. A kde se tento hluk bere? Hluk vzniká působením velkých tlaků ve výfuku. Totiž po otevření výfukového ventilu, nebo u dvoutaktů výfukového kanálu, začnou z válce unikat silně stlačené explozivně se rozpínající plyny. Unikající plyny vytvoří rázovou vlnu, která má velkou kinetickou energii a při výstupu z výfukového potrubí vytváří další zvukové vlnění, které se šíří do okolí. Podle otáček motoru může hladina hluku kolenu výfuku bez tlumiče vysoko přesahovat 100dB, z toho vyplývá, že tlumič je opravdu třeba. Tlumič díky promyšleně uspořádaným tlumicí deskám trubičkám a absorpčním materiálům dokáže účinně tlumit rázové vlny šířící se výfukovými plyny a mající na svědomí výstupní hluk. Jen připomeňme, že trvalý hluk nad 130 dB způsobuje těžká poškození sluchového ústrojí. Motorová vozidla by neměla mít hladinu hluku větší než 80 dB[1].

Výstupní hluk u dvoudobých motorů je odlišný od hluku čtyřdobých motorů. Velkoobjemový motor také produkuje, především při přidávání plynu, mnohem hlubší a rachotivější zvuk než motor maloobjemový. Dále čtyřválcový motor zní úplně jinak než motor jednoválcový nebo dvouválcový [1].

Aktivní tlumiče mají jednu specifickou vlastnost. Jejich účinnost tlumení hluku se může během jízdy měnit a tak v závislosti na různých aspektech měnit zvukový projev automobilu. V dalších částech práce se podíváme na to, jak takovýto tlumič pracuje a kde se s nimi můžeme setkat. Dále se blíže seznámíme s různorodostí jejich technických provedení a uvedeme si i systémy, které se těm aktivní velice blíží, avšak za aktivní je považovat nemůžeme. Také se podíváme na jejich použití u motocyklů, kde můžeme najít jakou si obdobu aktivních výfukových tlumičů v podobě elektronicky řízených klapek(přívěr) ve výfukovém potrubí motocyklu. V části věnující se motocyklům se náš pohled bude ubírat dvěma směry a to na motory čtyřdobé a na motory dvoudobé, na kterých si ukážeme rozdílnost v použití výfukové přívěry. V závěrečné části vše vyhodnotíme a zamyslíme se nad klady a zápory těchto systémů a nad jejich přínosem do všedního života.

1. Seznámení s pojmem „aktivní tlumič výfuku“

Aktivní tlumiče výfuku se neobjevují u automobilů až tak často jako jiné nám známé systémy se slovíčkem „aktivní“, například aktivní diferenciál, aktivní tlumiče podvozku či aktivní opěrky hlavy. Tyto tlumiče výfuků nejsou tak rozšířené a vyskytují se poměrně málo. Na sériově vyráběných automobilech nejsou tak časté. Existuje opravdu málo vozidel, které se mohou tímto systémem pochlubit. Častěji je však můžeme vidět na vozidlech prošliých pod rukama nějakého toho šikovného autoúpravce. Instalace takového systému není totiž jednoduchou a levnou záležitostí. Téměř vždy se jedná o renomovanou firmu známou ve svém oboru. Dalším důvodem, proč o nich víme tak málo je, že jsou spíše rozšířené v Severní Americe než na evropském kontinentu. Již dříve jsem se o těchto aktivních tlumičích zmínil jako o systémech a toto označení je místě, protože po té co takovýto komponent je včleněn do výfukového systému, se přestává mluvit o aktivním tlumiči jako takovém, ale používá se spíše výraz aktivní výfukový systém.

Téměř všechny tyto systémy mají společného jmenovatele a tím je klapkový ventil obsažený takřka ve sta procent ve všech těchto výfukových soustavách. Můžou se však vyskytnout i jiné netypické ventily. Je na místě také říci, že ne všechny tyto systémy jsou až tak úplně aktivní i když za ně bývají často a spíše nesprávně považovány. Jedná se totiž o způsob ovládní, prostřednictvím kterého mění klapka ve výfukovém ústrojí svoji polohu (úhel pootevření). Způsob jakým se klapky případně jiné ventily chovají ve výfukovém potrubí, můžeme klasifikovat tedy jako aktivní, poloaktivní a pasivní.

Za aktivní můžeme označit takový systém, který je ovládán prostřednictvím řídicí jednotky (ECU), která po celou dobu sleduje činnost vozidla. Senzory rozmístěné po automobilu vysílají důležité informace v podobě elektrických signálů do ECU (například otáčky motoru, úhel otevření škrtkové klapky, atd.). Ty jsou následně zpracovány a řídicí jednotka pomocí elektrických výstupů, dle potřeby, ovládá různé akční členy (např. servopohon, elektromagnetický ventil apod.)

To poloaktivní systémy se vyznačují tím, že ventil se zapojí do výfukového procesu až na příkaz řidiče, který prostřednictvím spínače umístěným přímo na palubní desce či volantů nebo skrze dálkové ovládní (pokud je dodávané) přepne systém do jiného režimu. Jiné ventily zas můžou změnit svoji polohu pokud na ně působí určitý limitní tlak výfukových plynů.

V pasivních tlumičích žádné pohyblivé členy nejsou, jsou to klasické tlumiče složené z tlumících trubek, přepážek a komor poskládaných do podoby, kterou známe a jež si většina z nás vozí na podvozcích svých automobilů. Ale jelikož toto téma není předmětem této práce, více se k tomuto nebudeme vracet.

Jak aktivní tak poloaktivní systém lze ještě rozdělit dle způsobu ovládní samotného ventilu. Ten může být aktivován buď pneumatickým akčním členem, nebo pomocí servomotoru.

Nesmíme však zapomínat ani na dvojstopá vozidla. U motocyklů je totiž situace zcela rozdílná. U těchto strojů je klapka ve výfuku už delší dobu hojně využívána a to v podobě elektricky ovládaných výfukových přívěrů umístěných před tlumičem výfuku. U motocyklů značky Yamaha je tento systém výfukové přívěry znám jako EXUP (Exhaust Ultimate Power Valve), u Suzuki jako SET (Suzuki Exhaust Tuning System). Nejdéle se však výfukové přívěry používají u motocyklů s dvoudobým zážehovým motorem, kde plní zcela specifickou úlohu, která má přímou souvislost právě s principem činnosti dvoutaktního spalovacího motoru.

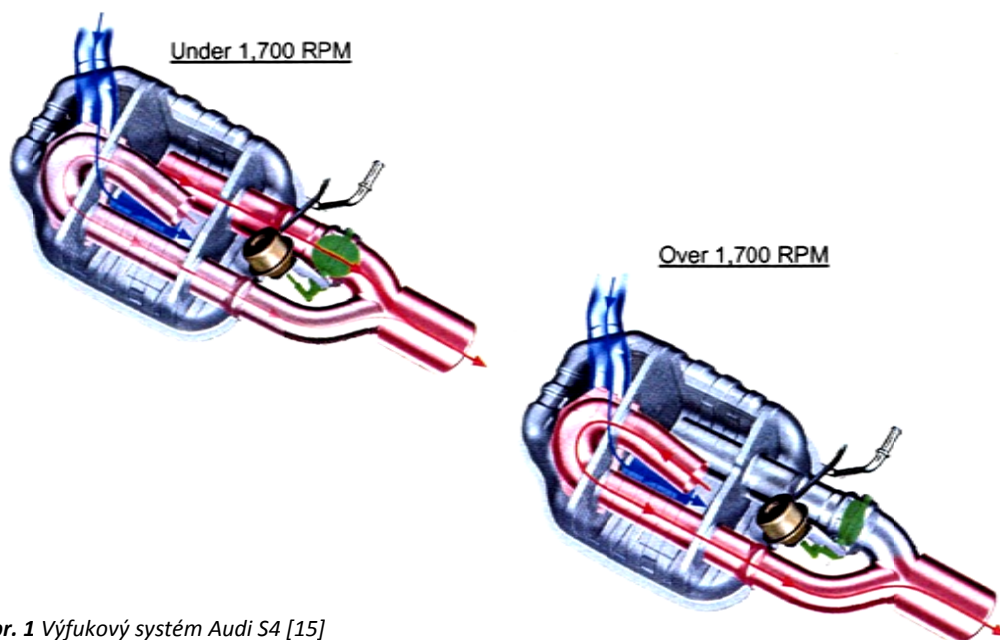
Tyto přívěry byly zprvu mechanicky ovládané, v dnešní době jsou téměř všechny ovládané elektronicky řídicí jednotkou. Tento typ přívěry se nachází na vnější straně válce a zasahuje do počátku výfukového kanálu.

Nyní se vraťme zpět k automobilům a položme si otázku, proč se vlastně tyto výfuky používají. Odpověď je v celku prostá. Jde zejména o zvuk vycházející z automobilu, u některých systémů je druhotným cílem výkon (U motocyklů je důvod trochu jiný, avšak k tomu dojdeme později). Všechna technická provedení těchto výfukových systémů pracují podobně, takřka všechny operují ve dvou režimech a to buď s klapkou plně otevřenou dovolující maximálně možný průchod výfukovým plynům. Tím klapka otevře (kratší) a přímější cestu výfukovým spalinám a umožní tak vytvářet ryze sportovní zvuk. Nebo mají klapku přivřenou s cílem co nejvíce tlumit hluk vycházející do okolí. Některé automobily mají tak uzpůsobené výfukové potrubí, že výfuková klapka je zcela zavřená a odklání proud výfukových plynů do jiných míst, kde jsou výfukové plyny donuceny procházet skrz tlumící potrubí, přepážky a komory, které mají za úkol maximálně pohlcovat zvuky a pulzace vycházející z výfuku.

Téměř pokaždé jsou klapky ve výfuku řízeny tak, že klapka je zavřená při nižších otáčkách motoru a při dosažení mezní hodnoty otáček (každý vůz má nastaveny jinou hodnotu) přejde do otevřeného stavu. Zde výhradně závisí na záměru výrobce automobilu, jaký zvukový projev očekává od svého vozu. To se hlavně týká těch systémů, které pracují v závislosti na řídicí jednotce.

Pro příklad si uveďme výfukový systém vozu Audi S4 třetí generace, jehož záměrem bylo dosáhnout sportovního zvuku v nižších otáčkách motoru a ve vyšších rychlostech si naopak udržet klidnější chod motoru, kdy do 1700ot/min zůstává klapka otevřená. Po překonání hranice 1700ot/min se výfuková klapka zavírá (obr. 1) Tato kombinace režimů je ojedinelá a spíše se nevyskytuje. Skoro vždy je klapka plně otevřená při vyšších obrátkách motoru.

