

Silnoproudé okruhy, zdroje a spotřebiče

V této kapitole se budeme postupně seznamovat se silnoproudými okruhy, zdroji elektrického proudu a spotřebiči. Dozvíme se, co je to a jak funguje akumulátor, alternátor, dynamo a startér.

Akumulátor

Jedním ze základních zdrojů elektrické energie v automobilu je akumulátor. Akumulátor má za úkol pokrýt spotřebu elektrické energie v době, kdy neběží motor vozidla, a současně je dnes jediným používaným zdrojem energie pro spuštění motoru. V praxi se můžeme setkat s různými druhy akumulátorů, z nichž se v motorových vozidlech používají jen určité vybrané druhy, které vyhovují svými vlastnostmi podmínkám jejich provozu.

Vlastnosti akumulátorů

Kapacita

Kapacita, udávaná v ampérhodinách vyjadřuje, kolik energie je akumulátor schopen v sobě uschovat – můžeme ji vyjádřit jako součin vybíjecího proudu a doby vybíjení. Za vybitý akumulátor se považuje takový, u kterého kleslo napětí článků pod určitou úroveň, danou jejich konstrukcí.

$$C = I_v \cdot t$$

C kapacita akumulátoru [Ah]

I_v velikost odebíraného proudu [A]

t doba, po kterou můžeme odebírat proud dané velikosti [hodiny]

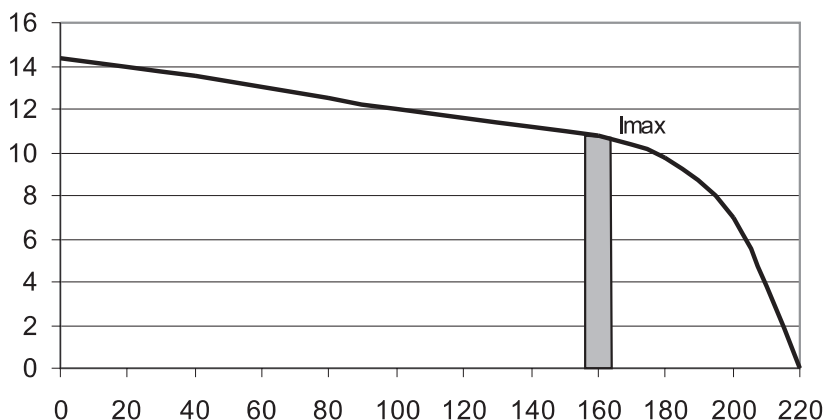
Vzhledem k tomu, že kapacitu akumulátoru ovlivňuje velikost vybíjecího proudu (rychlost vybíjení), udává se pro srovnatelnost údajů mezi jednotlivými typy kapacita C20, která odpovídá rovnoměrnému vybíjení po dobu 20 hodin.

Napětí

Napětí akumulátoru je dané jeho konstrukcí. Pokud potřebujeme napětí jiné (vyšší), skládáme jednotlivé články do série. Nejčastěji používaný olověný akumulátor má jmenovité napětí 2 V na článek, z čehož vyplývá, že potřebujeme-li zdroj o napětí 12 V, musíme složit do série 6 článků.

Záběrový (startovací) proud

Záběrový proud také závisí na konstrukci a rozměrech akumulátoru a svým způsobem vyjadřuje, jaký výkon je schopen akumulátor dodat. Jeho velikost je daná bodem (viz obrázek), ve kterém již dochází při zvyšujícím se odběru k prudkému poklesu napětí.



Obr. 1 Zatěžovací charakteristika akumulátoru

Čas od času se na trhu objeví výhodné nabídky akumulátorů, kde inzerující prodává za velmi příznivé ceny akumulátory příslušného napětí a kapacity. Bohužel, často se stává, že tyto akumulátory nejsou schopny podat právě dostatečný záběrový proud, a tak se může snadno stát, že byť výhodně nakoupíme, svůj automobil nenastartujeme, neboť právě startér je největší spotřebič ve voze a protékají přes něj stovky ampér.

