

Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

redakce nakladatelství BEN – technická literatura
redakce@ben.cz

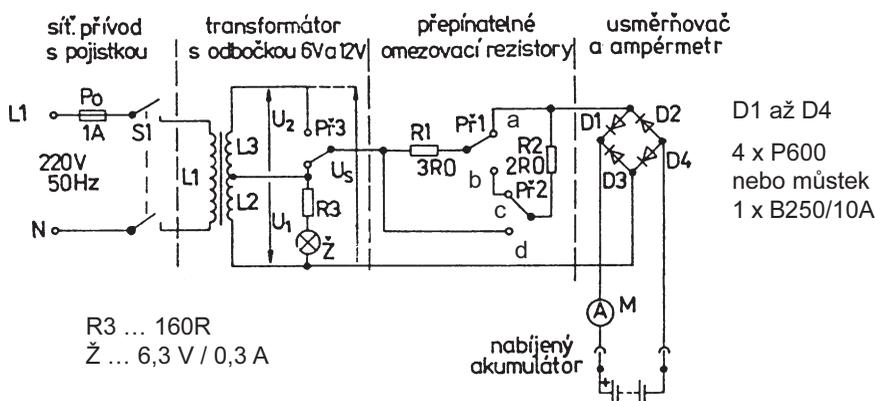


6 Amatérské nabíječe akumulátorů

Nabíječe akumulátorů s odporovým omezením proudu

Konstrukce nabíječe musí vycházet z typů akumulátorů, které chceme nabíjet. Mezi výrobně nejjednodušší typy nabíječů patří nabíječe s charakteristikou W, u nichž je dosaženo potřebného sklonu charakteristiky odporem rezistoru, zařazeného do primárního nebo sekundárního obvodu transformátoru. Nabíječ se potom skládá z těchto základních dílů:

- transformátor,
- rezistor,
- usměrňovač.



Obr. 19 Jednoduchý nabíječ akumulátorů s odporovým omezením proudu

Zda zařadíme rezistor do primárního nebo do sekundárního obvodu transformátoru je z hlediska celkové funkce nabíječe rovnocenné. Pokaždé to bude rezistor jiný, jeho odpor se musí přepočítat podle převodu transformátoru. Skutečný transformátor si můžeme představit jako ideální transformátor s odporem zařazeným v sérii s primárním, nebo sekundárním vinutím. Tento odpor určuje zčásti ohmický odpor drátů vinutí a zčásti impedanci, která vzniká ztrátami v železe a rozptylem. Některé konstrukce těchto vlastností skutečného transformátoru využívají a jednoduchý nabíječ potom obvodově sestává pouze z transformátoru a usměrňovače.

Mezi nabíječe s odporovým omezením proudu lze zařadit i nabíječe obsahující např. proudově závislou impedanci žárovky. V dalším textu je popsáno několik typů nabíječů s odporovým omezením proudu.

Nejrozšířenějším nabíječem akumulátorů pro motorová vozidla je nabíječ s činným odporem v sekundárním obvodu transformátoru. Při návrhu nabíječe

pro olověný akumulátor vycházíme z toho, že zcela vybitý článek akumulátoru má svorkové napětí 1,8 V, nabitý článek má napětí 2,8 V. Protože dvanáctivoltový akumulátor má 6 článků, má ve vybitém stavu napětí 10,8 V a v nabitém stavu 16,8 V. Pro šestivoltový akumulátor jsou to hodnoty 5,4 V a 8,4 V. (Při připojeném nabíječi a při nabíjení).

