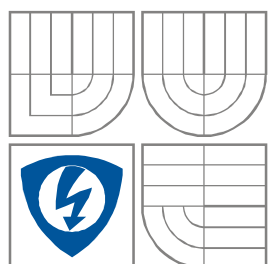




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A
KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION

DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

ZÁLOŽNÍ ZDROJ (UPS) UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS)

BAKALÁRSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Petr Suchý

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. Milan Chmelař, CSc.

BRNO, 2009



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav radioelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Elektronika a sdělovací technika

Student: Petr Suchý

ID: 102049

Ročník: 3

Akademický rok: 2008/2009

NÁZEV TÉMATU:

Záložní zdroj (UPS)

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Popište k čemu slouží záložní zdroje a jaké jsou hlavní oblasti jejich použití. Navrhněte blokové schéma záložního zdroje pro monitor na jednotce intenzivní péče. Navrhněte nejvhodnější topologii pro tento účel. Definujte požadavky na dílčí bloky. Navrhněte obvod pro automatické dobíjení akumulátoru této UPS. Předpokládejte, že má kapacitu 50 Ah.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] UPS topology and standards. Dostupné na:
<http://www.mgeups.com/techinfo/techpap/articles/0248-e.pdf>

[2] HUMLHANS, J. Inteligentní nabíječky s obvody MAXIM, Praha: BEN - technická literatura, 2002.

Termín zadání: 9.2.2009

Termín odevzdání: 5.6.2009

Vedoucí práce: doc. Ing. Milan Chmelař, CSc.

prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na téma Záložní zdroj (UPS), název je odvozen z anglické použité zkratky Uninterruptible Power Supply neboli zdroj nepřetržitého napájení. Současná doba vyžaduje v mnoho odvětvích nepřetržitou dodávku elektrické energie, proto je důležité mít dané téma na mysli a je potřeba ho neustále rozvíjet.

V práci jsou zmíněny jednotlivé typy záložních zdrojů, jejich způsob a místa využití. Práce obsahuje návrh blokového schématu pro monitor na jednotce intenzivní péče. Dále přesně definované požadavky na dílčí bloky, včetně návrhu pro automatické dobíjení akumulátoru, u kterého předpokládáme kapacitu 50Ah.

Klíčová slova

Topologie, způsob zálohování, délka zálohování, zdroj energie, blokové schéma.

Abstrakt

My Bachelor's thesis deals with the question of Uninterruptible Power Supply (UPS). Continual power supply is required in many branches of the industry at the present time. It is very important to provide for question of UPS and it is necessary to evolve that.

My qualified work refers to singular types of back-up power supplies, their possibilities and places of application. The work includes the proposal of block scheme for monitor located in the ward of intensive care, defined requires for each type of blocks and proposal of automatic packaging battery with 50Ah capacity.

Keywords

Topology, method back up, back up longitude, energy source, block scheme.

Bibliografická citace

SUCHÝ, P. *Záložní zdroj (UPS)*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 53 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Milan Chmelař, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Záložní zdroj (UPS) jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 5. června 2009

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Milanu Chmelaři, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne 5. června 2009

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	9
2	Co je to vlastně UPS	10
2.1	Kde lze najít UPS	10
3	Zdroje energie	11
3.1	Baterie.....	11
3.1.1	Přehled vlastností.....	11
3.2	Palivový článěk.....	13
3.2.1	Druhy palivových článků a jejich využití	14
3.3	Setrvačník	15
3.4	Spalovací motor	16
3.5	Kombinace spalovací motor a setrvačník.....	16
3.6	Stlačený vzduch jako zdroj energie	17
4	Výběr UPS.....	17
5	Dělení dle technologie.....	19
5.1	Náhradní zdroje, obecně	19
5.2	Topologie:	20
5.2.1	On-line dvojitá konverze.....	20
5.2.2	Off-line topologie	22
5.2.3	Line - interaktivní.....	23
5.2.4	UPS s delta-konverzí	26
5.3	Shrnutí vlastností UPS	27
6	Základní vlastnosti veřejné elektrické sítě	28
6.1.1	Kmitočet veřejné elektrické sítě.....	28
6.1.2	Velikost napětí elektrické sítě.....	28
7	Popis systému	29
8	Transformátor	30
8.1	Vlastní výpočet transformátoru.....	31
9	Usměřovače	35
10	Stabilizátor napětí	38
10.1	Integrované stabilizátory řady 78xx	38
11	Nabíjecí obvod.....	41
11.1	Funkce obvodu.....	41
11.1.1	Výpočet řídicích rezistorů	44
12	Akumulátor.....	46
13	Závěr.....	51
14	Seznam literatury	52

Seznam obrázků

Obrázek 1: Obecné schéma záložního zdroje v kombinaci motor-generátor se setrvačником	16
Obrázek 2: Rozdělení dle technologie	19
Obrázek 3: Obecné schéma akumulátorového záložního zdroje.....	20
Obrázek 4: Blokové schéma dvojitě konverze	21
Obrázek 5: Blokové schéma off-line topologie.....	22
Obrázek 6: Výstupní napětí ve tvaru obdélníka	23
Obrázek 7: Výstupní napětí ve tvaru čtverce	23
Obrázek 8: Výstupní napětí řízené PWM modulací	24
Obrázek 9: Zakreslení sinusového průběhu do výstupního napětí s PWM modulací	24
Obrázek 10: Výstupní napětí ve tvaru sinusovky	24
Obrázek 11: Blokové schéma line- interaktivní topologie	25
Obrázek 12: Blokové schéma delta konverze.....	26
Obrázek 13: Kompletní blokové schéma navrhovaného záložního systému.....	30
Obrázek 14: Rozměry použitých EI plechů, rozměry jsou uvedeny v milimetrech....	31
Obrázek 15: Schéma zapojení usměrňovacího bloku	35
Obrázek 16: Průběh napětí na filtračním kondenzátoru.	37
Obrázek 17: Pouzdro T0-220 s integrovaných stabilizátorem.	38
Obrázek 18: Popis jednotlivých pinů.....	38
Obrázek 19: Integrovaný regulátor řady 78xx	39
Obrázek 20: Zapojení pro zvětšení výstupního proudu u obvodů 7818.....	40
Obrázek 21: Zapojení řídicích prvků obvodu UC3906 podle doporučení výrobce....	42
Obrázek 22: Kompletní blokové schéma obvodu UC3906.	43
Obrázek 23: Akumulátor včetně rozměrů od výrobce.....	46
Obrázek 24: Vybíjecí křivky akumulátoru při 25°C, závislé na hodnotě odebíraného proudu.	47
Obrázek 25: Závislost doby vybíjení na velikosti vybíjecího proudu.	48
Obrázek 26: Nabíjecí charakteristika akumulátoru při pohotovostním režimu, v závislosti na stupni nabití akumulátoru.	49
Obrázek 27: Závislost velikosti kapacity na teplotě.	50

Seznam tabulek

Tabulka 1) Srovnání životností akumulátorů s potřebou využití.....	13
Tabulka 2) Souhrn základních vlastností záložních zdrojů	27
Tabulka 3) Praktická stránka záložních zdrojů	27
Tabulka 4) Klasické doby zálohování na místě určení.....	27
Tabulka 5) Kmitočet sítě	28
Tabulka 6) Velikost napětí	28
Tabulka 7) Seznam přístrojů dle určité citlivosti.....	28
Tabulka 8) Parametry usměrňovacího můstku.	35
Tabulka 9) Základní parametry stabilizačního bloku L7818.....	38
Tabulka 10) Základní parametry dle výrobce.....	46
Tabulka 11) Vybíjecí výkonová charakteristika při 25°C.....	47
Tabulka 12) Vybíjecí proud ve vztahu ke kapacitě akumulátoru.....	48
Tabulka 13) Hodnoty napětí na akumulátoru v nezátíženém stavu při 25°C.....	49

Seznam rovnic

Rovnice 1) Zdánlivý výkon transformátoru.....	32
Rovnice 2) Navýšení zdánlivého výkonu P_z vlivem provozní teploty.....	32
Rovnice 3) Proudová hustota vinutí.....	32
Rovnice 4) Příkon transformátoru.....	32
Rovnice 5) Celkové ztráty transformátoru.....	32
Rovnice 6) Počet závitů primárního vinutí.....	33
Rovnice 7) Zvýšení napětí U_2 o úbytek ΔU_2 vlivem oteplení.....	33
Rovnice 8) Počet závitů sekundárních vinutí.....	33
Rovnice 9) Proud primárním vinutím.....	33
Rovnice 10) Průřez vodiče primárního vinutí.....	33
Rovnice 11) Průřez vodiče sekundárního vinutí.....	33
Rovnice 12) Průřez primárního vinutí.....	33
Rovnice 13) Průřez sekundárního vinutí.....	33
Rovnice 14) Celkový průřez primárního a sekundárního vinutí.....	34
Rovnice 15) Činitel plnění okna.....	34
Rovnice 16) Převodní vztah transformátoru.....	34
Rovnice 17) Rovnice pro výpočet minimální hodnoty kondenzátoru.....	36
Rovnice 18) Výpočet odporu zátěže.....	36
Rovnice 19) Výpočet nárazového kondenzátoru.....	36
Rovnice 20) Vzorec pro výpočet hodnoty rezistoru v navrhovaném zapojení.....	40
Rovnice 21) Vzorec pro výpočet proudu I_0 v navrhovaném zapojení.....	40
Rovnice 22) Výpočet řídicího rezistoru R_c	44
Rovnice 23) Výpočet pomocného rezistoru R_{sum}	44
Rovnice 24) Výpočet řídicího rezistoru R_D	44
Rovnice 25) Výpočet pomocného rezistoru R_X	44
Rovnice 26) Výpočet řídicího rezistoru R_A	44
Rovnice 27) Výpočet řídicího rezistoru R_B	45
Rovnice 28) Výpočet řídicího rezistoru R_T	45
Rovnice 29) Výpočet řídicího rezistoru R_S	45

1 Úvod

Záložní zdroje, označované také zkratkou UPS, jsou nepostradatelnou a nedílnou součástí každého oboru a zařízení, kde je možnost ohrožení na životě jakéhokoliv člověka. V dnešní době elektroniky a výpočetní techniky se stává důležitou součástí odvětví, kde výpadek napětí můžeme mít za následek nedozírné ztráty dat a tudíž financí a také drahocenného času.

Tato bakalářská práce je rozdělena do 11 hlavních kapitol. Kapitola 2 je zaměřena na popsání a vysvětlení záložního zdroje a možnosti uplatnění. V kapitole 3 je práce orientována na popis možných zdrojů energie pro záložní zdroje. Ve 4 kapitole jsem shrnul pár důležitých informací a rad pro výběr záložního zdroje. Kapitola 5 je podrobněji zaměřená na popsání samotných topologií. V 6. kapitole jsou zmíněny vlastnosti veřejné elektrické sítě. Návrh blokového schématu včetně popisu systému je uveden v kapitole 7. V kapitolách 8, 9, 10, 11, 12 jsou podrobně popsány jednotlivé části záložního systému tak jak jsou navrženy v blokovém schématu. Celkové shrnutí je uvedeno v kapitole 13.

2 Co je to vlastně UPS

Záložní zdroje, zkratka UPS je složená z anglického spojení Uninterruptible Power Supply (zdroje nepřetržitého napájení). Protože doba, ve které žijeme, si klade stále větší a větší nároky na nejrůznější systémové a komunikační střediska. Z tohoto důvodu vybíráme typ topologie záložního zdroje, který bude vyhovovat dané potřebě. V závislosti na dané topologii může existovat i krátkodobé přerušení dodávky energie.

UPS představují zařízení, jejichž hlavní funkcí bývá zpravidla krátkodobá (minuty až hodiny, v extrémních případech i dny) nepřetržitá dodávka elektrické energie v kritických okamžicích nestability vstupního napětí nebo při kompletním výpadku elektrické energie v síti. Ale existují i výjimečné případy, jakými mohou být živelné katastrofy, kde potřeba dodávky energie je mnohem delší než jen několik hodin. Záložní zdroje obsahují vstupní přepětovou ochranu. Zařízení připojená k výstupu zdroje jsou napájena filtrovaným napětím odebíraného z veřejné sítě elektrické energie. Většina UPS, které jsou na trhu, jsou řízené mikroprocesorem. Má na starosti manipulaci přepínání mezi zdroji napájení, monitorování stavu akumulátorů, ovládání indikátorů stavu. Úlohou UPS je chránit data a kriticky citlivé zařízení před poškozením vlivem nepředvídaných událostí na síti jako jsou šumy, rázy, frekvenční rozdíly, napěťové špičky, podpětí, přepětí, poklesy napětí nebo úplné výpadky. Záložní zdroje musí být schopné zvládnout i nelineární, nesymetrické nebo skokové zátěže a přetížení způsobené zapínacími proudy.

Dojde-li ke zmiňovanému problému elektrické energie, záložní zdroj dodává spotřebiči energii, vždy ale záleží na typu zdroje, jenž je v daném zapojení. Dnes máme na výběr z několika typů UPS, jenž využívají různé druhy zdrojů primární energie. Přepojovač zajistí svým přepnutím na záložní zdroj uzavření elektrického obvodu a tím zabezpečí bezproblémové napájení připojených zařízení. Stejnosměrné napětí, které je v akumulátorech zdrojů, může, ale nemusí být přeměněno na stabilizované střídavé napětí pomocí elektronického obvodu invertoru (měniče), který má krokově aproximovaný sinusový průběh.

2.1 Kde lze najít UPS

UPS lze najít ve všech informačních systémech, v různých typech serverů, telekomunikačních zařízení, nouzového osvětlení pro evakuaci lidí. Může také sloužit pro řádné a bezproblémové vypnutí počítače i výrobních operací. Záložní zdroje však pracují také na místech jako jsou zdravotnictví, doprava, ozbrojené sbory, zabezpečovací technika. Například při živelných pohromách, jakými mohou být povodně, je potřeba dlouhodobé dodávky energie. Kde výpadek elektrické energie může znamenat ohrožení zdraví ba dokonce i ohrožení na životě nebo značné materiální ztráty. Vzhledem k ceně elektronických zařízení a přenášených dat jsou UPS nezbytným vybavením a součástí infrastruktury. Proto neexistují v oblasti bezpečnosti a hospodárnosti žádné kompromisy.

3 Zdroje energie

3.1 Baterie

V bateriích se transformuje chemická energie na elektrickou a naopak. Technologií je celá řada, takže podle způsobu aplikace lze vybrat vhodný typ baterie. Přes zřetelný technologický pokrok mají bateriové zdroje určité obtížně překonatelné nevýhody. Je to krátká životnost a s tím spojené náklady na údržbu a likvidaci, závislost výkonu a životnosti na okolní teplotě a podmínkách nabíjecích / vybíjecích cyklů, ekologická rizika. Schopnost baterie dodat výkon je omezena vnitřním odporem, který se zvyšuje s tím, jak baterie stárne. Podobně je omezen i nabíjecí proud, z čehož vyplývá dlouhá doba nabíjení. Baterie se nehodí příliš tam, kde se vyžadují velké nárazové proudy, spíše jim vyhovuje konstantní zátěž. Z komerčně používaných baterií mají nejmenší vnitřní odpor baterie NiCd. Velké rozšíření olověných (Pb) akumulátorů je spojeno s jejich nízkou pořizovací cenou. Některé baterie mají poměrně velkou hustotu energie (Li-Ion, Li-Pol), takže mohou být malé a lehké. [1]

Také se můžeme setkat s názvem akumulátorová baterie. Jelikož napětí na článcích elektrochemických akumulátorů je poměrně nízké, řádově jednotky voltů. Je možnost tyto články seskupit do akumulátorové baterie, za účelem zvýšení napětí. Akumulátory využívají vratný elektrochemický proces. Naproti tomu baterie jsou články, které obsahují omezené množství zpětně neobnovitelných reaktantů. Takže dochází k přeměně materiálu elektrod na jinou látku při současném uvolňování elektrické energie.

