

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

Elektrické pohony v motorových vozidlech a jejich náročnost

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zbyněk Vondrášek, Ph.D.

Vypracoval: Jan Grebík

Praha 2019



Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce:	Jan Grebík
Studijní program:	Technika a technologie v dopravě a spojích
Obor:	Silniční a městská automobilová doprava
Vedoucí práce:	Ing. Zbyněk Vondrášek, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra elektrotechniky a automatizace
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	Elektrické pohony v motorových vozidlech a jejich náročnost
Název anglicky:	Electric drives in vehicles and their energy demands
Cíle práce:	<ol style="list-style-type: none">1. Úvod do problematiky pomocných elektrických pohonů ve vozidlech2. Popis, příkony a rozdělení pomocných elektrických pohonů ve vozidle z hlediska funkční nezbytnosti / zlepšování uživatelského komfortu3. Vývoj rozšiřování použití pomocných elektrických pohonů a dopady na zdrojovou soustavu vozidel4. Zhodnocení a doporučení pro využívání konkrétních pomocných elektrických pohonů ve vozidle
Metodika:	Vývojová studie pomocných elektrických pohonů v motorových vozidlech a jejich energetické náročnosti. Rozdělení používaných pohonů, jejich doby provozu a soudobosti chodu.
Doporučený rozsah práce:	30 - 45 s.
Klíčová slova:	startování, ventilace kabinová, ventilace chladicí, klimatizace, uzamykání, stěrače, ostřikovače
Doporučené zdroje informací:	<ol style="list-style-type: none">1. Černý V./ Schemata elektrické výzbroje a elektrotechnika vozidel, Praha: 1968, Práce, 304 s.2. Hokeš Vl. et al./ Učebnice pro autoškoly, Praha: 1989, Naše vojsko, 417 s.3. REMEK, B. -- ŠTASTNÝ, J. <i>Autoelektrika a autoelektronika</i>. Praha: T. Malina, 2003. ISBN 80-86293-02-5.4. ŠTASTNÝ, J. -- WAGNEROVÁ, D. -- REMEK, B. <i>Autoelektrika a autoelektronika</i>. Praha: Tomáš Malina, 1994. ISBN 80-900759-6-7.
Předběžný termín obhajoby:	2019/2020 LS - TF

Elektronicky schváleno: 2. 2. 2018
prof. Ing. Jaromír Volf, DrSc.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 9. 3. 2018
doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.
Děkan

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje na téma Elektrické pohony v motorových vozidlech a jejich náročnost. Popisuje používané typy základních stejnosměrných a střídavých elektrických pohonů v motorových vozidlech.

Dále se věnuje rozboru jejich energetické náročnosti a dopadům na zdrojovou soustavu vozidel.

Klíčová slova: startování, ventilace kabinová, ventilace chladicí, klimatizace, uzamykání, stěrače, ostřikovače

Abstrakt

This bachelor thesis focuses on the topic Electric drives in motor vehicles and their intensity. It describes used types of basic DC and AC electric drives in motor vehicles. It also deals with the analysis of their energy consumption and impacts on the vehicle source system.

Keywords: starting, cabin ventilation, cooling ventilation, air conditioning, locking, wipers, washers

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Elektrické pohony v motorových vozidlech a jejich náročnost“ vypracoval samostatně, na základě uvedené literatury a za pomoci vedoucího bakalářské práce Ing. Zbyňka Vondráška, Ph.D.

V Praze dne.....

.....

Jan Grebík

Poděkování

Děkuji panu Ing. Zbyňku Vondráškovi, Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, za odborné vedení, za cenné připomínky a rady, které mi při řešení poskytl. Zároveň mu děkuji za aktivní zájem a pomoc na řešených problémech.

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Pomocné elektrické pohony v motorovém vozidle - historický vývoj ⁽²⁾	2
3. Popis, příkony a rozdělení pomocných elektrických pohonů ve vozidle z hlediska funkční nezbytnosti zlepšování uživatelského komfortu ^(3,4,5,6)	3
3.1. Princip činnosti stejnosměrného stroje ^(1,3,4)	4
3.2. Konstrukce stejnosměrného stroje ^(1,3,4,6)	5
3.3. Alternátory ^(1,3,4)	7
3.4. Dynama ^(3,4)	9
3.5. Spouštěč – startování ^(3,4,7)	12
3.5.1. Systém Bendix ^(3,4)	14
3.5.2. <i>Spouštěč s výsuvnou kotvou</i> ^(3,4)	15
3.5.3. Spouštěč s posuvným pastorkem ^(3,4)	17
3.6. Stírače skel ^(3,4)	18
3.7. Centrální ovládání zámků ^(1,2,3,4)	20
3.8. Ovládání oken ^(1,2,3,4)	21
3.9. Elektricky ovládaná vnější zrcátka ^(3,4,8)	22
3.10. Ovládání střechy ^(3,4,7)	23
3.11. Ovládání polohy sedadla a řízení ^(3,4)	24
3.12. Jiné elektromechaniky ⁽³⁾	25
3.13. Vytápění a větrání ^(3,4)	26
3.14. Klimatizace ^(3,4)	27
4. Vývoj rozšiřování použití elektrických pohonů a dopady na zdrojovou soustavu ^(9,10)	29
5. Zhodnocení a doporučení pro využívání konkrétních pomocných elektrických pohonů ve vozidle ^(9,10)	31
6. Závěr	32
7. Použité zdroje	34

1. Úvod

Cílem této bakalářské práce, která se nazývá „Elektrické pohony v motorových vozidlech a jejich náročnost“, je zpracování přehledu elektrických pohonů v motorových vozidlech, jejich popis a využití, včetně posouzení jejich náročnosti. První část bakalářské práce je věnována historii a vývoji stejnosměrných elektrických strojů, které slouží jako pomocné elektrické pohony ve vozidle. Samozřejmě, není cílem této bakalářské práce popisovat konstrukci celého vozidla a jeho základní části (podvozek, kola, karosérie, motor a podobně), ale práce je zaměřena na popis konstrukce a princip činnosti pomocných elektrických pohonů ve vozidlech. Je zde podrobně popsán stejnosměrný stroj, jako základní pohonná jednotka sloužící k pohonu těch částí vybavení vozidla, u kterých je využit jeho točivý efekt. Následuje popis a rozmístění hlavních skupin pomocných elektrických pohonů v motorovém vozidle od motorového prostoru jako spouštěč, stírače skel, centrální ovládání zámků, elektricky ovládána vnější zrcátka, přes komfortní systémy vozidla, jako ovládání střechy, ovládání polohy sedadel, vytápění a větrání až po klimatizaci. Zmíněny jsou i trendy v automobilovém průmyslu, které v současné době velmi citlivě reagují na globální problémy – tendence omezit skleníkové plyny, snížit spotřebu pohonných hmot, ale zároveň vylepšovat vybavení vozidel co nejvíce prvky, ať už povinnými či komfortními, s cílem jejich minimalizace, ale přesto vyšších výkonů právě u pomocných elektrických pohonů.

V závěru bakalářské práce je porovnání vývoje výkonnosti a energetické náročnosti sítě vozidla.

2. Pomocné elektrické pohony v motorovém vozidle - historický vývoj ⁽²⁾

Pomocné elektrické pohony motorových vozidel mají svoji historii a vývoj stejně jako automobil. Člověk od nepaměti snil o vozidlu, které by se pohybovalo vlastní silou. Od počátků civilizace se využívala k pohybu a přepravě osob i zboží zvířata. Člověk přemýšlel, jak si určité činnosti usnadnit a využít jiné možnosti pohonů, například vítr. V 17. století se objevuje možnost využití páry jako pohonného média. Názvu motor použil jako první vlámský jezuita F. Verbiest v případě stroje podobného parní turbíně, jímž poháněl svůj vozík již v roce 1678. Téměř po 100 letech, v roce 1769, navrhl Francouz N. J. Cugnot tříkolový samohybný vůz pro vojenské účely poháněný parou.

Na začátku 19. století obdržel rakouský patent na parní stroj vlastní konstrukce i Čech Josef Ressel. Po parním stroji přišel další epochální vynález – elektromotor. Postupným zdokonalováním prvních elektrických motorů se elektřina prosadila i v pozemní dopravě. Zde je dobré zmínit německého vynálezce Ernesta Wenera von Siemense, jehož největším vynálezem bylo dynamo. K úspěšným konstruktérům elektromobilů patřil i Fr. Křižík, který postavil první elektromobil už v roce 1895, byť se potom věnoval spíše osvětlovacím elektrickým lampám a drážním projektům.

S myšlenkou použít k pohonu vozidla spalovací motor poháněný plynem přišel jako první švýcarský důstojník Isaac de Rivaz už v roce 1807, přičemž jako palivo sloužil vodík. Tato myšlenka však zapadla. Teprve roku 1860 přichází s konstrukcí motoru na plyn francouzský vynálezce belgického původu Lenoir, který později nahradil plyn benzinem a motor vestavěl do vozidla. Automobilový průmysl celého světa však vděčí za svou existenci Francouzi Beau de Rochasovi, který již v roce 1861 definoval všechny fáze cyklu čtyřdobého motoru a popsal praktické využití spalovacího motoru. V té době se ještě spouštěl spalovací motor manuálně, většinou ruční startovací klikou. K osvětlení vozidla se v případě potřeby používaly lampy s plamenem. Teprve začátkem 20. století se začalo využívat ke spuštění spalovacího motoru elektrického spouštěče, nebo-li startéru. Postupně se potom objevují určité prvky u prvních automobilů, k jejichž ovládání slouží elektrické pohony.

Jak se vyvíjela technika obecně, tak se vyvíjela úroveň vybavení vozidel, přičemž se využívalo moderních poznatků v průmyslu po celou dobu vývoje, včetně zužitkování zkušeností z oblasti závodních strojů a v poslední době i poznatků využívaných v kosmickém programu. Některá vybavení vozidel jsou jako povinná, jiná slouží jako komfortní nadstavba výbavy vozidla. V dnešní době je využívání pomocných elektrických pohonů ve vozidlech na

vysoké úrovni a stále se vylepšuje. Lze konstatovat, že od prvních automobilů po dnešek tato oblast měla poměrně revoluční vývoj. Dnešní vozidla si neumíme představit bez takového vybavení, jako jsou ostřikovače, stěrače, dálkové ovládání zamykání dveří, otevírání zavazadlového prostoru, klimatizace, posouvání sedadel, případně masážní sedadla, až po nastavitelnou světelnou výšku vozidla. Tyto prvky výbavy se stále zlepšují.

3. Popis, příkony a rozdělení pomocných elektrických pohonů ve vozidle z hlediska funkční nezbytnosti zlepšování uživatelského komfortu (3,4,5,6)

Zdrojem elektrické energie u motorových vozidel je akumulátorová baterie, s dobíjením pomocí generátoru (tj. dynamem nebo alternátorem) poháněného spalovacím motorem. Ve vozidle může být jedna palubní síť nebo více sítí nezávislých (se samostatnými zdroji, které mohou mít různá napětí). Elektroinstalace ve vozidle sestává z vodičů, z mechanických kontaktních prvků (spínač, přepínač a vypínač) a jištění (pojistky a jističe). Prvotním úkolem elektrické soustavy (akumulátoru) je poskytnout energii ke spuštění – nastartování spalovacího motoru a u zážehových motorů i energii pro zapalovací soustavu. Elektrina se dále používá zejména pro osvětlení a pro jeho ovládání a dále pro signalizaci. Elektricky mohou být poháněna palivová čerpadla, ramena stěračů, otevírání nebo zavírání oken, dveří, polohování zrcátek, nastavení sedadel, střešní okno a tak dále. Pohon může být manuální, elektromechanický, elektrohydraulický nebo pneumatický. Okna mohou být ještě vybavena detektory zajišťujícími ochranu proti sevření. Moderní vozidla mají plně elektrické nebo elektronické všechny prvky pro kontrolu pohonné jednotky i jízdy (tachometr, ABS). Elektrickou energii mohou odebírat další zařízení jako palubní počítač, ventilace a klimatizace. K pohonu nejrůznějších typů pohybových mechanismů s pracovním pohybem rotačním, úhlovým kývavým nebo přímočarým, vratným, se používají především vhodné elektromotorky a elektromagnety, výjimečně i pneumatické členy. Velmi často jsou pohybové mechanismy vybaveny i čidly nebo snímači polohy, v jednodušších případech kontaktními, tzv. koncovými spínači. K běžným pohybovým mechanismům s pohonem elektromotorem patří stírače skel a větrání, ovládání skel oken a zámků dveří, ovládání polohy sedadel, střešního okna apod. Některé z těchto mechanismů patří k základnímu a často i povinnému vybavení vozidel, jiné slouží pouze ke zvýšení pohodlí řidiče a cestujících.