S4 Exhaust



Obr. 1 Výfukový systém Audi S4 [15]

Jelikož tedy hlavním cílem těchto výfukových systémů je zvuk nepřekvapí nás, že pokud něco takového u některého automobilu najdeme, bude to prakticky vždy sportovní automobil se silným výkonným zážehovým vysokootáčkovým motorem, kde rychlost spalin ve výfukovém potrubí je větší. Mezi průkopníky v nasazování těchto systémů do sériově vyráběných automobilů je značka Audi. Jsou mi známi nejméně dva vozy, u kterých byly použity výfukové klapky a to do vozu Audi R8 (obr. 2) a Audi RS4 (obr. 3) Co se Audi RS4 týče, tak jeho systém klapek je ovládaný pomocí tlačítka „S“ na volantu (později si ukážeme), kterým řidič navolí ještě sportovnější charakteristiku motoru, kdy vozidlo začne více reagovat na lehký stisk plynového pedálu a při jehož aktivaci se zároveň otevírají ony výfukové přívěry a výfukové plyny začínají proudit přímější cestou [3]. U R „osmičky“ je způsob aktivace přívěv velice podobný.

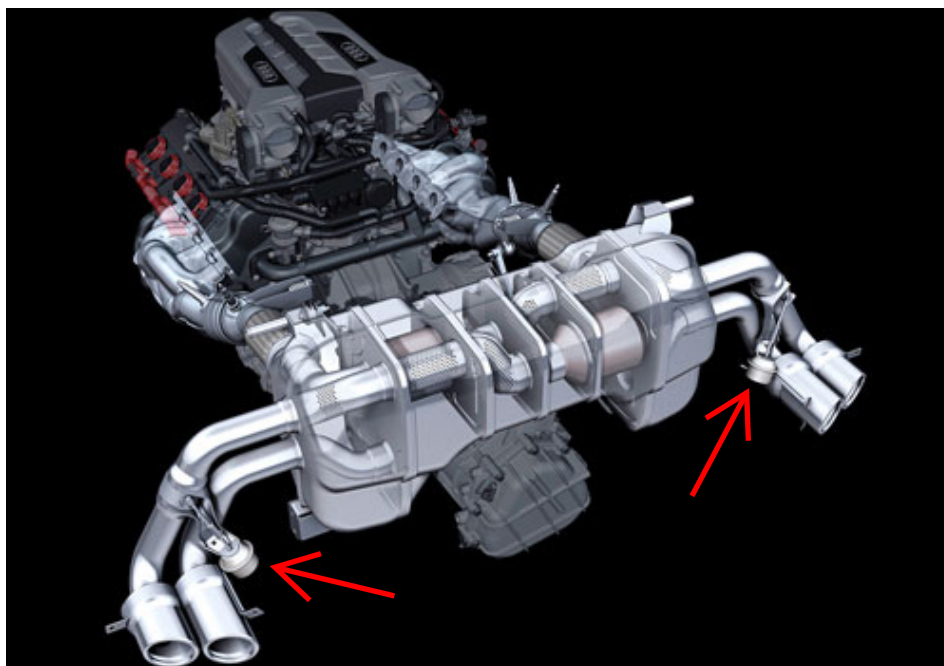


Obr. 2 Audi R8 [16]

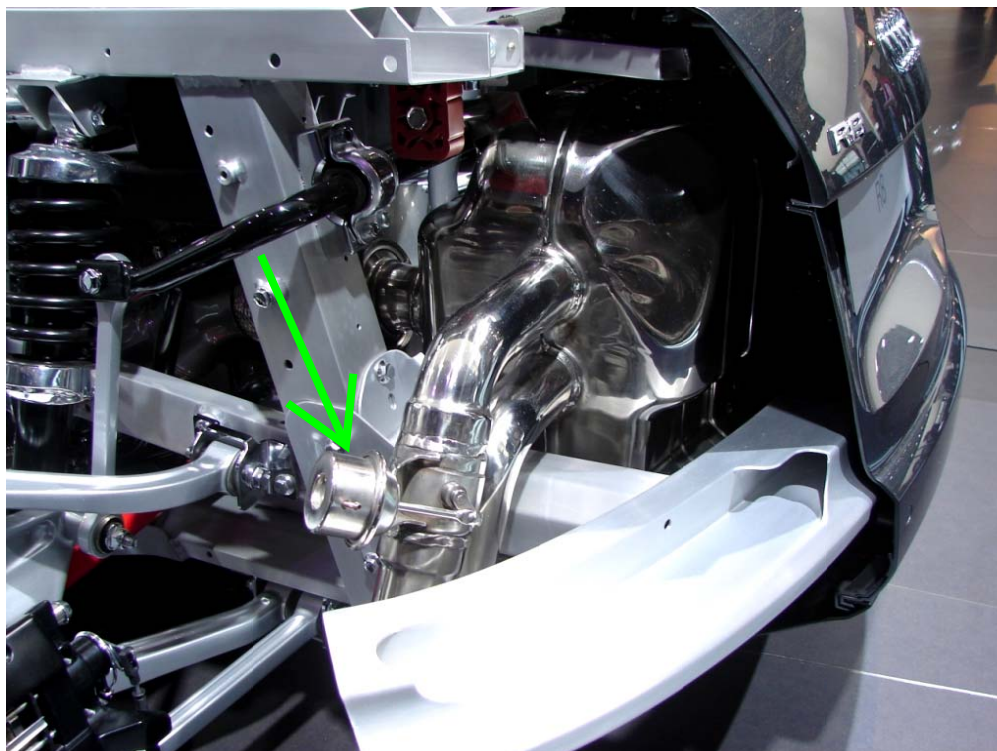


Obr. 3 Audi RS4 [16]

U obou těchto vozidel je klapka řízena pomocí pneumatického akčního členu s membránou, který je ovládán pomocí podtlaku a jehož poloha ve výfukovém potrubí se může mírně lišit. Avšak z pravidla se nachází za hlavním tlumičem výfuku. Je to charakteristický znak všech takto ovládaných systémů o čemž se můžeme ihned přesvědčit z názorných obrázků. (obr. 4,5 a 6)



Obr. 4 Výfukové ústrojí Audi R8



Obr.5 Náhled na pneumatický akční člen ve voze Audi R8 [17]



Obr.6 Pohled na výfukovou soustavu s pneumatickými akčními členy na voze Audi RS4 [18]

Značka Audi však není jediná automobilka, jenž začala nasazovat takto modifikované výfuky, starající se o zvukovou kulisu vozu. Jednou z dalších značek je Jaguar, který do svého sportovního kupé Jaguar XKR (obr. 7)

s kompresorem přepíňovaný motorem, začlenila zcela aktivní výfuky, které při nižších otáčkách zajišťují klidný a nevtíravý zvuk, ale při razantnějším sešlápnutí plynového pedálu se mění v nezaměnitelné burácení [4].

O tom, že výfukové klapky mohou být až předmětem dodatečných úprav neboli tuningu jsem se už zmínil. Takovým příkladem nám může být úprava vozu Aston Martin V8 Vantage, který německá tuniková společnost Loder1899 vybavila zcela novým výfukovým systémem opatřeným výfukovou klapkou, která se začíná otvírat při 4000ot/min a přispívá k lepšímu odvodu spalin a v poslední řadě i nárůstu výkonu [4].



Obr. 7 Jaguar XKR [16]



Obr.8 Aston Martin V8 Vantage od Loder1899 [19]

Už jsme se dozvěděli, že jsou vozy se zcela aktivními výfuky, u kterých je klapka řízená pomocí ECU jejíž činnost je zcela nezávislá na řidiči. A pak, že jsou vozy u, kterých se přívěra ve výfuku musí aktivovat pomocí spínače ve vozidle, což je výhradní záležitostí řidiče. U některých takto fungujících výfuků je spínač v kabině nahrazen dálkovým ovladačem (Obr. 9 a10), pomocí něhož se přímo ovládá poloha výfukové klapky. Toto dálkové ovládání je opravdu malé a řidič jej může mít zavěšené klidně na klíčkách od vozu, nebo ho mít pouze v kapse. Velice obdobný způsob aktivace výfukových přívěr, tím je myšlena aktivace pomocí spínače, má právě Audi RS4 jejíž klapky se otvírají při navolení sportovnějšiho režimu motoru. Tento spínač s písmenem „S“ se nachází přímo na volantu (obr. 11). Pak tu třeba máme vůz Mitsubishi 3000GT VR-4 se svými aktivními tlumiči výfuků. Ty pracují na základě navoleného módu, konkrétně je to mód „TOUR“ a „SPORT“. Ty si řidič volí pomocí tlačítka pod volantem (obr. 12). Pak i při navolení režimu TOUR klapka zůstává stále zavřená, až do doby kdy otáčky narostou přes 3500ot/min a řídicí jednotka vydá povel ke změně polohy do otevřeného stavu. Při sportovním režimu je otevřená stále.



Obr.9 Dálkové ovládání výfukových klapek vozů Chevrolet Corvette Z06 [20]



Obr. 10 Dálkové ovládání dodávané k výfukovým systémům od americké společnosti Kreissieg [9]



Obr. 11 Tlačítko „S“ umístěné na volantu pro navolení sportovnějšího režimu motoru s otevřením výfukových přívěr u vozu Audi RS4 [21]



Obr. 12 Přepínač módů výfukových tlumičů u Mitsubishi 3000GT VR-4 [22]

2. Technická provedení aktivních výfukových systémů

Nyní jsme si tedy nastínili, jak tyto aktivní a některé spíše poloaktivní systémy fungují, jak se ovládají a za jakým účelem se instalují. Nyní se blíže podívat na konkrétní technická provedení, která jsou opravdu různorodá a troufám si tvrdit, že i poměrně zajímavá.

2.1 Aktivní výfukový systém s elektronicky ovládanou výfukovou klapkou

Jako první se podíváme na výfukový systém s elektronicky řízenou výfukovou klapkou. Příkladem nám bude vozidlo japonské automobilky Mitsubishi s označením 3000GT VR4 (obr. 13) určený zvláště pro americký trh. Konkrétně se bude jednat o vůz z modelové řady vyráběné v roce 1990 až 1993 osazený šestiválcovým motorem o objemu 3.0L.

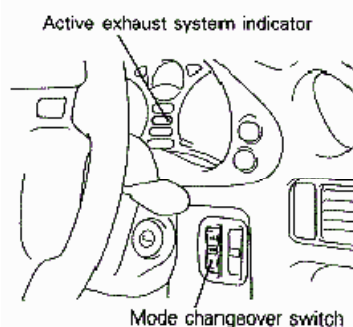


Obr. 13 Mitsubishi 3000GT VR4 [23]

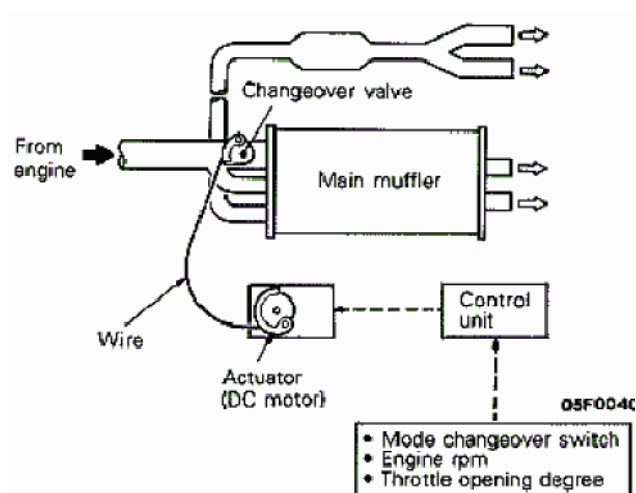
S ventilovými rozvody DOHC 24v a vybavený dvěma turbodmychadly. Tento vůz s pohonem obou náprav

na tehdejší dobu oplýval opravdu pokrokovými technologiemi. Za všechny jmenujme například nastavitelný podvozek, jehož chování se při jízdě změnilo pouhým stiskem tlačítka. Dále jsou to aktivní prvky v podobě předního spoileru a zadního křídla, které se vysouvali až při dosažení určité rychlosti. Při vysokých rychlostech se nepatrně natáčely zadní kola vůči předním pro usnadnění manévrovatelnosti ve vysokých rychlostech. A neposlední řadě to byly právě aktivní výfuky s dvěma režimy „TOUR“ a „SPORT“, o kterých si povíme něco blíže.