3.1.1 Přehled vlastností

Olověné akumulátory

- patří mezi takzvané „kyselé“ akumulátory, neboť jejich elektrolytem je zředěná kyselina sírová
- kladná elektroda je olovo s aktivní látkou oxidem olovičitým
- záporná elektroda je čisté obvykle houbovitě olovo
- nesnáší úplné vybití

Nikl – kadmiové NiCd akumulátory

- alkalické akumulátory
- elektrolytem je hydroxid draselný
- kladná elektroda je hydroxid nikelnatý
- záporná elektroda je práškové kadmium
- nevadí jim hluboké vybití
- často diskutovaný a doposud jednoznačně neurčený je paměťový efekt při nabíjení ještě nedostatečně vybitých článků

Alkalické baterie RAM (Rechargeable Alkaline Manganese)

- upravené alkalické primární články s velkou kapacitou a s omezeným počtem nabití (asi 40-80 cyklů)
- vyžadují spec. proces nabíjení konstantním napětím 1,65 V

Nikl-metal-hydrid NiMH akumulátory

- náhradou jedovatého kadmia a snahou po odstranění paměťového jevu u NiCd vznikla konstrukce NiMH
- anoda je tvořena práškovým niklem
- katoda je tvořena hydridem kovu

Akumulátory na bázi lithia

- záporná elektroda je např. uhlíková obohacovaná lithiovými ionty
- kladná je metal-lithiový oxid = Li – Ion
- novější verze těchto akumulátorů jsou Li – polymer akumulátory
- nejnovější Li – metal (největší měrná kapacita)

Jmenovitou dobou zálohování je myšlena doba, při které záložní zdroj dokáže napájet jmenovitou zátěž na výstupu. Vše vychází z předpokladu, že akumulátor je maximálně nabit. Velice často bývá interpretována reálná doba zálohování, jenž je prakticky rovna skutečnému zatížení UPS. Z těchto reálných faktů musíme vždy pořádně promyslet jaká je vlastně nezbytná doba zálohování.

Existuje možnost tzv. cyklického testu okruhu daného akumulátoru, což nám pomáhá kontrolovat funkční spojení všech propojek v systému. K dosažení co možno nejdelší doby životnosti akumulátoru nám pomáhá teplotně řízené nabíjení. S tím souvisí omezení nabíjecího proudu, který zamezuje nežádoucímu zahřívání akumulátoru při nadměrných hodnotách nabíjecího proudu.

Ovšem skutečná délka životnosti akumulátoru je určována tím, kolikrát a na jak dlouho je zapojen do obvodu jako zdroj energie. Vždy když je zapojen do obvodu a stává se zdrojem tak se životnost snižuje. Dále na životnost akumulátoru mají vliv i otřesy. Akumulátor nemusí být součástí jen stacionárního zařízení. Zároveň k těmto faktům musíme přičíst také skutečnost, jakým je provozní teplota, v níž pracuje záložní zdroj. Na trhu komerčně dostupných průmyslových záložních zdrojů se udává teplota provozu od 0⁰ C až po 40⁰ C. Avšak většina akumulátorů, které využívají UPS systémy jsou obvykle dimenzovány pro provoz při zhruba pokojové teplotě, čímž se rozumí přibližně 21⁰ C. Pokud je teplota jiná než je doporučeno, akumulátor ztrácí ze své životnosti. Nižší teplota se projeví i menší využitelnou kapacitou a zvětšením vnitřního odporu akumulátoru. Čím více se liší teplota tím je větší podíl na urychlení zkrácení doby životnosti.

Při ověřování kvality a kapacity se používá konstantní proud, kterým je zcela nabitý akumulátor vybíjen. Takto se zjišťuje jestli ještě řádně splňuje zadané parametry. Taktéž by akumulátor měl být schopen pomocí udržovacího proudu docílit plného nabití. Tento proud se může pohybovat v rozmezí od 0,3 do 1,0 mA na 1Ah dané kapacity. Co se týče výměny akumulátorů v záložních zdrojích, pokud měním akumulátor za stejný, nemusím se tím dál už zabývat. Ale jestliže nový akumulátor je jiný je důležité po výměně nastavit nové parametry dobíjení.

Tabulka 1) Srovnání životností akumulátorů s potřebou využití.

Přibližná doba životnosti akumulátoru	Možnost použití akumulátorů.
3-5 let	běžné akumulátory v UPS s nižšími výkony
5-8 let	akumulátory používané pro UPS s vyššími výkony
přibližně 10 let	akumulátory v užívání v náročnějších aplikacích
nad 10 let	nejnáročnější aplikace jako jsou obrana státu, kosmické výzkumy nebo jaderné elektrárny

V tabulce 1) je zobrazeno srovnání životností akumulátorů s potřebou využití.

3.2 Palivový článek

Palivový článek (J. Robert, 1977) je měnič, v němž se uvolňuje chemická energie během oxido-redukční reakce a transformuje se v energii elektrickou. Získanou elektrickou energii můžeme použít např. k napájení elektromotoru, který může pohánět vozidlo. Palivový článek je možno si představit jako elektrolýzu plně naruby. Totiž tak, že k jedné elektrodě přivádíme vodík (nebo případně uhlovodíkové palivo), ke druhé elektrodě kyslík nebo okysličovadlo, přitom je mezi elektrodami místo vody jiný vhodný elektrolyt a za přítomnosti katalyzátoru zde dochází k chemickému slučování kyslíku a vodíku na vodu, přitom na elektrodách vzniká elektrické napětí a mimo to reakce produkuje obvykle i teplo. Ale žádný plamen, žádné výbuchy, v naprosté tichosti probíhá přímá přeměna energie paliva na elektrickou energii. Navíc prakticky nevznikají žádné škodlivé emise, pouze vodní pára (při použití uhlovodíků též kysličník uhličitý). [2]

Palivové články postavené na bázi vodíku nabízejí oproti methanolovému řešení mnohem více energie, avšak zásadním problémem je uchovávání vodíku, který není v mobilních zařízeních možné skladovat pod vysokým tlakem či v kapalném stavu. [3]

Za perspektivní pro velké UPS systémy jsou považovány průtokové elektrochemické baterie, ve kterých se průběžně vyměňuje elektrolyt, takže je zajištěn kontinuální provoz prakticky dokud nedojde zásoba elektrolytu. Největší UPS zatím realizované tímto způsobem mohou dodávat až 1 MW energie po 24 hodin. [4]

Vodík má výhody (obdobně jako elektřina), že může být vyráběn z různých energetických zdrojů a (na rozdíl od elektřiny) může být skladován. Může být vyráběn elektřinou vyráběnou z nízkouhlíkatých paliv (zemní plyn) nebo elektřinou nukleární nebo z obnovitelných zdrojů. Je potřeba zdůraznit, že vodík není energickým zdrojem, ale nosičem energie. [5]

3.2.1 Druhy palivových článků a jejich využití

V dnešní době můžeme palivové články rozdělit do čtyř základních skupin.

- 1) Přenosné palivové články
- 2) Mobilní palivové články
- 3) Stacionární palivové články
- 4) Speciální palivové články

Přenosné palivové články

Tyto články můžeme použít jako zdroje v oblasti elektronických přístrojů. Jakými mohou být digitální fotoaparáty, notebooky, záložní zdroje energie (UPS) pro stolní počítače, zdroje energie pro přenosné vysílače.

Mobilní palivové články

Změření vývoje a využití těchto článků směřuje do nejrůznějších dopravních prostředků. Zejména je snaha zaměřením vývoje na pohonné jednotky pro osobní automobily. Ale nejenom zde, také je snaha o použití pro malé nákladní automobily, autobusy, jízdní kola, a různé potřebné vozítka. Pak to mohou být speciální odvětví, například zdroje pro výzkumné ponorky. Jako palivo se zde používá především zkapalněný či plynný vodík nebo eventuelně methanol.

Stacionární palivové články

Tento druh článků se využívá jako zdroj většího rozsahu energie například pro byty, rodinné domy, ale také pro větší komplexy jakými mohou být administrativní a telekomunikační budovy, a hlavně také pro nemocniční zařízení. Typickým palivem je zemní plyn. Princip palivového článku pracuje na elektrochemickém procesu, při kterém se využívá vodíku obsaženého právě v zemním plynu.

Speciální palivové články

Oblasti využití těchto článků jsou zejména určeny jako zdroje elektrické energie pro kosmický výzkum. Příkladem americká vládní agentura NASA, která je zodpovědná za americké kosmické programy a výzkumy v letectví využívá ve svých vesmírných programech tyto speciální palivové články. Jako palivo se spotřebovává výhradně velmi čistý vodík. Elektrody jsou vyráběny ze zlata nebo platiny. Hlavní předností je vysoká stabilita a provozní spolehlivost. Jsou známy doby provozu delší jak deset let bez jediné poruchy v extrémních podmínkách a kosmu.

3.3 Setrvačnick

Z fyzikálního hlediska můžeme setrvačnick definovat jako těleso, které se otáčí kolem pevného bodu. Očekává se od něj, že bude dodávat velké množství energie po poměrně krátkou dobu, která je udávána v řádu desítek sekund. Tento čas je potřebný pro nastartování spalovacího motoru. Setrvačnick mají oproti akumulátorům mnohem delší životnost a stále stejnou kapacitu. Nejsou tak náročné na pracovní podmínky, a také je zde nižší starost s údržbou.

Zmiňovaný setrvačnick lze ovšem využít i jinak. Například v akumulaci kinetické energie, která v přístroji vzniká. Této myšlenky využila švýcarská firma Oerlikon, která vyvinula takzvaný gyrobus, což byl autobus poháněný setrvačnickem. Právě ve Švýcarsku byly první gyrobusy testovány v městské hromadné dopravě. Ale zanedlouho byl tento způsob zastaven kvůli obavám z možných následků havárie. Může zde dojít k explozivnímu uvolnění velké akumulované energie, k zablokování ložisek a v neposlední řadě k vyražení roztočeného setrvačnicku z daného vozidla při jeho havárii.

Avšak v posledních desetiletích se výzkum posunul významně dopředu. Provedlo se mnoho teoretických i experimentálních výzkumů, které měly pozitivní výsledky. Moderní technika umožňuje u setrvačnickových pohonů zcela plynulou regulaci ve velkém otáčkovém rozsahu a minimalizuje následky poruch materiálu. Bohužel výše zmíněný projekt gyrobus a jeho plné začlenění do praxe je řešen pouze v teoretické rovině.

Kinetická energie rotujícího tělesa je úměrná hmotnosti (přesněji momentu setrvačnosti) a druhé mocnině otáček. Při vysokých otáčkách tedy i relativně lehký setrvačnick má hodně energie. Zatím jsou běžnější nízkootáčkové setrvačnick (zhruba do 7 000 ot./min.) s ocelovým rotorem. Velmi pevné kompozitní materiály dovolují vývoj lehkých vysokootáčkových setrvačnicků až do 100 000 ot./min. Kvůli omezení tření se rotor točí ve vakuu a je magneticky nadnášen. Součástí rotoru jsou i permanentní magnety, které ho roztácejí nebo při brzdění generují proud v cívkách. K tomu patří i vyspělá elektronika pro bezpečný a bez údržbový chod. [6]

K úplnému vysvětlení správné funkčnosti chybí ještě dodat následující. V plášti setrvačnicku jsou cívky vytvářející elektrické pole (budící cívky) a cívky kotvy sloužící k roztáčení setrvačnicku a k jeho udržení v otáčkách. Při generátorovém chodu setrvačnicku působí cívky kotvy jako stator přeměňující energii uloženou v točící se části setrvačnicku na elektrickou energii. [7]

3.4 Spalovací motor

Spalovací motor vytváří důležitý točivý moment. V soustrojí generátoru se převede kinetická energie na námi už potřebnou elektrickou energii pomocí samo budícího a samo regulujícího alternátoru. Jako palivo pro vytvoření primární energie může být použito nafty, benzínu, zemního plynu nebo i bioplynu. Samozřejmě záleží na motoru, který se nachází v daném motorgenerátoru. Zpravidla se užívají pro dlouhodobější zálohování, hodiny až dokonce dny je možné používat tento způsob.

Má to velice široké využití počínaje zdravotnictvím, globálním záchranným systémem jako jsou živelné pohromy. Dále třeba na letištních odbavovacích terminálech.

3.5 Kombinace spalovací motor a setrvačnick

Tato kombinace motoru a setrvačnicku může ochránit kritická zařízení proti všem poklesům nebo výpadkům napětí, jenž je jejich délka trvání delší než doba doběhu samotného setrvačnicku.

V dnešní době je na trhu už větší škála výběru. Existují zhruba tyto provedení. Provedení s kapotáží, které je odhlučňené nebo speciálně odhlučňené. A pak také existuje typ, který je určen pro venkovní umístění, tudíž má pro toto i potřebné provedení.



Obrázek 1: Obecné schéma záložního zdroje v kombinaci motor-generátor se setrvačnickem

Princip funkčnosti této kombinace spočívá v tom, že motor vytváří točivý moment pro setrvačnick, který je umístěn na společné hřídeli. A pomocí generátoru se vytváří potřebná elektrická energie.

3.6 Stlačený vzduch jako zdroj energie

Stlačený vzduch (z tlakových lahví, zásobníku či rozvodu stlačeného vzduchu v budově) po ohřátí na teplotu 700 °C pohání turbínu s alternátorem. Výstupní napětí alternátoru je upraveno měničem AC/DC na stejnosměrné napětí v požadované velikosti a přivedeno na stejnosměrný meziobvod zdroje UPS. Tento princip je kompatibilní s většinou zdrojů UPS v současné době provozovaných v ČR. Typový výkon řešení DC^{2®} je 85 kW, doba zálohování závisí na velikosti zásoby stlačeného vzduchu, popř. počtu tlakových lahví (typicky 5 až 15 min). Systém obsahuje také malý rotační systém v nepřetržitém chodu, který napájí zátěž během krátkého období, kdy se turbína roztáčí na požadované provozní otáčky. Jádrem systému je vysokootáčková turbína (70 000 min⁻¹) o jmenovitém výkonu 92 kW – oběžné kolo má průměr ne větší než 10 cm! Typický výkon zdroje UPS, kde lze řešení DC^{2®} použít, je 10 až 70 kV·A, což je převážná většina aplikací. [8]

Pro upřesnění - označení DC^{2®} je obchodní název pro takto řešená Energocentra.

4 Výběr UPS

Spotřebitel při výběru UPS nesmí zapomínat na několik velice podstatných faktů, týkajících se vlastností vybíraného produktu. Čím máme lepší a větší informovanost, tím obvykle ušetříme poměrně velké finanční náklady. Při výběru je dobré mít na mysli tyto důležité informace pro rozhodnutí o koupi:

- Výkon UPS
- Topologie UPS
- Doba zálohování
- Paralelní chod
- Harmonické zkreslení
- By-pass
- Komunikace
- Servis

Hned jako první si ale musí uživatel uvědomit, jaká bude zátěž, aby mohl zkontrolovat přívod elektrické energie jestli bude dostatečně dimenzovaná pro danou zátěž.

Výkon UPS je obecně nejzákladnějším faktorem. V záložních systémech se výkon udává ve VA (voltampérech) a je značen písmenem P, je to vlastně zdánlivý výkon, který vypočítáme součinem efektivních hodnot proudu a napětí. Ale zároveň je potřeba brát v potaz velikost zatížení, které bude zapojeno na výstupu UPS. Zátěží může být jakékoliv elektrické zařízení. Zátěž proto dělíme na lineární a nelineární.

Lineární – zde nedochází ke zkreslení proudu, pouze je možnost, že dojde k fázovému posunu mezi proudem a napětím, které mají sinusový průběh.