Aby mohly být pomocné elektrické pohony použity, musí mít k dispozici zdroj elektrické energie. Ta je poskytována buď přímo motorem přes alternátor přes automobilový akumulátor (baterii). K rozběhu spalovacího motoru na příslušné otáčky je nejvhodnější stejnosměrný sériový motor. To je ten motor, u kterého je zapojení budícího vinutí do série s rotorem. Výkon spouštěče je závislý nejen na charakteristice samotného spouštěče, ale i na vlastnostech propojovacího vedení a taktéž na vlastnostech akumulátoru.

3.1. Princip činnosti stejnosměrného stroje ^(1,3,4)

Ukažme si princip činnosti generátoru podle obrázku 1 (vlevo). Je jeden závit 4, který se může otáčet v magnetickém poli stálého nebo-li permanentního magnetu (2). Začátky a konce vodičů jsou připojeny na lamely komutátoru (3). Lamely komutátoru jsou od sebe odizolovány a dosedají na ně kluzné kontakty - uhlíkové kartáče (1). Otáčí-li se závit, a tím i komutátorem v naznačeném smyslu, v závitě se bude indukovat napětí podle indukčního zákona, což je pravidlo pravé ruky.

$$u = B \cdot l \cdot v$$

kde: B je magnetická indukce,

l – aktivní délka vodiče,

v – rychlost pohybu vodiče.

Na obrázku je vyznačen smysl proudu, který bude protékat závitěm a zatěžovacím rezistorem R v daném okamžiku. Pootočením závitěm o 90° se budou oba vodiče pohybovat rovnoběžně s magnetickými siločarami a nebude se v nich indukovat žádné, tedy nulové napětí. Na kartáčích dochází ke zkratu obou lamel, a tím dochází ke zkratování na závitě. Dalším pootočením závitěm se ve vodičích bude indukovat napětí opačného směru. V tomto případě však došlo k pootočení lamel komutátoru, proud poteče rezistorem R ve stejném směru jako v prvním případě. Komutátor s kartáči působí vlastně jako usměrňovač. Výsledné napětí je dáno součtem napětí v obou vodičích. Ve stejnosměrném stroji je však celá soustava závitů, která tvoří cívky uložené v drážkách po obvodu rotoru. Výsledné napětí je potom jen nepatrně zvlněné. Připojíme-li na místo rezistoru R ke kartáčům zdroj stejnosměrného proudu (obrázek 1 vpravo) např. akumulátorovou baterii BA tak, aby plus bylo na svorce a mínus bylo na svorce b , závitěm bude protékat proud, ale opačného směru než v předchozím případě. Na vodiče závitěm bude působit síla – pravidlo levé ruky:

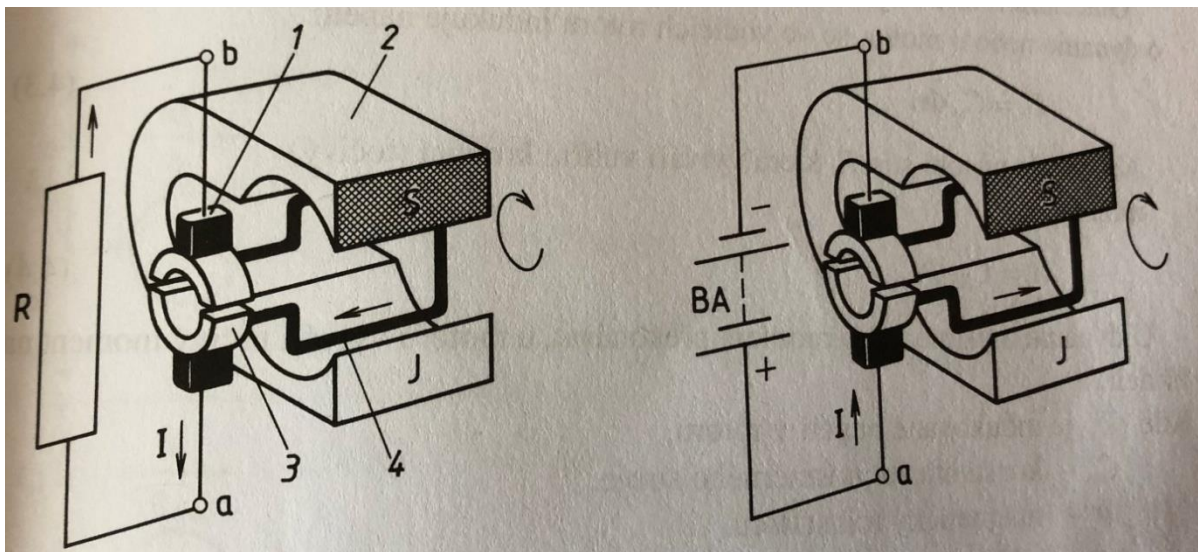
$$F = B \cdot I \cdot l,$$

Kde B - je magnetická indukce,

I - proud protékající vodiči,

l - aktivní délka vodičů.

Tato síla způsobí, že závit se pootočí. Pokud se pootočí o více než 90° , změní se směr proudu ve vodičích závitu, ale protože se i vodiče dostaly pod opačné póly, smysl působící síly na vodiče zůstává stejný. V tomto případě tak stejnosměrný stroj pracuje jako motor. Aby se motor nezastavil v poloze, kdy se vodiče pohybují rovnoběžně s magnetickými siločarami, musí mít rotor motoru více závitů (cívek) rozložených po obvodu rotoru. Nutno poznamenat, že v motorickém stavu se změnil směr proudu ve vodičích rotoru, ale směr otáčení rotoru zůstal stejný. Stejnosměrný stroj může snadno přejít ze stavu motorického do stavu generátorického a naopak. Z toho plyne vysvětlení principu působení stejnosměrného stroje, který pracuje jako motor.



Obr.1 Princip činnosti stejnosměrného generátoru (vlevo), princip činnosti stejnosměrného motoru (vpravo) [4]

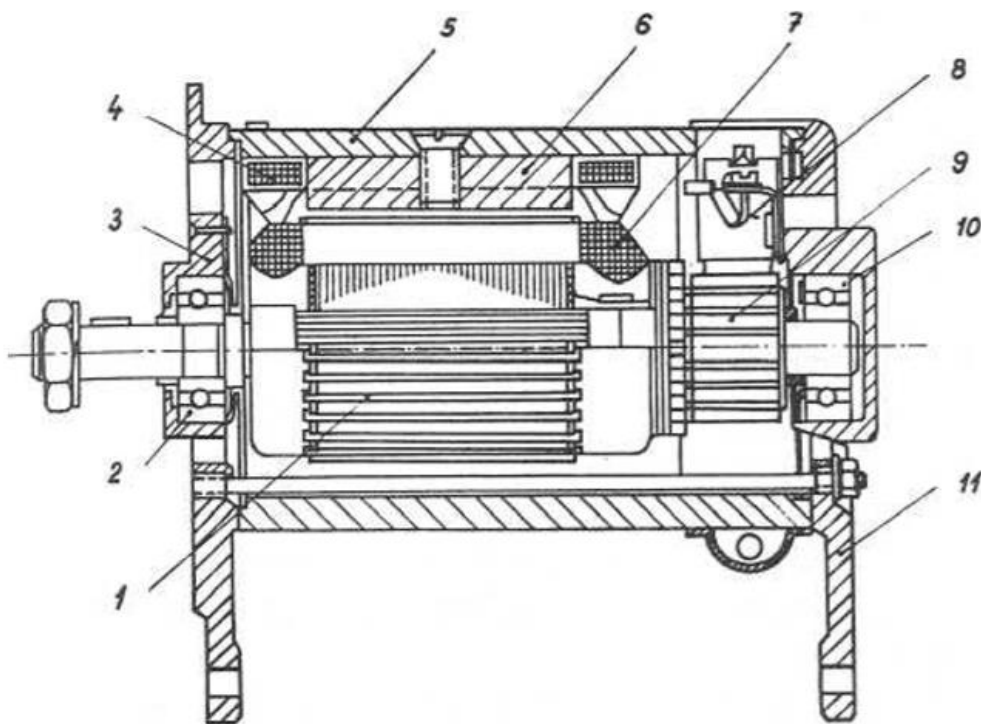
3.2. Konstrukce stejnosměrného stroje (1,3,4,6)

Stejnosměrný motor je točivý elektromotor, napájený stejnosměrným proudem. Objevitelem stejnosměrného motoru je belgický konstruktér a vynálezce

Zénobe Gramme (1826 – 1901). Jako každý elektrický točivý stroj se i stejnosměrný elektromotor skládá ze dvou základních částí:

- statoru - zde je umístěno budící vinutí, které vytváří hlavní magnetické pole,
- rotoru - je na něm vinutí kotevni, do něhož je přiváděn proud prostřednictvím komutátoru s kartáči.

Příklad konstrukce stejnosměrného stroje je znázorněn na automobilovém dynamu. Stator magnetického obvodu je obvykle tvořen silnostěnnou trubkou (5), ke které jsou připevněny póly s budícími cívkami (4), a s nástavci (6) k vytvoření stejnosměrného magnetického toku. Na místo pólu s nástavci a budícími cívkami mohou být použity permanentní magnety. Rotor magnetického obvodu stejnosměrného stroje je složen z izolovaných dynamových plechů, jenž jsou na hřídeli nalisovány. V plechách jsou drážky a v nich jsou uloženy vodiče jednotlivých cívek (7). Vývody cívek jsou připojeny na lamely komutátoru (9). V držácích (8) jsou umístěny kartáče z elektrografitového materiálu. Ve štítech (3) a (11) jsou uložena kuličková ložiska (2) a (10).



Obr 2 Konstrukce stejnosměrného stroje [4]

Stejnosemne stroje se v zásadě dělí do tří základních skupin podle zapojení budícího vinutí vzhledem k rotoru:

- a) Stejnosměrné stroje s cizím buzením. Budící vinutí je napájeno ze zdroje odlišného (cizího) od napájení rotorového obvodu. Do této skupiny patří také stejnosměrné stroje s permanentními magnety.
- b) Stejnosměrné stroje derivační (paralelní). Budící vinutí je připojeno paralelně k rotoru.
- c) Stejnosměrné stroje sériové. Budící vinutí je připojeno do série k rotoru.

3.3. Alternátory (1,3,4)

Zdrojem elektrického proudu u motorových vozidel jsou rotační generátory, tj. alternátor nebo dynamo, jenž bývá zpravidla doplněn akumulátorovou baterií. Od začátku používání elektrického proudu v motorových vozidlech se jako základního zdroje elektrické energie vzhledem na dobíjení akumulátoru začalo používat stejnosměrného generátoru – což je vlastně dynamo. Jako primárního zdroje elektrického proudu se v současné době využívá prakticky výhradně alternátorů jako generátorů střídavého proudu.

