VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

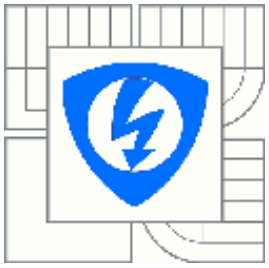
NÁHRADNÍ ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE V BUDOVÁCH

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR´S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

FRANTIŠEK POLÍVKA

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: František Polívka ***ID:*** 106724
Ročník: 3 ***Akademický rok:*** 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Náhradní zdroje elektrické energie v budovách

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Úvod do náhradních zdrojů - obecné rozdělení.
2. Statické náhradní zdroje - základní informace.
3. Rotační náhradní zdroje - základní informace.
4. Návrh náhradních zdrojů pro zadaný objekt.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 7.2.2011 ***Termín odevzdání:*** 26.5.2011

Vedoucí práce: Ing. Jan Novotný

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
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 části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Bibliografická citace práce:

POLÍVKA, F. *Náhradní zdroje elektrické energie v budovách.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 64 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Novotný.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

……

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

NÁHRADNÍ ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE V BUDOVÁCH

ALTERNATIVE SOURCES OF ELEKTRICAL ENERGY IN BUILDINGS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR´S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

FRANTIŠEK POLÍVKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN NOVOTNÝ

BRNO 2011

ABSTRAKT

Tématem bakalářské práce jsou náhradní zdroje elektrické energie v budovách. Práce by měla seznamovat s aktuálními typy náhradních zdrojů. Hlavními reprezentanty náhradních zdrojů jsou statické zdroje - UPS a rotační zdroje - motorgenerátory. První část bakalářské práce rozděluje náhradní zdroje dle různých hledisek, například struktury, funkce a hlavních parametrů. Druhá část se zabývá, návrhem náhradního zdroje pro zadaný objekt. Cílem této práce je shrnout všechny poznatky o náhradních zdrojích, zhodnotit jejich výhody, nevýhody, informovat o oblastech jejich použití a v praxi navrhnout náhradní zdroj pro konkrétní objekt.

KLÍČOVÁ SLOVA: náhradní zdroj; UPS (zdroj nepřetržitého napájení); motorgenerátor; doba zálohování; výkon

ABSTRACT

The topic of the bachelor´s thesis is alternative sources of electric energy in buildings. First of all, the thesis presents the up-to-date types of alternative sources. The main alternative sources are the static resources such as UPS and the rotary convertors such as motor-generator. The first part bachelor´s thesis I divided and described the alternative sources according to the point of view for example structure, functions and main parameters. The second part deals, design alternative sources for the specified object. The aim of this thesis is to summarize all the knowledge of the alternative sources to analyse their pros and cons and to alternative information about their usage, and in practice, to propose an alternative source of a particular object.

KEY WORDS: alternative source; UPS (Uninterrptible Power System); motorgenerátor; backup time; power