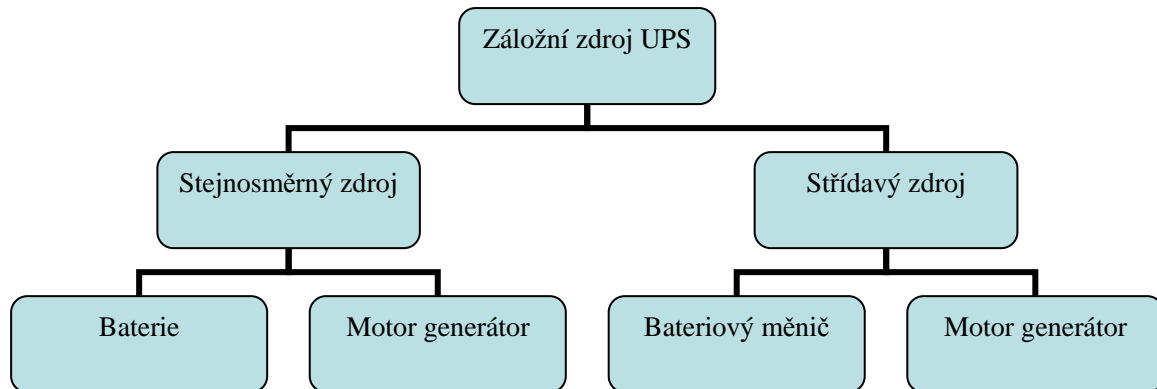
Nelineární - vynucený průběh proudu nemá sinusový tvar.

V obou těchto uvedených případech charakterizuje zátěž ještě tzv. účinník, jehož hodnoty se pohybují v rozmezí 0,5 - 1,0. Tato číselná hodnota vyjadřuje poměr mezi činným výkonem P [W] a zdánlivým výkonem P [VA], účinník = $P[W] / P[VA]$. Pro představu činný výkon představuje tu část, která se na reálném odporu přemění v teplo. Hodnotu účinníku je obtížné přesně spočítat a obvykle se určuje na základě měření použité zátěže.

Dále musíme mít informace o potřebné topologii záložního zdroje, každá má totiž svoje výhody a nevýhody. Topologie můžeme obecně rozdělit do tří skupin:

- 1)** výstup ze zdroje je závislý na napájecím napětí a změnách frekvence (ang. zkratka VFD),
- 2)** výstup ze zdroje je závislý na změnách vstupní frekvence, ale není závislý na napájecím napětí (ang. zkratka VI),
- 3)** výstup ze zdroje je nezávislý na změnách napájecího napětí a také na frekvenci (ang. zkratka VFI).

5 Dělení dle technologie



Obrázek 2: Rozdělení dle technologie

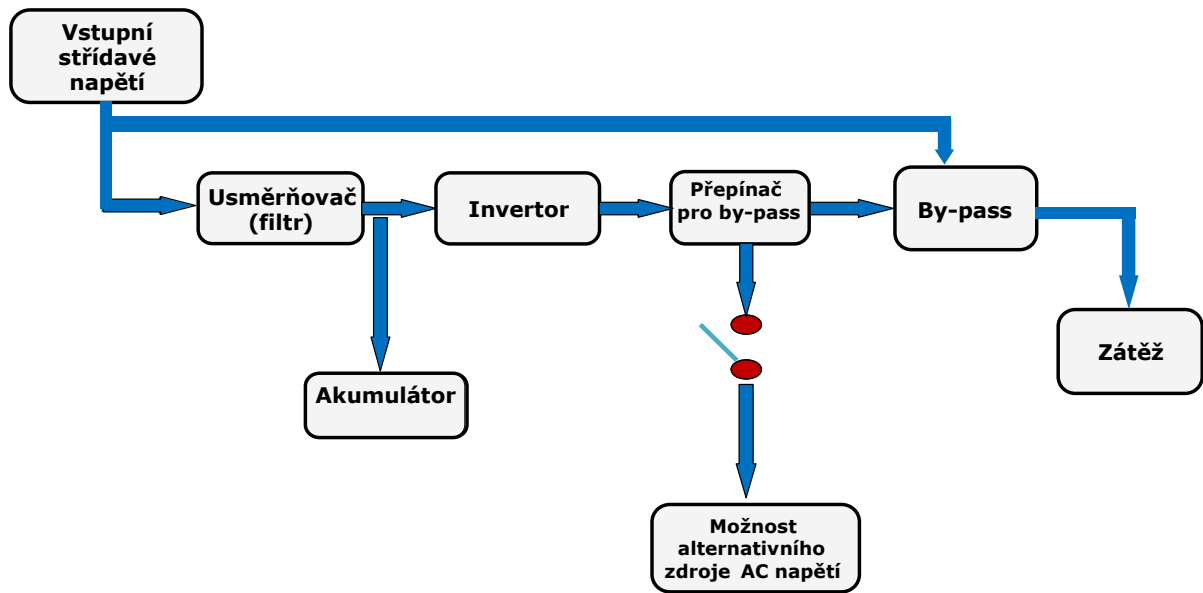
Na obrázku 2 je znázorněno základní rozdělení záložních zdrojů, podle jejich dané technologie jak to bývá řešeno v praxi.

5.1 Náhradní zdroje, obecně

Akumulátorové systémy bývají zpravidla levnější než kombinace spalovací motor a setrvačnick. Cenový rozdíl je větší v malých velikostech výkonu, 30kVA a níže. Postupně se ceny sobě přibližují, ale stává se konkurencí pro akumulátorové jednotky kolem 300 kVA. U náhradních zdrojů, které mají střídavý tvar výstupního napětí je velice důležité zkusení toho napětí, jak moc se liší od sinusového průběhu.

Akumulátorové náhradní zdroje jsou účinnější při napájení systémů, a tak mají nižší náklady na provoz a údržbu. Ale v porovnání s rotačním náhradním systémem, vyžadují klimatizované prostředí. Z toho vyplývá, že zřízení vzduchotechnického systému a jeho související provozní náklady mohou snížit náklady výhodného akumulátorového systému. Akumulátorový systém má menší rozměry a je „méně“ hlučný. Také má větší pracovní problém s nelineárním zatížením. Rotační systém umí pracovat s nelineárním i lineárním zatížením poměrně snadno. Akumulátorové systémy jsou navrženy a nejlépe se hodí pro konstantní, lineární zatížení.

Akumulátorové zdroje UPS pracují na bázi uchování elektrické energie v akumulátorech a její přeměny v invertoru na elektrickou energii s parametry napájecí sítě. Tyto UPS se skládají z usměrňovače, invertoru, přepínače a energetického zařízení, tj. jednoho nebo více akumulátorů. Moderní statické UPS systémy jsou konstruovány v rozmezí přibližně od 220 VA až na více než 1 MVA. Při výkonech vyšších jak 1MVA prudce klesá spolehlivost zdrojů.



Obrázek 3: Obecné schéma akumulátorového záložního zdroje

Při pohledu na obecné schéma akumulátorového zdroje lehce vydedukujeme, že ne každá topologie bude mít totožné zapojení. Je to myšleno v uspořádání jednotlivých bloků v daném schématu určité topologie. Dále obvod může, ale nemusí, obsahovat určité bloky, jakým může být přepínač, jedná-li se o On-line topologii nebo v určitých případech nemusí být funkce By-pass v obvodu.

5.2 Topologie:

5.2.1 On-line dvojitá konverze

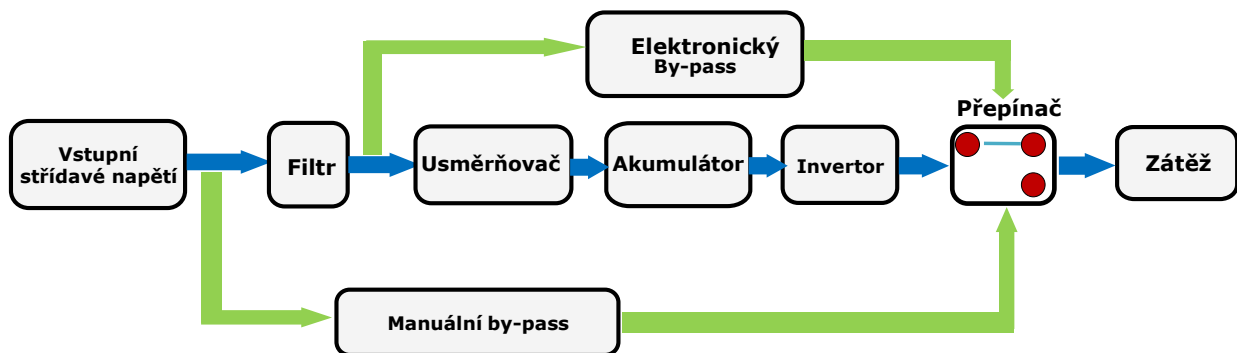
On-line topologie neboli taktéž nazývána jako on-line dvojitá konverze poskytuje bezmála jednu z nejvyšších kvalit úrovní ochrany napájení. A proto můžeme za toto očekávat finanční kompenzaci ve vyšší formě kupní ceny.

Technologie zaručuje jak napěťovou tak i frekvenční nezávislost ve svých pracovních režimech na vstupním napětí. Neplatí při použití By-passu. Vstupní síťové napětí je nejprve usměrněno řízeným usměrňovačem a posléze se převede invertorem na výstupní sinusové napětí o kmitočtu 50Hz. Tímto způsobem je zajištěna vysoká stabilita výstupního napětí i v případě nějakých změn na vstupu. Pro minimalizaci zarušení je vstup i výstup opatřen filtry. Doba sepnutí mezi režimy je nulová, protože neustále přes akumulátor protéká elektrický proud k zátěži, který v případě potřeby jej i zároveň dobíjí. Při neočekávaném výpadku energie na vstupu je zátěž připojena okamžitě a systém je napájen z akumulátoru.

Pro případy vnitřní poruchy se nachází v systému By-pass, který dle potřeby přemostí daný modul a zátěž tak může být napájena přímo z veřejné sítě elektrické energie po dobu nezbytně nutnou. Tento druh By-passu se nazývá elektronický, ale v zapojení se nachází ještě jeden a to manuální. Ten se používá jen v případě potřeby servisního zásahu. V případě dlouhodobějšího výpadku energie existuje možnost před záložní zdroj zapojit spalovací motor. Této kombinaci se pak říká Energocentrum.

Jediným problémem zde je účinnost. Jelikož dochází ke dvojitému převodu energie, existuje jen malá pravděpodobnost, že každý převod bude 100%, proto se odhaduje výsledná účinnost něco přes 90%. Zbytek se projeví jako přeměna na teplo. Zdroje používající tuto technologii se vyrábějí přibližně od 0,5 do 5 kVA pro jednofázové výkony, které bývají menší. Pak od 5 do 500 kVA pro větší třífázové výkony. Pomocí online technologie můžeme eliminovat nedostatky jakými mohou být: výpadek proudu, napěťový ráz, pokles napětí, podpětí a předpětí, jakýkoliv šum, dále frekvenční kolísání a harmonické zkreslení.

Kompletní činnost zdroje je řízena a hlídána mikroprocesorem. Což má za důsledek pohodlnou obsluhu a také velice kvalitní zobrazení signalizace stavu. V komunikaci není dnes problém s žádným operačním systémem na trhu. Díky velké spolehlivosti co se týče napájení je tento systém určitě vhodnou volbou pro ochranu serverů, zálohování celých počítačových sítí, telefonních a pobočkových ústředí, datových center, lékařských přístrojů, průmyslové a tovární automatizace.



Obrázek 4: Blokové schéma dvojitě konverze

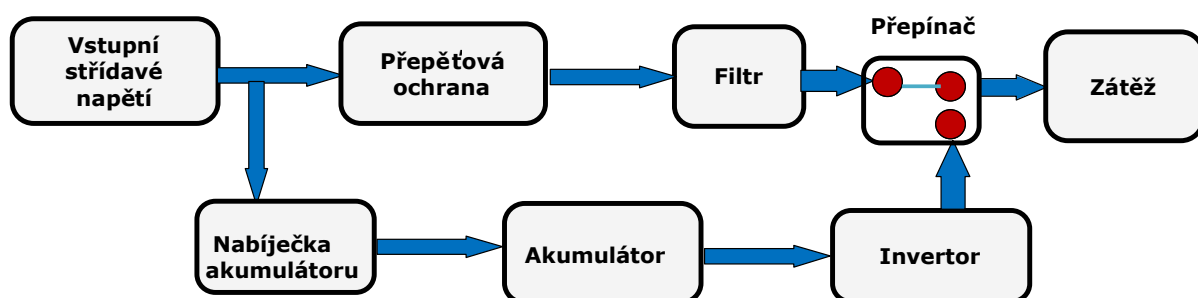
Při zhodnocení této topologie vidíme ze schématu její praktičnost. Velká výhoda je nulová doba přepnutí mezi pracovními režimy, to je způsobeno stálým zapojením akumulátoru v obvodu. Kvalitně je proveden systém By-pass, nachází se zde jak manuální tak i elektronicky řízený.

5.2.2 Off-line topologie

Za běžného, síťového režimu je zátěž napájena přímo ze sítě elektrické energie, kdy v případě potřeby jsou samotné parametry elektrické energie upravovány pasivními filtry. V tomto režimu se popřípadě mohou dobíjet záložní akumulátory, které při přerušení dodávky jsou přepojovačem připojeny do obvodu a stávají se hlavním zdrojem. Spotřebiče, které zde bývají použity, by měly bez větších obtíží zvládnout pokles napětí v maximální délce do 8ms a pak je napětí na zátěž přivedeno přes inverter, který je napájen z příslušných akumulátorů. Toto všechno by mělo proběhnout bez toho, aniž bychom ztratili svoje data. Při delším výpadku můžeme svoji práci bezpečně uložit, ale celková doba zálohování je obvykle omezena na zhruba 15 minut.

Pomocí invertoru je měněno stejnosměrné napětí z akumulátoru na stabilizované střídavé napětí, které je potřeba pro danou zátěž. Při samotném provozu jen systém ohlásí uživateli, že nastala chyba a momentální napájení je prováděno pomocí akumulátoru. V tomto záložním zdroji je obvykle zabudována přepěťová ochrana. Tento typ záložního zdroje je vhodnější pro menší zatížení, zhruba kolem 1,5 kVA, ale dá se sehnat o výkonech od 100VA do 3kVA. Filtrování v tomto typu UPS je prováděno způsobem, který se může lišit od drahých technologií. Jako každá technologie tak i tato má svoje výhody a nevýhody. Mezi výhody můžeme zahrnout malé rozměry a její jednoduchost. Z toho vyplývají levnější pořizovací náklady. V klidovém stavu nespotřebovává další energii navíc, takže se nezahřívá. Také odstraňuje do určité míry částečné rušení sítě elektrického vedení. Nesmíme, ale zapomínat na nevýhody jako například už zmiňovaná doba přepnutí na záložní akumulátor a při provozu určité tepelné ztráty.

Technologie je používána spíše u těch levnějších záložních systémů, které jsou v současné době asi nepoužívanější. Slouží k zálohování pro osobní počítače, k ochraně méně citlivé elektroniky, třeba alarmy nebo osvětlení a méně náročných serverů.

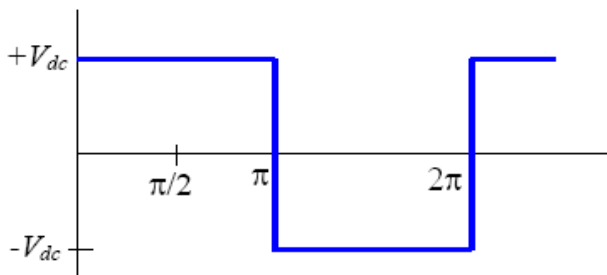


Obrázek 5: Blokové schéma off-line topologie

5.2.3 Line - interaktivní

Line-interaktivní záložní systém vznikl částečným a postupným zlepšováním z technologie off-line. Má lepší filtrační vlastnosti a proto se stává i dosti oblíbený na trhu. Tuto kategorii můžeme ještě rozdělit na vyšší a nižší stupeň třídy. Zásadní rozdíl nehledejme ve schématu zapojení, ale ve tvaru výstupního napětí a též i jejich funkčnosti. Zatím co u nižší třídy při chodu akumulátoru je napájení spotřebiče prováděno lichoběžníkovým výstupem, u vyšší třídy je požadováno, aby výstup byl čistě sinusový. Další zásadní rozdíl je v přítomnosti náhradního obvodu s By-passem. U nižších tříd ho budeme asi jen těžko hledat, obvykle ho najdeme jen u vyšších tříd záložních systémů.