Jak jsme se již zmínili, v osobních automobilech, resp. automobilech obecně, se používají prakticky výhradně akumulátory olověné. Důvody jejich volby jsou velice prosté:

- dostatečná kapacita
- velký záběrový proud
- žádný paměťový efekt
- provoz v širokém pásmu teplot
- malé rozměry
- nízké náklady na údržbu
- nízká cena
- malý vnitřní odpor a z toho plynoucí tvrdá zatěžovací charakteristika

Nevýhodami, které v tomto případě akceptujeme, jsou vyšší hmotnost (ovšem, jak často akumulátor vyjímáme z vozidla?), omezená životnost cca 4–6 let, která je přiměřená ceně akumulátoru, a samovybití akumulátoru, které ovšem při obvyklém využívání vozidla ani příliš nezaregistrujeme.

Údržba olověného akumulátoru

Ačkoli se na trhu vyskytuje celá řada hermeticky uzavřených, zcela bezúdržbových typů akumulátorů, uveďme si některá základní pravidla pro manipulaci s akumulátory tak, abychom dosáhli jejich co nejvyšší životnosti:

- a) pravidelně kontrolujeme hladinu elektrolytu, která se musí pohybovat mezi ryskami vyznačenými na obalu. Nejsou-li na obalu rysky vyznačeny, musíme dbát, aby byly desky lehce potopeny v elektrolytu. Hladina přeplavení činí cca 3–4 mm. Maximální přípustný pokles hladiny, při kterém ještě nedojde k podstatnému zhoršení vlastností akumulátoru a jeho následnému nevratnému poškození, je maximálně 3 mm pod horní hranu desek.
- b) úbytek hladiny elektrolytu, vzniklý jeho provozem, **doplňujeme výhradně destilovanou vodou.**
- c) pouze a jedině v případě, kdy dojde k vylití elektrolytu z akumulátoru, je nutno ihned doplnit úbytek kyselinou sírovou zředěnou na takovou hustotu, jakou má zbytek elektrolytu v akumulátoru. Pozor, kyselina sírová je prudká žíravina!
- d) z akumulátoru, který byl již jednou v provozu, nesmíme vylévat elektrolyt a ponechávat jej v suchém stavu. Dojde tím rychle k jeho zničení.

- e) akumulátor nesmíme nechávat ve vybitém stavu. Dochází tím k jeho rychlému poškození a v zimě může dokonce dojít i k jeho zamrznutí.
- f) povrch akumulátoru udržujeme čistý, abychom předešli jeho vybíjení. Pamatujeme, že elektrolyt je vodič.
- g) připojovací svorky konzervujeme vazelínou. Vazelína brání přístupu vlhkosti a tím následné oxidaci svorek.
- h) pokud vozidlo na delší dobu odstavíme (např. z důvodu větší opravy nebo proto, že v zimě nejždíme), je nezbytné jednou za maximálně 2 až 3 měsíce akumulátor nabít mimo vůz, neboť ztráta energie samo-vybíjením činí v průměru 1 % denně.

Nabíjení akumulátoru

Nejprve si připomeňme základní vlastnosti olověného akumulátoru.

jmenovité napětí článku	2 V
počet článků	3, 6 nebo 12 (dle požadovaného napětí)
napětí plně nabitého článku	2,4 V
napětí vybitého článku	1,75 V

Tab. 1 Základní vlastnosti olověného akumulátoru

Jako hlavní zásadu nabíjení akumulátoru si pamatujeme, že standardně nabíjíme proudem o velikosti jedné desetiny kapacity akumulátoru po dobu 10 hodin. Pokud tedy budeme mít akumulátor o kapacitě 72 Ah, budeme jej nabíjet proudem 7,2 A po dobu cca 10 hodin do doby jeho úplného nabití. V případě, že akumulátor nebude úplně vybitý, nabíjíme jej do znaků úplného nabití, které můžeme shrnout do následujících bodů:

- všechny články živě plynoují
- napětí na článku dosáhlo hodnoty nejméně 2,4 V (při 12V akumulátoru bude tedy jeho celkové napětí 14,4 V)
- hustota elektrolytu dosáhla úrovně odpovídající stavu plného nabití

Pro úplnost si připomeňme, že během nabíjení se z akumulátoru uvolňuje výbušná směs vodíku s kyslíkem. Při manipulaci s ním se tedy v žádném případě nedoporučuje kouřit ani jinak zacházet s ohněm, a naopak je potřeba uvolnit plnicí otvory, pokud je jimi akumulátor vybaven. Pokud plnicí otvory neuvolníme, počítejme s tím, že zátky budou mít snahu vystřelovat.