Vhodný nabíjecí proud je určen velikostí a konstrukcí akumulátoru. Protože je u běžně používaných typů akumulátorů velikost desek přímoúměrná kapacitě akumulátorů a na velikosti desek závisí hustota nabíjecího proudu na jejich jednotkovou plochu a možnosti chlazení, určuje se obvykle nabíjecí proud podle kapacity akumulátoru – nabíjecí proud je obvykle jednou desetinou kapacity olověného akumulátoru. Doba nabíjení závisí na stavu a účinnosti a je obvykle 12,5 hodiny. Některé nabíjecí předpisy, se zřetelem na zkrácení nabíjecího cyklu, stanoví v počáteční fázi nabíjecí proud větší. Během nabíjení se proud v několika stupních zmenšuje. Pražská akumulátorka Mladá Boleslav doporučovala pro své výrobky dva nabíjecí stupně – první stupeň nabíjení končí svorkovým napětím 2,4 V na článek a proud se volí tak, aby akumulátor slabě plynouval, ve druhém stupni se nabíjecí proud zmenšuje asi na polovinu.

Konkrétní údaje:

- akumulátor (12 V, 35 Ah) – 4,2 A v prvním stupni a 2,1 A ve druhém stupni,
- akumulátor (12 V, 50 Ah) – 7,4 A v prvním stupni a 3,7 A ve druhém stupni.

Pro první nabíjení (tzv. formování) se doporučuje proud menší. Nemůžeme-li dodržet při běžném nabíjení předepsané proudy, volíme vždy proudy menší. V literatuře se uvádí a praxe potvrzuje, že nabíjení menším proudem akumulátoru prospívá.

Podíváme-li se do přehledu nejběžněji používaných akumulátorů, měl by nabíječ dávat nabíjecí proud v rozmezí 1 až 4 A pro dvanáctivoltový akumulátor a 1 až 6 A pro šestivoltový akumulátor. Plynulá regulace nabíjecího proudu by vyžadovala použití regulačního transformátoru, transduktoru nebo elektronického regulátoru. To není u většiny aplikací ekonomické a proto je většina nabíječů konstruována tak, že lze nabíjecí proud přepínat pouze skokově. Prostřednictvím přepínače se zařazuje do série se sekundárním vinutím vždy jiný odpor, nebo se přepínají odbočky transformátoru.

Olověný akumulátor je zdroj s velmi malým vnitřním odporem. Této skutečnosti (kromě své relativně nízké ceny) vděčí za své rozšíření hlavně v automobilizmu. Je po určitou dobu schopen dávat extrémně velké proudy, potřebné především ke startování spalovacích motorů. Trvalý odběr velkého proudu však není u těchto akumulátorů možný, neboť způsobuje přehřátí a popř. i var elektrolytu. Malý vnitřní odpor (řádu 0,001 Ω) klade určité základní požadavky na nabíječ. Napětí nabíječe naprázdno, tj. při odpojeném akumulátoru není podstatné, neboť na nabíjeném akumulátoru se vytvoří napětí nezávislé na nabíjecím proudu, avšak závislé na stupni nabití akumulátoru. Rozdíl mezi napětím na svorkách nezátíženého nabíječe a napětím při nabíjení se objeví na srážecím rezistoru nabíječe.

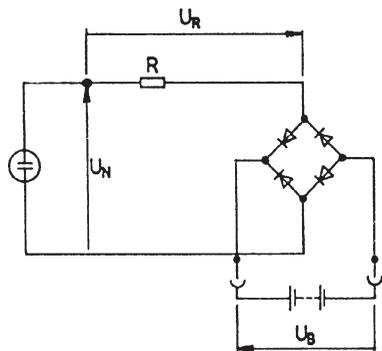
Kdybychom chtěli zjistit přesné vztahy pro výstupní proud v závislosti na svorkovém napětí, museli bychom znát náhradní schéma transformátoru s vnitřními odpory a vlastnosti usměrňovače. Vnitřní odpor transformátoru lze nejlépe určit měřením na nezatíženém a zatíženém transformátoru. Bude-li napětí na nezatíženém transformátoru U_n a napětí na zatíženém transformátoru U_m a transformátor bude zatěžován maximálním proudem při nabíjení I_{max} , bude velikost vnitřního odporu udávat vztah:

$$R_V = \frac{U_n - U_m}{I_{MAX}}$$

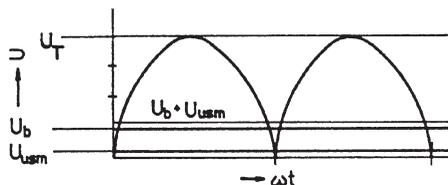
Tento odpor si můžeme představit jako odpor (ve skutečnosti impedanci) rezistoru zapojeného do série se sekundárním vinutím ideálního transformátoru s převodem o velikosti poměru primárního a napětí a napětí U_n . Při návrhu nabíječe odečteme velikost vnitřního odporu od odporu omezovacího rezistoru.

6.1 Jednoduchý nabíječ akumulátorů s odporovým omezením proudu

Schéma jednoduchého nabíječe akumulátoru s odporovým omezením je na obr. 19. Na obr. 20a je zjednodušené schéma téhož nabíječe. Primární vinutí transformátoru je připojeno k síti přes ochrannou trubičkovou pojistku. Sekundární cívka transformátoru má dvě vinutí, L2 a L3, která se při nabíjení dvanáctivoltového akumulátoru spínají do série přepínačem PŘ3. Nabíjí-li se šestivoltový akumulátor, pracuje pouze vinutí L2. Jak při nabíjení dvanáctivoltového, tak i při nabíjení šestivoltového akumulátoru lze zařadit do série s vinutím čtyři různé velikosti odporů. Všechny kombinace zapojení dvou rezistorů ovládáme přepínáním páčkových přepínačů PŘ1 a PŘ2. Každý z přepínačů má dvě různé polohy, takže máme k dispozici čtyři možné kombinace jejich nastavení. V první jsou rezistory zapojeny do série, ve druhé je zapojen pouze rezistor s větším odporem, ve třetí rezistor s menším odporem a ve čtvrté jsou zapojeny oba rezistory paralelně.



Obr. 20 a) Zjednodušené schéma nabíječe akumulátorů s odporovým omezením proudu; b) napěťové poměry při nabíjení



Tak lze postupně zvětšovat nabíjecí proud do akumulátoru. Páčkové přepínače musí být dimenzovány na největší nabíjecí proud, který kontrolujeme měřidlem M. Nejvhodnější je použití ampérmetr s rozsahem 10 A. Střídavé sekundární napětí transformátoru se usměrňuje můstkovým usměrňovačem. Předpokládáme, že je přepínač PŘ₃ v poloze A. Na výstupu nabíječe je připojen dvanáctivoltový akumulátor. Sekundární napětí transformátoru je asi 19,5 V. Pro jednoduchost předpokládáme, že se toto napětí průchodem proudu usměrňovacími diodami zmenší o asi o 1,5 V. Dále tedy budeme počítat se sekundárním napětím jen 18 V. Skutečné poměry v nabíječi jsou zřejmé z *obr. 20b*. Dvoucestně usměrněné napětí má průběh znázorněný dvěma půlperiodami. Efektivní velikost tohoto napětí je měřena při odpojeném akumulátoru (tj. při chodu nabíječe naprázdno). Křivka U_b značí svorkové napětí akumulátoru. Při připojení akumulátoru k nabíječi protéká do akumulátoru nabíjecí proud v každé půlperiodě sinusového napětí pouze tehdy, když je okamžitá hodnota napětí U_T větší, než je součet napětí

$$U_b + U_{Usm}$$

Velikost nabíjecího proudu bude dána efektivní hodnotou napětí nad přímkou $U_b + U_{Usm}$ a hodnotou omezovacího odporu.