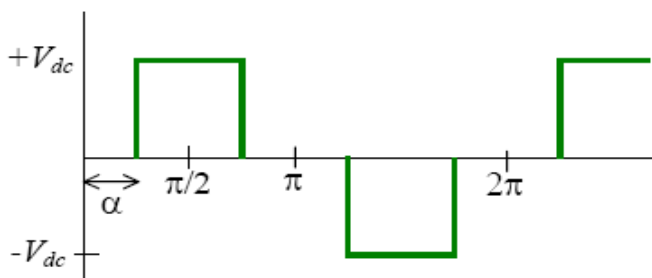
Příklady tvarů výstupního napětí:



$$\begin{aligned}
 b_n &= \frac{4}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} v_o \sin(n\omega t) d(\omega t) \\
 &= \frac{4}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} V_{dc} \sin(n\omega t) d(\omega t) \\
 &= \frac{4V_{dc}}{n\pi} [-\cos(n\omega t)]_0^{\frac{\pi}{2}} \\
 &= \frac{4V_{dc}}{n\pi}
 \end{aligned}$$

[9]

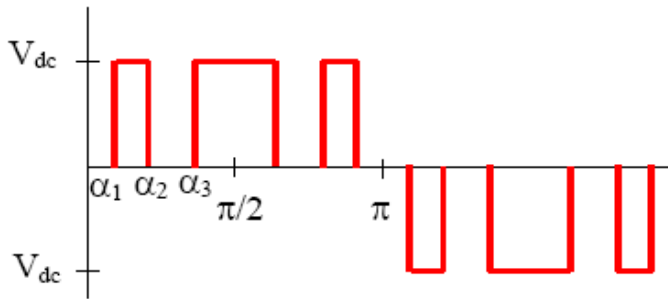
Obrázek 6: Výstupní napětí ve tvaru obdélníka



$$\begin{aligned}
 b_n &= \frac{4}{\pi} \int_{\alpha}^{\frac{\pi}{2}} v_o \sin(n\omega t) d(\omega t) \\
 &= \frac{4}{\pi} \int_{\alpha}^{\frac{\pi}{2}} V_{dc} \sin(n\omega t) d(\omega t) \\
 &= \frac{4V_{dc}}{n\pi} [-\cos(n\omega t)]_{\alpha}^{\frac{\pi}{2}} \\
 &= \frac{4V_{dc}}{n\pi} \cos(n\alpha)
 \end{aligned}$$

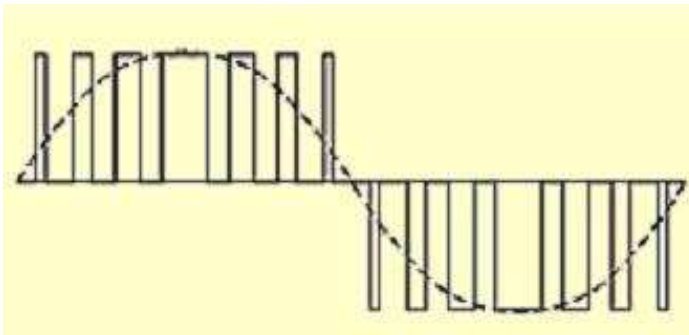
[10]

Obrázek 7: Výstupní napětí ve tvaru čtverce



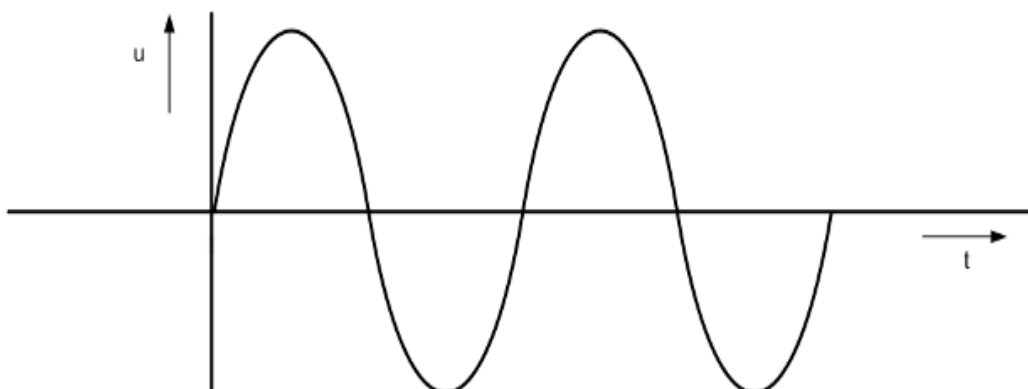
[11]

Obrázek 8: Výstupní napětí řízené PWM modulací



[12]

Obrázek 9: Zakreslení sinusového průběhu do výstupního napětí s PWM modulací

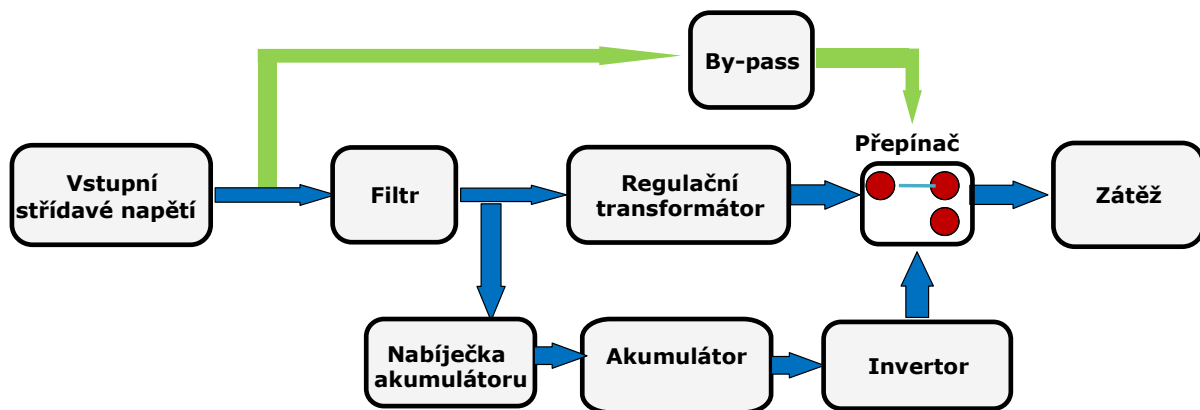


Obrázek 10: Výstupní napětí ve tvaru sinusovky

Zde musíme zdůraznit, že napěťová nezávislost je funkční pouze v akumulátorovém režimu. Tato technologie se nedokáže vyrovnat s odchylkami frekvence síťového napětí. Tento typ technologie přináší uživateli velkou výhodu v nižším opotřebení akumulátorů. Má to za následek delší životnost a pro uživatele úsporu financí. Za pomoci regulačního transformátoru, který v případě potřeby dokáže vyrovnat krátkodobé abnormální stavy v síti jako mohou být předpětí, podpětí. Takto jsou akumulátory méně často zapojeny do obvodu jako hlavní zdroje energie. Ale i zde dochází k době přerušení napájení, maximálně v řádu milisekund a pak je napětí dodáváno přes inverter na zátěž. Zařízení, která jsou připojena na výstup zdroje jsou napájena filtrovaným napětím z veřejné sítě elektrické energie v běžném režimu. Invertor je obvykle synchronizován se sítí.

Tyto záložní systémy se vyskytují už od nízkých výkonů, řádově stovky VA až po zhruba 5-6 kVA. Což znamená, že dokáží pokrýt velké a široké spektrum produktů. Další výhoda spočívá v možnosti zapojení více serverů s odlišnými operačními systémy. Vysoká účinnost a možnost korekce nízkého nebo vysokého napětí v síti. Toto všechno by se dalo zahrnout do kladných vlastností této topologie.

Line-interaktivní technologie se hlavně používá v oblastech zálohy serverů, malých firemních počítačových stanic, domácích počítačů a síťových zařízení. Komplexně řečeno, že je to vhodné pro napájení zátěže, která nepociťuje změny frekvence a zároveň nepožaduje nulovou dobu přepnutí na akumulátor. Pro citlivé přístroje není příliš vhodný.



Obrázek 11: Blokové schéma line- interaktivní topologie

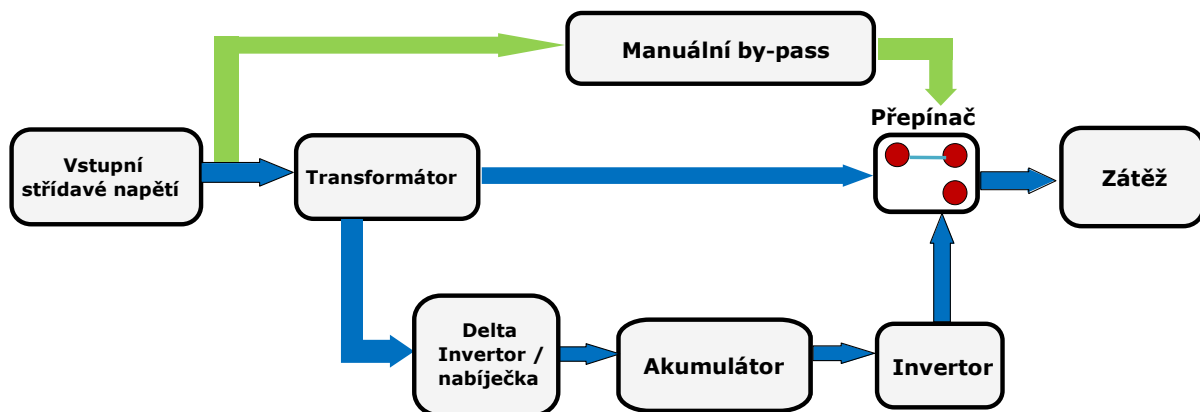
Důležitou funkci má v obvodu regulační transformátor. Vyrovnává krátkodobé abnormální stavy v síti. Dle potřeby je přepínačem zajištěn aktuální potřebný pracovní režim.

5.2.4 UPS s delta-konverzí

Tento princip topologie bezprostředně čerpá ideu z topologie dvojité konverze. Dále vychází z předpokladu, že vždy myšleno za normálních okolností a podmínek, je uvnitř nějaké napětí. Zásadní rozdíl je v tom, že zde nedochází ke konverzi celé přenášené energie. Tudiž už nemáme ztrátovou energii, která vznikala vyzařováním tepla. Bere se zde pouze rozdíl hodnot vstupního a požadovaného výstupního napětí. A právě tento rozdíl je pro nás směrodatný a potřebný, protože tento rozdíl je vyrovnáván za pomoci delta invertoru k ideálnímu stavu. A současně inverter má ještě v popisu práce řídit nabíjení akumulátorů. Dále zajišťuje kontrolu výstupního třífázového střídavého napětí a s tím také spojenou synchronizaci frekvence.

V případě, že v záložním zdroji dojde k neplánované poruše, je zde plně funkční modul pro přemostění, By-pass, který má za úkol napájet spotřebiče přímo ze sítě elektrické energie po dobu vzniklého problému. Tento druh technologie slibuje vysokou účinnost za stabilních podmínek, pro vysoké výkony to může představovat účinnost přibližně 96,5%, dále poměrně malé tepelné ztráty a hlavně nulovou dobu přepnutí v režimech.

Topologie s názvem delta-konverzní se poměrně často využívá k zálohování velkých administrativních budov, rozsáhlých datových center a v neposlední řadě v průmyslových aplikacích. Proto je vyžadován výkon od 5kVA až do 5MVA.



Obrázek 12: Blokové schéma delta konverze

5.3 Shrnutí vlastností UPS

Tabulka 2) Souhrn základních vlastností záložních zdrojů.

	Rozsah výkonu [kVA]	Velikost úpravy napětí	Účinnost	Stále aktivní měnič
Offline	0,1-3	Nízká	Poměrně vysoká	NE
Line interaktivní	0,1-5	Dle návrhu	Poměrně vysoká	Dle návrhu
Dvojitá konverze	0,5-5 pro 1fázi 5-500 pro 3 fáze	Vysoká	Střední	Ano
Delta konverze	5 - 5000	Vysoká	Vysoká	Ano

V tabulce 2) jsem shrnul základní vlastnosti záložních zdrojů. Kritéria při srovnání byly rozsah výkonu, velikost úpravy napětí, účinnost a poslední bylo zda je stále aktivní měnič.

Tabulka 3) Praktická stránka záložních zdrojů

	Výhody	Omezení	Doporučení
Offline	Vyšší účinnost, rozměrově menší, nižší cena	Využití baterie při dočasných problémech se sítí	Do menších kanceláří, k osobnímu pc
Line interaktivní	Dobrá spolehlivost, vyšší účinnost, kvalitní úprava napětí	Nevhodné pro velké výkony	Využití v oblasti serverů, nebo s častými problémy s napájením
Dvojitá konverze	Vysoce kvalitní úprava napětí	Nevhodné pro nízké výkony	
Delta konverze	Vysoká účinnost s vysoce kvalitní úpravou napětí	Hodně nevhodné pro nízké výkony	Ve velkých aplikacích

V tabulce 3) jsou shrnuty praktické vlastnosti týkající se výhod, nevýhod a doporučení záložních zdrojů.

Tabulka 4) Klasické doby zálohování na místě určení.

cca max 30minut	Výpočetní technika
Rozmezí 1 až 3 hodiny	Nemocnice, Letiště, Železnice
Rozmezí 2 až 8 hodin	Telekomunikační zařízení, petrochemické závody

V tabulce 4) jsou uvedeny obvyklé doby zálohování pro některé typy spotřebičů v praxi.

6 Základní vlastnosti veřejné elektrické sítě

Nesmím zapomenout zmínit standardizované vlastnosti veřejné elektrické sítě. Podle které se určuje normální stav od nějakého problému či abnormality. Toto je velice úzce vzpjata s užitím záložních zdrojů a jejich zapojením do obvodu. Velikost odchylek průběhu vzniká v důsledku připojovaných elektrických spotřebičů. Tyto hodnoty popisující kvalitu elektřiny jsou uvedeny na informačním portálu společnosti E.ON Energie, a.s.

6.1.1 Kmitočet veřejné elektrické sítě

Tabulka 5) Kmitočet sítě

Jmenovitý kmitočet =50Hz	
± 1% během 99,5% roku	49,5 - 50,5 Hz
- 4%, + 6% po 100% času	48 - 53 Hz

V tabulce 5) jsou shrnuty vlastnosti kmitočtu dle standardizovaných předpisů.

6.1.2 Velikost napětí elektrické sítě

Tabulka 6) Velikost napětí

Jmenovité napětí v síti nízkého napětí =230 V	
± 10% za normálních podmínek	207 V - 253 V

V tabulce 6) jsou zobrazeny vlastnosti napětí dle standardizovaných předpisů.

Tabulka 7) Seznam přístrojů dle určité citlivosti

Citlivé na přepětí	Citlivé na podpětí
počítače	ledničky
mikroprocesorová ovládání	mrazničky
audiovizuální technika	automatické pračky
světelné regulátory	
video přístroje	
satelity	
telefonní ústředny, faxy	

V tabulce 7) jsou sepsány spotřebiče, které snad jsou běžné v každé domácnosti. Je to rozděleno na dvě skupiny, dle toho zda jsou citlivé na přepětí nebo podpětí v síti.