hustota elektrolytu [g/cm ³]	stav nabití [%]	teplota zamrznutí [°C]
1,28	100	-60
1,24	70	-50
1,22	50	-35
1,15	20	-17
1,12	0	-12

Tab. 2 Závislost nabití akumulátoru na hustotě elektrolytu

Použití ve vozidle

Použití akumulátoru ve vozidle v první řadě předepisuje výrobce. Pokud se rozhodneme použít akumulátor jiný, je třeba vzít v úvahu následující hlediska:

- **rozměry** – jiný akumulátor, než který se do prostoru pro něj vyhrazeného vejde, těžko použijeme
- **umístění** – nepřemísťujte akumulátor na jiné místo, toto místo bylo vybráno s ohledem na zachování bezpečnosti při eventuální havárii
- **napětí** – musí odpovídat palubní síti vozidla, resp. původnímu akumulátoru
- **kapacita** – musí být stejná, popřípadě vyšší
- **startovací proud** – musí být stejný nebo vyšší, jinak vozidlo nenaštartujeme

U některých vozidel se můžeme setkat s tím, že pro umístění jednoho akumulátoru požadované kapacity nenalezneme vhodný prostor. V těchto případech se místo jednoho akumulátoru použijí dva. V praxi se můžeme setkat s dvojí možností jejich zapojení:

Zapojení do série (osobní automobily Tatra s výjimkou T700) – jedná se o dva stejné 6V akumulátory spojené do série. V praxi je to totéž, jako bychom měli jeden velký 12V akumulátor, vždyť i ten je složen z celkem 6 jednotlivých, sériově zapojených, článků.

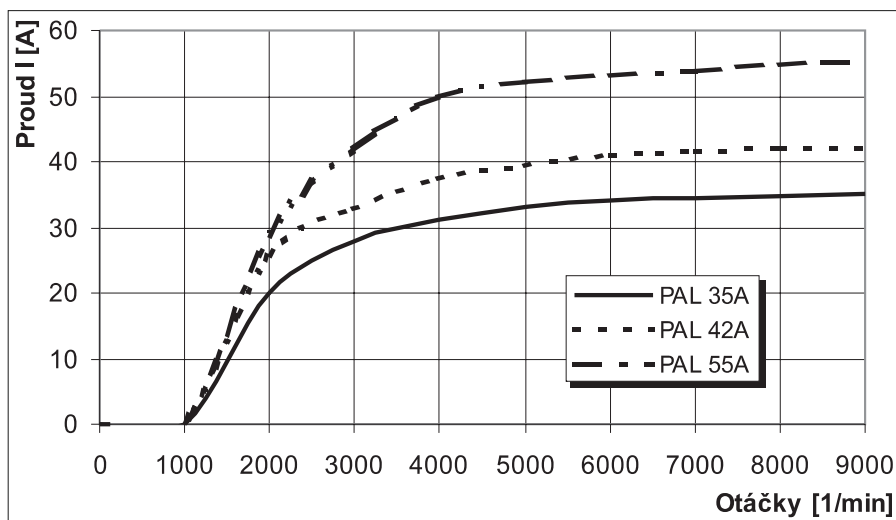
Zapojení paralelně (vozy Ford Tranzit) – používá se dvou shodných 12V akumulátorů zapojených paralelně, čímž dostaneme zdroj teoreticky dvojnásobné kapacity. V tomto případě musíme dbát, aby oba akumulátory byly opravdu stejné, tzn. stejné kapacity, konstrukce, stejně staré, nejlépe vyrobené ve stejné výrobní sérii. V provozu musí být nabíjeny i vybíjeny současně. Pokud by totiž byly mezi akumulátory rozdíly, dochá-

zelo by k vyrovnávání proudů mezi nimi, což by vedlo ke snížení kapacity, startovacího proudu a konečně i k vzájemnému vybíjení se mezi sebou.