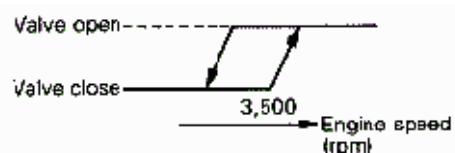
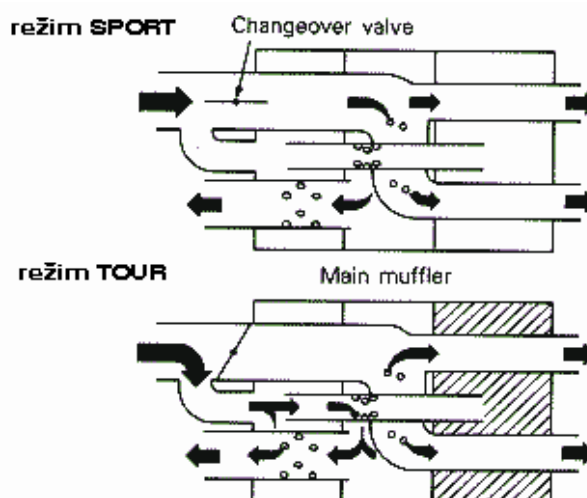
Tento aktivní systém výfuků (obr. 15) byl odpovědí na snahu amerických států o čistší ovzduší, zejména Kalifornie kde emisní normy byly přísné. Proto pokud byly výfuky přepnuty do režimu „TOUR“ patřil tento vůz k vůbec nejčistším supersportům. Avšak pokud se přepínač (viz. obr. 12,14) sepnul do polohy „SPORT“ zvukový projev dostal agresivnější podobu a pod kapotou rázem přibyl pár koňských sil. Poloha přepínače je signalizována kontrolkou (obr. 14)[5].



Obr. 14 Umístění přepínače a kontrolky režimu



Obr. 15 Schéma funkce aktivního systému výfuku [33]

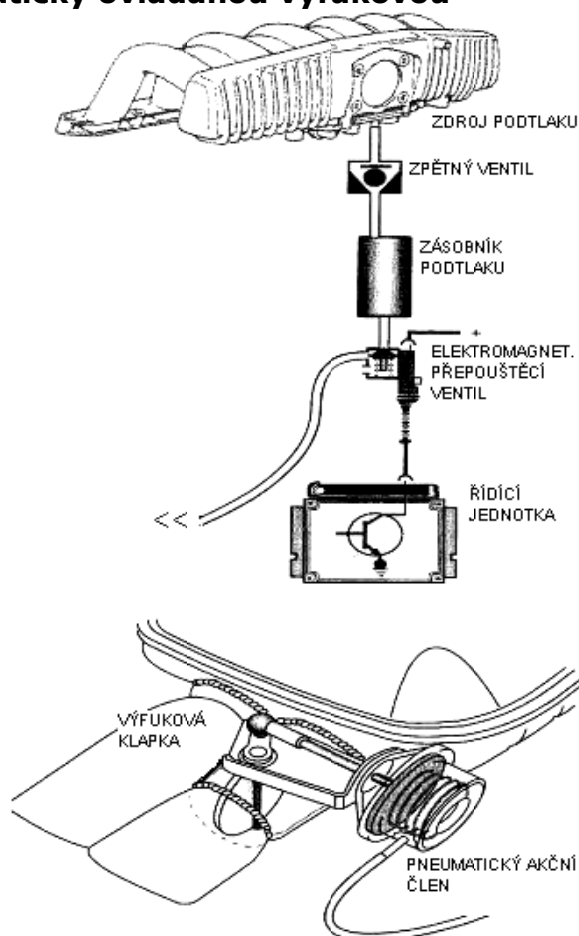


Ze schématu na obr. 15 můžeme vidět stručně vysvětleno funkci aktivního systému. Jak si můžeme všimnout, celý proces je řízen řídicí jednotkou, která na základě informací, jenž do ní proudí v podobě elektrických signálů, vyhodnocuje danou situaci a zavírá či otvírá výfukovou klapku. Pro polohu klapky jsou v této situaci stěžejní tři informace a to jaký je navolený režim výfuku jestli „SPORT“ nebo „TOUR“, dále hodnota otáček motoru a v poslední řadě úhel otevření škrticí klapky. Na základě těchto informací je pak vládán servomotor řízený stejnosměrným napětím. Ten je přes ocelové lanko spojen na táhlem výfukové klapky. Na táhle je ještě umístěná pružina zajišťující zpětný pohyb klapky při povolování lanka. Z levé strany obrázku 15 můžeme vidět, jak klapka řídí proud výfukových plynů. V poloze, kdy je klapka zavřená, jsou spaliny odkláněny do tlumících komor a potrubí hlavního tlumiče a také do separátního výfukového tlumiče umístěného na protější straně vozu. Naproti tomu, pokud je klapka otevřená, spaliny proudí kratší a přímější cestou, tím klesá protitlak spalinám a rostou výkonový potenciál vozu. Tedy pokud je navolený režim Sport klapka zůstává otevřená po celou dobu, ale pokud máme navolený cestovní, režim klapka zůstává zavřená, avšak pouze do té doby, než otáčky motoru překročí hranici 3500ot/min(max. výkon automobilu je v 6000ot/min). Klapka se opět zavře, klesnou-li otáčky opět pod 3500ot/min (obr. 15)

Tak asi takto mohou pracovat aktivní výfukové systémy, u kterých je akční člen, v našem případě servomotor, řízený elektrickým napětím. Avšak daleko více se ke změně polohy výfukových klapek používá pneumatický akční člen ovládaný podtlakem. A právě na tento typ řízení se nyní zaměříme.

2.2 Aktivní výfukový systém s pneumaticky ovládanou výfukovou klapkou

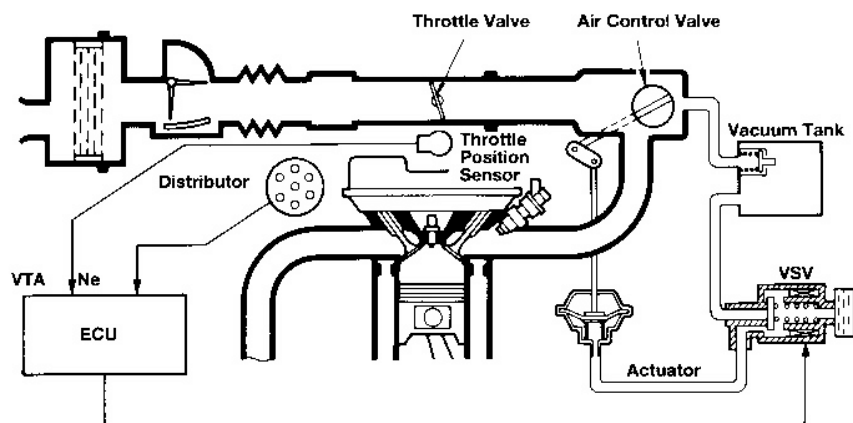
Aktivní výfukový systém s pneumaticky ovládanou výfukovou klapkou je poněkud více rozšířený než předešlý případ [6]. Na tomto řízení jsou postavena i většina poloaktivních systémů. Pokud bychom se nyní měli bavit o těchto aktivních systémech, téměř vždy se skládají z podobných komponentů poskládaných v jeden pneumatický řetězec. Mezi ty hlavní části patří nepostradatelně řídicí jednotka (ECU), pak elektromagneticky řízený přepouštěcí ventil, zásobník podtlaku, zpětný ventil, pneumatický akční člen, který je pro takto ovládané výfuky charakteristický. Dále je to výfuková klapka a nesmíme zapomínat na zdroj podtlaku. Nyní se podívejme, jak takovýto pneumatický řetězec funguje. Budeme se inspirovat aktivním výfukovým systémem používaným u některých sportovnějších verzí vozů BMW řady 3. (obr. 16) Když se podíváme na obr. číslo 16, může vidět, že podtlak je přiveden ze sacího potrubí.



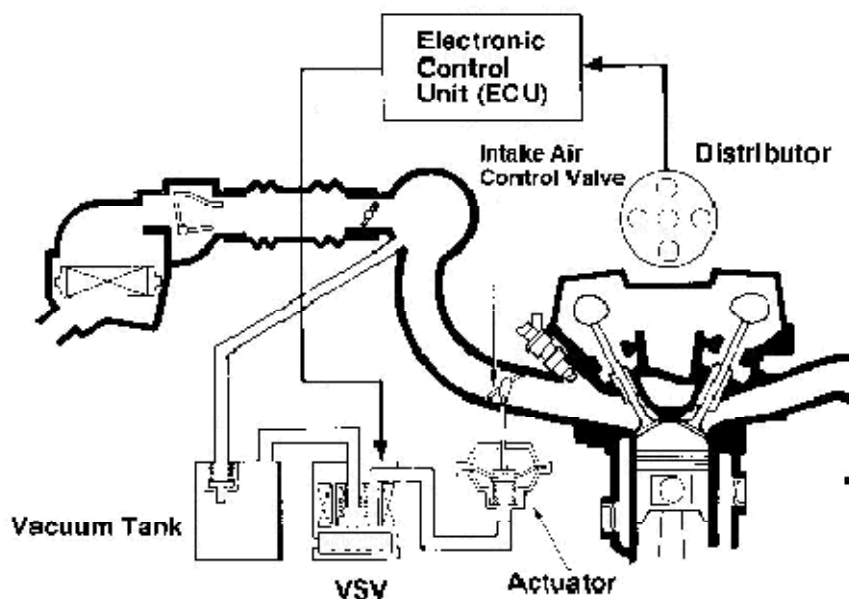
Obr. 16 Schéma funkce aktivního systému výfuku s pneumaticky řízenou výfukovou přívěrou [16]

Pokud odebíráme podtlak ze sání, jakože ve většině případů to tak bývá, je to v místech za škrticí klapkou kde proudící medium vytváří podtlak, který se odvíjí od velikosti jejího otevření.

Pro lepší představu odběru podtlaku ze sacího potrubí jsem vybral schéma systému pro zlepšení sání do válce od značky Toyota (obr 17a,b).