7 Popis systému

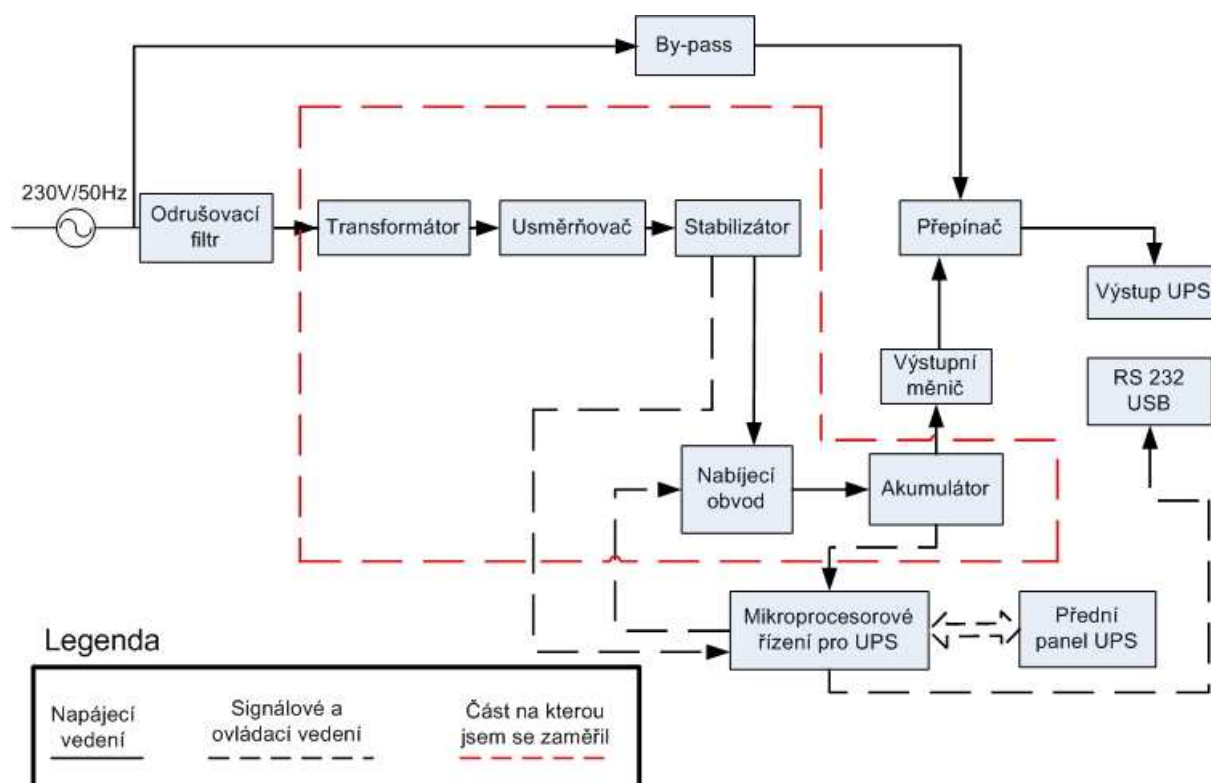
Při návrhu blokového schématu záložního zdroje pro monitor na jednotce intenzivní péče, jsem zvolil On-line topologii. Vycházel jsem z faktu, že tato topologie poskytuje nejkvalitnější služby ohledně zálohování, viz předešlý popis topologií. A tím spíše, že zadaný návrh záložního zdroje a jeho budoucí umístění je směřováno do zdravotnické sféry. Podrobněji jsem se zaměřil a definoval požadavky na dílčí bloky daného systému.

Blokové schéma se skládá na vstupu z odrušovacího filtru, který má za úkol, aby se dále po síti nešířili rušivé signály. Dále následuje transformátor, jehož parametry jsem navrhnul a spočítal pro daný obvod. Po transformování velikosti napětí je potřeba střídavé napětí usměrnit na stejnosměrné. Kompletní popis usměrňovacího bloku, včetně schématu je uveden dále v práci. Po usměrnění se musí napětí stabilizovat a patřičně snížit pro nabíjecí část obvodu.

Nabíjecí obvod je řešen pomocí integrovaného obvodu UC3906 od firmy Texas Instruments. Souhrnný popis zvoleného inteligentního integrovaného obvodu je podrobně popsán níže v práci. Z nabíjecí části obvodu je nabíjen akumulátor, který nejenom, že napájí dále výstupní měnič, tak i informuje mikroprocesorové řízení daného systému. Pomocí mikroprocesorového řízení je ovládán právě, již zmiňovaný nabíjecí obvod, který je nastaven na tři režimy nabíjení. Mikroprocesorové řízení umožňuje komunikaci systému přes porty RS 232 nebo USB.

Akumulátor, který se automaticky dle potřeby dobíjí má kapacitu 50Ah, je 12V, olověný, hermeticky uzavřený. Kapacita akumulátoru 50Ah je zvolena, dle původního zadání práce. Za normálních podmínek nabíjí výstupní měnič. Při návrhu jsem předpokládal, že monitory budou napájeny síťovým napětím, z toho vyplývá, že měnič musí dodávat střídavých 230V.

Dále za tímto měničem se nachází přepínač. Přepínač je možno řešit na bázi relé. Jakmile se jádro cívky zmagnetuje, tak přitáhne kotvu relé, která přibližně během 6ms (podle typu relé) sepne pružné kontakty. Doba návratu kotvy je potom přibližně 4ms. Toto jsou doby, které v rámci funkčnosti obvodu nepředstavují žádný problém. Takto se nastavuje obvod do normálního provozu, kde proud protéká přes akumulátor a výstupní měnič směrem k zátěži, pokud se vyskytne nějaký problém ve funkci UPS, relé ve funkci přepínače přepne na By-pass, který zajistí náhradní cestu přímo z rozvodné sítě elektrického vedení.



Obrázek 13: Kompletní blokové schéma navrhovaného záložního systému.

8 Transformátor

Transformátor je dvojbran nebo vícebran, který umožňuje přenášet elektrickou energii z jednoho obvodu (primární) do druhého (sekundární) pomocí vzájemné elektromagnetické indukce. Využívá se pro přeměnu střídavého napětí (např. z vysokého napětí na nízké) a pro galvanické oddělení obvodů.

Síťový transformátor bývá zadán napětím a kmitočtem sítě, na kterou je připojen a zdánlivým výkonem, který transformátor má na sekundární straně odevzdat. [13]

Transformátory můžeme rozdělit: a) podle aplikace (síťové, impulsní, sdělovací)

b) podle počtu fází (jednofázové, trojfázové, vícefázové)

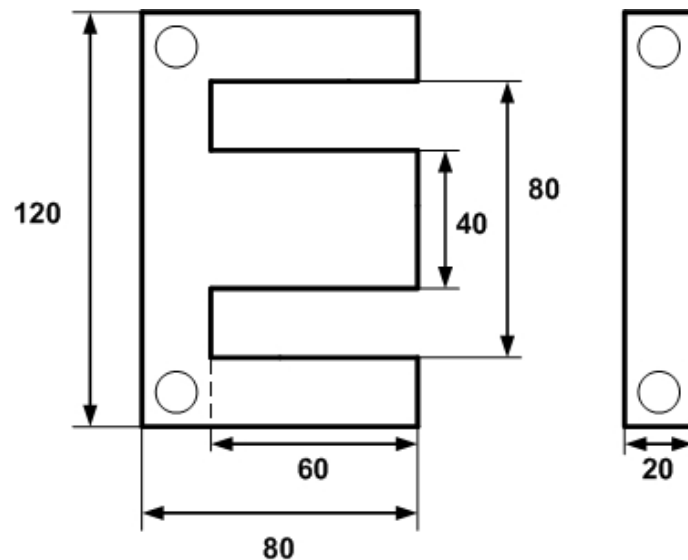
c) podle dodávaného výkonu (malé do cca 5 kVA)
(výkonové nad 5 kVA)

d) podle druhu chlazení (vzduchové, olejové)

[14]

8.1 Vlastní výpočet transformátoru

V mém případě se jedná o klasický síťový, jednofázový transformátor, který je složený ze standardních transformátorových plechů tvaru EI. Požadujeme přesné parametry transformátoru s výstupním napětím $U_2=29V$ a výstupním proudem $I_2=6A$. Ovšem transformátor těchto parametrů není na trhu k dispozici, tudíž bylo potřeba ho navrhnout, aby byla možnost ho zkonstruovat. Vinutí transformátoru je navinuto na jednodukorové kostřičce. Nejdříve je navinuto primární vinutí a něj potom sekundární. Obě vinutí jsou od sebe izolována a taktéž je izolováno i sekundární vinutí z vnější strany. A jednotlivé vrstvy vinutí jsou vzájemně prokládány transformátorovým papírem, aby bylo zajištěno nepropadávání jednotlivých závitů mezi vrstvy.



Obrázek 14: Rozměry použitých EI plechů, rozměry jsou uvedeny v milimetrech.

Je potřeba zkonstruovat transformátor těchto parametrů:

Sekundární vinutí : $U_2 = 29V$
 $I_2 = 6A$

Zdánlivý výkon

$$P_z = U_2 \cdot I_2 = 29 \cdot 6 = \underline{174VA} \quad \text{Rovnice 1}$$

Je nutné navýšit zdánlivý výkon P_z vlivem provozní teploty okolí $> 40^\circ C$. Pro $60^\circ C$ je $\Delta P = -27\%$.

$$P'_z = P_z + (\Delta P \cdot P_z) = 174 + (0,27 \cdot 174) = \underline{221VA} \quad \text{Rovnice 2}$$

Parametry jádra:

- počet závitů na volt: $N_t = 3 \text{ z/V}$
- plocha okna pro vinutí: $S_W = 12 \text{ cm}^2$
- maximální proudová hustota pro $\Delta u = 60^\circ C$: $J = 3,3 \text{ A/mm}^2$
- uspořádání vinutí: z bezpečnostních důvodů bude nejdříve navinuto primární vinutí
- účinnost $\eta = 91\%$

Proudové hustoty jednotlivých vinutí:

J_{N1} se sníží o 15%, na vině je horší odvod tepla z vnitřního vinutí:

$$J_{N1} = J \cdot 0,85 = 3,3 \cdot 0,85 = \underline{2,8A / mm^2} \quad \text{Rovnice 3}$$

J_{N2} pro sekundární vinutí: $J_{N2} = \underline{3,3 A / mm^2}$

Úbytek napětí na sekundárním vinutí při oteplení o $\Delta u = 60^\circ C$:

$\Delta u = 60^\circ C$ při $u = 25^\circ C$ je $\Delta U = 8,8\%$

$\Delta u = 60^\circ C$ při $u = 40^\circ C$ je $\Delta U = 9,4\%$

To je o +0,6% na $15^\circ C$ teploty okolí.

Pro $u = 60^\circ C$ se tedy aproximuje $\Delta U_2 = \underline{10,2\%}$.

Příkon transformátoru:

$$P_1 = \frac{P_z}{\eta} = \frac{174}{0,91} = \underline{191VA} \quad \text{Rovnice 4}$$

Celkové ztráty jsou:

$$P_{ztr} = P_1 - P_z = 191 - 174 = \underline{17W} \quad \text{Rovnice 5}$$

Počet závitů primárního vinutí:

$$N_1 = U_1 \cdot N_t = 230 \cdot 3 = \underline{690z} \quad \text{Rovnice 6}$$

Počet závitů sekundárních vinutí:

Potřeba připočítat úbytek ΔU_2 vlivem oteplení.

$$U'_2 = U_2 + (\Delta U \cdot U_2) = 29 + (0,102 \cdot 29) = \underline{32V} \quad \text{Rovnice 7}$$

$$N_2 = U'_2 \cdot N_t = 32 \cdot 3 = \underline{96z} \quad \text{Rovnice 8}$$

Proud primárním vinutím:

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{191}{230} = \underline{0,83A} \quad \text{Rovnice 9}$$

Průřez vodiče primárního vinutí pro $J_{N1} = 2,4 \text{ A/mm}^2$:

$$\text{Plocha vodiče: } S_{V1} = \frac{I_1}{J_{N1}} = \frac{0,83}{2,8} = \underline{0,2964mm^2} \quad \text{Rovnice 10}$$

Byl zvolen průměr vodiče $d = 0,75 \text{ mm}$, vodič je se zesílenou izolací. Počet závitů na 1 cm^2 při strojním vinutí je 160z.

Průřez vodiče sekundárního vinutí pro $J_{N2} = 3,3 \text{ A/mm}^2$:

$$\text{Plocha vodiče: } S_{V2} = \frac{I_2}{J_{N2}} = \frac{6}{3,3} = \underline{1,82mm^2} \quad \text{Rovnice 11}$$

Byl zvolen průměr vodiče $d = 1,925 \text{ mm}$, vodič je se zesílenou izolací. Počet závitů na 1 cm^2 při strojním vinutí je 25z.

Průřez primárního vinutí N_1 :

$$S_{N1} = \frac{N_1}{160} = \frac{690}{160} = \underline{4,313cm^2} \quad \text{Rovnice 12}$$

Průřez sekundárního vinutí N_2 :

$$S_{N2} = \frac{N_2}{25} = \frac{96}{25} = \underline{3,84cm^2} \quad \text{Rovnice 13}$$

Celkový průřez primárního a sekundárního vinutí:

$$S_N = S_{N1} + S_{N2} = 4,313 + 3,84 = \underline{8,15\text{cm}^2} \quad \text{Rovnice 14}$$

Činitel plnění okna:

$$\frac{S_N}{S_w} = \frac{8,15}{12} \rightarrow \underline{67,9\%} \quad \text{Rovnice 15}$$

Velikost činitele plnění informuje o 67,9% zaplnění okénka transformátoru.

Při návrhu transformátoru nesmíme zapomenout na toleranci napětí v síti, $\pm 10\%$ se kterou je nutno počítat při návrhu dalších částí zařízení.

Vycházel jsem z převodního vztahu:

$$\frac{U1}{U2} = \frac{N1}{N2} \Rightarrow U2 = \frac{U1}{N1/N2}$$

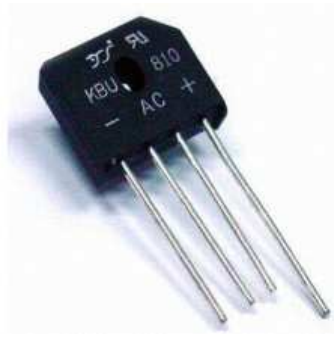
Rovnice 16

$$\begin{aligned} - 10\% \quad U1 = 207 \text{ V} &\Rightarrow U2 = 26 \text{ V} \\ 0\% \quad U1 = 230 \text{ V} &\Rightarrow U2 = 29 \text{ V} \\ +10\% \quad U1 = 253 \text{ V} &\Rightarrow U2 = 32 \text{ V} \end{aligned}$$

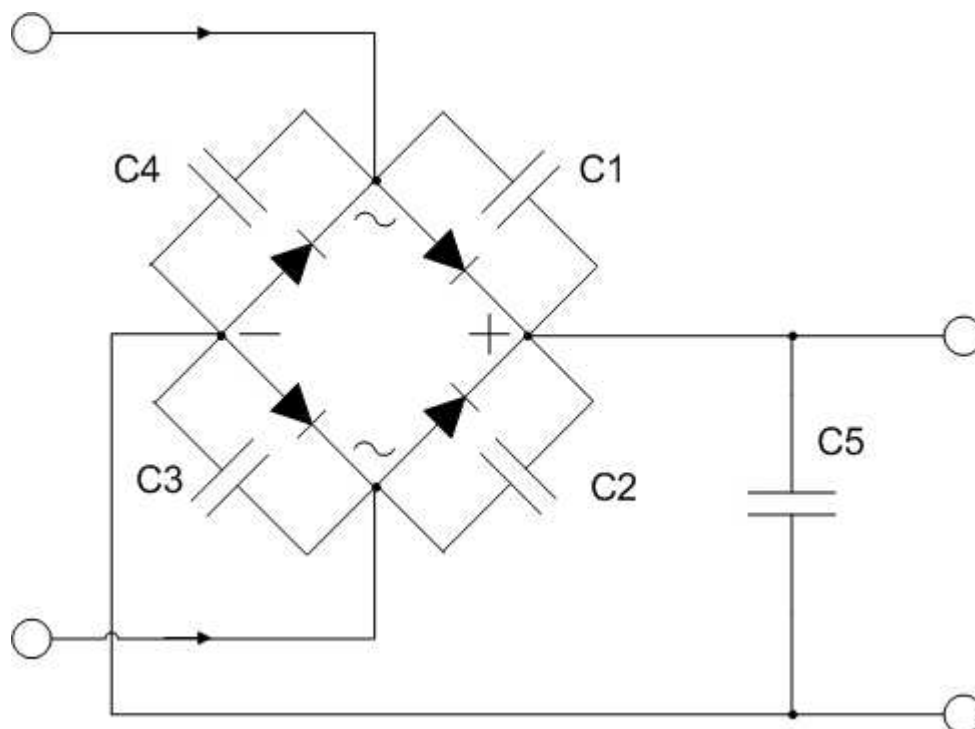
9 Usměrňovače

Usměrňovací blok řešen jako dvoucestné můstkové (Graetzovo) zapojení. U tohoto můstkového zapojení jsou v obou půlvlnách vstupního střídavého napětí vždy dvě diody zapojeny v sérii. V propustném směru tedy musíme počítat s dvakrát větším odporem a tudíž i s dvakrát tak velkými ztrátami. [15]

Tabulka 8) Parametry usměrňovacího můstku.