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ 9

SEZNAM TABULEK 10

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK 11

1 ÚVOD 12

2 NÁHRADNÍ ZDROJE 13

2.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ 13

2.2 OBLASTI POUŽITÍ NÁHRADNÍCH ZDROJŮ 13

2.3 BEZPEČNOST NÁHRADNÍCH ZDROJŮ 14

2.4 PORUCHY NAPÁJENÍ 15

3 STATICKÉ NÁHRADNÍ ZDROJE – UPS 16

3.1 ZÁKLADNÍ POJMY 16

3.1.1 USMĚRŇOVAČ 16

3.1.2 STŘÍDAČ 16

3.1.3 AKUMULÁTOROVÉ BATERIE 17

3.1.4 BYPASS 17

3.2 ZÁKLADNÍ DĚLENÍ 17

3.3 FUNKČNÍ TYPY UPS 21

3.3.1 UPS OFF-LINE 21

3.3.2 UPS LINE-INTERAKTIV 21

3.3.3 UPS ON-LINE – DVOJÍ KONVERZE 22

3.3.4 UPS ONLINE S JEDNOU KONVERZÍ 23

3.3.5 UPS ON-LINE – DELTA KONVERZE 24

3.3.6 POROVNÁNÍ TYPŮ A KRITERIA PRO VOLBU UPS 25

3.4 SHRNUTÍ KAPITOLY 29

4 ROTAČNÍ NÁHRADNÍ ZDROJE 30

4.1 MOTORGENERÁTORY 30

4.1.1 VLASTNOSTI MOTORGENERÁTORU 30

4.2 ROTAČNÍ ZAŘÍZENÍ NEPŘERUŠITELNÉHO ZÁSOBOVÁNÍ ELEKTŘINOU 32

4.2.1 DYNAMICKY ROTAČNÍ SYSTÉM UPS (DRUPS) 32

POPIS ČINNOSTI 34

4.3 SHRNUTÍ KAPITOLY 35

5 NÁVRH NÁHRADNÍHO ZDROJE PRO NOUZOVÉ OSVĚTLENÍ 36

5.1 POPIS ZADANÉHO OBJEKTU 36

5.2 NOUZOVÉHO OSVĚTLENÍ 36

5.3 SVÍTIDLA S VLASTNÍM ZDROJEM 37

5.4 SVÍTIDLA S CENTRÁLNÍM ZDROJEM 38

5.4.1 NÁVRH SVÍTIDLA 38

5.4.2 NÁVRH UPS 39
5.4.3 NÁVRH KABELU 43
5.5 ROZDÍL MEZI NÁHRADNÍM OSVĚTLENÍM S VLASTNÍM ZDROJEM NEBO S CENTRÁLNÍM ZDROJEM UPS 43
5.5.1 EKONOMICKÉ SROVNÁNÍ NÁKLADŮ ZA DVACET LET 43
5.5.2 HLAVNÍ VÝHODY A NEVÝHODY OBOU DRUHŮ NAPÁJENÍ 45
6 NÁVRH NÁHRADNÍCH ZDROJŮ PRO ZÁSUVKY 47
6.1 NÁVRH UPS 47
6.1.1 DALŠÍ VLASTNOSTI UPS 48
6.2 NÁVRH MOTORGENERÁTORU 50
6.2.1 DALŠÍ PŘÍSLUŠENSTVÍ K DA NA PŘÁNÍ: 51
6.3 ZPŮSOB PROPOJENÍ DA A UPS 52
6.4 NÁVRH PŘEPÍNACÍ LOGIKY MEZI RH A RD 52
7 ZÁVĚR 56
POUŽITÁ LITERATURA 57
PŘÍLOHY 59
PŘÍLOHA A 59
PŘÍLOHA B 60
PŘÍLOHA C 61
PŘÍLOHA D 62
PŘÍLOHA E 63
PŘÍLOHA F 64

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 3-1 Principielní schéma stejnosměrného náhradního zdroje *18*
Obr. 3-2 Schéma paralelního zapojení UPS *19*
Obr. 3-3 Redundantní zapojení UPS s oddělenými bypassy a vývody *20*
Obr. 3-4 Principielní schéma UPS Off-line *21*
Obr. 3-5 Principielní schéma UPS Line-interaktiv *22*
Obr. 3-6 Principielní schéma UPS on-line dvojí konverze *23*
Obr. 3-7 Principielní schéma UPS on-line s jednou konverzí *24*
Obr. 3-8 Principielní schéma UPS on-line delta konverze *24*
Obr. 3-9 Celková účinnost delta a dvoj konverzní UPS *27*
Obr. 4-1 Principielní schéma motorgenerátoru s blokem automatiky *31*
Obr. 4-2 Dieselový motor s mechanickou a indukční spojkou *33*
Obr. 4-3 Dynamický rotační zdroj - normální režim *34*
Obr. 4-4 Dynamický rotační zdroj - přepnutí do režimu dieselmotor *34*
Obr. 4-5 Dynamický rotační zdroj - režim dieselmotoru *35*
Obr. 4-6 Dynamický rotační zdroj - přepnutí zpět do normálního režimu *35*
Obr. 5-1 Rozdělení nouzového osvětlení *36*
Obr. 5-2 Svítidlo Modus *37*
Obr. 5-3 Návrh kabelu 1-CYKY 3x35+16 ..... *38*
Obr. 5-4 APC Smart-UPS RT 8000VA 230V *40*
Obr. 5-5 Graf pro dobu provozu UPS *42*
Obr. 5-6 SURT192XLBP Battery Unit *42*
Obr. 6-1 APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V *48*
Obr. 6-2 Graf doby provozu UPS *49*
Obr. 6-3 Dieselagregát - Broadcrown John Deere BCJD 90 ..... *50*
Obr. 6-4 Rozměry motorgenerátoru *51*
Obr. 6-5 Schéma propojení UPS a Dieselagregátu *52*
Obr. 6-6 Liniové schéma přepínání mezi hlavním přívodem a dieselagregátem *54*
Obr. A-1 Vypínací charakteristika jističe BC160N-100-L, 100 A *59*
Obr. C-2 Graf účinnost typu APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V [1] *61*
Obr. E-3 Schéma propojení rozvaděčů *63*
Obr. F-4 Silový obvod přepínaní napájení z hlavního obvodu *64*