Výhody alternátoru s usměřňovačem spočívají v tom, že u akumulátoru dochází k nabíjení i při provozu spalovacího motoru tzv. naprázdno. To je důležitá výhoda pro dnešní městský provoz, kdy vozidlo stojí dost času na křižovatkách, jede většinou pomalou rychlostí a nízkými otáčkami spalovacího motoru. Životnost takto nabíjeného akumulátoru, tj. alternátorem s usměřňovačem, je delší než u akumulátoru nabíjeného v případě použití dynama. Základní příčinou možnosti nabíjení alternátorem při nižších otáčkách motoru je, že alternátor může být navržen na vyšší obvodovou rychlost rotoru a být zpřevodován do rychlejších otáček. K buzení alternátoru dochází přímo z akumulátoru poté, kdy dojde k zapnutí zapalování. Další výhodou je téměř žádná údržba, protože do rotoru se přivádí pouze malý budící proud přes kroužky a kartáče a jejich opotřebení je velmi malé. U alternátoru je taky jednoduchá regulace, vzhledem k tomu, že usměřňovač propouští proud pouze jedním směrem, přičemž odpadá zpětný spínač a samozřejmě i regulace proudu. Alternátor, který má budící vinutí, je konstruován pro spolupráci s akumulátorovou baterií. U všech větších vozidel, kde se vyskytují různé spotřebiče, se mění zatížení alternátoru podle jejich připojení. Zejména tam, kde je ve vozidle akumulátorová baterie, musí být alternátor vybaven regulačním relé – regulátorem. Regulátor pro alternátor má tedy tu funkci, že udržuje výstupní napětí alternátoru na konstantní velikosti, tj. 7 V, 14 V, 28 V.

Nezanedbatelná je i provozní spolehlivost, protože k odebírání proudu dochází na statoru, tímto pak odpadají kluzné kontakty pro velké proudy, které by se opotřebovávaly,

vyžadovaly by údržbu a byly by zdrojem poruch. Lze volit vyšší otáčky, a tím se dosáhne malých rozměrů.

Jistou nevýhodou je určité nebezpečí vzniku přepětí, pokud dojde k náhlému odlehčení alternátoru, v případě, že není připojen akumulátor. Potom dochází k nebezpečnému navýšení napětí, protože pracovní vinutí alternátoru má vysokou indukčnost. Toto zvýšené napětí může poškodit usměrňovací diody alternátoru nebo jiné polovodičové součástky. Osobní automobily Škoda Octavia mají alternátory na provozní napětí 14 V a proudy podle typu a výbavy vozu 70 A, 90 A nebo 120 A. Všechny mají vestavěný polovodičový regulátor.

Konstrukčně nejjednodušší zdroje proudu pro vozidla jsou alternátory, u kterých je magnetický tok nutný pro vznik elektrického proudu. Je tvořen stálými, to znamená permanentními magnety. Současná technologie výroby zmíněných magnetů je na vysoké úrovni, protože se vyrábějí z velmi kvalitních materiálů (tvrdé ferity), které vytvářejí velmi silný a v průběhu času se neměící tok. Tyto alternátory s permanentními magnety jsou velmi často uspořádány tak, že ve statoru, resp. jeho magnetickém obvodu je uloženo pracovní vinutí, z něhož se odebírá potřebný proud pro provoz motorového vozidla. Na rotoru je připevněno několik párů permanentních magnetů tak, že se střídá severní a jižní pól magnetu. Toto uspořádání je například u alternátoru s vnějším rotorem. Takový rotor má potom velký moment setrvačnosti a působí následně u dvoudobých motorů jako setrvačnick pro zajištění plynulejšího chodu motoru. Takové alternátory tvoří zpravidla jeden celek se zapalovací soustavou, tzv. magneto. Tyto alternátory, s vnitřním rotorem, mají rotor uspořádán tak, že póly jsou tvořeny pólovými nástavci a ty jsou magnetovány jedním permanentním magnetem prstencového tvaru. Ve statoru je uloženo pracovní vinutí. Vzhledem k tomu, že ve statorovém vinutí alternátoru vzniká střídavý proud, musí být jeho magnetický obvod poskládan z plechů, aby bylo co nejvíce zabráněno ztrátám vířivými proudy. U větších strojů je stator stejný jako stator třífázového asynchronního motoru. U menších strojů je uspořádání takové, že stator tvoří jednotlivé cívky na pólových nástavcích složených z plechů, které napájí samostatné obvody. Velikou výhodou alternátoru je jejich možnost přirozené regulace proudu. Indukované napětí v jeho statorovém vinutí je přímo úměrné otáčkám rotoru, což vlastně odpovídá elektrické úhlové rychlosti, a magnetickému toku, který vytváří permanentní magnet vhodné především pro vozidla bez akumulátoru (např. mopedy).

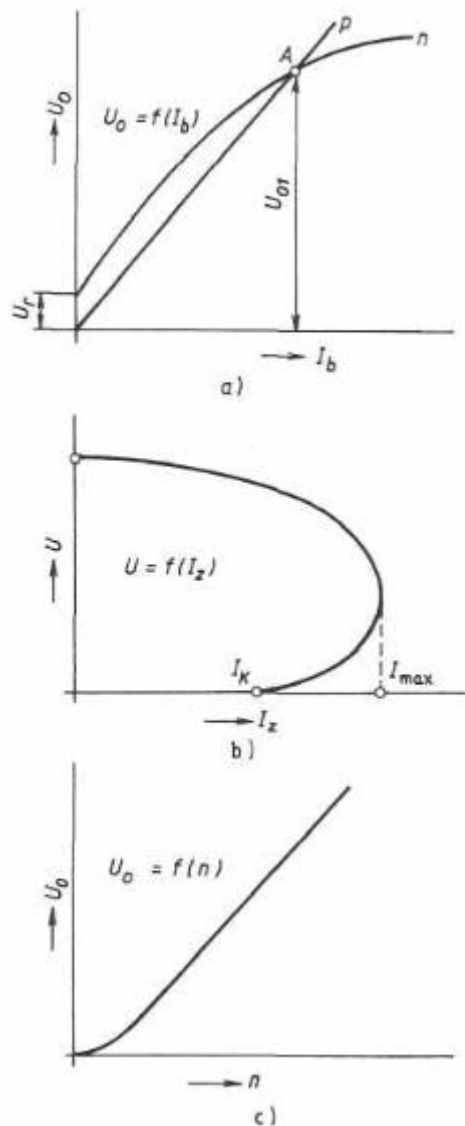


Obr. 3 Alternátor RIDEX [11]

3.4. Dynama ^(3,4)

U starších motorových vozidel se jako základní zdroj elektrické energie používalo dynamo, v tomto případě dynamo s paralelním budícím vinutím, jinak řečeno derivační dynamo. Aby se mohlo derivační dynamo nabudít, musí naplnit tři podmínky:

- 1) V magnetickém obvodu dynama je nutno, aby byl zbytkový (remanentní) magnetický tok, který způsobí prvotní nabuzení dynama.
- 2) Budící vinutí dynama je nutno tak, aby proud, jenž jím začne při nabuzování protékat, vyvolal magnetický tok stejného směru, jako je tok zbytkový.
- 3) Odpor budícího obvodu musí být jen tak velký, aby odporová přímka p protínala charakteristiku naprázdno n podle obr.4a.



Obr. 4 Základní charakteristiky dynama s paralelním buzením [12]

Tvar charakteristik závisí na vlastnostech elektrického a magnetického obvodu. Jak je patrné ze základních charakteristik a vztahů 4b a 4c, mění se svorkové napětí dynama jak se zatížením, tak s otáčkami. Na obrázku 4a průsečík A odporové přímky a charakteristiky naprázdno určuje velikost napětí U_{01} , na které se dynamo při chodu naprázdno nabudí. Na zatěžovací charakteristice, obr 4b, je patrné, že po dosažení maximálního proudu se při zvětšujícím se zatížení proud zmenšuje. Je to způsobeno tím, že když klesá svorkové napětí, klesá také budicí proud – dynamo se odbuzuje. Při úplném spojení kartáčů do krátka je svorkové napětí nulové, ale dynamo dává vlivem zbytkového magnetismu jistý proud nakrátko I_k .

Konstrukce dynam pro motorová vozidla musí být vzhledem k nárokům a vysoké spolehlivosti opravdu co nejjednodušší.

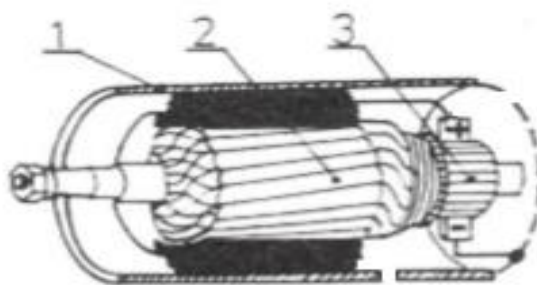
Nutným doplňkem dynam je regulační relé, které zajišťuje následující tři základní funkce:

- a) Upravuje napětí na konstantní velikost, tj. pracuje tak, aby potřebné spotřebiče dostávaly napětí, které se mění jen v úzkých mezích, a to i když otáčky dynam, včetně zatížení, se mění v širokém rozmezí a také, i když se mění teplota dynam.
- b) Omezuje proud dodávaný dynamem tak, aby nepřekročil maximální konstrukční hodnotu proudu, protože by mohlo dojít k poškození jeho vinutí.
- c) Připojuje automaticky dynamo k akumulátoru, a jeho prostřednictvím i ke všem spotřebičům, teprve až napětí dynam dosáhne příhodné velikosti. Sníží-li se napětí dynam na nižší hodnotu, než je napětí akumulátoru, dochází k odpojení dynam od akumulátoru a od spotřebičů prostřednictvím regulačního relé samočinně.

Používaná dynam s výkonem vyšším než 300W bývají většinou čtyřpólová. Dvoupólová dynam jsou vhodná pro malé výkony a velké otáčky. U dynam pro motocykly (jednostopá vozidla), s relativně velkým průměrem a s menší délkou, bývá i šest pólů. U nich jsou rotory nasazeny letmo na prodloužený klikový hřídel motoru. Dynam pro motorová vozidla dvoustopá jsou poháněna od klikového hřídele spalovacího motoru prostřednictvím klínového řemene. Převodový poměr mezi spalovacím motorem a dynamem je určen nejvyššími otáčkami dynam. Bývá 1,2 až 1,7 do rychla.

V porovnání alternátoru a dynam je nutno konstatovat, že dynamo má snadno zranitelné části – komutátor a kartáče, které přenáší velké velikosti proudu, přičemž limit provozních otáček je cca 8000 min^{-1} . Této skutečnosti je nutno podřídit převod od spalovacího motoru při jeho maximálních otáčkách. Kvůli otáčkovému omezení je v nízkých otáčkách spalovacího motoru nutná intenzivní magnetizace statoru, tedy velký budící proud.

U osobních vozidel s dynamy při otáčkách spalovacího motoru 1000 min^{-1} dynamo dodává pro dobíjení akumulátoru proud velmi malý. Toto se postupně zlepšuje s růstem provozních otáček. Naproti tomu alternátor automobilu Škoda Fabia při stejných otáčkách motoru díky rychlejšímu zpřevodování je schopen dodat dobíjecí proud 13A. Z tohoto porovnání je patrná výhodnost použití alternátorů pro dobíjení baterie oproti dynamům.



Obr.5 Jednoduché dvoupólové dynamo [13]

- 1- Dvoupólový stator
- 2- Kotva s pracovním vinutím
- 3- Komutátor s kartáči

3.5. Spouštěč – startování ^(3,4,7)

Spouštěč, nebo-li startér, je jedna ze základních součástí vybavení motorového vozidla. Protože pokud by nebyl jeho součástí, tak by se historie opakovala a startovalo by se opět klikou. Výkon spouštěče je odvislý nejen od charakteristiky samotného spouštěče, ale i od vlastností akumulátoru a spojovacího vedení. Při hledání charakteristik spouštěče se musí brát v úvahu spouštěcí soustava jako celek.

Pokud má spalovací motor sám pracovat, je nutno ho vnějším momentem uvést do chodu a následně do stavu, kdy sám svým provozním dějem překoná v úvahu přicházející odpory, které působí proti jeho činnosti.