Typ	KBU8G	
Popis	můstek	
Napětí	280V	
U max špička	400V	
I _{max}	8A	
I _{max} špička	200A	
Vývody	drátové	
Úbytek napětí	1,4 V	
Pouzdro	KBU-8	

V tabulce 8 vidíme základní shrnutí parametrů usměrňovacího můstku, jak jsou uvedeny v katalogovém listu.



Obrázek 15: Schéma zapojení usměrňovacího bloku

C1, C2, C3, C4 = Při střídavém průběhu pomáhají odstranit vzniklé špičky v důsledku rychlé změny fáze. Jsou použity kondenzátory s kapacitou 10nF.

C5 = nárazový kondenzátor s kapacitou 10 000μF.

Vzorec pro výpočet minimální hodnoty kondenzátoru v navrhovaném zapojení, dle obrázku 15.

$$C_5 = \frac{t}{R_z \cdot \ln \frac{U_0}{U_C}} \quad \text{Rovnice 17}$$

U_0 ...špičková hodnota napětí

U_C ...minimální hodnota napětí, kdy obvod ještě je schopen pracovat, dle katalogového listu

tdoba poklesu napětí mezi hodnotami U_0 a U_C

R_z ...odpor zátěže

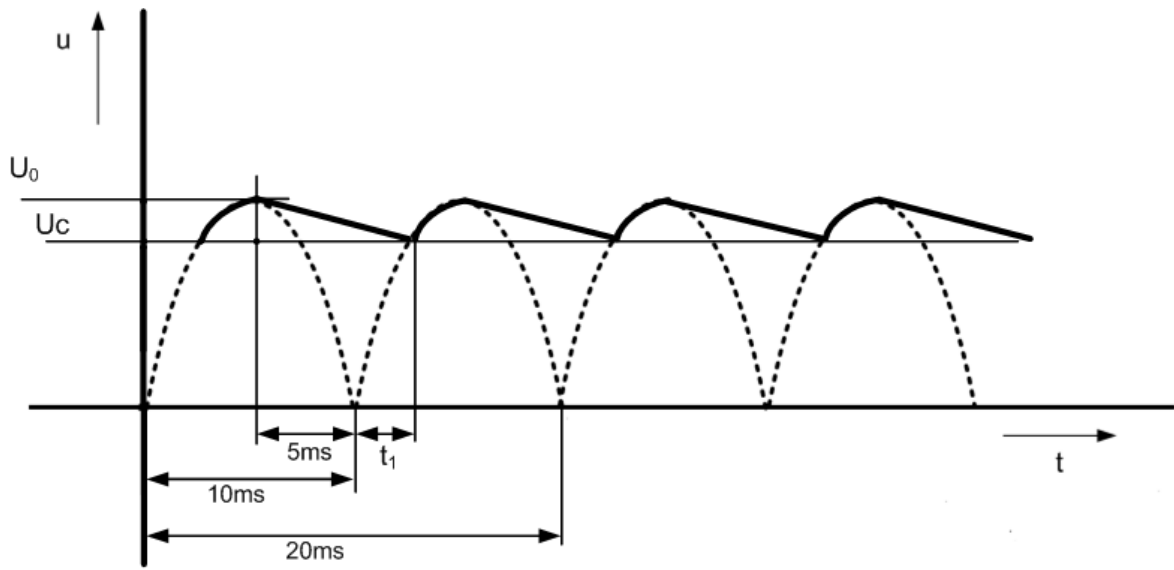
$$R_z = \frac{U}{I} = \frac{18}{5} = \underline{3,6\Omega} \quad \text{Rovnice 18}$$

Pro naše potřeby $U_0=27,6V$; $U_C=22V$; $t_1= 3,1ms$; $t=5 \cdot 10^{-3} + t_1=8,1ms$; $R_z=3,6\Omega$.

$$C_5 = \frac{t}{R_z \cdot \ln \frac{U_0}{U_C}} = \frac{8,1 \cdot 10^{-3}}{3,6 \cdot \ln \frac{27,6}{22}} = \underline{9921,8\mu F} \quad \text{Rovnice 19}$$

Dle katalogového listu můžeme vybrat elektrolytický, radiální, standardní kondenzátor s kapacitou 10 000μF.

Tímto usměrněním však vznikají vyšší harmonické složky, jež mají mnohdy i velkou velikost. Pro potřeby filtrace výstupního napětí usměrňovače lze využít tzv. sběrný kondenzátor. Využívá se zde jevu poklesu reaktance kondenzátoru (viz. Obr. 16), tento pokles je roven podílu $1/\omega C$, klesá tedy hyperbolicky s kmitočtem. Proto i potlačení vyšších harmonických složek je lineární s kmitočtem. [16]



Obrázek 16: Průběh napětí na filtračním kondenzátoru.

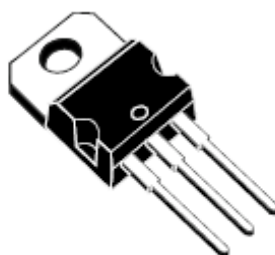
10 Stabilizátor napětí

Pro nabíjecí obvod je vhodnější použít stabilizované napětí (viz katalogový list). Z tohoto důvodu je použit daný stabilizátor v obvodu.

Tabulka 9) Základní parametry stabilizačního bloku L7818

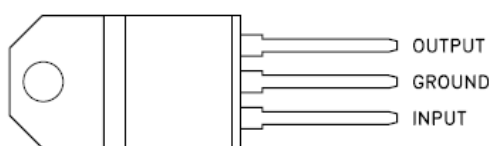
U vstup	22 – 33 V
U výstup	17,3 – 18,7 V
Tolerance výstupního napětí	± 4 %
Úbytek napětí	2,5 V
Destruktivní napětí	35 V
Rozsah pracovní teploty	-55 to 150°C
Pouzdro	TO220

V tabulce 9) jsou shrnuty základní vlastnosti integrovaného stabilizátoru řady 7818, tyto parametry jsou vyčteny z katalogového listu.



TO-220

Obrázek 17: Pouzdro TO-220 s integrovaným stabilizátorem.



Obrázek 18: Popis jednotlivých pinů

[17]

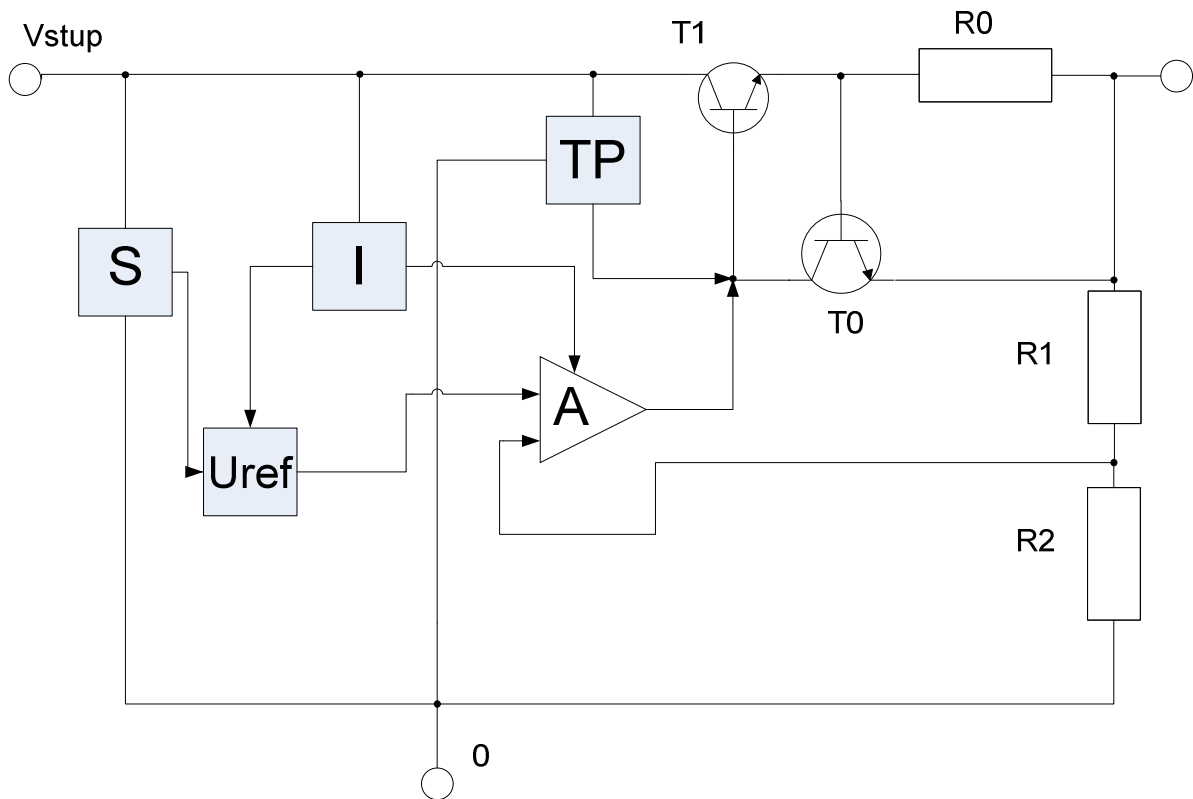
10.1 Integrované stabilizátory řady 78xx

Jsou to monolitické integrované obvody. Všechny obvody označené prvním dvojčíslím 78 jsou určeny pro stabilizaci kladných napětí. Regulátor má celkem tři vývody:

Vstup-----vstupní + společný
Výstup----výstupní + společný

[18]

Tyto třibodové stabilizátory jsou sice značně odolné, ale nesnášejí záměnu vstupu s výstupem. Mimo špatnou montáž může tato situace nastat i tehdy, když bude obvod nějak napájen z výstupu (zkrat na vstupu, výpadek sítě nebo pokus o využití těchto obvodů k nabíjení akumulátorů a pod). Tyto obvody jsou obvykle montovány do pouzder pro výkonové tranzistory (kovové se dvěma upevňovacími otvory TO 204, plastové s jedním otvorem TO 220). [19]

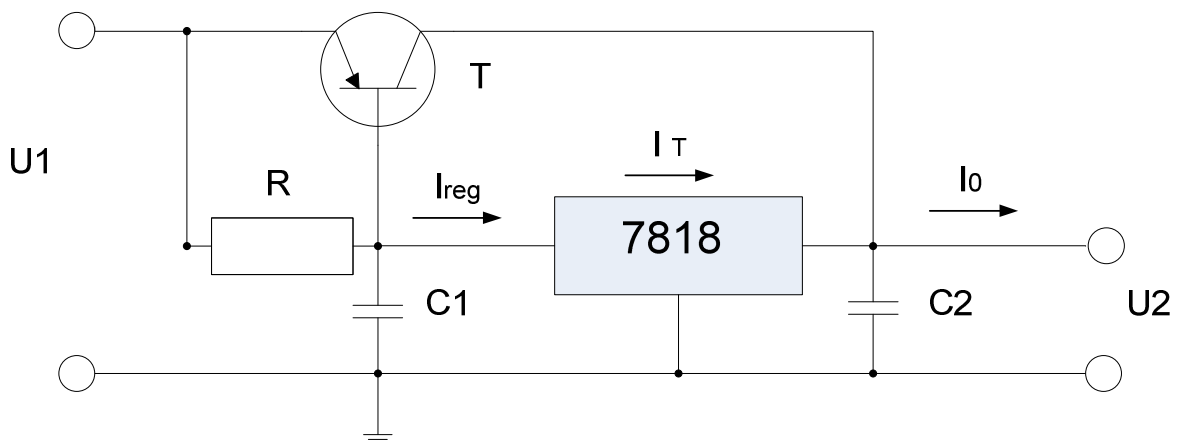


Obrázek 19: Integrovaný regulátor řady 78xx

[20]

Činnost regulátoru si můžeme ukázat na blokovém schématu na obr. 19. Změny výstupního napětí jsou snímány odporovým děličem R_1R_2 . Na rozdílovém zesilovači A jsou porovnávány s referenčním napětím ze zdroje U_R . Výstup zesilovače A pak řídí tranzistor T_1 , který je sériovým výkonovým členem regulátoru. Tranzistor T_0 spolu s odporem R_0 tvoří ochranu proti přetížení, která pracuje na známém principu. Zdroj referenčního napětí a rozdílový zesilovač jsou napájeny ze zdroje proudu I . Obvod S je startovacím obvodem zdroje referenčního napětí. Oproti běžné struktuře sériových stabilizátorů je zde obvod TP , který je ochranou proti tepelnému přetížení systému. [21]

Vzhledem k tomu, že požadujeme větší výstupní proud, než stabilizátor dokáže, musíme použít zapojení na obr 20.



Obrázek 20: Zapojení pro zvětšení výstupního proudu u obvodů 7818

Odpor R určuje velikost proudu, při kterém začne tranzistor T vést proud a přemostí regulátor. Regulátor zabezpečuje stálé napětí na výstupu při změnách proudu tranzistorem T. [22]

Kondenzátor na vstupu je filtrační, na výstupu musí být bezindukční (keramický), zamezuje kmitání obvodu (musí být blízko pouzdra). [23]

Při vstupním napětí 26V a proudu $I_0=500\text{mA}$, byli zjištěny hodnoty kondenzátorů $C1 = 0,33\mu\text{F}$ a $C2 = 0,1 \mu\text{F}$.

Vzorec pro výpočet hodnoty rezistoru v navrhovaném zapojení, dle obrázku 20.

$$R = \frac{U_{BET}}{I_{reg} - I_{T1} * \beta_T} \quad \text{Rovnice 20}$$

Vzorec pro výpočet proudu I_0 v navrhovaném zapojení, dle obrázku 20.

$$I_0 = I_{reg} + \beta_T * \left(I_{reg} - \frac{U_{BET}}{R_1} \right) \quad \text{Rovnice 21}$$

11 Nabíjecí obvod

Pro automatické dobíjení akumulátoru byl zvolen speciální integrovaný obvod. Tento obvod vyrábí firma Texas Instruments pod označením UC3906. Z hlediska efektivnosti nabíjení je výhodné používat k tomuto účelu obvody, které jsou přímo na to navrženy. Zde je vyloučeno možné přebíjení akumulátoru a následné poškození, zvláště hermetické akumulátory jsou na to citlivé. Tento speciální integrovaný obvod dokáže kontrolovat okamžitý stav akumulátoru v každém nabíjecím cyklu. Obvod využívá třech fází nabíjení pro optimální kontrolu kapacity a tím se zvyšuje životnosti akumulátoru. Popis je uveden v dalším odstavci. Tento způsob nabíjení se hodí jak pro klasické olověné články tak i v dnešní době hodně využívané hermetické akumulátory.

11.1 Funkce obvodu

Dle aktuálního stavu akumulátoru je využito třech odlišných fází jeho nabíjení.

1. fáze

V této první fázi začíná nabíjecí proces otestováním funkčnosti a nezávadnosti jednotlivých článků akumulátoru. Pokud je nějaký článek vadný nabíjení nezačne. Samotné nabíjení začíná, že se akumulátor nabíjí malým proudem na 95% hodnoty maximálního nabíjecího napětí. Hodnota proudu, kterým se nabíjí hluboce vybité články je zhruba 30mA. Nabíjení trvá tak dlouho než se dosáhne určitého minimálního napětí U_1 . Od toho dosáhnutého napětí se dále nabíjí proudem, ale už s hodnotou I_{max} jenž odpovídá jedné desetině celkové ampér-hodinové kapacity daného akumulátoru. Takto se nabíjí tak dlouho dokud se nedosáhne napětí U_2 . Hodnota proudu v tomto okamžiku nemusí být maximální, pokud je hodnota nižší než maximální tak nabíjení sice trvá déle za to je, ale šetrnější k článkům. Této první fázi se říká pracovní třída A- nabíjení konstantním proudem.