Obr. 17a ACIS Systém řízení [24]



Obr. 17b T-VIS Systém řízení [24]

Tento pneumatický řetězec pracuje prakticky stejným způsobem, akorát s tím rozdílem, že klapka ovládaná pneumatickým akčním členem je aplikována v jiných místech než v našem případě. Jinak pro upřesnění VSV na těchto schématech je právě elektromagnetický ventil ovládaný řídicí jednotkou (v anglickém jazyce: Vacuum Switching Valve).

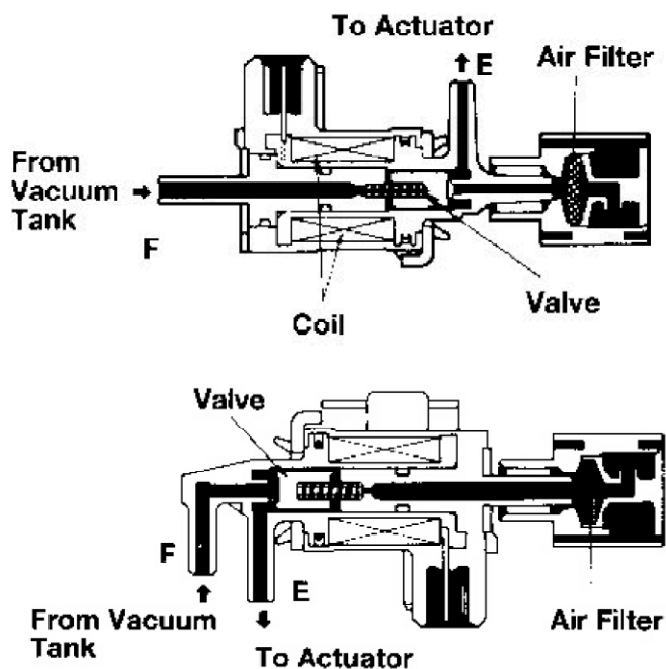


Obr. 20a Pneumatický akční člen [27]

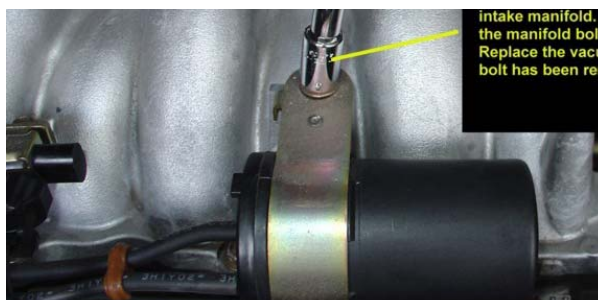
Nyní jsme se dozvěděli, odkud získáváme tížený podtlak a můžeme pokračovat k dalšímu členu a tím je zpětný ventil, který brání úniku podtlaku z nádrže a zároveň pokud se v sacím potrubí vytvoří dostatečný podtlak, umožní ho vytvořit i v zásobníku. Podtlakový zásobník (obr.18) slouží k tomu, aby pneumatický akční člen (obr. 20a,b) měl stálou dodávku podtlaku kdykoli bude třeba. Dodávka podtlaku do pneumatického členu je určována elektromagnetickým ventilem (obr. 21), jehož funkce je ovládaná řídicí jednotkou, která podle předem stanovených informací a informací do ní přicházejících (otáčky motoru, poloha výfukové klapky,...) vyhodnocuje situaci a otvírá ventil, čímž umožňuje vytváření podtlaku v pneumatickém členu, který přes táhlo tahá za kliku spojenou s „hřídelkou“ výfukové klapky a tím ji otvírá.

Pneumatický akční člen (obr. 22) se skládá z těla ventilu, pružiny a membrány na níž podtlak působí, čímž dochází k pohybu táhla a tím pak i k pohybu klapky ve výfuku.

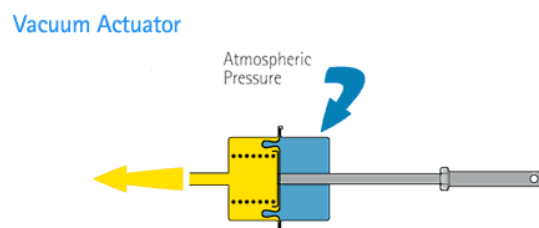
Mezi přední výrobce těchto pneumatických členů patří německá firma Pierburg, v jejíž produkci patří tyto komponenty mezi ty významnější a zároveň čím dál více populárnější mezi úpravci automobilů jak v Evropě, tak i v Severní Americe.



Obr. 21 Elektromagnetický ventil (dvě různá technická provedení) [24]



Obr. 18 Zásobník podtlaku [25]



Obr. 20b Pneumatický akční člen [26]

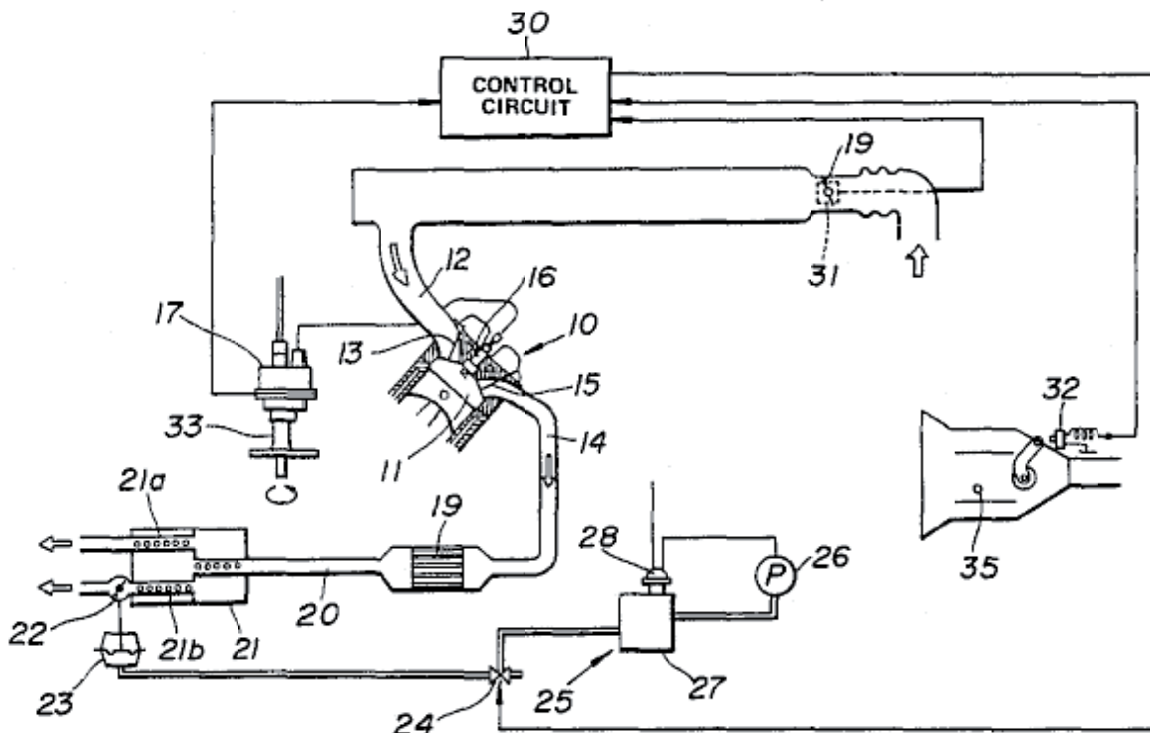
2.3 ENGINE EXHAUST CONTROL SYSTEM

Dalším technickým provedením, které si můžeme uvést je patent japonský inženýrů, kteří si v roce 1987 nechali ve Spojených státech amerických patentovat systém pro kontrol výfuku (ENGINE EXHAUST CONTROL SYSTEM) [7]. Tento systém s pneumatickým ovládním je velice podobný tomu předešlému. Hlavní rozdíl je ve zdroji podtlaku, který není brán ze sacího potrubí spalovacího motoru, ale je vytvářen pomocí pumpy.



Obr. 23 Podtlaková pumpe z vozu Chevrolet Corvette

Příklad, jak by taková pumpa mohla vypadat můžeme vidět na obr. 23, kde byla použita pumpa podtlaku z vozu Chevrolet. Funkci systému zajišťuje řídicí jednotka, která v tomto případě rozhoduje o otevření či zavření výfukové klapky podle tří podmínek. A to dle otáček motoru, zařazeného převodového stupně a polohy škrtící klapky. U převodového stupně je stěžejní, že nesmí být zařazen neutrální.



Obr. 23 Systém pro kontrolu výfuku [7]

Pro upřesnění si uvedme některé důležité části systému. Začneme číslem 26, to pumpa podtlaku, 27 nádrž podtlaku, 28 ventil pro udržení konstantní hladiny podtlaku, 24 elektromagnetický přepouštěcí ventil, 23 pneumatický akční člen, 22 výfuková klapka, 21 hlavní výfukový tlumič, 35 převodová skříň, 32 snímač volnoběhu, 33 snímač polohy klikové hřídele a 17 rozdělovač. Kopii patentu přikládám k práci.

2.4 Fusion exhaust system

Další zajímavé provedení je od americké firmy B&B (Billy Boat) pro vozy Chevrolet Corvette Z06 a má označení Z06 Fusion exhaust[8].



Obr. 24 Chevrolet Corvette Z06 [28]

Jedná se o podobný systém jako u předešlých dvou případů. Opět je pneumaticky ovládaný, kdy jako zdroj podtlaku byl použit motor vozidla.



Obr. 25 Z06 Fusion exhaust [20]

Tento aktivní výfuk pracuje ve dvou režimech „Mild“ mírný a „Wild“ divoký. Funkce je podobná jako u Mitsubishi 3000GT VR4 to znamená, že při mírném režimu je otevření výfukové klapky závislé na otáčkách respektive na řídicí jednotce, která opět pomocí nějakého elektromagnetického ventilu obstarává dodávku podtlaku do pneumatických akčních členů. U „divokého“ režimu jsou výfukové klapky stále otevřené. Výfukový systém vozu Corvette má dva hlavní výfukové tlumiče opatřené dvěma koncovkami na každém z nich. Výfukové koncovky na vnitřních stranách jsou opatřeny výfukovými klapkami, které jsou ovládané již zmíněnými členy. Hlavní tlumič obsahuje dvě cesty, kudy mohou výfukové plyny proudit a to tišší a hlasitější stranu. Tišší strana má menší průměr a vede výfukové spaliny skrz tlumicí komoru do vnějších koncovek, čímž se redukuje hluk z výfuku. Pokud je klapka otevřena výfukové plyny proudí hlasitější stranou, přímou cestou skrz hlavní tlumič ven. Přepínání mezi režimy se provádí dálkovým ovládačem, který už byl ukázán dříve.

Firma B&B se však nesoustředí pouze na vozy Corvette, ale vyrábí celou škálu výkonných výfukových systémů pro celou řadu sportovních automobilů, nákladních automobilů i vozů třídy SUV.