Alternátor

Alternátor se ve vozidlech používá cca od počátku 70. let, kdy došlo k většímu rozvoji výroby polovodičů, konkrétně usměrňovacích diod. Alternátor ve své podstatě představuje třífázový generátor s regulovaným buzením, produkující střídavý proud (podobně jako generátory v elektrárnách), který je na svém výstupu usměrněn. To má za důsledek, že při jeho provozu, na rozdíl od dynamo, nezávisí na smyslu otáčení. Proto se alternátory vyrábějí v různých unifikovaných řadách a dodávají bez řemenic a bez ventilačních prvků, které si osazuje výrobce automobilu, resp. motoru v závislosti na způsobu zástavby.

Shrňme si v kostce princip činnosti alternátoru. Na rotoru je navinuto tzv. budicí vinutí, které je při stojícím motoru napájeno z akumulátoru. Toto budicí vinutí kolem sebe vytváří magnetické pole, jehož siločáry protínají vinutí ve statoru. Otáčením rotoru se toto magnetické pole dává do pohybu a vlivem relativního pohybu tohoto magnetického pole vůči vinutí statoru vzniká ve statoru napětí. Toto napětí je úměrné velikosti buzení a otáčkám rotoru. Velikostí buzení tedy regulujeme výstupní napětí na svorkách alternátoru.



Obr. 2 Výkonové charakteristiky alternátorů

Správně fungující regulací můžeme tedy dosáhnout konstantního napětí na výstupu alternátoru nezávisle na otáčkách. Nemůžeme však ovlivnit velikost proudu, který je schopen generátor dodat, ta je dána jeho konstrukcí. Uvedené grafy ilustrují příklady několika výkonových charakteristik.

V praxi se můžeme setkat s alternátory dvojího druhu:

- alternátor s externím regulátorem (starší vozidla, motocykly)
- alternátor s vestavěným regulátorem

Vedle tohoto dělení můžeme alternátory dělit podle způsobu jejich buzení:

- buzené přímo z akumulátoru (dříve např. u vozů VAZ-Lada)
- nepřímou buzení, resp. s vlastním buzením
- buzené permanentními magnety (motocykly)

Máme-li alternátor s externím regulátorem, je tento regulátor zpravidla přiřazený k určitému typu alternátoru a nelze jej obecně zaměňovat.

Údržba a opravy alternátorů

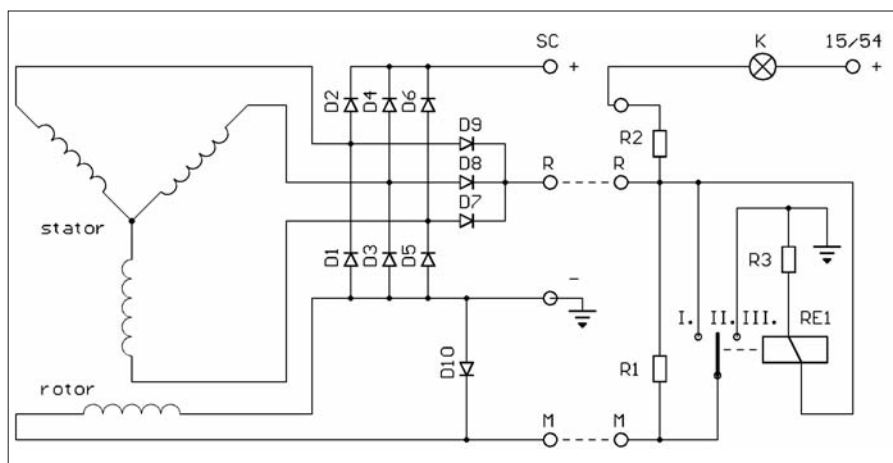
Alternátor představuje poměrně bezúdržbové zařízení, kdy se veškeré svépomocí proveditelné opravy dají shrnout do několika prací:

- a) **výměna ložisek** – v alternátoru bývají použita většinou zapouzdřená valivá ložiska, která v sobě obsahují trvalou tukovou náplň a v provozu se nepřimazávají. Dle doporučení výrobce (orientačně po ujetí 100 až 150 tisíc kilometrů) je vhodné ložiska preventivně vyměnit za nová. Obecný postup můžeme shrnout do několika bodů:
1. Vhodným přípravkem stáhneme řemenici a sejmeme víko alternátoru. Víko může jít stáhnout obtížněji, neboť ložiska jsou na hřídeli rotoru uložena s určitým přesahem.
 2. Vhodným způsobem nadzdvihneme uhlíky ze sběracích kroužků, aby nedošlo k jejich poškození.
 3. Vyjmeme rotor. Při jeho vyjímání s ním budeme zacházet opatrně a vezmeme v úvahu, že i druhé ložisko je uloženo s určitým přesahem.
 4. Vyměníme ložiska.
 5. Sestavení provedeme opačným postupem, nezapomeneme nadzdvihnout uhlíky před vložením rotoru.
 6. Spustíme uhlíky zpět na kroužky.