SEZNAM TABULEK

Tab. 3-1 Charakteristika různých typu UPS *25*

Tab. 3-2 Porovnání tří typu UPS online *28*

Tab. 5-1 Parametry svítidla Modus I *37*

Tab. 5-2 Cenová rozvaha návrhu NO s vlastním zdrojem *38*

Tab. 5-3 Parametry svítidla Modus I *39*

Tab. 5-4 Výkonová tabulka svítidla Modus I *39*

Tab. 5-5 Výstup z APC Smart-UPS RT 8000VA 230V *40*

Tab. 5-6 Vstup do APC Smart-UPS RT 8000VA 230V *40*

Tab. 5-7 Parametry baterie SURT192XLBP Battery Unit *41*

Tab. 5-8 Cenová rozvaha návrhu NO s centrálním zdrojem *43*

Tab. 5-9 Porovnání nákladu nouzového osvětlení za dvacet let *44*

Tab. 5-10 Součet nákladu nouzového osvětlení *44*

Tab. 6-1 Výkonová tabulka pro návrh DA a UPS *47*

Tab. 6-2 Výstup z APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V *47*

Tab. 6-3 Vstup do APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V *48*

Tab. 6-4 Parametry baterie a doba doběhu [1] *49*

Tab. 6-5 Základní informace o motorgenerátoru [20] *50*

Tab. 6-6 Celkové rozměry motorgenerátoru *51*

Tab. B-1 Rozměry a provozní prostředí UPS typu APC Smart-UPS RT 8000VA 230V [2]: *60*

Tab. B-2 Rozměry a provozní prostředí baterie SURT192XLBP Battery Unit [2]: *60*

Tab. C-3 Komunikace a správa UPS typu APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V [1]: *61*

Tab. C-4 Fyzické rozměry a provozní prostředí UPS typu APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V[1]: *61*

Tab. D-5 Technické parametry dieselagregátu Broadcrown –John Deere 40 - 400kVA, 50 Hz – 3 fázový, BCJD 90 [20]: *62*

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

UPS	Uninterrptible Power System
AVR	Automitic Voltage Regulativ
VA	Volt Ampér
V	Volt
A	Ampér
W	Watt
Hz	Hertz
dB	decibel
°C	stupňů Celsia
Pa	Pascal
m	Metr
l	Litr
ot/min	Otáček za minutu
l/h	Litrů za hodinu
m^3/s	Metrů krychlových za sekundu
Kg	Kilogram
mm	Milimetr
DRUPS	Dynamické rotační systémy UPS
DA	Dieselagregát
ČSN	Československé státní normy
EN	Evropská norma
DPH	Daň z přidané hodnoty
EPS	Elektrická požární signalizace
CE	Conformité Européenne
EU	Evropská unie
EC	Evropská komise
NO	Nouzové osvětlení
nn	Nízké napětí

1 ÚVOD

Naše technicky vyspělá společnost se vyznačuje značnou energetickou náročností, lze v podstatě říci, že existence dnešní společnosti je životně závislá na zásobování energií, v konečné spotřebitelské podobě především elektrickou energií, a to v dostatečném množství i kvalitě. Hlavně pak dnešní zařízení informační techniky, která pronikla téměř do všech společenských sfér takovým způsobem, že ohrožení jejich funkce nespolehlivou dodávkou elektrické energie je často nepřípustné. Stoprocentní dodávku elektrické energie nemůže žádná veřejná rozvodná síť koncovému spotřebiteli zaručit, a právě proto jsou využívány náhradní neboli záložní zdroje elektrické energie. Náhradní zdroje elektrické energie jsou zdroje, jejichž hlavním úkolem je zabezpečit napájení elektrickou energií i při výpadku z veřejně dostupných napájecích sítí. Výpadek elektrické energie často může vést nejen k ekonomickým ztrátám, ale také k negativním dopadům na bezpečnost osob. Dále se náhradní zdroje mohou využívat v oblastech, kde není přivedeno napájení ze sítě. Pro tyto účely slouží mobilní náhradní zdroje, jejichž oblast využití představuje například stavebnictví.