Obr. 26 Pohled na výfukové klapky s pneumatickými členy u vozu Chevrolet Corvette Z06 [29]

3. Poloaktivní výfukové tlumiče

3.1 F1 Valvetronic exhaust system

Výfukový systém od americké tuningové společnosti Kreissieg s označení F1 Valvetronic exhaust system je dalším zajímavým řešením, které řidiči umožňuje zvýšit výkon i vylepšit zvuk svého vozu pouhým stiskem tlačítka [9]. Opět totiž pracuje ve dvou režimech a to v režimu „Normal“ a v režimu „F1“. Výběh režimu řidič provádí jednoduchým stiskem spínače v kabině a nebo je to také možné přes dálkový ovladač, který jsme si již dříve ukázali. Každý ze dvou režimů představuje jinou cestu pro odvod výfukových spalin.

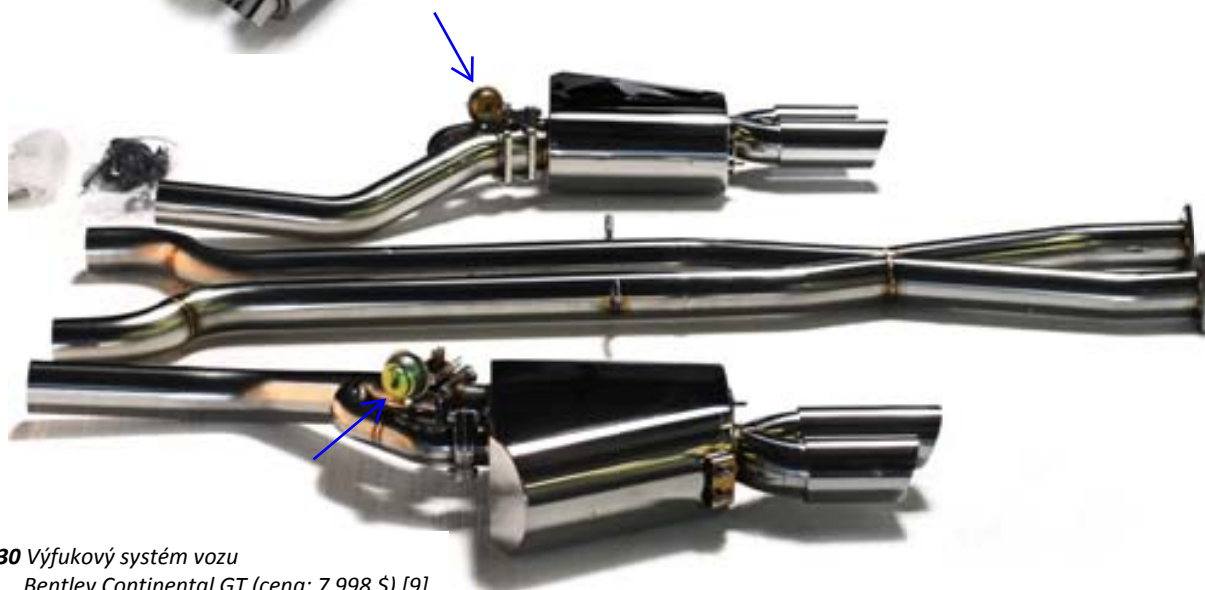
„NORMAL“ mód, ten reprezentuje tradiční cestu ubírající se skrze katalizátory a tlumící komoru do koncovky výfuku a ven do atmosféry.

„F1“ mód, ten zastupuje cestu obcházející oba katalizátory a tlumící komoru a tak výfukové plyny proudí od sběrného výfukového potrubí přímo přes výfukovou koncovku ven do okolí.

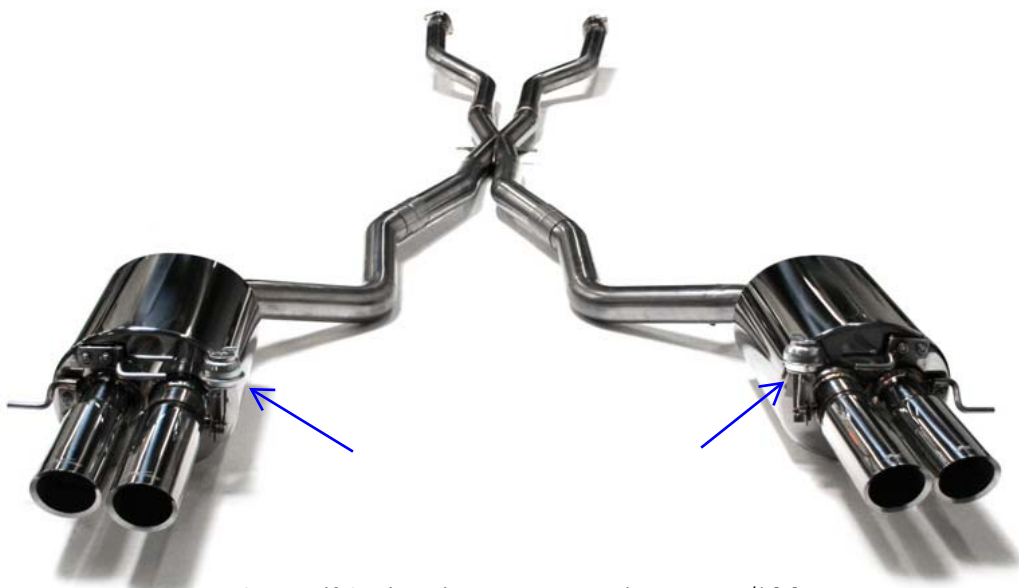
Strategické umístění klapkového ventilu v systému umožňuje okamžitou změnu módu. Pro lepší představu uvedu několik ukázek těchto systémů.



Obr. 29 Výfukový systém vozu
Lamborghini LP640KR Murcielago (cena: 10 998 \$) [9]



Obr. 30 Výfukový systém vozu
Bentley Continental GT (cena: 7 998 \$) [9]



Obr. 31 Výfukový systém vozu BMW M6 (cena: 7 998 \$) [9]



Obr. 32 Výfukový systém vozu Lamborghini Galardo06 (cena: 7 498 \$) [9]



Obr. 33 Jeden ze dvou hlavních tlumičů Ferrari F550 (F575) (cena: 4 998 \$) [9]

Ceny takových to výfukových systémů nejsou zrovna levnou záležitostí a pohybují se v řádově v tisících dolarech. Pro zajímavost jsem je uvedl ceny výfukových systémů pod každým zobrazením.

3.2 VAREX muffler

Dalším pěkným a o poznání levnějším řešením, kdy řidič může ovládat hlasitost svého vozu je výfukový tlumič od australské společnosti XFORCE [10]. Tento tlumič v sobě kombinuje klasický tlumič se sportovním výfukovým tlumičem.

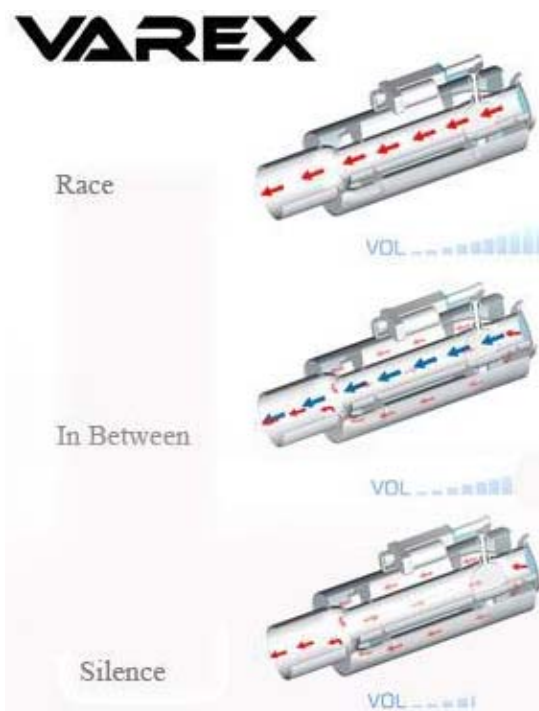
Do útroby tlumiče je důmyslně zakomponovaný klapkový ventil, který má za úkol odklánět proud výfukových plynů do separátního potrubí jdoucí souběžně s hlavní výfukovou cestou. S toho vyplývá, že tento tlumič obsahuje dvě cesty, kudy mohou výfukové spaliny proudit. Pokud je klapka zavřená, spaliny proudí užším odděleným kanálem a zvuk vycházející z tlumiče je maximálně tlumený. Avšak v případě, že je klapka plně otevřená vůz dostává hlubší sportovní zvuk a proud výfukových spalin je kladen minimální odpor, čímž se také mírně narůstá výkon vozu. U tohoto tlumiče výfuku lze nastavit výfukovou klapku do více poloh, což nám umožňuje vybrat si zvuk svého vozu, jaký se nám líbí.



Obr. 34 Varex muffler [10]



Obr. 35 Varex muffler [30]



Obr. 36 Princip změny zvukového projevu [10]

4. Poloaktivní výfukové tlumiče ovládané tlakem výfukových plynů

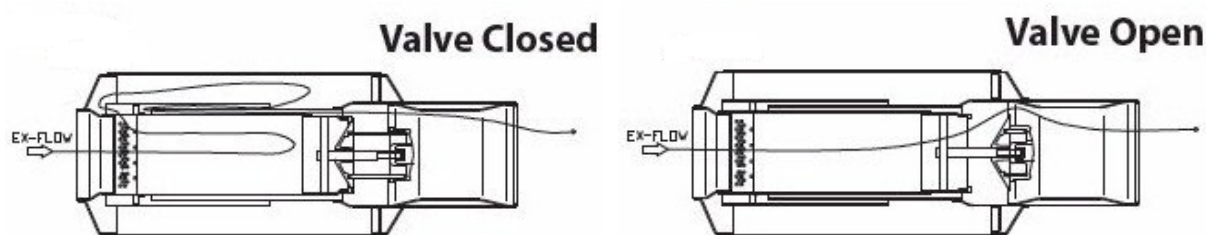
Nyní se dostáváme do skupiny výfukových tlumičů, které taky obsahují výfukový ventil, avšak ten není řízen žádným servopohonem ani žádným pneumatickým členem. Ventilem už ani nebývá klapka nýbrž speciální ventily určené přímo pro daný tlumič. Ventily, které jsou nedílnou součástí těchto tlumičů, mají charakter pojistných ventilů, které při vzrůstajícím tlaku spalin v hlavním tlumiči se otevírají a dovolují tak volnější průtok spalin se současným poklesem protitlaku a růstem výkonu motoru. Nyní si uvedeme takové dva zástupce této skupiny. Tyto tlumiče můžeme zařadit do skupiny těch poloaktivních.

4.1 APEXi PS Revolution muffler

Prvním bude výfukový tlumič PS Revolution od japonské firmy APEXi [11]. Tento výfuk byl navržen pro větší ladění výkonných vozů s cíle udržet, případně snížit hladinu hluku na snesitelnou a zákonem danou hlukovou normu. Funkce zpětného ventilu zakomponovaného do tlumiče spočívá v uvolnění proudu výfukových spalin při překročení jisté hranice tlaku ve výfukovém tlumiči.