Odpory vznikají v důsledku tření, určitými pasivními momenty nutnými k pohonu dalších pomocných zařízení, ztrátami ventilačními, působením určitých sil souvisejících s jeho pracovním cyklem a také vlivem setrvačných sil při zvyšování rychlosti, popř. otáček. Tření závisí na stavu stykových ploch, na druhu a stavu mazacího oleje, na vůlích v mechanismu, na rychlosti otáčení rotačních částí, teplotě a podobně. Síly pracovního cyklu spalovacího motoru jsou působeny kompresí nebo expanzí. Spalovací děj může okamžité hodnoty odporů snižovat i zvyšovat. Odpory se mění v průběhu jedné otáčky motoru i v průběhu celého spouštění. Mimo třecí odpor, který se musí překonávat, určují výkon spouštěcího zařízení otáčky, na které je nutno spouštěný motor rozběhnout. Tyto otáčky jsou závislé na druhu a stavu použité pohonné směsi, na provedení zapalovacího zařízení, na

teplných poměrech a na mnoha dalších okolnostech. Obvykle bývá spouštěč vybaven ozubeným pastorkem, jímž zabírá do ozubeného věnce na setrvačnicku motoru.

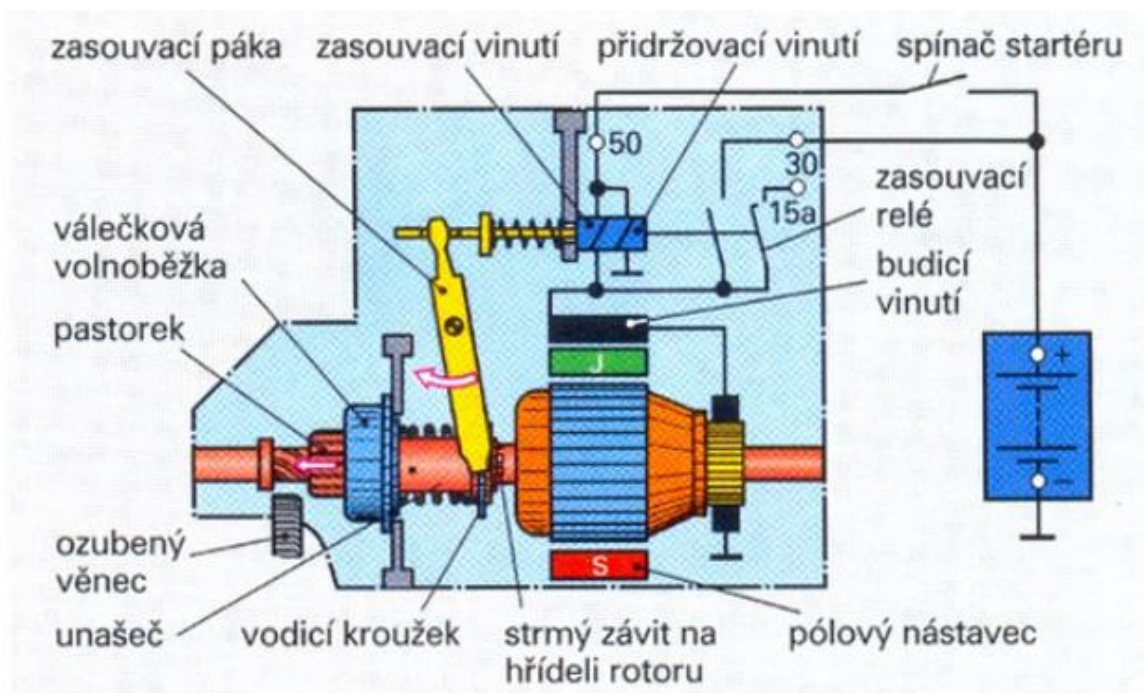
Z hlediska elektrotechnického je spouštěč jednoduchý stejnosměrný sériový motor s relativně velkým momentem při malých otáčkách. Co se mechanické stránky týká, je zařízením, které musí zajistit mnoho protichůdných požadavků:

1. Pokud je pastorek v klidu, musí být bezpečně zajištěn, aby nedošlo k záběru s ozubeným věncem setrvačnicku spalovacího motoru.
2. Při vsouvání do záběru musí být zabezpečeno, aby se vsunutí podařilo i v takovém případě, dostane-li se zub pastorku proti zubu věnce.
3. Pokud není pastorek v bezpečném záběru, nemůže být točivý moment spouštěče tak velký, že by mohlo dojít k poškození zubů.
4. Při plném záběru musí umět mechanismus přenést celý požadovaný točivý moment, musí však být chráněn, aby nedošlo k přetížení při zpětném zážehu spalovacího motoru.
5. Pastorek zůstává v záběru po takovou dobu, pokud obsluha nezruší spojení nebo dokud spalovací motor nepracuje spolehlivě.
6. Pokud je ozubení v záběru a rozeběhne-li se spalovací motor, musí se spojení ozubení se spouštěčem samočinně uvolnit.
7. Přestane-li obsluha působit na ovládací mechanismus, musí dojít k rozpojení spouštěcího obvodu, pastorek se vrací do klidové polohy, a co nejdříve se zastavit, aby byl spouštěč připraven k dalšímu použití.

Výkony používaných spouštěčů jsou v rozmezí od 0,22 do 25 kW. Poněvadž jsou spouštěče jen krátkou dobu v chodu, mají jen samomazná kluzná, a nikoliv valivá ložiska. K přívodu proudu do rotoru se používá kartáčů s vysokým obsahem mědi. Největší spouštěče jsou konstruovány na 24 V, a to i v případech, když je ostatní instalace na 12 V. Použije se dvou akumulátorů 12 V, které jsou pro normální provoz spojeny paralelně a pouze pro spouštění se tzv. bateriovým přepínačem spojí do série. V dnešní době je u značné části nákladních motorových vozidel má celá instalace hladinu 24 V.

Nyní, po popisu dá se říct základního pomocného elektrického pohonu, následují další pomocné elektrické pohony v motorových vozidlech, včetně funkční nezbytnosti a zlepšování uživatelského komfortu.

Příklad konstrukce nejčastěji používaného spouštěče, tj. spouštěč s výsuvným pastorkem, je na obrázku č. 6.



Obr.6 Spouštěč s výsuvným pastorkem [14]

V automobilech Škoda Octavia jsou alternativně používány spouštěče o výkonech 0,9 kW a 1,1 kW pro motory zážehové a 1,8 kW pro motory vznětové. Z nároků, které jsou kladeny na spouštěč, je zřejmé, že využití spojení stejnosměrného motoru a klikového hřídele spalovacího motoru si žádá náročnější mechanismus.

Z mnoha možných řešení, jež se v průběhu vývoje elektrických spouštěčů objevila, se využívají tři základní soustavy, u nichž se zasouvá pastorek do ozubeného věnce ve směru osy, a to:

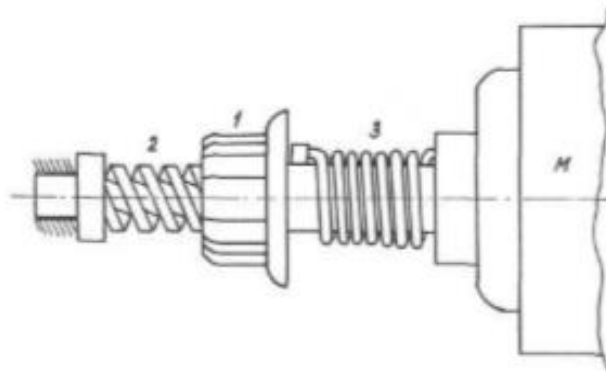
- 1) Systém Bendix
- 2) Systém s posuvným rotorem (kotvou)
- 3) Systém s posuvným pastorkem

V menším rozsahu se vyskytují jako dvouúčelové stroje i dynamo - spouštěče, které jsou spojeny s klikovým hřídelem motoru přímo.

3.5.1. Systém Bendix ^(3,4)

Ke vsunutí pastorku do záběru u spouštěčů systému Bendix je využito setrvačnosti pastorku. Pastorek (1) má plochý nebo lichoběžníkový závit na vnitřním povrchu vývrtu a v rozpětí dvou dorazů je lehce pohyblivý po šroubovici pouzdra (2), která je poháněna

spouštěcím motorem pomocí unášeče (3), jenž tlumí nárazy. Po zapojení proudu do spouštěcího motoru se neurychlí pastorek, který je volně pohyblivý na šroubovici, stejně rychle jako rotor spouštěče, a který se pohybuje po závitě pouzdra směrem k záběru s ozubeným věncem setrvačníku. Dostane-li se zub do mezery, pohybuje se pastorek po šroubu ve směru osy až k dorazu a spouštěč začne motorem otáčet. Dostane-li se zub na zub, je pastorku zabráněno se pohybovat ve směru osy a je stažen šroubovicí ze zubu do mezery. Právě v okamžiku, v němž se posune pastorek do plného záběru, tj. na doraz, otáčí se rotor spouštěče již velkou rychlostí, omezuje se náraz pružinou nebo lamelovou spojkou.

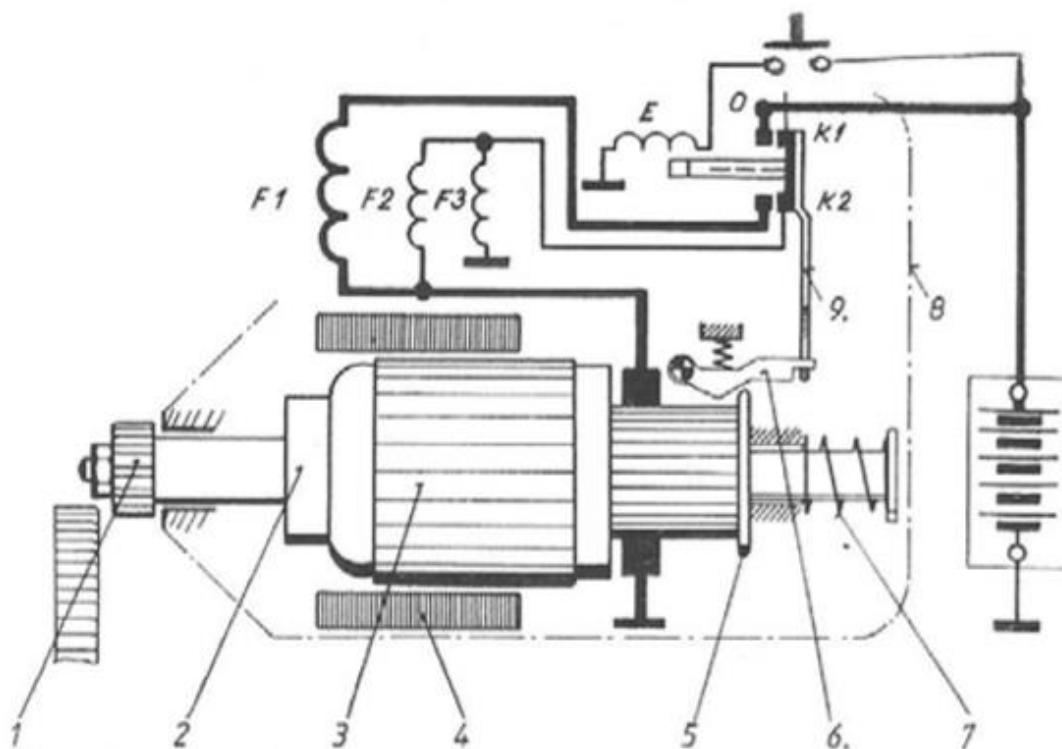


Obr. 7 Spouštěč se systémem Bendix [4]

Jakmile se po spuštění motor rozeběhne a pastorek se otáčí vyšší rychlostí než rotor spouštěče, vyšroubuje se ze záběru s věncem a vlastní setrvačností doběhne prakticky až na klidový doraz pouzdra. V jednodušším provedení měl několik negativních vlastností, jako je např. samovolné vybíhání ze záběru při přechodném zrychlení motoru, četnější poškození zubů, taky mohlo dojít ke zpříčení při kontaktu zubu na zub, poruchovost tlumících pružin apod. V propracovaném provedení ztrácel svou výhodu, tj. jednoduchost, a proto byl postupně nahrazován jinými konstrukcemi, nejčastěji s posuvným pastorkem.

3.5.2. Spouštěč s výsuvnou kotvou ^(3,4)

U těchto spouštěčů s výsuvnou kotvou (rotorem) je vsouvání pastorku konstruováno tak, že se pastorek nemůže protáčet na hřídeli spouštěče, s nímž je spojen prostřednictvím volnoběžné spojky, ale v axiálním směru proti kotvě není pohyblivý. Vsouvání pastorku do ozubení setrvačníku probíhá spolu s axiálním pohybem celé kotvy.