Nyní tedy potřebujeme zjistit odpor omezovacího rezistoru, popřípadě odpor obou rezistorů podle *obr. 19* (R₁ a R₂). Je-li napětí na sekundárním vinutí mnohem větší než je svorkové napětí akumulátoru, je výpočet jednoduchý. Platí přibližně

$$R = \frac{U_S - (U_b + U_{Usm})}{I}$$

kte U_S je efektivní hodnota sekundárního napětí (nebo napětí sítě),
 U_b je napětí na svorkách nabíjeného akumulátoru,
 U_{Usm} je úbytek napětí na usměrňovacích diodách,
 I je požadovaný nabíjecí proud.

Tento výpočet platí velmi přesně např. při nabíjení malých uzavřených niklokadmiových článků malým proudem přímo ze síťového napětí. U akumulátorů s větší kapacitou, u nichž je nabíjecí proud několika ampérů, je třeba volit (vzhledem k velkým ztrátám na omezovacích rezistorech) napětí U_T tak, aby o mnoho nepřevyšovalo napětí U_b (jak plyne z *obr. 20b*) prochází proud do akumulátoru i tehdy, je-li efektivní napětí U_S stejné nebo menší než napětí U_b . Vhodným konstrukčním postupem je velikost odporu omezovacího rezistoru odhadnout a jeho velikost upravit podle skutečně zjištěných poměrů (měřením nabíjecího proudu do akumulátoru).

Pro nabíječ na *obr. 19* byly zvoleny rezistory R₁ (3 Ω/20 W) a R₂ (2 Ω/30 W). S těmito rezistory lze v jednotlivých kombinačních polohách přepínačů nastavit

přibližně tyto proudy:

poloha přepínačů	1b 2c	1a 2c	1b 2d	1a 2d
vybitý akumulátor	1,5 A	2 A	3,2 A	4,5 A
nabitý akumulátor	0,8 A	1,4 A	2,3 A	2,8 A

Rezistory jsou drátové, navinuté na keramice, nebo samonosné. Pokud tyto rezistory nejsou na trhu, musíme je zhotovit sami. Na vhodný keramický váleček, přiměřené velikosti navineme drát z odporového materiálu např. z konstantanu, manganinu nebo chromniklu o průměru minimálně 0,6 mm. Musíme zvolit drát dostatečné tloušťky, aby se nepřetavil a neuvolnil na nosném tělísku. Volba závisí na velikosti a tvaru keramického tělíska a na způsobu chlazení. Jako tělísko se obvykle dobře hodí hotový rezistor s hodnotou odporu o několik řádů větší než je požadovaná hodnota vyráběného rezistoru, nebo keramické tělísko rezistoru, ze kterého odstraníme odporovou vrstvu např. odbroušením.

Při známých vlastnostech odporového materiálu vypočítáme délku drátu pro výrobu rezistoru ze vztahu:

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad \text{z čehož} \quad l = \frac{R S}{\rho}$$

kde R je požadovaný odpor [Ω],
 ρ rezistivita odporového drátu [$\Omega \cdot \text{m}$],
 S průřez odporového drátu [m^2],
 l hledaná délka drátu [m].

Přitom rezistivita ρ konstantanu je $0,5 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$,
 manganinu $0,43 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$,
 chromniklu (cekasu) $1,1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$.

Odpor R [Ω] drátu o délce jeden metr při různých průměrech drátu je uveden v následující tabulce:

průměr drátu [mm]	konstantan	manganin	chromnikl
0,6	1,76	1,52	3,89
0,8	0,99	0,85	2,18
1,0	0,63	0,54	1,40
1,2	0,44	0,38	0,97
1,5	0,28	0,24	0,62

Transformátor T_r je navinut na jádru z plechů EI 40 × 40 (mm), vinutí L1 (220 V) má 640 závitů drátu o průměru 0,6 mm CuL, vinutí L2 (14 V) má 56 závitů drátu o průměru 1,7 mm CuL a vinutí L3 (5,5 V) má 19 závitů drátu o průměru 1,6 mm CuL.