Obr. 37 Apexi PS revolution muffler [31]



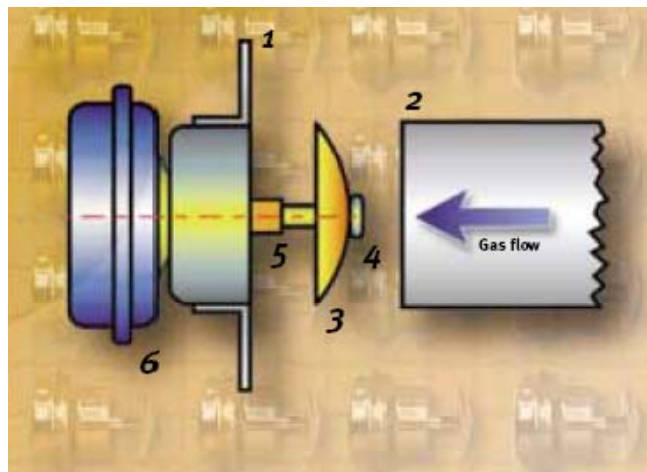
Obr. 38 Ukázka proudění výfukových plynů při zavřeném či otevřeném výfuku [31]

4.2 SAM (Semi-active muffler)

Dalším zástupcem této skupiny je tlumič opět americké firmy a to společnosti Tenneco Automotive s označením SAM (Semi-active muffler) [12]. Tento výfukový tlumič se vyznačuje specifickým ventilem navařeným na plášť hlavního výfukového tlumiče. Tento ventil zůstává při malých otáčkách motoru zavřený.

V těchto rychlostech motoru, kdy převažují tóny nižších frekvencí, musí výfukové plyny procházet trubicí s menším průměrem skrz hlavní tlumič což je žádoucí pro dobré utlumení hluku. Při vyšších rychlostech a zatíženích motoru rychlost proudění výfukových plynů stoupá, což má za následek zvýšení tlaku v komoře tlumiče.

Na tento jev reaguje ventil tím, že se začne otvírat hladce a plynule, v závislosti na narůstajícím tlaku. Výfukové plyny jsou vedeny skrze potrubí s větším průměrem se zároveň sníženým protitlakem.



1 Muffler housing	3 Valve disk	5 Shaft guide
2 Muffler entry pipe (gas feeder)	4 Pressure input (sliding rod)	6 Actuator

Obr. 39 Schéma ventilu [12]



Obr. 40 Poloaktivní výfukový tlumič „SAM“ [12]

5. Systémy výfukových přívěr u motocyklů

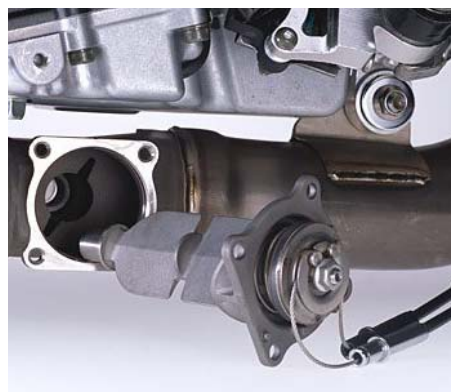
A jelikož i dvojstopá vozidla mají spalovací motor, tak i u nich by se dalo předpokládat, že používají nějaký ten systém s výfukových přívěr. A je tomu opravdu tak. Motocykly, používají dvojí typ přívěr, záleží na taktosti spalovacího motoru.

5.1 Čtyřdobé motory

V případě že se bavíme o čtyřtaktním motoru, tak tento typ výfukových přívěr je relativně nový (vzhledem k dvoudobým motorům). Jedná se o výfukovou přívěr reprezentovanou výfukovou klapkou klínového nebo válcového tvaru umístěnou pod motorem za výfukovými svody, před hlavním tlumičem. Tyto přívěry jsou ovládané elektronicky, řídicí jednotkou prostřednictvím servomotoru a jejich poloha se odvíjí od hodnoty otáček motoru. Například motocykly značky Yamaha, tyto přívěry s označením EXUP používají již od devadesátých let. Motocykly Suzuki používají prakticky stejné přívěry, jejich zkratka je SET. Tyto přívěry snižují obsah uhlovodíků (HC) ve výfukových plynech a zajišťují zvýšení točivého momentu při nízkých otáčkách.

5.1.1 EXUP (Exhaust Ultimate Power Valve)

Jedná se o systém přívěry ve výfuku firmy Yamaha pro čtyřdobé motory používané od devadesátých let. Dnes tento systém najdeme na většině, už trochu výkonnějších, motocyklů této značky nevyjímaje ani velkoobjemové choppery. Průtok spalin výfukem je regulován na základě otáček pomocí válcové nebo klínové klapky (obr. 41) umístěné ve výfukovém potrubí pod motorem za svodama výfuku. Ventil je při malých otáčkách motoru hodně přivřený a s narůstajícími otáčkami se otevírá až do úplného otevření, kdy proudy výfukových plynů dovoluje maximální průtok. Proti systému bez přívěry má motor lepší průběh krouticího momentu v nižších a středních otáčkách motoru, hladší a klidnější chod a vyšší výkon v celém rozsahu otáček. Pro lepší pochopení funkce bych si dovolil odcitovat přeložený text z internetových stránek výrobce:



Obr. 41 Pohled na klínovou výfukovou klapku systému EXUP [32]

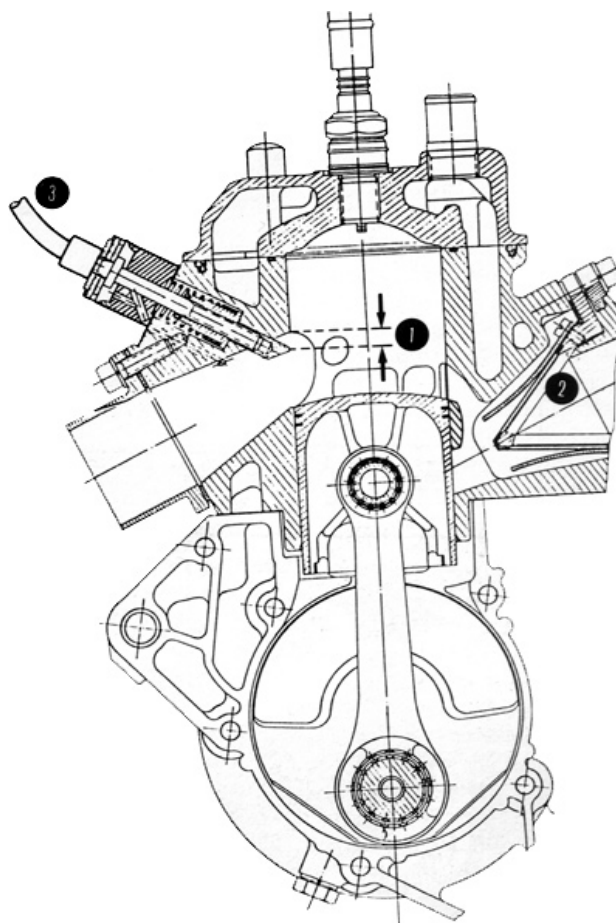
Tento systém umožňuje regulaci proudu výfukových plynů v závislosti na zvyšujících se otáčkách motoru. U čtyřdobých motorů kde jsou jednotlivá výfuková kolena svedena do jednoho výfuku, dochází k tomu, že u těchto motocyklů existuje takzvaný plochý bod, který se zejména projevuje ve středních otáčkách motoru, tedy zrovna v těch místech, kdy jezdec potřebuje okamžitou odezvu na změnu polohy škrticí klapky. Tento plochý bod je způsoben odraženými přetlakovými vlnami spálených výfukových plynů, které se vrací zpět do spalovacího prostoru během okamžiku, kdy oba ventily, jak sací tak výfukový jsou stále otevřené („overlap“). Tyto vlny již spálených plynů ředí příchozí nasávanou směs, čímž významně klesá výkon a způsobuje tak vznik plochého bodu neboli špatnou odezvu při snaze akcelarovat. To se obzvláště vyskytuje ve středním rozsahu otáček. Při ostatních rychlostech motoru, zpětná tlaková vlna dorazí až když je výfukový ventil zavřený a tudíž nemůže docházet k ředění nasávané směsi. Systém EXUP obsahuje klapkový ventil řízený řídicí jednotkou, jehož úkolem je eliminovat a regulovat vznik těchto zpětných tlakových vln. Systém EXUP reguluje průběh tlaků ve výfuku a tím významně přispívá k lepšímu vyplachování válce ve všech otáčkách motoru [13].



Obr. 42 Pohled na výfuk opatřený systémem EXUP [13]

5.2 Dvoudobé motory

U dvoudobých motorů mají výfukové přívěry poměrně delší tradici. Jedna z hlavních nevýhod u těchto motorů je, že se silněji projevuje promíchání čerstvé směsi (při výplachu) se spalinami, čímž nám roste spotřeba, emise a klesá výkonový potenciál stroje. Velkého vylepšení se dosáhlo používáním jazýčkového ventilu na straně sání a výfukové přívěry na straně výfuku, bez kterých se dvoutaktní motory nevyrábí už řadu let. Už samotný vzhled přívěrů užívaných u dvoudobých motorů je odlišný a jejich poloha je ve srovnání se čtyřdobými motory také jiná. Přívěra může být provedena jako ploché posuvné, výkyvné či válcové šoupátko. V současnosti se nejčastěji jedná o posuvné šoupátko o tvaru podobném noži (obr. 14), který se vsouvá a vysouvá do výfukového kanálu. Z toho lze vyvodit, že tato přívěra se nachází někde v prostoru válců. Poloha výfukové přívěry je určována okamžitou velikostí otáček motoru. Soustava tvořená



Obr. 43 Řez dvoudobým spalovacím motorem [14]

výfukovou přívěrou, ovlivňuje průběh tlaku ve výfukovém otvoru válce motoru tak, že v okolí rezonančních otáček je zlepšeno plnění válce motoru a jsou sníženy ztráty čerstvé směsi [2]. Tím je příznivě ovlivněn průběh točivého momentu motoru. Rozšířením otáčkové oblasti, v níž příznivě působí rezonanční systém, je možnost jeho frekvenčního přeladění. Toho to přeladění lze mimo jiné dosáhnout právě změnou počátku otevření výfukového otvoru pomocí výfukové přívěry. Rezanančními otáčkami se rozumí otáčky klikového hřídele motoru, při nichž dojde k maximálnímu naplnění klikové skříně a tím i dosažení maximálního točivého momentu motoru

Pro názornost uvedu jedno zástupce z dnes používaných přívěrů. Je to výfuková přívěra Rave použitá na motocykl značky Aprilia RS 125

5.2.1 Výfuková přívěra RAVE

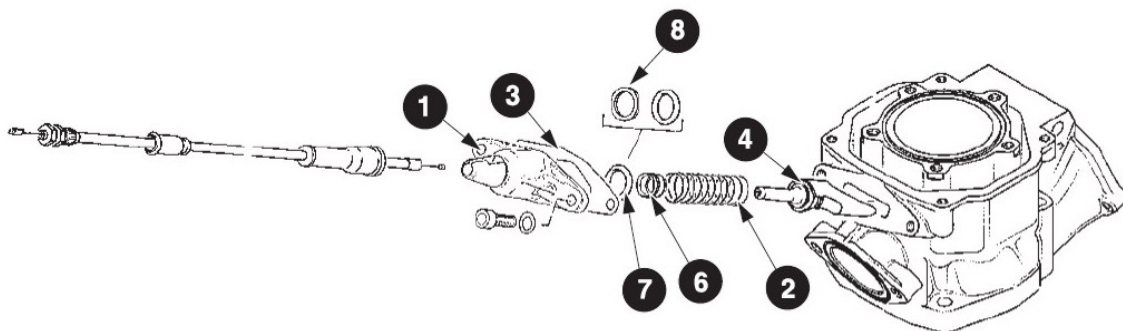
Tato součástka je velmi zajímavým prvkem dvoutaktního motoru [14]. V tak vysokootáčkovém stroji, jako je RS 125 má dokonce klíčovou funkci. Kontroluje totiž tok výfukových plynů a její poloha výrazně závisí na otáčkách. Přesněji lze říci, že upravuje výšku výfukového kanálu. Ve vysokých otáčkách se totiž doba pro výplach válce zkracuje a plyny se derou i zpět do klikové skříně, což způsobí, že motor již není možné výše vytáčet.