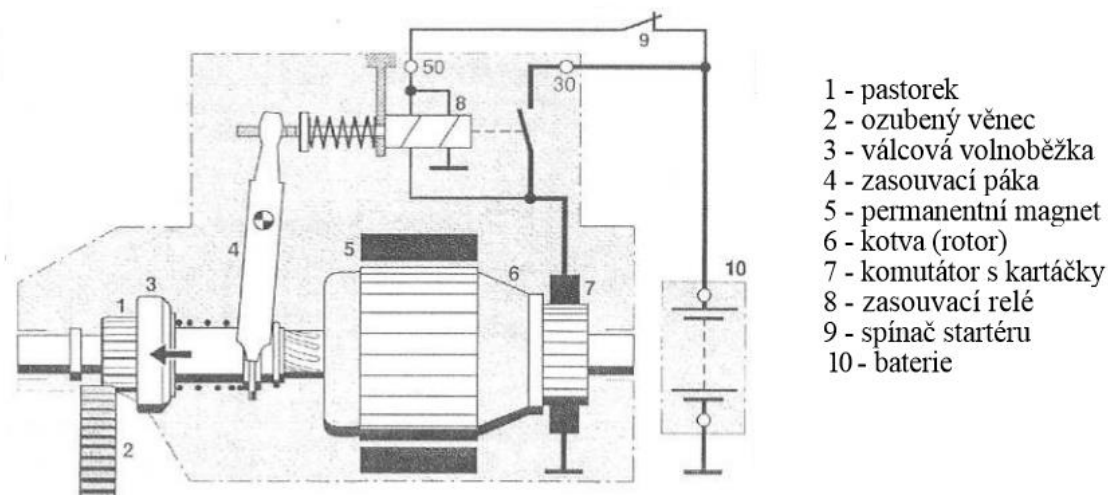
Obr. 8 Spouštěč s výsuvnou kotvou [4]

Vřeteno, které nese pastorek (1), je spojeno s hřídelem spouštěče mechanicky lamelovou spojkou (2). Kotva (3) zároveň s pastorkem (1) se může pohybovat v ložiskách axiálně. Mimo činnost je kotva částečně vysunutá účinkem pružiny (7) ze statoru (4). Teprve až se stator působením budícího vinutí zmagnetuje, zatáhne kotvu (3) dovnitř magnetického pole a tento axiální pohyb se využije i pro vsunutí pastorku (1) do ozubení setrvačnicku. Spouštěč má mimo základní sériové vinutí **F1** další dvě budící vinutí tzv. pomocná. Jedno je sériové **F2** a další je paralelní **F3**. Samotné spouštění je dvojestupňové. V počátečním stupni, při sepnutí tlačítka T, vtáhne elektromagnet E svoje jádro a přes spínací můstek (10) dojde ke spojení kontaktu K1. Sepnutí kontaktu K2 je bráněno pákou (9), která je držena západkou (6). Kontakt K1 poté zapojí obě pomocná vinutí F2 a F3. Magnetické pole vinutí F2 a F3 přitáhne kotvu (3), jež se pomalu otáčí do statoru (4). Pastorek (1) se citlivě zasune do ozubení setrvačnicku. Poté se pastorek téměř zasune, západka (6) uvolní kroužek (5) a spojí se zároveň i kontakt K2. Nastává další fáze spouštění. Kontakt K2 zapojí hlavní budící vinutí F1 a spouštěč vyvine maximální záběrový moment. Spouštěč se rozběhne, přičemž klesá proud, a proto i vtahující síla přemáhající pružinu (7) klesá. Paralelní vinutí F3 přitom udržuje kotvu v pracovní poloze a zároveň v této fázi omezuje nejvyšší otáčky spouštěče.

I přes výhodné provozní vlastnosti není systém s posuvnou kotvou tolik rozšířen. Velkou nevýhodou je velká hmotnost posuvné části - kotvy. A pokud stojí vůz ve svahu a váha rotoru působí proti pohybu pastorku do záběru, zpravidla může docházet k potížím při vsouvání do ozubení, a obráceně je nutno zabezpečit, aby při pracovních otřesech a zrychleních nedocházelo k nárazům pastorku do setrvačníku. Používá se většinou u velkých vozidel, jako jsou traktory, nákladní automobily a autobusy.

3.5.3. Spouštěč s posuvným pastorkem ^(3,4)

V současné době patří k nejrozšířenějším spouštěč s posuvným pastorkem. Prostřednictvím dvojrámenné páky dochází nejprve k zasunutí pastorku do záběru, teprve poté se zapne proud, viz obrázek 9.



Obr.9 Spouštěč s posuvným pastorkem[4]

Zasouvací dvojrámenná páka (4), jež se otáčí okolo pevného čepu, v současnosti ovládaná většinou elektromagnetem E, zasouvá pastorek (1) do setrvačníku, resp. jeho ozubeného věnce (2). Při činnosti se záběrové vnitřní pouzdro volnoběžky posouvá na hřídeli, buď po vícechodých šroubových, popřípadě přímých drážkách. Pro spouštěče menších výkonů bývají výhodnější drážky šroubové, u nichž dostačuje elektromagnet E s menším zdvihem. Pastorek se dostane do maximálního záběru s ozubeným věncem (2), prakticky už sám, účinkem posuvné reakce vyvolané na šroubovici.

Spouštěč je uveden do činnosti tlačítkovým ovladačem, popřípadě pootočením klíčku zasunutého do spínací skříňky. Často je systém konstruován tak, že se prvním otočením klíčku doprava zapne elektrická instalace, včetně zapalování. Při pootočení do polohy START se musí překonat určitý úmyslně zařazený mechanický odpor, přičemž se zamezí nechtěnému spouštění, např. při zmateném manipulování klíčkem. U moderních zařízení je následné spouštění možné jen v případě, že řidič po prvním nezdařeném spouštění vypnul zapalování.

3.6. Stírače skel (3,4)

Pro stírače čelních skel motorových vozidel platí předpisy EHK a ES požadující, aby stíraná plocha byla nejméně 80 % tzv. referenčního pole, stanoveného s ohledem na bezpečný výhled z místa řidiče. Dále požaduje, aby stírací souprava měla 2 různé přepínatelné rychlosti s rozdílem nejméně 15 kyvů za minutu. Největší rychlost přitom musí být nejméně 60 kyvů/min a nejmenší naopak nejvíce 50 kyvů/min. Jsou-li tyto podmínky splněny, může být stírací souprava vybavena i plynulou změnou rychlosti, případně plynulou nebo stupňovitou změnou prodlevy mezi po sobě následujícími kyvy, a to při stejné nebo proměnné době jednoho kyvu.

Elektrická stírací souprava se skládá z elektromotoru, převodového mechanismu a jednoho nebo více stíracích ramen se stíracími lištami. Nejčastěji používaný elektromotorek stírače je cize buzený permanentním magnetem, přičemž cizí buzení umožňuje regulaci rychlosti v obvodu rotoru. U běžných motorků s permanentním buzením lze použít pouze konstrukce s třetím kartáčem nebo elektronicky řízené. Zajímavým řešením je použití reverzačního elektromotorku a využití řídicí elektroniky ke změně jeho polaroty, a tím i směru otáčení v průběhu činnosti stírací soupravy. Páka převodového mechanismu se tak pohybuje v úhlu nejvýše 180 stupňů, což značně zmenšuje požadavek na volné zástavbové rozměry. Další výhodou elektronického řízení je možnost plynulé regulace rychlosti elektromotorku, např. v úvratích při změně směru pohybu, možnost předvolby zvláštní parkovací polohy stírátek, pokud souprava je v nečinnosti, nebo snadná spolupráce s činností ostříkovače skla. Výkon potřebný pro stírací soupravu je dán požadovanou nejvyšší rychlostí, počtem stíracích lišt, jejich přítlakem na sklo a součinitelem tření mezi pryžovou lištou a stíraným sklem. Další podmínkou je odolnost proti tepelnému přetížení a případnému chodu nakrátko, která musí být nejméně 15 minut při zastaveném pohybu a zapnutém stírači.

Převod mezi motorkem a osami stíracích ramen se skládá z redukčního ozubeného soukolí a z klikového nebo kulisového mechanismu se spojovacími táhly, kterými se mění

pohyb rotační na úhlový kývavý. Redukční převod je konstrukčně spojen s motorkem. U stíračů pro pohon jen jedné lišty, zejména pro zadní skla, je do převodovky motorku vestaven i mechanismus pro kývavý pohyb. V některých případech je tato konstrukce použita i pro dvojici ramen, z nichž jen jedno je poháněno od motorku přímo a druhé nepřímě táhlem od prvního, je to tzv. tandemové uspořádání. Zvláštní konstrukcí je stírací souprava s ohebným hřídelem, kde je přenos síly z klikového mechanismu v převodovce motorku na samostatné převodovky jednotlivých ramen ohebným ozubeným hřídelem vedeným lanovodem. Toto řešení má horší mechanickou účinnost, ale dovoluje snadno řešit prostorové problémy s umístěním motorku a mechanismů stírací soupravy.

Pokud se používají k čištění skel světlometů mechanické stírače, pracují až na výjimky na obdobném principu jako stírače zadních skel motorových vozidel. S ohledem na rozměry stírané plochy je jejich výkon úměrně nižší. Stále častěji se však pro tento účel používají vysokotlaké omývače čistící sklo jedním nebo dvěma proudy vody nebo nemrznoucí kapaliny z trysek před světlometry. Potřebné množství čistící kapaliny dodává pod vysokým tlakem jednoduché zubové čerpadlo poháněné elektromotorkem.



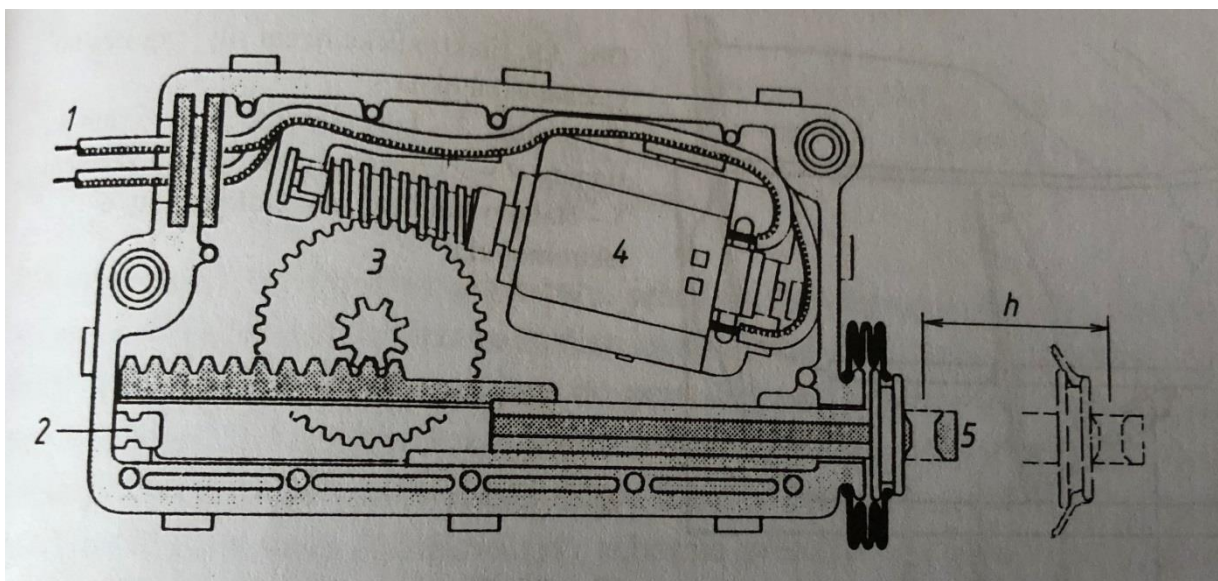
Obr.10 Motorek stěračů 12V [15]

3.7. Centrální ovládání zámku (1,2,3,4)

K ústřednímu (centrálnímu) ovládání zámku dveří a vík karosérií motorových vozidel, včetně víka plnicího hrdla palivové nádrže, se používají systémy pneumatické, nebo elektrické. Podle rozsahů ovládacích funkcí a provedení vlastních zámků se rozlišuje více technických řešení, která však mají základní princip společný. Pneumatický akční člen, elektromagnet, nebo malý elektromotor s redukční převodovkou a hřebenovým mechanismem ovládá táhly vlastní zámek nebo dvojici krajních poloh (odjištěno – zajištěno). Pokud dojde k výpadku elektrického proudu v síti vozidla, musí zůstat zachována možnost běžného mechanického ovládání klíčem nebo pojistkou zámku.