Zapnutí nabíječe indikuje žárovka 12 V/50 mA, zapojená v sérii s rezistorem R3 s odporem 33 Ω k vinutí L2.

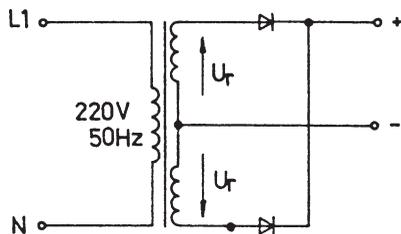
Pro usměrnění použijeme čtyři běžné křemíkové diody BY550, P600 nebo KY708 (případně blok 4 diod B250/10 A. Tyto diody je třeba umístit na tři chladiče, neboť pouze dvě z nich mají v můstkovém zapojení usměrňovače šroub ve stejném elektrickém bodě. Na diodách je při maximálním proudu nabíječe výkonová ztráta asi 8 W. Pro samostatně umístěné diody vyhoví chladicí plocha asi 50 cm² a pro dvojici diod asi 100 cm² zhotovit z hliníkového plechu tloušťky 2 mm. Je samozřejmě možné použít i usměrňovací monoblok s hodnotou dovoleného proudu více než 5 A.

Proud měříme ampérmetrem. Jestliže ampérmetr z úsporných důvodů nepoužijeme a budeme měřit proud pouze příležitostně vnějším měřidlem (obvykle univerzálním měřicím přístrojem), upozorňujeme na to, že většina univerzálních přístrojů nesnáší trvale maximální proudové zatížení, neboť bočníky těchto přístrojů nejsou na trvalou zátěž dimenzovány.

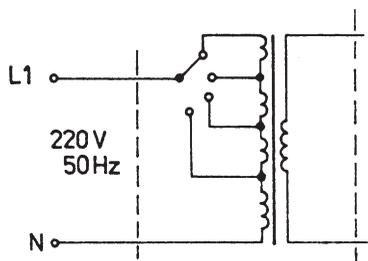
Mechanické uspořádání nabíječky navrhujeme tak, aby součástky vyzařující teplo měly kolem sebe dostatek prostoru. Zejména jde o rezistory R1 a R2. Ty je vhodné umístit co nejvýše od šasi a co nejdále od usměrňovacích diod, ampérmetru a transformátoru. Celou skříňku volíme dostatečně prostornou, pevnou a s dostatkem větracích otvorů. Všechny spoje na sekundární straně transformátoru děláme zásadně dimenzovaným měděným drátem nebo lankem. Výstupní svorky označujeme značkami + a –, popřípadě je rozlišíme i barevně: + označujeme červenou barvou a – barvou modrou. Jednoduše tak předejdeme zbytečným omylům, které mohou způsobit poškození jak akumulátoru, tak nabíječe.

Nyní uvedeme některé možné varianty řešení nabíječe:

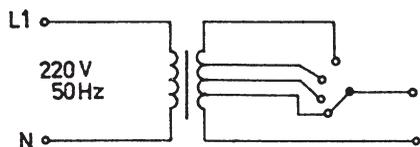
a) Nabíjecí proud lze nastavovat nejen přepínáním velikosti odporů zařazených do obvodu, ale i přepínáním odboček na transformátoru (změnou U_s). Odbočky lze vytvářet na sekundární i na primární straně transformátoru.



Obr. 21 Dvoucestné usměrnění



Obr. 22 Transformátor s přepínatelnými odbočkami i na primárním vinutí



Obr. 23 Transformátor s přepínatelnými odbočkami na sekundárním vinutí

Potom vystačíme např. jen s jedním rezistorem. Použitý přepínač nesmí při přepínání zkratovat sousední odbočky na vinutí, neboť velké zkratové proudy by mohly poškodit jak vinutí transformátoru, tak i přepínač.

b) Omezovací rezistor lze zapojit do primárního obvodu transformátoru nebo do sekundárního, nejlépe až za usměrňovač.