7. Po dokončení montáže je nutné provést tzv. oklepnutí ložisek, aby došlo k odstranění axiálního předpětí, vzniklého montáží. To provedeme oklepáním okolí ložiska na víku vhodnou paličkou. Rotor se musí otáčet bez vůle, avšak zcela volně.
- b) **výměna usměrňovače** – pokud došlo k poškození usměrňovače, je třeba jej vyměnit jako celek. Abychom mohli výměnu uskutečnit, je třeba provést rozmontování alternátoru a vyjmutí rotoru stejně, jako u výměny ložisek.
- c) **výměna uhlíků sběracích kroužků** – uhlíky, dosedající na sběrací kroužky rotoru, jsou opět přístupné až po rozmontování alternátoru, stejně jako v předešlých případech. U některých typů alternátorů je možné vyměnit uhlíky po demontáži vestavěného regulátoru napětí, alternátor potom není nutné kompletně rozebírat.

Důležité upozornění:

Alternátor nesmí být nikdy v činnosti bez zátěže. Za běhu motoru nikdy neodpojujte z alternátoru silový kabel, neodpojujte akumulátor. V opačném případě hrozí riziko zničení alternátoru, usměrňovače, regulátoru napětí či ostatních komponent palubní elektroniky.

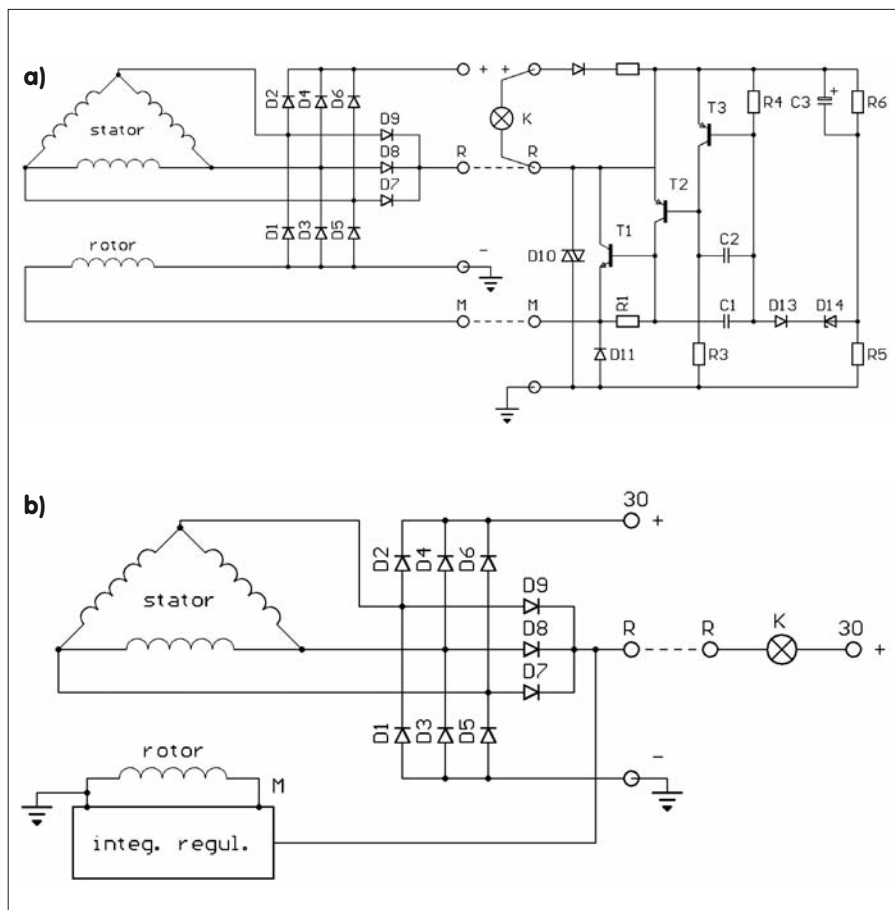


Obr. 3 Schéma alternátoru s mechanickým regulátorem. D1 až D9 – usměrňovací diody, D10 – tlumicí dioda, K – kontrolka dobíjení. Stupně regulace: I – plné buzení, II – buzení zbytkovým magnetismem (budící vinutí rozpojeno), III – bez buzení (budící vinutí zkratováno)