Elektromechanické ovladače pracují s provozním napětím 9 až 15 V a přestavitelnou dráhou 20 mm. Provedení s hřebenovým převodem mají odběr proudu od 1,5 A a ovládací sílu 30 N. Provedení s klikovým převodem mají při odběru do 1 A ovládací sílu až 90 N. Protože u původních jednoduchých systémů docházelo násilným otevřením jen jednoho zámku k odjištění všech zámků, jsou nové systémy vybaveny ochranným obvodem, který blokuje ostatní zámky při násilném otevření kteréhokoliv ze zámků systému, přičemž se aktivují další systémy zabezpečovacího zařízení.

Pro zvýšení komfortu obsluhy motorového vozidla se v poslední době používá i dálkové bezdrátové ovládání, pracující v oblasti infračerveného záření, ale častěji jako vysílač a přijímač v oblasti elektromagnetického vlnění několika set MHz. Systémy centrálního ovládání zámku motorových vozidel se obvykle kombinují s dalšími systémy elektronického jistění vozidla proti neoprávněnému užívání.



Obr. 11 Elektromechanismus centrálního zamykání [4]

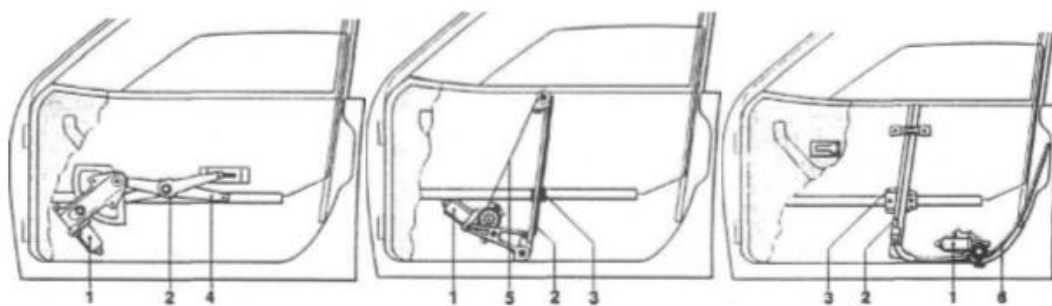
- 1 - Elektrické napájení
- 2 - Pružný doraz
- 3 - Převodovka
- 4 - Elektromotorek
- 5 - Ovládací vzpěra
- h - Zdvih

3.8. Ovládání oken (1,2,3,4)

Ovládání spouštěcích skel dveří nebo bočních oken u motorových vozidel je elektromechanické a v praxi se realizují výhradně tři hlavní systémy (viz. Obr. 12). Rozhodujícím kritériem volby systému, ve všech případech s ovládním malým elektromotorkem buzeným permanentním magnetem, jsou využitelné zástavbové rozměry. Nejrozšířenější je provedení, kdy šnekové ozubené kolo na hřídeli elektromotorku zabírá přímo do ozubeného segmentu, přičemž jeho úhlový, kývavý pohyb se převádí pákovým mechanismem rovnou na kulisu skla okna. V dalším případě je váleček nekonečného lankového mechanismu poháněn elektromotorkem s převodem do pomala. Přímocharého vratného pohybu se dosahuje odvíjením a navíjením lanka na váleček v určité délce, jež je využita k pohybu skla v okně. Poslední z používaných systémů je ten, který tvoří ohebná článková tyč, jež je schopná přenášet sílu tahu i tlaku a je ovládána elektromotorkem s převodem do pomala, přičemž pastorek zapadá do ozubeného hřebene ukončení tyče. Vzhledem ke stísněnému prostoru je trend směřující ke konstrukci co nejmenších elektromotorků i s převodovkami, které jsou většinou šnekové, samosvorné. Následně to znamená, že sklo se v jakémkoliv mezipoloze nemůže posunout samovolně. Násilnému stlačení skla zabraňuje i samosvornost mechanismu. Systémy jsou ovládány dvojitým přepínačem spínajícím obvodu vázaně pro oba směry, tj. pro zdvihání nebo spouštění skla. Změna směru otáčení stejnosměrného elektromotorku se snadno dosahuje pouhou změnou polaritu jeho svorkového napětí, což ovšem znamená, že v tomto případě nelze využít kostry vozidla jako přívodního vodiče. Krajní polohy mechanismu jsou jistěny buď jednoduchými koncovými kontaktními spínači, nebo jsou zajištěny elektronicky, a to podle velikosti působící ovládací síly. V systému jsou zařazeny i snímače Hallovy, sledující za provozu otáčky hnacího elektromotorku. Pokud dojde k náhlému úhlovému zpoždění jinak rovnoměrné úhlové rychlosti otáčení, dojde okamžitě k zastavení pohybu skla a následnému přepnutí směru

pohybu. Síla působící pohyb skla nemůže překročit dohodnutou velikost 100 N a její změna může být nejvýše 10 N/mm zdvihu.

Elektronické ovládání všech spouštěcích skel motorového vozidla může být sloučeno do jedné řídicí jednotky nebo naopak může být decentralizováno do pohybových mechanismů jednotlivých skel. Takovýto komplexní modul je vhodný pro tzv. multiplexní zapojení elektrické instalace motorového vozidla. Nejdokonalejší systémy ovládání skel oken bývají propojeny zároveň i se systémem centrálního ovládání zámků tak, že po vzdálení se od motorového vozidla, po jeho dálkovém uzamknutí, jsou zajištěny všechny zámky a podle nastavení zároveň i uzavřou okna zcela nebo u některých zůstane zachována větrací mezera.



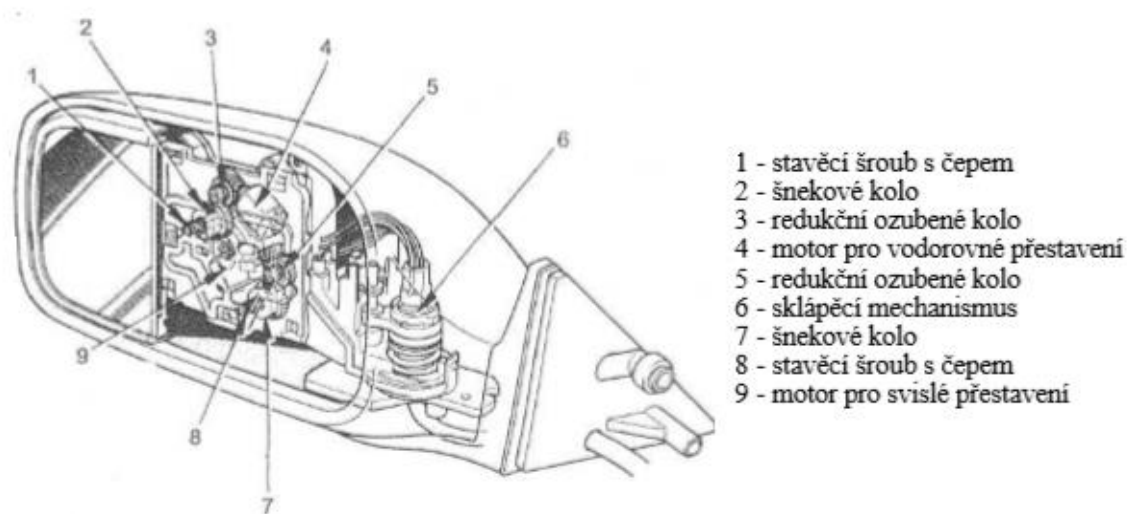
Systém 1 — mechanismus s ozubeným a pákovým převodem
 Systém 2 — mechanismus s kladkovým převodem a lankem
 Systém 3 — mechanismus s člankovou vzpěrou
 1 — elektromotor s převodem, 2 — lišta skla, 3 — vodící lišta, 4 — pákový mechanismus,
 5 — lanko, 6 — članková vzpěra

Obr. 12 Elektromechanismy spouštění skel oken [4]

3.9. Elektricky ovládaná vnější zrcátka (3,4,8)

Pro zajištění výhledu za vozidlo slouží vnitřní i vnější zpětná zrcátka. Konstrukce, resp. uspořádání vnějšího zpětného zrcátka osobního automobilu, je na obr. 12. Ke zvýšení komfortu vozidla se používá ovládání elektrické místo ručního ovládání. K zamezení orosení či pokrytí vnějších zrcátek námrazou se používá elektrického vyhřívání. K pomocným elektrickým pohonům patří i mechanismy seřizování polohy vnějších zrcátek, které jsou často napojeny i na program optimální polohy pro určitého řidiče, uložený v paměti elektronické jednotky. Volič se střední nulovou polohou slouží k volbě ovládání pravého, nebo levého zrcátka a ovladač k jeho seřizování ve vodorovném a ve svislém směru. V případě poruchy

elektrického seřizování polohy je nutno správnou polohu nastavit ručně s nejvyšší opatrností, neboť jemný nastavovací mechanismus se může snadno poškodit.



Obr. 13 Uspořádání elektricky stavitelného vnějšího zrcátka [4]

Elektronické nastavení vnějších zrcátek je u moderních systémů spojeno zároveň s automatickým seřizováním sedadla, přičemž stlačením jednoho tlačítka se automaticky z paměti přiřadí zadané, konkrétní nastavení nejenom sedadla, ale i vnějších zrcátek.

3.10. Ovládání střechy ^(3,4,7)

Současné systémy ovládání střechy, resp. její části, popřípadě střešního dílu, kumulují funkce střechy posuvné a vyklápěcí. Tyto systémy mohou být s řízením elektronickým nebo jen elektromechanickým. U jednoduchého systému ovládání střešního dílu slouží mechanické kotvení s koncovými spínači ve stavu zavřeném k volbě způsobu otevírání. Podle polarity na svorkách se střešní díl buď vyklápí, nebo posouvá. Změnou polarity v otevřeném stavu se nejdříve střecha uzavře, a teprve následně znovu otevře ve druhé funkci způsobu otevírání. Při zapojení ovládání střechy do systému centrálního ovládání zámků s elektronickou řídicí jednotkou musí být zajištěno, podobně jako u skel oken, v určitém bezpečnostním rozsahu i reverzování pohybu v případě zvýšeného odporu při zavírání. Používá se podobně jako u elektropohonů ovládání skel oken převodových elektromotorků s vestavěnými Hallovými snímači pohybu a tepelným jištěním přetížení. Elektronika umožňuje navíc i předvolbu určité

polohy otevření střechy, její zavírání impulsem čidla reagujícího na vlhkost (déšť) a využití multiplexního zapojení.

Samotný pohybový mechanismus je konstruován s lankovým převodem, nebo s ohebnou tyčí a s elektromotorkem s trvalým buzením a šnekovou převodovkou. Pokud nelze s prostorových důvodů umístit pohon přímo do zadní části střechy, může být umístěn do zavazadlového prostoru. Používané elektromotorky mají výkon okolo 40 W. V případě jakékoliv závady musí být zajištěna možnost ručního ovládní.