2 NÁHRADNÍ ZDROJE

2.1 Základní rozdělení

Základní rozdělení náhradních zdrojů elektrické energie je následující.

Podle druhu výstupního napětí [10]:

- stejnosměrné
- střídavé
- kombinované

podle druhu a způsobu přeměny [10]:

- rotační zdroje
- statické zdroje

Mezi rotační zdroje řadíme motorgenerátory, které přeměňují primární energii (palivo nejčastěji diesel) na energii elektrickou. Rotační zdroje obsahují spalovací hnací motor a elektrický generátor (alternátor). Mezi základní vlastnosti rotačních zdrojů řadíme: dobu najetí soustrojí, hlučnost chodu, zásobníky (nádrže) paliva.

Kategorie statických zdrojů nám představuje UPS - Uninterrptible Power System (Nepřerušitelný Zdroj Napájení). Tyto zdroje pracují na principu uchování elektrické energie v bateriích (akumulátorech) a její přeměny ve střídači na elektrickou energii s parametry napájecí sítě. Náhradní zdroje UPS, kromě funkce náhrady výpadku síťového napájení, obvykle zabezpečují i filtraci napěťových poruch, jako jsou vysokofrekvenční rušení a pulzní přepětí.

Podle zapojení a způsobu činnosti lze UPS zdroje rozdělit do tří skupin [21]:

- off-line
- line-interaktive
- on-line

Hlavním rozdílem mezi motorgenerátory a UPS je v tom, z jakého typu zdroje je energie do spotřebiče dodávána (palivo/baterie) a časem jejich odezvy na výpadek napájecí sítě. Aktuální východisko zajištění nepřerušitelné dodávky elektrické energie pak spočívá ve spoluprácí UPS a motorgenerátoru. UPS se používá hlavně k překlenutí krátkodobých výpadku, síť filtruje a stabilizuje. Motorgenerátor nám zabezpečí dodání elektrické energie po delší dobu.

2.2 Oblasti použití náhradních zdrojů

Objekty, ve kterých může nečekané provozní nebo havarijní přerušení dodávky elektrické energie ohrozit zdraví nebo životy lidí nebo způsobit velké finanční ztráty, mají zajištěnu dodávku elektrické energie z několika nezávislých zdrojů.

Zajištění dodávky elektrické energie se rozděluje do tří stupňů podle důležitosti zásobování [21].

1. Se zvýšenou provozní spolehlivostí - dodávka musí být zajištěna za každých okolností, všude tam, kde přerušení dodávky může způsobit, buď ohrožení lidských životů, nebo velké finanční ztráty. Zde musí být zajištěna dodávka ze dvou na sobě nezávislých napájecích zdrojů.
2. S obvyklou provozní spolehlivostí – způsobí velké ekonomické škody, aniž by došlo k ohrožení života. Zde je zajištěna dodávka podle místních poměrů.
3. Jednoduché zařízení – připojení na jeden napájecí zdroj, nevyžaduje dalšího speciálního zajištění.

Objekty se zvýšenou provozní spolehlivostí jsou například nemocnice, některé průmyslové podniky (důlní závody), letecké řídící provozy a strategické objekty pro chod a řízení státu. Zde se pro zabezpečení napájení většinou používá kombinace statické UPS a motorgenerátoru.

Do druhé skupiny se řadí velké průmyslové podniky, kde by vlivem havarijního stavu došlo k přerušení dodávky elektrické energie, například automatizované linky uprostřed pracovního procesu. Náhradní zdroj nám pak zajistí dojetí linky a dokončení určitého cyklu, tak aby se zmenšily co nejvíce ekonomické ztráty. Zde se jako náhradní zdroj energie většinou instalují motorgenerátory, je možné tu instalovat i UPS, u kterých se ale nevyužijí její hlavní přednosti, její bez výpadkové přepnutí. UPS má menší přetížitelnost než rotační zdroje, ale hůře se s UPS realizují delší záložní časy. Když je požadavek na delší dobu napájení, může se použít již zmíněná kombinace UPS a motorgenerátoru.