2.fáze

Tato fáze nabíjecího procesu pracuje při konstantním napětí. Jedná se o pracovní třídu B. Na začátku se napětí na článku zvýší na hodnotu U_3 . Jak je tohoto napětí dosaženo tak nabíjecí obvod začne pracovat jako zdroj konstantního napětí s hodnotou U_3 . Postupně se začne snižovat nabíjecí proud až na hodnotu jedné desetiny I_{max} , po dosažení této hodnoty se fáze automaticky ukončí a následuje třetí fáze nabíjení.

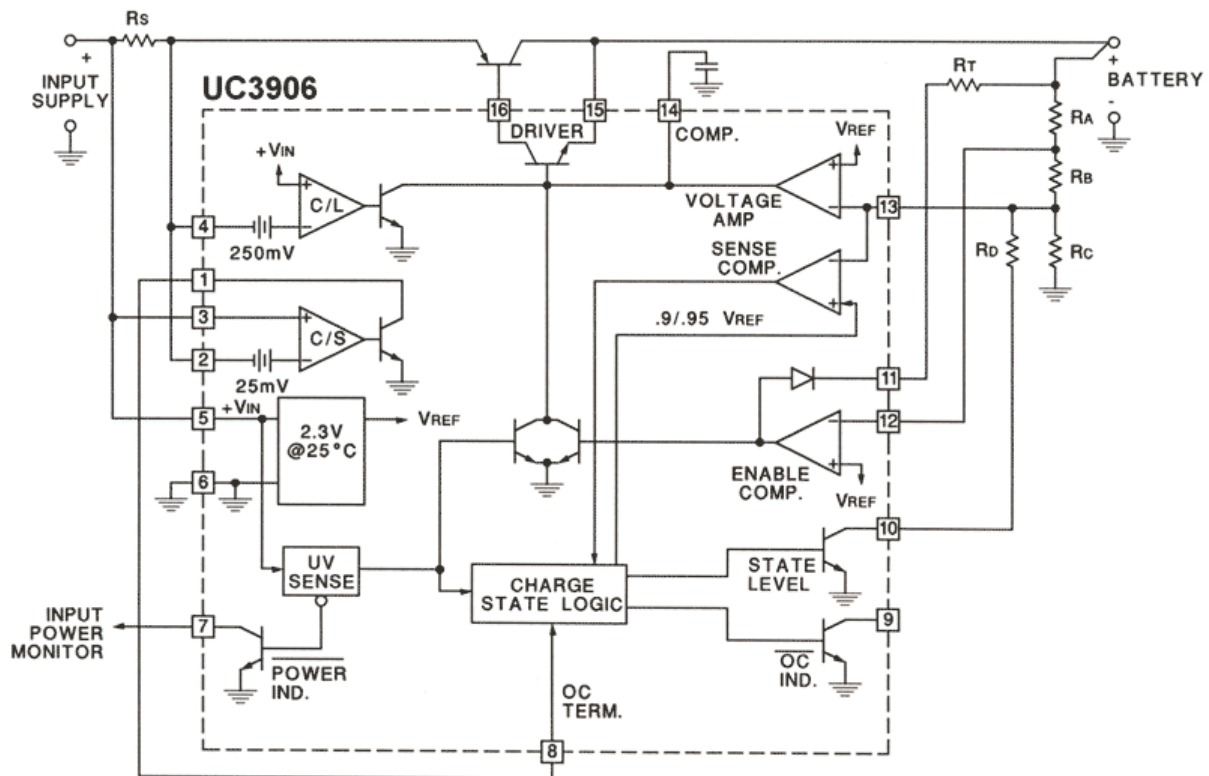
3.fáze

Poslední fáze nabíjení řeší problém samovolného vybíjení olověných článků. Samovolné vybíjení je zapříčiněno konstrukcí a okolní teplotou. Jak napětí klesá a dostane se pod určitou hodnotu U_4 , začíná nabíjecí obvod nabíjet proudem o stejné hodnotě jenž se rovná hodnotě vybíjecího proudu. V tomto okamžiku je na akumulátoru udržováno konstantní napětí U_5 . Pokud je připojena zátěž, která odebírá proud větší než je maximální nabíjecí proud, napětí klesá zhruba na úroveň U_6 . Při dosažení této hodnoty napětí dochází k činnosti nabíjení ve fázi 1.

Požadované funkce

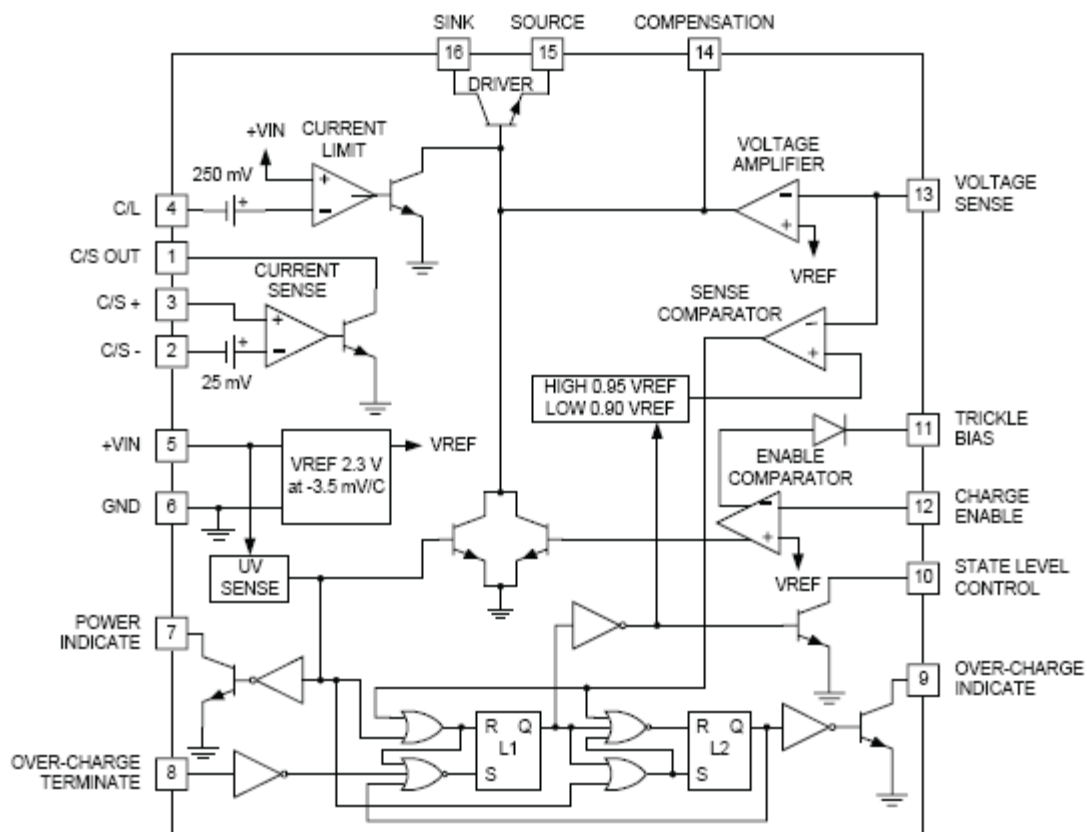
- výstupní napětí pro akumulátor **12V (12V – 15V)**
- ochrana proti přebití a zničení akumulátoru
- možnost trvalého připojení akumulátoru
- funkce automatického dobíjení a udržování náboje akumulátoru
- nabíjení na plný náboj akumulátoru
- nabíjení akumulátoru s kapacitou 50Ah
- možnost použití i do záložních zdrojů z hermetickými akumulátory
- možnost doplnit o ochranu proti přepólování akumulátoru

[24]



Obrázek 21: Zapojení řídicích prvků obvodu UC3906 podle doporučení výrobce.

[25]



Obrázek 22 :Kompletní blokové schéma obvodu UC3906.

[26]

Obvod UC3906 a jeho funkce

- optimální kontrola maximální kapacity a životnosti baterie
- vnitřní nastavení na tři nabíjecí režimy
- precizně nastavená napěťová reference z vynikající teplotní stálostí
- kontrola napětí a proudu na výstupu z nabíječky
- integrovaný proudový monitor a kontrola výstupního napětí
- možnost externí teplotní kontroly pro nastavení napěťové reference obvodu
- maximální výstupní proud obvodu na vývodu (PIN16) je 25mA
- obvod kontroluje stav výstupu – zamezení poškození při zkratu a proudovém přetížení
- monitorovací výstupy (7 Power indicate, 8 Over-charger terminace, 9 Over-charger indicate, 10 State level control)

[27]

11.1.1 Výpočet řídicích rezistorů (označení z obrázku: 21).

Proud I_D se volí v rozmezí 50 až 100 μA

$$R_C = \frac{U_{REF}}{I_D} \quad \text{Rovnice 22}$$

$$R_C = \frac{U_{REF}}{I_D} = \frac{2,3}{50 * 10^{-6}} = \underline{46k\Omega}$$

$$R_{SUM} = R_A + R_B = \frac{U_4 - U_{REF}}{I_D} \quad \text{Rovnice 23}$$

$$R_{SUM} = R_A + R_B = \frac{U_4 - U_{REF}}{I_D} = \frac{13,8 - 2,3}{50 * 10^{-6}} = \underline{230k\Omega}$$

$$R_D = \frac{U_{REF} \cdot R_{SUM}}{U_3 - U_4} \quad \text{Rovnice 24}$$

$$R_D = \frac{U_{REF} \cdot R_{SUM}}{U_3 - U_4} = \frac{2,3 * 230 * 10^3}{16,2 - 13,8} = \underline{220,4k\Omega}$$

$$R_X = \frac{R_C \cdot R_D}{R_C + R_D} \quad \text{Rovnice 25}$$

$$R_X = \frac{R_C \cdot R_D}{R_C + R_D} = \frac{47 * 10^3 * 220 * 10^3}{47 * 10^3 + 220 * 10^3} = \underline{38,7k\Omega}$$

$$R_A = (R_{SUM} + R_X) * \left(1 - \frac{U_{REF}}{U_1}\right) \quad \text{Rovnice 26}$$

$$\begin{aligned} R_A &= (R_{SUM} + R_X) * \left(1 - \frac{U_{REF}}{U_1}\right) = \\ &= (230 * 10^3 + 38,7 * 10^3) * \left(1 - \frac{2,3}{12,6}\right) = \underline{219,7k\Omega} \end{aligned}$$

$$R_B = R_{SUM} - R_A$$

Rovnice 27

$$R_B = R_{SUM} - R_A = 230 * 10^3 - 220 * 10^3 = \underline{10k\Omega}$$

$$R_T = \frac{U_{IN} - U_1 - U_{REF}}{I_D}$$

Rovnice 28

$$R_T = \frac{U_{IN} - U_1 - U_{REF}}{I_T} = \frac{18 - 12,6 - 2,3}{0,01} = \underline{310\Omega}$$

$$R_S = \frac{0,25}{I_{MAX}}$$

Rovnice 29

$$R_S = \frac{0,25}{I_{MAX}} = \frac{0,25}{5} = \underline{0,05\Omega}$$

[28]

Vypočítané hodnoty rezistorů se v praxi nevyrábějí, proto je potřeba pomocí sériové kombinace dosáhnout vypočtených hodnot. Rezistory jsou vybrány z řady E12, s kovovou vrstvou, tolerancí $\pm 1\%$ a jmenovité zatížení při 70°C je $0,5\text{W}$.

$R_C = 46k\Omega$, kombinace rezistorů $R = 16k\Omega$ a $R = 30k\Omega$.

$R_D = 220,4k\Omega$, kombinace rezistorů $R = 100k\Omega$ a $R = 120k\Omega$ a pomocí potenciometru se doladí přesná hodnota.

$R_A = 219,7k\Omega$, kombinace rezistorů $R = 200k\Omega$ a $R = 18k\Omega$ a pomocí potenciometru se doladí přesná hodnota.

$R_B = 10k\Omega$, kombinace rezistorů $R = 10k\Omega$.

$R_T = 310\Omega$, kombinace rezistorů $R = 200\Omega$ a $R = 110\Omega$.

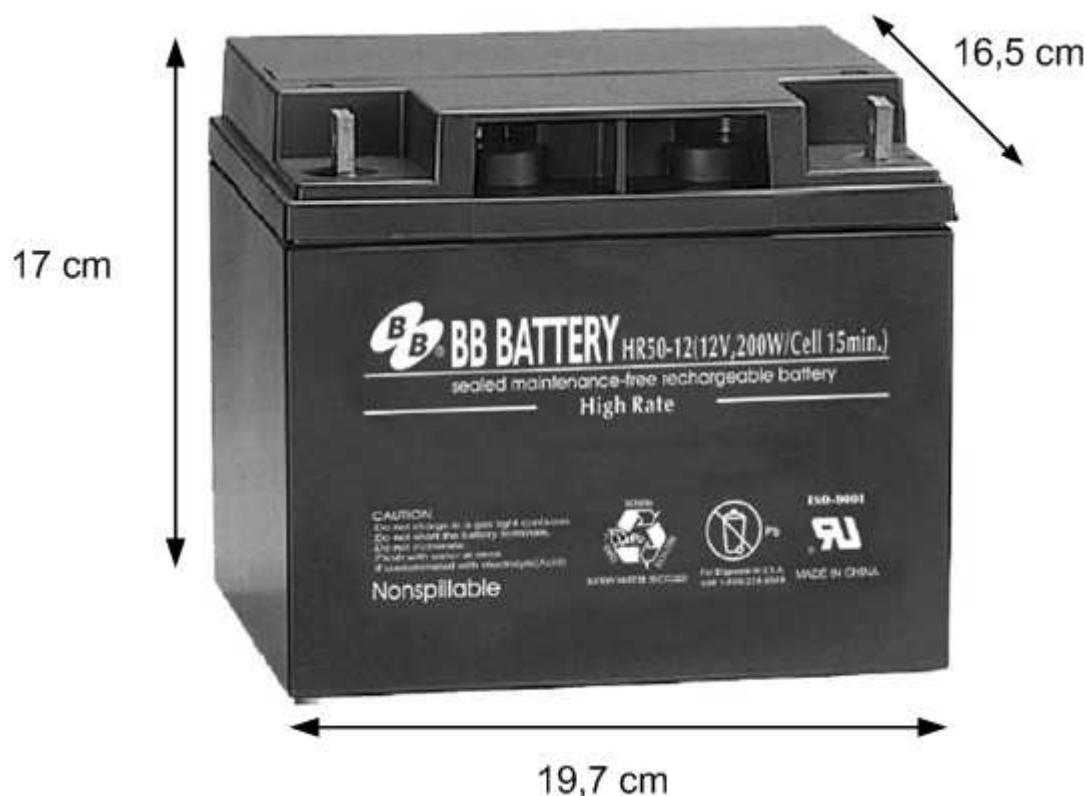
12 Akumulátor

Modelová řada HR - optimální životnost 5 let. Použití: především záložní zdroje, ale i vysoko zátěžová použití. Olověný gelový akumulátor velmi vysoké kvality. Konstruovaný pro aplikaci v nejnáročnějších prostředích. Vhodný pro použití především v záložních zdrojích (UPS), elektronických požárních systémech (EPS), elektronických zabezpečovacích systémech a telekomunikacích. Kvalitu akumulátorů, použitých např. v záložních zdrojích, zajišťuje několik vlastností. Jednou z hlavních je požadavek na stejné fyzikální vlastnosti jednotlivých bateriových článků, zapojených sériově nebo sério-paralelně. Při splnění této podmínky je zaručena vysoká životnost. Akumulátory zn. BB tuto podmínku splňují. [29]

Tabulka 10) Základní parametry dle výrobce.

Napětí akumulátoru	12 V
Kapacita	50Ah
Rozměry	19,7x16,5x17cm (Délka x Šířka x Výška)
Přibližná hmotnost	15.3kg
Maximální vybíjecí proud	600A po dobu 5s
Typ	bezúdržbový

V tabulce 10) vidíme souhrn základních parametrů akumulátoru, tak jak je uvádí výrobce.