Obr. 44 Výfuková přívěra [14]

Vysunutím přívěry z válce (otevřením) se však výška hrany výfukového kanálu změní a umožní snadnější a rychlejší vyprázdnění válce a tím se otevře i horní pole otáček.

Samotná přívěra se nachází na přední straně válce nad výfukem. Je ovládána elektromagnetickým servem (jinak též solenoidem). Povel k otevření a uzavření udává elektronická řídicí jednotka (RAVE unit) umístěná pod sedlem spolujezdce, jejímž úkolem je kontrola počtu otáček.



Obr. 45 Sestava výfukové přívěry RAVE [14]

Závěr

Cílem této práce bylo poukázat na nový trend přicházející do vybraných automobilů podobě aktivních výfukových tlumičů, objasnit jejich funkci a seznámit se s různými technickými řešeními, se kterými se můžeme setkat. Z informací zde uvedených může vidět, že výfukové systémy nejsou zrovna levnou záležitostí a pokud nemáme na kontě pár desítek či stovek tisíc navíc, nemyslím si, že by koupě takového zařízení bylo nezbytné. V dnešní době kdy je prioritní bezpečnost, ekonomičnost vozu a ohleduplnost k životnímu prostředí se lze, alespoň dle mého názoru, bez automobilu s burácejícím výfukem obejít. Na druhou stranu nemůžeme těmto vozům upřít fakt, že pomocí přivírající se výfukové klapky mohou zvukovou kulisu svého vozu ztlumit a tak se pohybovat obydlenými zónami, aniž by někoho obtěžovali nadměrným hlukem. Navíc pokud vozidlo splňuje limitní hodnoty hluku a emise výfukových zplodin, nemůžeme nikomu říkat s čím má či nemá jezdit.

Dále jsme si rozebrali funkci a použití výfukových přívěr u dvoudobých motocyklových motorů a porovnali jsme je s přívěrami u motorů čtyřdobých taktéž motocyklových. Ze srovnání lze vidět, že i když mají podobnou funkci jejich technické provedení je značně rozdílné.

Seznam použitých zdrojů

- [1] Vlk, F.: Teorie a konstrukce motocyklů, Brno 2004
- [2] Rauscher, J.: Spalovací motory.pdf (Studijní opory)
- [3] <http://www.autopart.cz>
- [4] <http://www.autoweb.cz>
- [5] <http://www.team3s.com> ; <http://musta.blog.auto.cz>
- [6] <http://autorepair.about.com>
- [7] <http://www.freepatentsonline.com>
- [8] <http://www.bbexhaust.com>
- [9] <http://www.kreissieg-usa.com>
- [10] <http://xforce.com.au>.
- [11] <http://www.apexi-usa.com>
- [12] <http://www.gillet.com>
- [13] <http://www.yamaha-motor.ca>
- [14] <http://aprilia.mysteria.cz>
- [15] <http://www.audiworld.com>
- [16] <http://www.netcarshow.com>
- [17] <http://www.r8talk.com>
- [18] <http://www.fourtitude.com>
- [19] <http://www.auto.auto-news.cz>
- [20] <http://storesense.megawebserver.com>
- [21] <http://www.germancarblog.com>
- [22] <http://musta.blog.auto.cz>
- [23] <http://www.nelsonperformancepro.com>
- [24] <http://www.turbomr2.com>
- [25] <http://www.greghome.com>
- [26] <http://www.btnturbo.co.uk>
- [27] <http://www.kakikereta.com>
- [28] <http://www.topcarphoto.com>
- [29] <http://drive-line.com>
- [30] <http://www.dkne.com.au>
- [31] <http://www.autocarparts.com>
- [32] <http://www.motorkari.cz>
- [33] <http://www.team3s.com>

Seznam příloh

Engine exhaust control system

[54] **ENGINE EXHAUST CONTROL SYSTEM**

[75] **Inventor:** Motohiro Inaba, Fujisawa, Japan

[73] **Assignee:** Nissan Motor Company, Limited, Japan

[21] **Appl. No.:** 816,435

[22] **Filed:** Jan. 6, 1986

[30] **Foreign Application Priority Data**

Jan. 11, 1985 [JP] Japan 60-2128[U]

[51] **Int. Cl.⁴** F01N 7/00

[52] **U.S. Cl.** 60/324; 60/312; 181/226; 181/254; 181/239; 123/323

[58] **Field of Search** 123/323; 60/312, 324, 60/292, 294; 181/236, 239, 226, 254

[56] **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

2,072,372	3/1937	Kingsley	181/254
2,730,090	1/1956	Hall	123/323
3,368,345	2/1968	Walker	123/323
3,751,921	8/1973	Blomberg et al.	60/324
4,100,737	7/1978	Sugiliara	60/292

4,149,618 4/1979 Horie 123/323

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

59-102922 3/1984 Japan
59-156104 7/1984 Japan

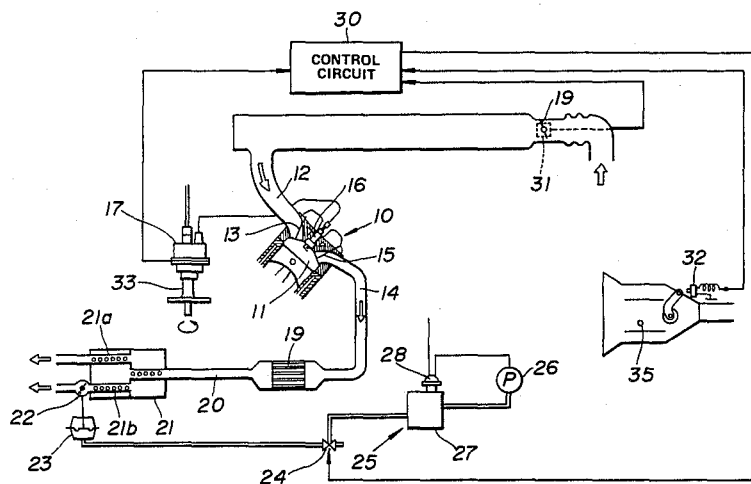
Primary Examiner—Ira S. Lazarus

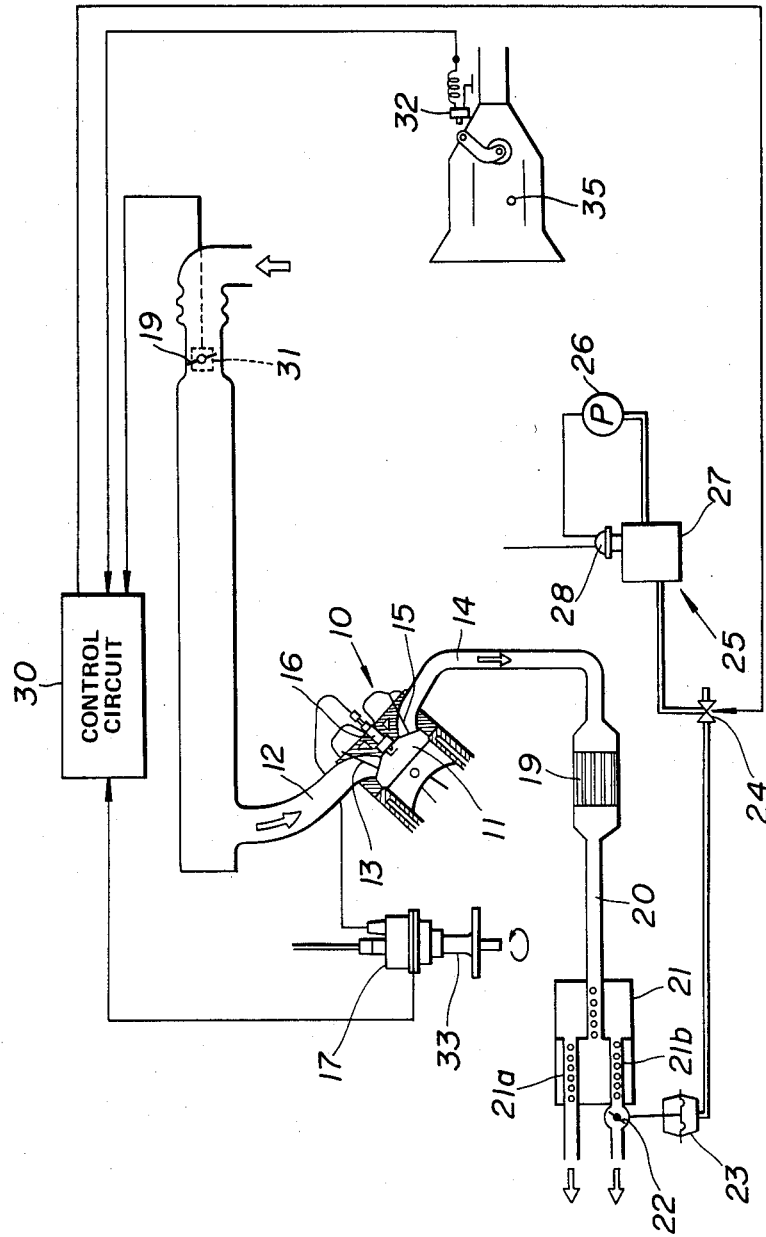
Attorney, Agent, or Firm—Leydig, Voit & Mayer

[57] **ABSTRACT**

An exhaust control system for use in an internal combustion engine for controlling the flow of exhaust gases discharged from the engine to the atmosphere. The apparatus determines a first condition representing the engine speed being higher than a predetermined value, a second condition representing the transmission being not in neutral, and a third condition representing the throttle valve being not at or near its closed position. A control circuit generates a command signal only upon simultaneous occurrence of the first, second and third conditions. The apparatus includes a device responsive to the command signal from the control circuit for increasing the effective area of the exhaust passage.