Do poslední skupiny řadíme místa, kde se shromažduje velké množství osob, například divadla, školy, úřady atd. Zde slouží náhradní zdroj pro napájení nouzového osvětlení únikových cest. Minimální dobu svícení nouzového únikového osvětlení nám určují požární předpisy dané budovy. Nouzové osvětlení únikových cest má dosáhnout 50% požadované osvětlenosti do 5 *s* a plného svícení do 60 s po výpadku elektrické sítě. Jako záložní zdroj zde použijeme UPS.

Další využití náhradních zdrojů, které současná společnost vyžaduje pro výrobu zboží a poskytování služeb, závisí na dokonale funkci mnoha elektronických systémů, jako jsou počítače, řídicí systémy, bezpečnostní a kontrolní systémy, výpočetní a datová centra a další. Tyto systémy mohou být využívány v bankách, pojišťovnách, telekomunikacích, dopravě, armádě, průmyslu, zdravotnických zařízeních a mnoha dalších. Chod těchto zařízení je v konečném důsledku závislý na nepřetržité přítomnosti elektrické energie za všech okolností. V první řadě je důležitý dobrý výběr technologie pro řešení zálohování elektrické energie, který se v různých objektech pro různá elektrická zařízení liší.

2.3 Bezpečnost náhradních zdrojů

Při použití rotačního náhradního zdroje, kde hlavní částí je soustrojí poháněné spalovacím motorem, jsou kladeny na zajištění bezpečnosti osob a majetku další nároky. Uplatňují se tyto bezpečnostní činitele: hořlavost a výbušnost pohonných hmot, chvění soustrojí, hlučnost provozu, toxicita zplodin hoření. Proto se musí strojovny pro náhradní zdroje řídit danými normami a vyhláškami. Norma nám udává přesné údaje o stavebních úpravách strojoven s ohledem na větrání, uložení základu soustrojí, nasávací a výfukovou soustavu, palivové i olejové

hospodářství. Při uskladnění náhradního zdroje ve strojovně musí tato místnost splňovat následující požadavky. Měla by být krytá, suchá, bezprašná, s co nejmenšími změnami denních teplot. Dále by se měla řídit požadavky, které určují jednotliví výrobci. Než je náhradní zdroj v dané strojovně uveden do provozu, je provedena výchozí revize. Protože jde v podstatě o elektrickou provozovnu, platí zde náležitá bezpečnostní opatření. Ta omezuje vstup do strojovny jen na pověřené a oprávněné osoby, předepisuje vybavení bezpečnostními sděleními (tabulkami), pokyny pro obsluhu, schématem zapojení, provozním řadem, požárním řádem atd. [17].

2.4 Poruchy napájení

Jak již bylo zmíněno, výpadek rozvodné sítě může způsobit nedozírné následky. Ale proč k těmto výpadkům dochází? Důvodů muže být více. Většina problémů s napájením pochází z veřejných rozvodných sítí, které vznikají na úkor dlouhých přenosových vzdáleností, nepříznivých meteorologických podmínek a neočekávaných katastrofických událostí. Problémy s napájením mohou ale také vzniknout při spouštění zařízení s velkým počátečním odběrem elektrické energie (motory, transformátory). Dále je pak způsobují vadné součásti lokálních rozvodů (rozvaděče, jističe, kabelové vedení) nebo konstrukční vada samotných technologií.

Zmíněné problémy způsobují poruchy střídavého napětí/proudu. Zabránit zmiňovaným problémům a zajistit tak stabilitu napájení je možné následujícími opatřeními [18]:

- **přechodové jevy** - přepěťová ochrana, tlumivky, UPS
- **mžikové přerušení napájení** – UPS
- **změny frekvence** - UPS, nastavení generátoru
- **pulzující napětí** - stabilizátor napětí, UPS
- **přepětí a podpětí** - stabilizátor napětí, transformátor, UPS
- **harmonické poruchy** - stabilizátor napětí, filtr, transformátor, UPS,
- **proudové rázy** - filtr, UPS, přemístění citlivé technologie
- **elektromagnetický šum** - přemístění rušících prvků, úprava uzemnění a stínění, přemístění citlivé technologie, izolační transformátor

Tyto zařízení nám sice odstraní problém s kvalitou a dodávkou elektrické energie, ale je nutné si uvědomit, že může dojít i k jejich selhání. Dnešní záložní zdroje se snaží počítat i s tímto problémem a jsou na to konstruovány.