Bude-li rezistor v sérii s primárním vinutím transformátoru, musíme přepočítat odpor, který byl spočítán pro zařazení do sekundárního vinutí (R_{sek}). Platí:

$$R_{prim} = R_{sek} \frac{U_{prim}}{U_{sek}} = R_{sek} p$$

kde p je převod transformátoru,

U_{prim} , U_{sek} jsou napětí na vinutích nezátíženého transformátoru.

Při výpočtu se nepřihlíží k vlastnímu odporu transformátoru, uvedený vztah však pro návrh vyhoví s dostatečnou přesností.

Vypočítaný odpor na primární straně transformátoru má obvykle takovou velikost, že ho lze vybrat z běžně vyráběných rezistorů a není ho třeba zhotovovat amatérsky.

c) Transformátor lze navinout tak, že vystačíme s dvoucestným usměrněním, tzn. že ušetříme dvě usměrňovací diody. Obě části sekundárního vinutí musejí mít shodné napětí a shodný odpor, aby se zatížení rovnoměrně rozdělilo. Zapojení je na obr. 21. Použijeme-li transformátor s odbočkami, je konstrukčně výhodnější udělat odbočky na primární straně (obr. 22) než na straně sekundární (obr. 23).

d) Místo sériového rezistoru lze použít žárovku. Výhodou tohoto řešení je, že se odpor vlákna žárovky mění v závislosti na procházejícím proudu. Vlákno žárovky mění svůj odpor ve značném rozmezí a výsledná charakteristika nabíječe změní svůj tvar. Nabíječ se pak chová spíše jako zdroj proudu a rozdíl mezi proudem do vybitého a nabitého akumulátoru se zmenší. Současně se zmenší závislost nabíjecího proudu na kolísání napětí sítě a lze podle svitu žárovky opticky kontrolovat správnou činnost nabíječe. Po získání určité zkušenosti lze usuzovat i na stav nabití akumulátoru.

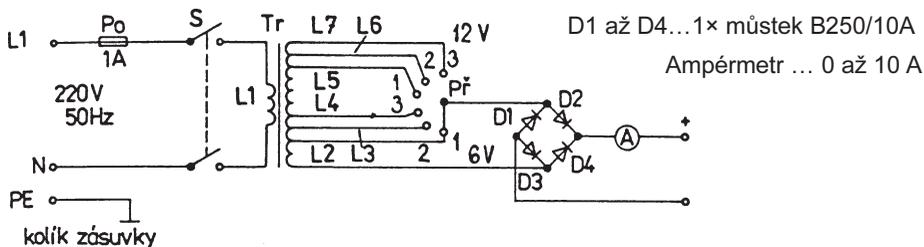
Nabíječe s odporovým omezením mají svoje nesporné přednosti. Jsou jednoduché a levné, a protože obsahují malý počet součástek, jsou i spolehlivé. Nabíjecí křivka je také příznivá. Mají však i nevýhody – kromě nesnadné realizace spojitě regulace proudu je podstatnou nevýhodou skutečnost, že součin nabíjecího proudu a rozdílu napětí na transformátoru a nabíjeném akumulátoru je výkon,

kteřý se bez užitku mění v teplo a vyzáří se do okolí. U nabíječů baterií velkých kapacit je tato nevýhoda již podstatná. Ztráty v rezistorech se zvětšují s druhou mocninou protékajícího proudu. Platí:

$$P = I^2R \quad [W; A, \Omega]$$

6.2 Nabíječ akumulátorů bez vnějších rezistorů

Jak již bylo uvedeno, lze realizovat nabíječ, který využívá vnitřní odpory transformátoru a odpory usměrňovacích prvků k omezení nabíjecího proudu. Schéma takového nabíječe je na obr. 24. Vinutí transformátoru má tři odbočky pro šestivoltový akumulátor a tři odbočky pro dvanáctivoltový akumulátor.