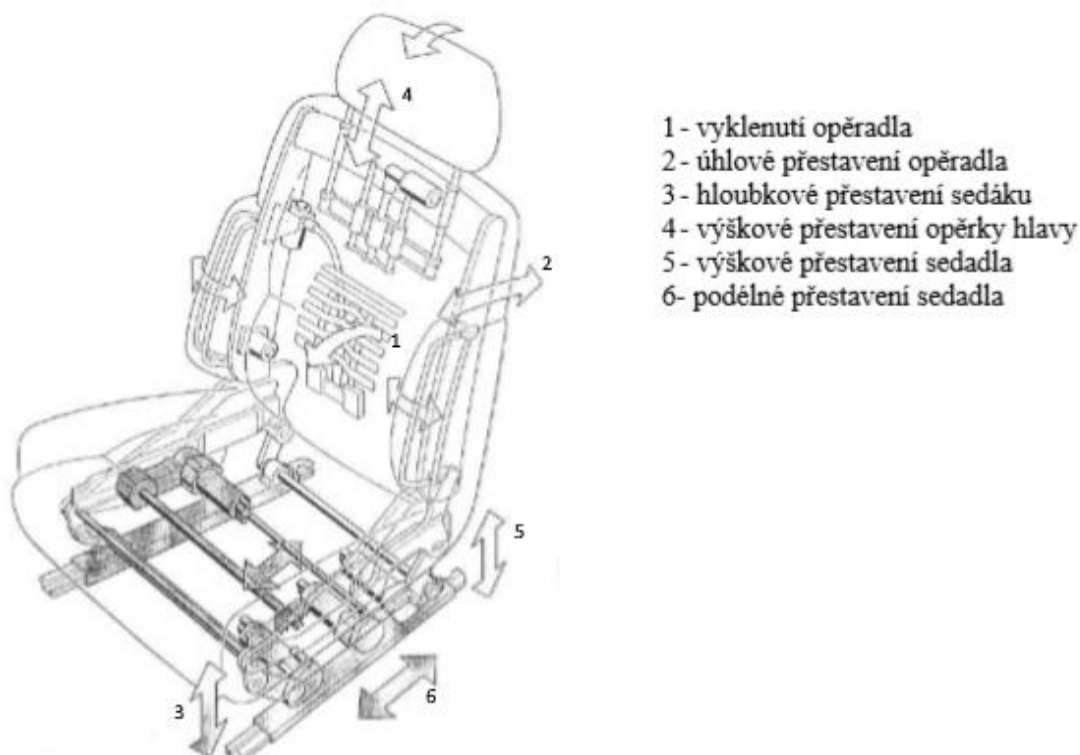
Obr. 14 Motorek pro ovládní střešního okna [16]

3.11. Ovládní polohy sedadla a řízení ^(3,4)

Sedadla, která jsou seřiditelná elektromechanicky, jsou výhodná u motorových vozidel, u kterých dochází ke střídání většího počtu řidičů, přičemž lze pro každého z nich nastavit konkrétní polohu, která je případně uložena v paměti řídicí jednotky. Samozřejmě u vyšších tříd motorových vozidel se toto využívá i u sedadla spolujezdce. Nastavení polohy sedáku a opěradla zajišťuje u jednoho sedadla až pět elektromotorků s dále uvedenými funkcemi:

- nastavení polohy celého sedadla podélné,
- nastavení výšky sedáku předního,
- nastavení výšky sedáku zadního,
- nastavení náklonu opěradla,
- nastavení výše opěrky hlavy.

Jeden z používaných systémů tvoří samostatné elektromotorky přímo s příslušnými převodovkami, jeden pro podélné a druhý pro výškové nastavování. Jiný systém tří stejných převodových elektromotorků a dvou převodovek, které jsou od motorků poháněny ohebnými hřídeli. Tento systém je poměrně univerzální a není vázán výhradně k jedné konstrukci sedadla. Pro zajištění optimální polohy řidiče za volantem se používají i elektromechanické systémy nastavování polohy sloupku volantu, skládající se z elektromotorku a samosvorné převodovky. Nastavení je buď ruční spínačem elektromotorku, nebo samočinné, vázané na v paměti uchovaný program optimální polohy sedadla a volantu pro určitého řidiče.



- 1 - vyklenutí opěradla
- 2 - úhlové přestavení opěradla
- 3 - hloubkové přestavení sedáku
- 4 - výškové přestavení opěrky hlavy
- 5 - výškové přestavení sedadla
- 6 - podélné přestavení sedadla

Obr. 15 Elektromechanické seřízení sedadla [4]

3.12. Jiné elektromechaniky ⁽³⁾

K jednoduchým řešením patří různé systémy, většinou elektromagnetické, pro vyklápění hlavních světlometů, zejména u sportovních automobilů, jejichž používání je však na ústupu v souvislosti se zaváděním polyelipsoidních světlometů malého průměru a větší délky. V případě poruchy elektrického seřizování polohy je nutno správnou polohu nastavit ručně s nejvyšší opatrností, neboť jemný mechanismus se může snadno poškodit.

3.13. Vytápění a větrání ^(3,4)

Z elektrického hlediska se u všech soustav s nucenou výměnou vzduchu jedná o jednoduché využití stejnosměrného elektromotorku k pohonu axiálního nebo radiálního ventilátoru s dvourychlostním provedením. Stále častěji se používají motorky s elektronickou komutací, umožňující i plynulou regulaci otáček. Výkon motorků se pohybuje do 250 W a jejich účinnost v pracovním bodě je asi 70 %. Elektronický regulační a řídicí systém bývá vestavěn přímo do skříně motorku. Výhodou tohoto provedení je i skutečnost, že nejsou zdroji vysokofrekvenčního jiskření, rušícího provoz audio-video zařízení.

Systémy vytápění vozidel se rozdělují na soustavy na motoru závislé a na motoru nezávislé s vlastním zdrojem energie. Výkon na motoru závislých soustav lze regulovat na straně kapaliny z okruhu chlazení motoru nebo na straně vzduchového okruhu pro klimatizaci kabiny. Vlastní regulace je vždy mechanická, tj. změnou průtokových průřezů nebo změnou rychlosti proudění vzduchu. Tyto úkony však lze snadno automatizovat, a tak nejsou výjimkou elektronické systémy řízení výkonu. Řídicí jednotka potom vyhodnocuje údaje teplotních čidel a ostatních snímačů (otáčky motoru, rychlost jízdy, polohy regulačních prvků apod.) a dává pokyn akčním členům ovlivňujícím výkon soustavy topení a větrání. U takto ovládaných soustav se k regulaci průtoku kapaliny výměníkem používá čerpadlo s řízenými otáčkami. Miniaturní, tzv. „ponorné“ čerpadlo je konstrukčně spojené s elektromotorkem s elektronickou komutací, jehož rotor je přímo obtékán dopravovanou kapalinou. V mezeře mezi magnetickým rotorem a státorem je tenkostěnný plastový válec oddělující vinutí statoru a elektronickou část od kapaliny. Otáčky čerpadla lze plynule regulovat v rozmezí 500 až 3500 min⁻¹.

Pro osobní automobil nižší střední třídy v běžných klimatických podmínkách je potřebný tepelný výkon soustavy větrání a vytápění asi 5 kW a dodávané množství vzduchu okolo 400 m³/h. Pro uvažované množství vzduchu je zapotřebí motoru s příkonem 180 W, čemuž odpovídá ve 12 V-síti odběr 15 A. K ohřevu vzduchu kabiny se používají výměníky se zážehovými hořákyspalujícími palivo (benzín, nafta). Celý proces může řídit programovatelná elektronická řídicí jednotka s časovým spínačem, umožňující nejen nezávislé vyhřátí kabiny vozidla, ale i předehřátí chladicí kapaliny spalovacího motoru v dostatečném předstihu před jízdou. Tímto způsobem se řeší i zlepšení spouštění spalovacího motoru za nízkých teplot.



Obr. 16 Řídící jednotka vytápění/větrání Škoda Octavia I [17]

3.14. Klimatizace ^(3,4)

Tato zařízení slouží k upravování jednoho nebo více parametrů stavu vzduchu, tj. teploty, tlaku (proudění) a někdy i vlhkosti. U motorových vozidel se klimatizační zařízení používají k úpravě stavu vzduchu v kabině na fyziologicky vhodné a příjemné parametry, nezávisle na stavu vnějšího ovzduší. U některých užitkových automobilů se takovéto zařízení používá i k úpravě stavu vzduchu v prostoru pro náklad (chladírenské a mrazící nástavby).

Nejjednodušším zařízením je systém větrání kabiny motorového vozidla, umožňující ovšem pouze snížení teploty a případně i vlhkosti. Systém může být s přirozenou (náporovou) nebo nucenou výměnou vzduchu elektrickým ventilátorem. Běžně se automobily vybavují kombinovanými soustavami vytápění a větrání s nucenou výměnou vzduchu. Teplotu v kabině lze tak udržovat na vhodné výši v širokém rozmezí venkovních teplot. Systémy vyhovují při teplotách i hluboko pod bodem mrazu, ale nemohou zajistit vyhovující kvalitu vzduchu při teplotách tropických, tj. nad +30 °C. Za takovýchto podmínek se používají klimatizační zařízení, sdružující zařízení větrací, vytápěcí a chladicí.

Jak je z výše uvedeného patrné, všechna klimatizační zařízení přímo upravují pouze teplotu vzduchu a nepřímo i cirkulaci vzduchu a jeho vlhkost. Systémy s nucenou výměnou jsou konstruovány jako přetlakové, což znamená, že nepatrně zvyšují tlak vzduchu v kabině oproti okolí. Vedle základní funkce klimatizačních zařízení nelze opomenout neméně

důležitou funkci zajištění potřebné průhlednosti skel kabiny, a tím i bezpečný výhled z motorového vozidla.

Úplnou klimatizační soustavu tvoří soustava vytápění a větrání doplněná o chladicí soustavu, sloužící k ochlazování vzduchu přiváděného do kabiny. Téměř výhradně se používají chladicí soustavy kompresorové s kompresorem poháněným přímo od spalovacího motoru. Dříve používané chladivo R12 (freon) nesmí být od roku 1996 už plněno do nových zařízení, musí být používáno chladivo R134a, které je ekologicky méně závadné. Kapalné chladivo je přiváděno do výparníku, kde se při nízkém tlaku odpařuje, čímž odebírá teplo vzduchu proudícímu přes komoru s výparníkem do kabiny. V okruhu je zařazen expanzní (regulační) ventil, který při překročení tlaku kapalného chladiva propojuje vysokotlakou část s nízkotlakou, čímž dochází ke snížení tlaku, a tím i výparné teploty chladiva.

Odpařené a ohřáté chladivo se vede zpět do sání kompresoru a celý cyklus se opakuje. Ochlazováním vzduchu na výparníku zde dochází i ke kondenzaci vody ze vzdušné vlhkosti. Vzniklý kondenzát je potřeba odvádět do vnějšího okolí. Vzduch pro klimatizaci kabiny se tím nejen vysouší, ale i zbavuje nečistot vázaných na vodu. Teplota ochlazovaného vzduchu nesmí klesnout pod +2 st. C, neboť by došlo ke zmrznutí vlhkosti ze vzduchu, proto se tato teplota měří a v nutném případě se celé zařízení samočinně vypíná. Dalšími ochrannými prvky pro možné havarijní případy jsou pojistné spínače na zásobníku chladiva – nízkotlaký a vysokotlaký.

Pro odmlžování a odmrazování skel se využívá odporového ohřevu. Příkon těchto vyhřívaných skel je až 200 W, a proto má být rozmrazování uváděno v činnost až po spuštění motoru. V těchto případech však nejsou použity elektromotorčky.



Obr. 17 Kompresor klimatizace Škoda Octavia II [18]

4. Vývoj rozšiřování použití elektrických pohonů a dopady na zdrojovou soustavu (9,10)

Tak, jak bylo již uvedeno v předchozím textu, i v oblasti automobilového průmyslu se vývoj nezastavil a stále se objevují nové, popřípadě inovované prvky ve vybavení motorových vozidel. Zvyšují se požadavky na zdroje elektrické energie ve vozidle. U nových automobilů jsou požadavky v této oblasti stále důmyslnější a náročnější na aktivní bezpečnostní systémy, které čím dál tím více zatěžují energetickou soustavu vozidla. Navíc se v automobilech objevují stále nové, popř. inovované elektrické systémy, které se vyznačují zvýšenými nároky na odběr elektrické energie a jsou citlivé na výrazný pokles napětí. Jedná se o výkonné komfortní systémy, navigační systémy, palubní počítače či automatickou klimatizaci, která ve svém důsledku zpříjemňuje uživateli a samozřejmě i spolucestujícím jízdou.