Regulátor napětí

Jak jsme se již zmínili, nedílnou součástí každého alternátoru je regulátor napětí, ať již integrovaný přímo do něj, nebo umístěný externě. Podívejme se tedy na typická základní schémata zapojení sestavy alternátor-regulátor.

Mechanický regulátor je vibrační kontaktní přístroj, který pulsním způsobem budí alternátor. Během jeho provozu dochází časem k opotřebení

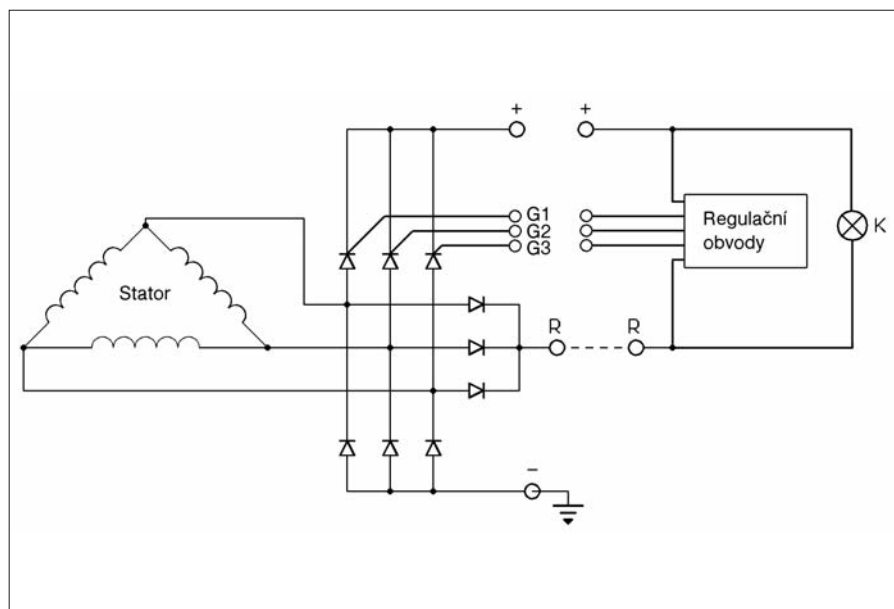


Obr. 4 Schéma alternátoru s elektronickým regulátorem: a) externí regulátor, b) integrovaný regulátor, D1 až D9 – usměrňovací diody, K – kontrolka dobíjení

kontaktů a tím následně k ovlivnění hodnoty regulovaného napětí. Při hýbáním závěsu pružného (vibrujícího) kontaktu, posléze eventuálně pevných kontaktů, je možné regulovat úroveň výstupního napětí alternátoru. Přesnou kontrolu ovšem musíme provést na zkušebním stavu, kdy při otáčkách $1\,000\text{ min}^{-1}$ a zátěži alternátoru 2 A musí být výstupní napětí v rozmezí 13,0 až 14,5 V.

V Československu byl mechanický regulátor používán pro alternátory 35 a 42 ampérů (vozy Škoda 100/110, 105 S, 105 L, 120 S, 120 L). Ostatní alternátory byly osazovány regulátory elektronickými.

Elektronický regulátor je tvořen polovodičovými prvky. Jeho činnost ovlivňují v negativním smyslu zejména uvolněné vodiče a chybné ukostření. V praxi provádíme pouze kontrolu výstupního napětí alternátoru, které by se mělo pohybovat v rozsahu cca 13,5 až 14,5 V. U tohoto typu regulátoru nemůžeme napětí seřizovat, pouze v případě poruchy vyměníme regulátor za nový.



Obr. 5 Schéma alternátoru s buzením permanentními magnety a tyristorovou regulací. Regulační obvody ovládají v závislosti na okamžité velikosti napětí palubní sítě dobu otevření tyristorů a tím ovlivňují úroveň napětí.