Obr. 24 Nabíječ bez vnějších rezistorů

Transformátor

Transformátor je na jádru s plechy EI 40x40 (mm), primární vinutí L1 má 360 závitů drátu o průměru 0,5 mm CuL. Sekundární vinutí L2 má 19 závitů, vinutí L3 má 3 závitů, vinutí L4 má 3 závitů, vinutí L5 má 13 závitů, L6 má 6 závitů a L7 má 6 závitů. Celé sekundární vinutí je z drátu CuL o průměru 2 mm. Činný odpor primárního vinutí je asi 12 Ω . Činný odpor odboček sekundárního vinutí je 30 až 80 m Ω . K těmto odporům je nutno přičíst dynamický odpor usměrňovacího můstku a vnitřní odpory transformátoru. Celkový odpor, přepočtený na sekundární stranu nabíječe je asi 1 Ω a závisí na odbočce sekundárního vinutí, která je zvolena přepínačem. Proud, který prochází do akumulátoru, značně závisí na stupni vybití akumulátoru. Proto je nezbytné vybavit nabíječ ampérmetrem. Odpor bočnicku ampérmetru také ovlivní nabíjecí proud.

Charakteristické údaje pro nabíjení vybitého akumulátoru tímto nabíječem jsou uvedeny v následující tabulce:

odbočka	6V akumulátor	12V akumulátor
1.	0,5 A	2 A
2.	2 A	3 A
3.	3 A	5 A

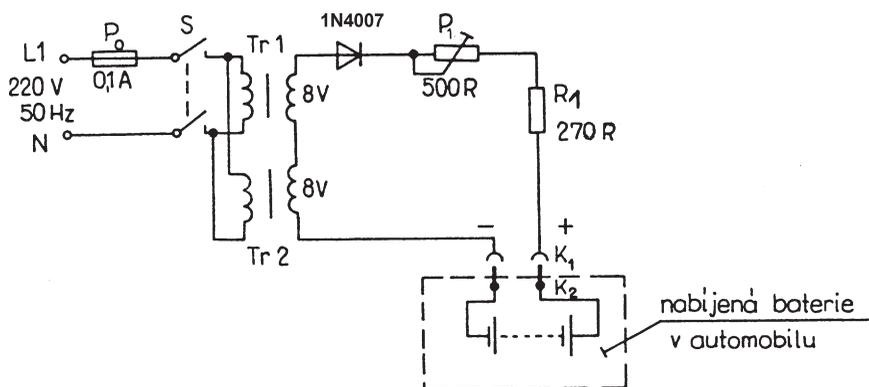
Přepínačem nesmíme zkratovat během přepínání sousední části vinutí. Je obvyklé, že takový nabíječ se konstruuje co nejjednodušší tj. pro jeden typ akumulátoru a jeden nabíjecí proud. Potom odpadne přepínač, případně i ampérmetr, transformátor je bez odboček.

6.3 Vyrovnávací nabíječ pro akumulátor v automobilu

U olověného akumulátoru dochází k samovolnému vybíjení. Dlouho skladovaný akumulátor se doporučuje trvale připojovat ke zdroji malého proudu, který toto samovolné vybíjení vyrovnává. Prodlužuje se tím doba života akumulátoru a zároveň vyloučíme možnost, že na akumulátor zapomeneme a necháme ho zcela vybit. Kdykoliv pak akumulátor potřebujeme, je připraven k použití. Předpokladem je alespoň jedenkrát za měsíc se o správné činnosti vyrovnávacího nabíječe přesvědčit.

Jedno z nejjednodušších zapojení je na obr. 25. Vyrovnávací nabíječ využije motorista, který se svým automobilem jezdí nepravidelně a který má v garáži možnost připojit nabíječ k elektrické síti. Trvalé dobíjení na parkovišti nebo na ulici není z bezpečnostních důvodů vhodné.