S tímto rostou nároky na elektrickou energii, jelikož počet elektrických zařízení s každým novým typem automobilu dané značky narůstá. Stávající napěťová 12 V soustava ve vozidle s jedno vodičovým rozvodem vykazuje během provozu spouštěče spalovacího motoru citelný úbytek napětí, který nepříznivě ovlivňuje činnost palubních řídicích jednotek.

Nároky na spouštění spalovacího motoru se zvyšují, což je důsledek růstu velikosti objemu válců spalovacího motoru, a tím pádem i zvětšení setrvačné hmoty, kterou musí spouštěč rozběhnout.

Nevýhodou jakékoliv modernizace v automobilovém průmyslu je to, že se cena automobilu zvyšuje a mnohdy hrozí nebezpečí cenové nedostupnosti určitého typu vozidla pro původně široký okruh případných zájemců.

Elektrická soustava současného motorového vozidla je přizpůsobena jak dle požadavků jednotlivých elektrických řešení, tak svoji roli sehrává i ekonomičnost a taky způsob údržby vozidla. Všechna soudobá motorová vozidla používají soustavu stejnosměrného napětí a proudu ve své elektrické síti. Hlavní zdroj elektrické energie ve vozidle je generátor, který pro svoji činnost odebírá kinetickou točivou energii z nastartovaného spalovacího motoru.

5. Zhodnocení a doporučení pro využívání konkrétních pomocných elektrických pohonů ve vozidle ^(9,10)

V této tabulce je zřejmý a porovnatelný vývoj energetické náročnosti soustavy automobilů od různých historických typů po dnešní modely, v tomto případě automobily zn. Škoda.

Tabulka 1- Tabulka porovnání energetické náročnosti soustavy automobilů - vývoj

	Rok výroby	Soustava automobilů [V]	Dynamo	Alternátor	Spuštěč [kW]	Akumulátor [Ah]
Aero 500/662	1929-1934	6	60W	-	0,3	56
Aero 50	1936-1941	6	80W	-	0,4	56
Tatra 57	1931-1935	6	75-80W	-	0,3-0,4	56
Tatra 603	1955-1975	12	300W	-	1,32	2 x 72 (6V)
Tatra 613	1975-1991	12	-	42-55A	1,5	55
Trabant 601	1964-1989	6	220W	-	0,44	56
		12	-	42A	0,6	37
WV Brouk	1938-2003	6	120-180W	-	0,5	66
		12	270W	55A	0,95-1,4	49
Škoda 1000	1964-1969	12	300W	-	0,66	37
Škoda 100	1969-1977	12	300W	35A	0,66	37
Škoda 105/120	1976-1991	12	-	42A	0,66	37
Škoda Favorit	1988-1995	12	-	55A	0,66	44
Škoda Fabia II	2007-2015	12		70-120A	1-2,0	44
Škoda Octavia II	2004-2012	12		110-140A	0,9-2	74

Použití konkrétního alternátoru, včetně osazení vhodného akumulátoru s odpovídající kapacitou a startovacím proudem, se odvíjí od nároku na předpokládaný, resp. požadovaný odebraný výkon elektrické sítě automobilu. Tento se potom odvíjí od vybavenosti automobilu a dané řady. Je samozřejmé, že požadavek na odběr elektrického proudu bude menší u malých automobilů, než u větších a luxusních vozů.

Velikost vygenerovaného maximálního proudu alternátoru se stanoví součtem všech elektrických výkonů v automobilu, které mohou být v daný moment v provozu při zvolené výbavě vozidla. Počet těchto elektrických spotřebičů zvyšující spotřebu proudu ve vozidle je přímo úměrný k výbavě vozidla. Současný stav elektroinstalace motorových vozidel je na vysoké úrovni a splňuje požadavky moderní doby.

6. Závěr

V této bakalářské práci je v úvodu stručně zmíněn historický vývoj motorismu od svých prvopočátků po začátky využívání nových technologií v průběhu času ve vztahu k používané elektrické výbavě.

Z tabulky 1 je zřejmé, jaké bylo palubní napětí, použití dynama, resp. alternátoru, výkon spouštěče a kapacita akumulátoru uvedených vozidel. V době předválečné se používalo pomocných elektrických pohonů ve velmi malé míře, v podstatě pouze startér, kabinový ventilátor už byl luxus, stěrače čelního skla, popř. ostřikovače. Automobily byly vybaveny dynamy a soustava velmi často byla 6 V. Výkon spouštěče byl 0,3 kW a kapacita akumulátoru 56 Ah. Při platnosti vztahu napětí (V) krát kapacita akumulátoru se určí velikost zásoby energie (Wh). Takže v případě automobilu Aero 50 vychází tento výsledek zásoby energie: $6 \times 56 = 336$ Wh. Stejně velkou energetickou zásobu mají i ostatní sledované vozy se 6 V – palubní sítí.

Výkonnost dobíjecí soustavy je ovlivňována samozřejmě příkony jednotlivých palubních zařízení. Postupně se přidávaly „vymoženosti doby“ a vybavení automobilů přibývalo. Od 2. světové války a během 2. poloviny 20. století docházelo k růstu velikosti pohonných jednotek automobilů a dalšímu rozšiřování palubní výbavy. To vyvolalo potřebu výkonnějších startérů a zvětšování energetických zásob v akumulátorech. Původní nejrozšířenější palubní soustava s napětím 6 V přestávala dostačovat.

Změna používaného napětí palubní sítě většiny vozidel z 6 V na 12 V umožnila relativně snadné zvýšení výkonů spouštěčů. Díky menším proudům při definovaných výkonech bylo možno použít akumulátory o nižších kapacitách – viz vozidla Trabant 601 a VW Brouk. Přesto došlo ke zvýšení energetických zásob v jejich akumulátorech zhruba o 30 %, resp. 75 %, což umožňovalo i amatérské rozšiřování palubní výbavy zmíněných vozidel.

Dochází k dalšímu nárůstu příkonů využívaných a nově zaváděných výbav vozidel, což vyžaduje další zvětšování energetických zásob v akumulátorech i vyšší výkonnosti dobíjecích soustav. Vzhledem k uvedenému stavu čili množství elektrických spotřebičů je situace současného využívání napěťové hladiny 12 V srovnatelná se situací historickou v používání 6 V - soustavy. Například automobil Tatra 57, zvaný Hadimrška, byl vybaven 6 V-soustavou a využíval elektromotory pouze v případě spouštěče s nožním mechanickým zapínáním a elektrického stěrače předního skla. Elektrická energie byla dále využívána u elektrické houkačky, osvětlení auta - reflektorů, světla přístrojové desky a ukazatelů směru

jízdy. V současné době u automobilu Škoda Octavia II je použito pomocných elektrických pohonů nejen u spouštěče a stěrače, kterých je více než u historických vozidel. Navíc jsou využívány pro stahování předních i zadních oken, pohony ventilátorů kabinových a chladičových, ovládání vnějších zrcátek, centrální a dálkové ovládání zamykání dveří. Další komfortní výbava jako ohřev skel dále zvyšuje nároky na zdroje elektrické energie i při použití napětí 12 V v palubní síti.

Výrobci neudávají u všech druhů palubních zařízení motorových vozidel jejich energetickou náročnost – proudový odběr nebo příkon, proto bylo zvoleno nepřímé určení energetické náročnosti palubní sítě vozidla pomocí výkonnosti soustavy zdrojové – výkon alternátoru a kapacity akumulátorových baterií. Permanentně se pracuje na vývoji elektrických pomocných pohonů vozidel, které vedou ke snížení jejich velikosti, hmotnosti, hlučnosti a zvyšují jejich účinnost. I přesto lze očekávat další nárůst energetické náročnosti palubní sítě vozidel, vzhledem k rozšiřování jejich komfortního vybavení.

Proto se nabízí další možný způsob inovace elektrické výzbroje automobilu, a to je další zvýšení palubního napětí. K výhodám patří větší účinnost alternátoru a snížení potřeby vysokých proudů pro požadovaný výkon. Taktéž elektromotorky by na této napěťové hladině dosahovaly podobných parametrů při menších rozměrech. Z některých studií vychází jako perspektivní zvýšení napěťové hladiny palubní sítě na 24 V.

7. Použité zdroje

- 1) ČERNÝ, Václav. *Schémat elektrické výzbroje a elektrotechnika motorových vozidel i starších typů*. 2. vyd. Praha: Práce, 1968, 302 s. Knižnice motoristy
- 2) HOKEŠ, Vladislav. *Učebnice pro autoškoly M, A, B: určeno pro získání řidičského oprávnění*. Praha: Naše vojsko, 1991, 313 s. Svazarm. ISBN 80-206-0009-4
- 3) ŠŤASTNÝ, Jiří a Branko REMEK. *Autoelektrika a autoelektronika*. 6. vyd. Praha: T. Malina, 2003, 315 s. ISBN 80-86293-02-5.
- 4) ŠŤASTNÝ, Jiří a Branko REMEK. *Autoelektrika a autoelektronika*. Praha: T. Malina, 1994, 276 s. ISBN 80-900759-6-7.
- 5) ONDRŮŠEK, Čestmír. *Nestandardní metody optimalizace návrhu elektrických strojů = Nonstandardmethodsofelectricalmachines design optimization*. Brno: VUTIUUM, 2002, 30 s. Vědecké spisy Vysokého učení technického v Brně. ISBN 80-214-2057-X.
- 6) *Konstrukční provedení stejnosměrného stroje [online]*. Česká republika, 2012 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: http://jaja.kn.vutbr.cz/~huzlik/Ss_motor_s_perm.magnety.pdf
- 7) JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jindřich KUBÁT. *Elektrotechnika motorových vozidel*. Brno: Avid, 2001, 199 s.
- 8) VLK, František. *Elektrická zařízení motorových vozidel*. Brno: František Vlk, 2005, v, 251 s. ISBN 80-239-3718-9.
- 9) *KRLA, M. Studie zvýšení napětí elektrické sítě motorových vozidel [online]*. Česká republika, 2013 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/11246/%C5%A0krla%Bvozidel.pdf?sequence=1>
- 10) *HORÁK, R. Zvýšení napětí elektrické sítě motorových vozidel – studie [online] 2013*. Česká republika, [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.ph?file_id=17748
- 11) <https://www.automobilovedily24.cz/ridex/8158151> [online]. Česká republika, 2013 [cit. 2020-03-30].
- 12) <https://docplayer.cz/11985947-Dlouhou-dobu-byl-nejvice-a-temer-vyhradne-pouzivany-generator-elektrickeho-proudu-generator-stejnosmerneho-proudu-dynamo.html> [online]. Česká republika, 2013 [cit. 2020-03-30].
- 13) https://www.sossoukyjov.cz/data/File/VY_32_INOVACE_6a06.p [online]. Česká republika, 2013 [cit. 2020-03-30].

- 14) <https://publi.cz/books/160/04.html> [online]. Česká republika, 2013 [cit. 2020-03-30].
- 15) https://www.kardanka.cz/motorek-sterace-12v-20218.html?gclid=Cj0KCQjw9ZzZBRCKARIsANwXaeLjccKDGkLUP2zoOzKaUCCLyEQ6AbV5W8cMakkjWe59EtBdeEIS4-EaAsQqEALw_wcB [online]. Česká republika, 2013 [cit. 2020-03-30].
- 16) <http://www.vrakoviste-vw.cz/motorek-stresniho-okna-1j6959591-original-vw> [online]2013. Česká republika [cit. 2020-03-30].
- 17) <https://www.automobilovedily24.cz/skoda/octavia-combi-1z5/4819/10825/ridici-jednotka-vytapeni-vetrani> [online] 2013. Česká republika [cit. 2020-03-30].
- 18) https://www.autodily-stancl.cz/octavia/elektronika_kompresory-klimatizace/kompresor-klimatizace2013-03-30-12-41-25-3.html [online] 2013. Česká republika, [cit. 2020-03-30].