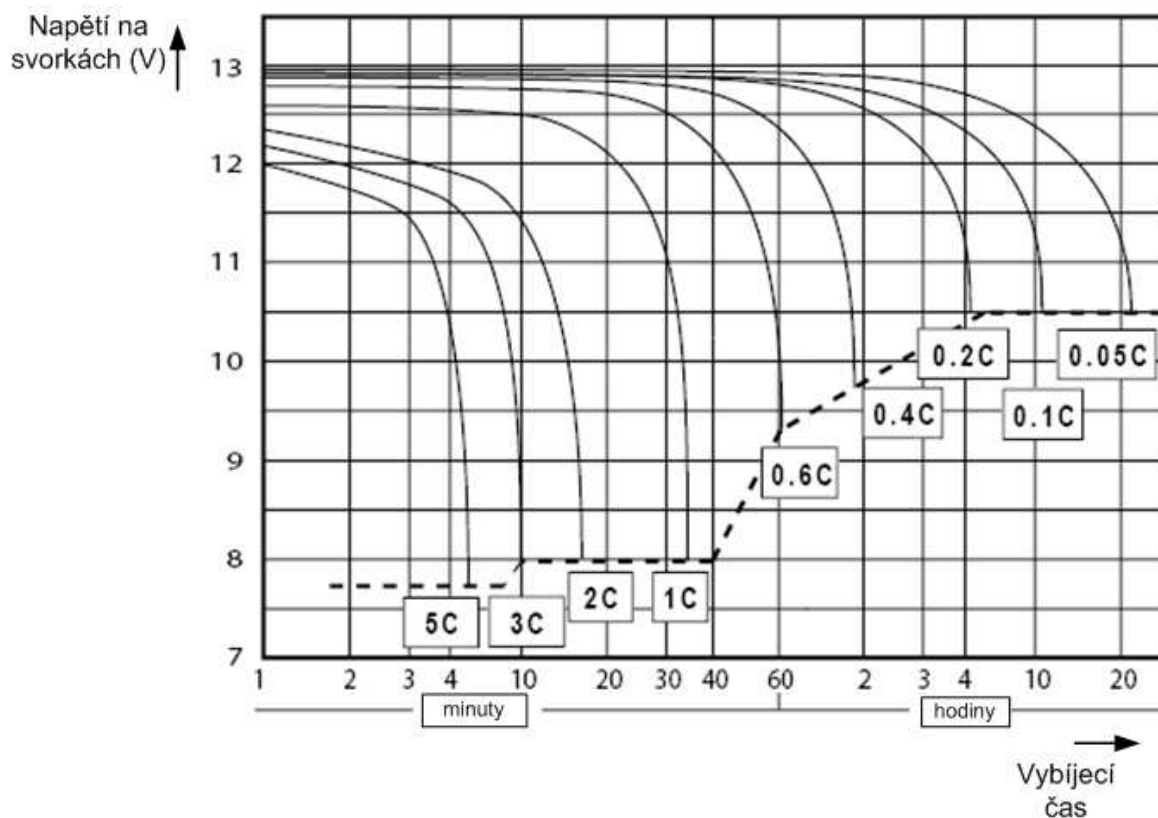
Obrázek 23: Akumulátor včetně rozměrů od výrobce.

Tabulka 11) Vybíjecí výkonová charakteristika při 25°C.

Konečné Napětí (V)	Vybíjecí čas (min)							
	5	10	15	20	30	40	50	60
	Výstupní výkon (W)							
10,8	2050	1400	1014	865	658	500	418	368
10,2	2450	1563	1103	916	685	519	431	376
9,6	2625	1644	1153	950	700	531	440	383
9,0	2700	1675	1178	965	709	538	445	386
8,4	2750	1698	1191	974	714	541	449	389
7,8	2775	1713	1200	980	718	544	451	390

[30]

Tabulka 11) obsahuje vybíjecí výkonovou charakteristiku při dané teplotě. Vidíme, jak se mění výstupní výkon v závislosti na vybíjecím čase.



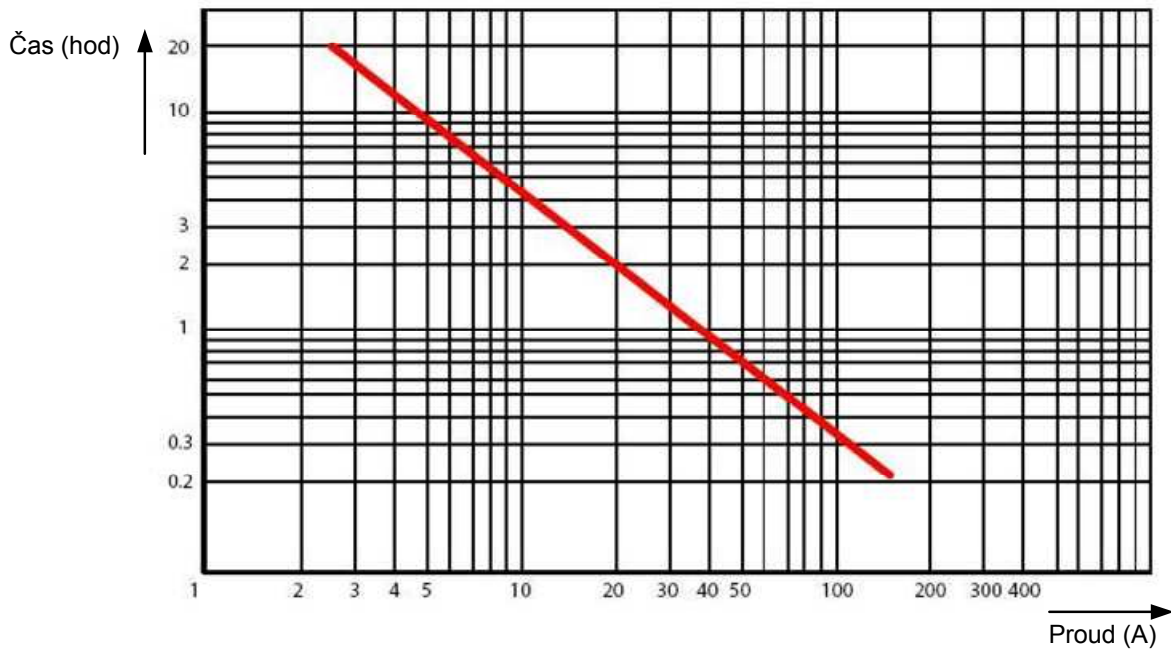
Obrázek 24: Vybíjecí křivky akumulátoru při 25°C, závislé na hodnotě odebraného proudu.

[31]

Tabulka 12) Vybíjecí proud ve vztahu ke kapacitě akumulátoru.

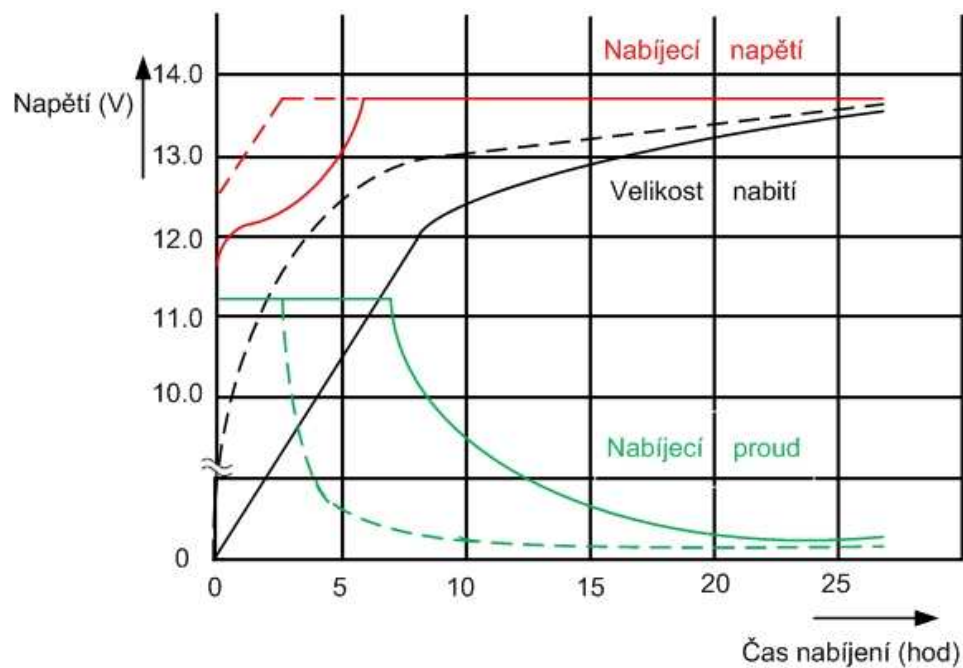
Násobek kapacity	Vybíjecí proud (A)
0,05C	2,5
0,1C	5
0,2C	10
0,4C	20
0,6C	30
1C	50
2C	100
3C	150
5C	250

Tabulka 12) má informativní charakter o hodnotách vybíjecích proudů.



Obrázek 25: Závislost doby vybíjení na velikosti vybíjecího proudu.

[32]



Legenda				
<u>50% vybití</u>	<u>100% vybití</u>	Nabíjení při teplotě 20°C	Nabíjení konstantním napětím 2,275V/článek	Nabíjení konstantním proudem 5A

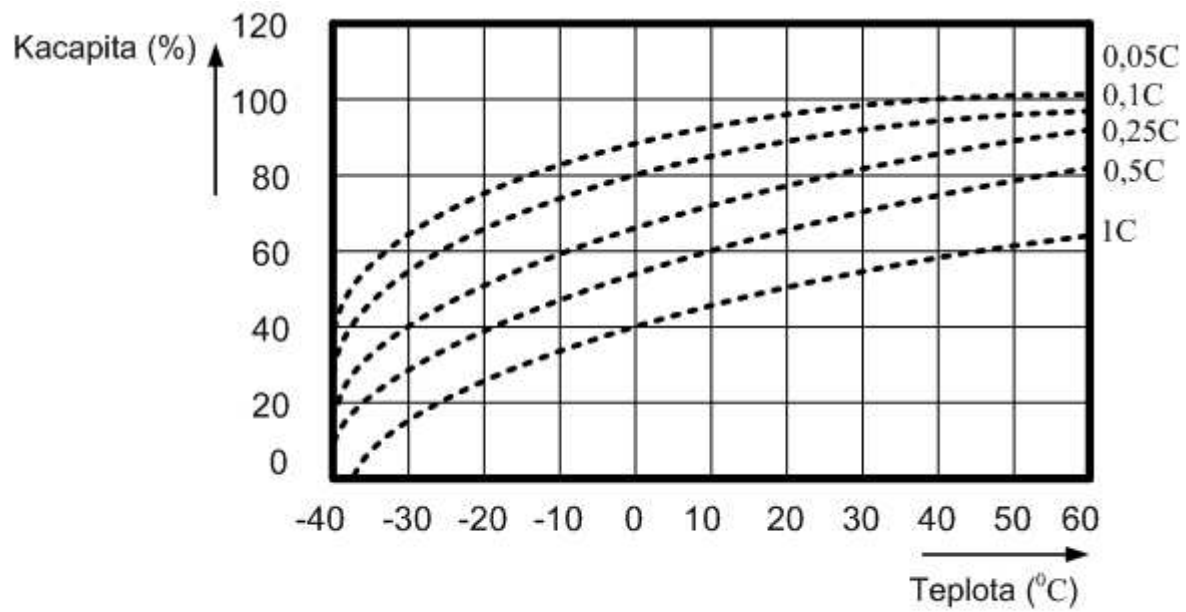
Obrázek 26: Nabíjecí charakteristika akumulátoru při pohotovostním režimu, v závislosti na stupni nabití akumulátoru.

[33]

Tabulka 13) Hodnoty napětí na akumulátoru v nezatíženém stavu při 25°C.

Aktuální stav	Akumulátor	Článek
100%	12,7V	2,12V
90%	12,5V	2,08V
80%	12,42V	2,07V
70%	12,32V	2,05V
60%	12,2V	2,03V
50%	12,06V	2,01V
40%	11,9V	1,98V
30%	11,75V	1,96V
20%	11,58V	1,93V
10%	11,31V	1,89V
0%	10,5V	1,75V

[34]



Obrázek 27: Závislost velikosti kapacity na teplotě.

[35]

13 Závěr

Při závěrečném zhodnocení této Bakalářské práce, jsem se seznámil s problematikou záložních zdrojů, která je velice široká. Počínaje problematikou se zdroji energie používaných v záložních zdrojích. Dále použití specifikované topologie pro dané potřeby uživatele. Práce obsahuje jak rozebrání praktického využití záložních zdrojů tak i popsání jejich vlastností podle vlastní topologie.

V druhé polovině práce je návrh části záložního zdroje pro monitor na jednotku intenzivní péče. Práce obsahuje kompletní blokové schéma návrhu, včetně popsání jednotlivých dílčích bloků v systému.

14 Seznam literatury

- [1] H. Markiewitz, A. Klajn : Resilience Improving Reliability with Standby Power Supplies
k dispozici na: www.leonardo-energy.org/drupal/node/3001
- [2] UPS Standards IEC 62040-3 / EN 50091-3
k dispozici na : www.mgeups.com/techinfo/techpap/articles/0248-e.pdf
- [3] http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=34522, [8] [cit. 14.10.2008]
- [4] <http://www.tretipol.cz/index.asp?clanek&view&470>, [1] [4] [6] [cit. 30.10.2008]
- [5] <http://biom.cz/index.shtml?x=639172>, [2] [3] [5] [cit. 5.11.2008]
- [6] www.caaei.org/anexos/84.doc, [9] [10] [11] [12] [cit. 18.11.2008]
- [7] www.eon.cz/
- [8] <http://www.ups.cz/>
- [9]
<http://www.processor.com/Editorial/article.asp?article=articles/p2545/22p45/22p45.asp&guid>
- [10] <http://www.usace.army.mil/publications/armytm/tm5-693/c-1.pdf>
- [11] <http://www.sinetech.co.za/upsselect.htm>
- [12]
<http://www.pge.com/includes/docs/pdfs/mybusiness/customerservice/energystatus/powerquality/ups.pdf>
- [13] http://ecmweb.com/powerquality/electric_selecting_ups_system/
- [14]
<http://www.pge.com/includes/docs/pdfs/mybusiness/customerservice/energystatus/powerquality/ups.pdf>
- [15]
http://www.benning.de/UPS_systmy.3.1.3.66.html?PHPSESSID=52d7cd23e3599e217b31cf95f0bb41c9
- [16] <http://www.automatizace.cz/article.php?a=1132>
- [17] http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28445
- [18] <http://power-tech.cz/>
- [19] <http://www.enviros.cz>
- [20] <http://p-z.cz/product.php?id=166&sid=162>, [7] [cit. 18.12.2008]

- [21] FAKTOR, Z. Transformátory a cívky - vlastnosti materiálů a efektivní návrh transformátorů. Praha: BEN - technická literatura, 2002. [13] [cit. 12.2.2009]
- [22] Datasheet, Improved charging methods for lead-acid batteries using the UC3906. Texas Instruments Incorporated, 1999. [24] [25] [26] [27] [28] [cit. 2.3.2009]
- [23] <http://www.solarnavigator.net> [34] [cit. 27.3.2009]
- [24] <http://www.powersonic.com/> [35] [cit. 2.4.2009]
- [25] <http://www.battery.cz/> [29] [cit. 2.4.2009]
- [26] <http://www.bb-battery.com/> [30] [31] [32] [33] [cit. 19.3.2009]
- [27] Doc. Ing. Vlastislav Novotný, CSc, Dr.Ing.Pavel Vorel, Doc.Dr.Ing.Miroslav Patočka. Přednášková skripta: *NAPÁJENÍ ELEKTRONICKÝCH ZAŘÍZENÍ*. Brno: FEKT, VUT, [14] [15] [16] [19] [23] [cit. 22.3.2009]
- [28] Katalogový list výrobce. Integrované stabilizátory řady 78xx. [17] [20] [cit. 3.4.2009]
- [29] Ing. Jiří Hammerbauer, Přednášková skripta:*ELEKTRONICKÉ NAPÁJECÍ ZDROJE A AKUMULÁTORY*. Plzeň: FEL, ZČU, 1998. [18] [21] [22] [cit. 4.4.2009]
- [30] <http://www.gme.cz>
- [31] <http://www.ges.cz>
- [32] HUMLHANS, J. Inteligentní nabíječky s obvody MAXIM, Praha: BEN - technická literatura, 2002.