Trvalé dobíjení je vhodné, pokud akumulátor slouží např. jako zdroj nouzového osvětlení.



Obr. 25 Vyrovnávací nabíječ

Protože je vyrovnávací nabíječ galvanicky spojen s karosérií automobilu, je nutné aby jeho transformátor byl konstruován a vyroben jako bezpečnostní ochranný transformátor podle ČSN IEC 742. Amatérská výroba takového transformátoru je obtížná, a proto je nejjvhodnější použít hotový typový transformátor, který těmito požadavkům vyhovuje.

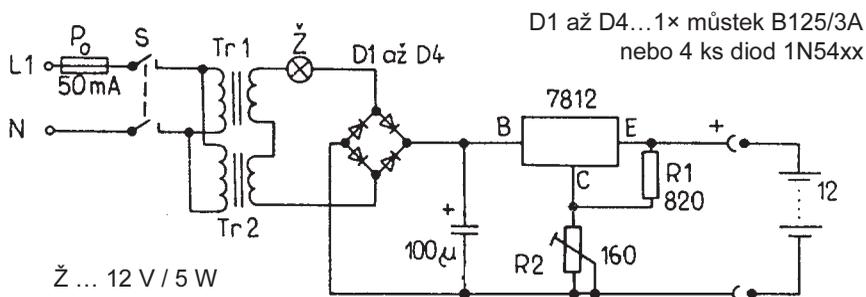
Dnes je na trhu velký výběr takových transformátorů a od výrobce je možné požadovat certifikát o tom, že transformátor vyhovuje uvedené normě, Do této kategorie patří i zvonkové transformátorky a transformátorky zdrojů pro dětské hračky, které se v ČR musí používat s patřičným osvědčením ESČ.

Nejvhodnější je použít transformátor, který má na sekundárním vinutí napětí asi 16 V. Pokud použijeme zvonkový transformátor, který má na sekundárním vinutí napětí 8 V, lze si vypomoci použitím dvou kusů těchto transformátorů a zapojit jejich sekundární vinutí do série. K usměrnění a omezení proudu stačí jedna dioda, rezistor R a rezistor s odbočkou P, kterým nastavíme potřebnou velikost proudu. Primár chráníme pojistkou. Rezistory volíme raději robustnější konstrukce, nejlépe drátové. Předpokladem dlouhodobé funkce je umístění nabíječe v suchém místě garáže. Máme-li např. akumulátor 12 V/35 Ah, doporučujeme nastavit trvalý dobíjecí proud na 20 mA. U staršího akumulátoru nastavíme více – až dvojnásobek tohoto proudu. Pro pohodlnou obsluhu je nejvhodnější umístit v zadní části automobilu konektor K₂. Vidlice K₁ je na připojovací šňůře připojena k nabíječi takovým způsobem, že se sama rozpojí, jestliže na zapnutý nabíječ zapomeneme a vyjedeme z vozem.

6.4 Nabíječe s integrovaným stabilizátorem napětí typu 78..

Sériová výroba monolitických výkonových stabilizátorů napětí typu 78.. umožnila využití těchto prvků i při konstrukci nabíječů akumulátorů.

Tyto stabilizátory jsou třísvorkové a vyrábějí se v kovovém nebo plastovém provedení. U nás je nejnámější řada MA 78.., která se vyráběla v kovovém provedení. Řada obsahovala obvody MA 7805, MA7812, MA7815 a MA7824. Poslední dvojčíslí označuje stabilizované napětí na výstupních svorkách stabilizátoru. Stabilizátory mají vnitřní omezení zkratového proudu a vnitřní tepelnou ochranu. Omezení zkratového proudu působí tak, že při zatížení obvodu proudem větším než 2,1 A omezí vnitřní obvody proud, který se při zkratu zmenší až na hodnotu 0,7 A. Současně působí tepelná ochrana stabilizátoru, která díky



Obr. 26 Nabíječ s charakteristikou U s obvodem 7812