2 Claims, 1 Drawing Figure





ENGINE EXHAUST CONTROL SYSTEM

BACKGROUND OF THE INVENTION

This invention relates to an exhaust control system for use in an internal combustion engine for controlling the flow of exhaust gases discharged from the engine to the atmosphere in accordance with engine operating conditions.

Exhaust gases are discharged from an engine to the atmosphere through an exhaust system which includes a catalytic converter, a pre-muffler and a main muffler placed in an exhaust passage extending from the exhaust manifold of the engine. The exhaust passage has an effective area through which exhaust gases are discharged to the atmosphere. The exhaust passage effective area is determined in view of such factors as desired engine exhaust pressure and low-frequency pulsation sound arresting effect. The greater the exhaust passage effective area, the smaller the engine exhaust pressure, whereas the smaller the exhaust passage effective area, the greater the sound arresting effect. In order to provide adequate engine exhaust pressure, the exhaust passage effective area must be relatively large. However, a large exhaust passage effective area results in an excessive drop of pulsation sound arresting effect at low engine speeds. In addition, an attempt to ensure sufficient pulsation sound arresting effect by decreasing the exhaust passage effective area will cause an excessive increase of engine exhaust pressure which results in an excessive engine output reduction at high engine speeds.

This dilemma can be overcome by using a control valve to change the effective area of the exhaust passage in accordance with engine speed, as disclosed, for example, in Japanese Utility Model Kokai Nos. 59-102922 and 59-156104. The control valve remains closed to restrict a part of exhaust gas flow through the exhaust passage at low engine speeds and opens to increase the effective area of the exhaust passage at high engine speeds so as to ensure both sufficient pulsation sound arresting effect at low engine speeds and sufficient exhaust pressure reduction at high engine speeds.

With such apparatus which include a control valve operable to change the effective area of the exhaust passage in accordance with engine speed, however, the columnar resonance will increase in the exhaust system, causing a high level alternant due to emission of impact waves to the exterior during deceleration while the control valve remains open to widen the exhaust passage effective area. This is true particularly when rapid deceleration is resumed after rapid acceleration.

Therefore, the present invention provides an engine exhaust control system which is free from the above described disadvantages.

SUMMARY OF THE INVENTION

There is provided, in accordance with the present invention, an apparatus for use in an internal combustion engine including an exhaust passage having an effective area through which exhaust gases are discharged to the atmosphere. The apparatus includes means for determining a first condition representing the engine speed being higher than a predetermined value, means for determining a second condition representing the transmission being not in neutral, and means for determining a third condition representing the throttle valve being not at or near its closed position. A control

circuit generates a command signal only upon simultaneous occurrence of the first, second and third conditions. The command signal is applied to a means which thereby increases the effective area of the exhaust passage.

During acceleration or normal engine operation at high engine speeds, the first, second and third conditions occur simultaneously, the effective area of the exhaust passage increases so as to reduce the exhaust pressure. It is known that no exhaust pulsation sound problem occur at high engine speeds. When deceleration occurs, the throttle valve returns to its closed position. As a result, the exhaust passage effective area decreases so as to partially restrict the flow of exhaust gases through the exhaust passage. Such a small exhaust passage effective area results in an increased pulsation sound arresting effect and an increased damping effect due to an exhaust gas flow rate increase, thereby reducing the alternant level. In addition, if the transmission is not in neutral, the exhaust passage exhaust pulsation sound remains at a low level even if the engine is idling.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The details as well as other features and advantages of the present invention are set forth below and are shown in the accompanying drawing, in which:

The single FIGURE is a schematic diagram showing one embodiment of an engine exhaust control system made in accordance with the present invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

With reference to the single FIGURE of the drawing, there is shown a schematic diagram of an engine exhaust control system embodying the method and apparatus of the present invention. An internal combustion engine, generally designated by the numeral 10, for an automotive vehicle includes a combustion chamber or cylinder 11. An intake manifold 14 is connected with the cylinder 11 through an intake port with which an intake valve 13 is in cooperation. The intake valve 12 is slidably mounted within the top of the cylinder 11 and it regulates the entry of combustion ingredients into the cylinder 11 from the intake manifold 12. An exhaust manifold 14 is connected with the cylinder 11 through an exhaust port with which an exhaust valve 15 is in cooperation. The exhaust valve 15 is slidably mounted in the top of the cylinder 11 and it regulates the exit of combustion products, exhaust gases from the cylinder 11 into the exhaust manifold 14. A spark plug 16 is mounted in the top of the cylinder 11 for igniting the combustion ingredients within the cylinder 11 when the spark plug 16 is energized. For this purpose, the engine includes a distributor 17 which is connected with an ignition coil (not shown) to energize the spark plug 16. The distributor 17 has a rotor which is drivingly connected to the engine crankshaft in such a fashion that the rotor is driven at one-half the rotation velocity of the crankshaft.

The amount of air permitted to enter the combustion chamber 11 through the intake manifold 12 is controlled by a butterfly throttle valve 19. The throttle valve 19 is drivingly connected to an accelerator pedal (not shown). The degree to which the accelerator pedal is depressed controls the degree of rotation of the throttle valve 19. The greater the depression of the accelerator pedal, the greater the amount of air permitted to enter

the intake manifold 12. The accelerator pedal is manually controlled by the operator of the engine exhaust control system.

The exhaust gases are discharged through the exhaust manifold 14 to a catalytic converter 19 which is in turn connected to the atmosphere through an exhaust system which includes an exhaust pipe 20 and a main muffler 21. The main muffler 21 has two separated tail tubes 21a and 21b opening to the atmosphere. A control valve 22 is provided for movement between a fully-closed position and a fully-open position in one of the tail tubes, for example, the tail tube 21b. At the fully-closed position, the control valve 22 closes the tail tube 21b to restrict the effective area of the exhaust system through which the exhaust gases are discharged to the atmosphere.

The position of the control valve 22 is changed by a control valve drive unit which is shown as including a diaphragm type pressure responsive actuator 23, a change-over valve 24, and a vacuum source 25. The vacuum source 25 includes a vacuum pump 26 operable to produce a negative pressure when connected to a source of power (not shown). The produced negative pressure is introduced into a vacuum tank 27. The negative pressure is retained substantially at a constant level by means of a vacuum responsive switch 28 which selectively connects or disconnects the vacuum pump 26 from the power source in response to the negative pressure level in the vacuum tank 27. The change-over valve 24 selectively connects the pressure responsive actuator to the vacuum source or to the atmosphere in response to a command signal fed thereto from a control circuit 30.

The control circuit 30 determines a specified mode of engine operation and produces a command signal to the change-over valve 24 based upon various conditions of the engine that are sensed during its operation. These sensed conditions include throttle valve position, engine speed, transmission gear position. Thus, a throttle switch 1, a neutral switch 32, and a crankshaft position sensor 33 are connected to the control circuit 30.

The throttle switch 1 closes to apply an ON signal having a logic 1 level to the control circuit 30 only when the throttle valve 19 is at or near its fully-closed position. Otherwise, the throttle switch 31 remains open. The neutral switch 2 closes to apply an output in the form of an ON signal having a logic 1 level to the control circuit 30 only when the transmission 35 is in neutral. Otherwise, the neutral switch remains open. The crankshaft position sensor 33 senses rotation of the distributor rotor and produces a series of crankshaft position electrical pulses of a repetition rate directly proportional to engine speed. The control circuit 12 calculates a value for engine speed based upon the pulse signal fed from the crankshaft position sensor 33 and compares the calculated value with a predetermined value, for example, 3500 rpm. It is to be understood that these sensors and the vacuum source are not necessarily provided only for the engine exhaust control apparatus and may be used commonly with the engine control system and/or the vehicle speed control system employed in the automotive vehicle.

The control circuit 30 generates a command signal only upon the occurrence of three conditions; namely, vehicle engine speed in excess of a predetermined value, for example, 3500 rpm, opening of the throttle switch, and opening of the neutral switch. The command signal is applied to the change-over valve 24 which thereby moves to a position connecting the vacuum source to

the pressure responsive actuator 23 to open the control valve 22 so as to widen the effective area of the exhaust system through which the exhaust gases are discharged to the atmosphere only when the three conditions are fulfilled, that is, when the engine speed is higher than a predetermined value, the transmission is not in neutral, and the throttle valve is not at or near its fully-closed position. In other words, the effective area of the exhaust system is widened to reduce the exhaust pressure when the engine speed is over a predetermined value in the acceleration or steady mode of engine operation. Except for the simultaneous occurrence of the three conditions, no command signal is applied to the change-over valve 24 and it remains connecting the atmosphere to the pressure responsive actuator 23. Under such conditions, the pressure responsive valve 23 retains the control valve 22 closed so as to restrict the effective area of the exhaust system through which the exhaust gases are discharged to the atmosphere. In other words, the effective area of the exhaust system is restricted to provide sufficient exhaust sound arresting effect and increase the engine brake effect in the idle and deceleration modes of engine operation.

While the engine 10 as illustrated in the drawing shows only one combustion chamber 11 formed by a cylinder and piston, nevertheless it should be understood that the particular engine exhaust control system described herein is designed for use on engine of any design. In addition, while the present invention has been described in connection with a specific embodiment thereof, it is evident that many alternatives, modifications and variations will be apparent to those skilled in the art. For example, the control valve drive unit is not limited in any way to the illustrated one and may be taken in any form as long as it can close the control valve 22 in the presence of a command signal from the control circuit 30. The control valve drive unit may utilize the negative pressure produced in the intake manifold of the engine or the exhaust pressure produced in the exhaust manifold of the engine to move the control valve 22. The control valve may be provided in another position of the exhaust system to vary the effective area of the exhaust passage through which the exhaust gases are discharged to the atmosphere. Accordingly, it is intended to embrace all alternatives, modifications, and variations that fall within the spirit and broad scope of the appended claims.

What is claimed is:

1. An apparatus for use in an internal combustion engine including a throttle valve, a transmission, and an exhaust passage having an effective area through which exhaust gases are discharged to the atmosphere, comprising:

means for determining a first condition representing the engine speed being higher than a predetermined value;

means for determining a second condition representing the transmission being not in neutral;

means for determining a third condition representing the throttle valve being not at or near its closed position;

a control circuit for generating a command signal only upon simultaneous occurrence of the first, second and third conditions; and

means responsive to the command signal from the control circuit for increasing the effective area of the exhaust passage.

5

2. The apparatus as claimed in claim 1, wherein the exhaust passage has a downstream end portion divided into at least two branches, and wherein the effective area increasing means includes:

a valve provided in one of the exhaust passage

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

branches, the valve being at a closed position to close the one exhaust passage branch; and drive means responsive to the command signal from the control circuit for moving the valve to an open position to open the one exhaust passage branch, thereby increasing the effective area of the exhaust passage.

* * * * *