3 STATICKÉ NÁHRADNÍ ZDROJE – UPS

UPS se poprvé objevily na trhu již v roce 1970 a byli to UPS typu online. Už tehdy splňovaly požadavky z hlediska nepřetržitého napájení bez prodlevy a kvality dodávky, což bohatě stačilo tehdejším počítačovým systémům. Vývoj a rozšiřování nových technologií do všech společenských sfér měl za následek i pokrok ve vývoji UPS, která byla upravena tak, aby vyhovovala potřebám v různých oblastech použití. V roce 1980 byla vytvořena UPS typu Off-line a o deset let později UPS Line-interaktiv. Dále se postupně zdokonaloval typ On-line a kromě typu s dvojí konverzí byl vytvořen typ delta konverze [4].

3.1 Základní pojmy

Hlavní úkolem záložního zdroje UPS je zajištění kontinuálního (nepřetržitého) napájení elektrickou energií i v případě poruchy. UPS má tu vlastnost, že dále tuto síť stabilizuje, filtruje napěťové poruchy a signalizuje její stav. V případě výpadku sítě se energie odebírá ze zásobníku elektrické energie. Zdroj UPS můžeme zjednodušeně rozdělit na silovou elektrickou a řídící elektronickou část. Pod pojmem silová elektrická část si lze představit vzájemnou kombinaci těchto celků - střídač, usměrňovač, bypass, zásobník energie (např. akumulátorové baterie) a doplňující části jako jsou odvětrávání skříně UPS, filtrační obvody apod.

3.1.1 Usměrňovač

Usměrňovač je měnič pro usměrnění střídavého napětí sítě na stejnosměrné napětí, kterým se nabíjí akumulátorové baterie, případně je to měnič pro napájení střídače v normálním provozu on-line zdroje. Pro napájení střídače nejsou kladeny velké požadavky na kvalitu napětí, naopak nabíjení akumulátorové baterie musí splňovat požadavky určené typem použité baterie. U všech typů používaných akumulátorových baterií musí nabíjecí napětí obsahovat co nejmenší podíl střídavé složky, dané v konkrétních případech výrobcem baterie, protože vyšší obsah střídavé složky nabíjecího proudu snižuje životnost baterie. Usměrňovač musí být dimenzován k plnému znovu nabití baterie v reálném čase, tím je myšleno takové nabití baterie, jaké je potřeba pro nový úplný zálohovací cyklus. Tento čas je různě dlouhý a záleží na tom, zda-li dochází k meziodběru elektrické energie z baterie. Usměrňovač může být neřízený (diodový), tyristorový nebo tranzistorový. Pro malé výkony je usměrňovač jednofázový, pro větší výkony trojfázový.

3.1.2 Střídač

Střídač (Inventor) je měnič pro přeměnu stejnosměrného napětí baterie na střídavé napětí dodávané zátěži. Pro zdroje menších a středních výkonů to bývá střídač tranzistorový, vytvářející střídavé výstupní napětí obdélníkového nebo sinusového typu. Filtrační obvody nám sice omezují obsah vyšších harmonických, ale ne tak dokonale, proto jsou střídavé zdroje s výstupním nesinusovým průběhem nevhodné pro napájení spotřebičů citlivých na obsah vyšších harmonických. Zapojení s výstupním napětím obdélníkového průběhu je používáno u levnějších UPS zdrojů typu Off-line. U zdrojů velkých výkonů se používají tyristory. Zapojení střídače a jeho řídící obvody určují parametry výstupního napětí střídavého zdroje. Výstup ze střídače může být jednofázový nebo trojfázový nezávisle na počtu fází usměrňovače.

Střídač a usměrňovač může být realizován jedením energeticky obousměrným měničem. Střídač a usměrňovač nám určuje základní elektrické parametry zdroje UPS, což jsou výkon, napětí, frekvence, účinnost a obsah vyšších harmonických [25].

3.1.3 Akumulátorové baterie

V případě přerušení napájení z rozvodné sítě přechází střídavý zdroj na bateriový provoz z připojené akumulátorové baterie. Akumulátorové baterie jsou zdroje schopné opakovaného nabíjení a vybíjení. Akumulátorové baterie, které jsou zpravidla konstrukční součástí jednotky UPS, slouží jako zásobník energie. Tvoří ji skupina propojených akumulátorových článků. V UPS se používají výhradně gelové plynotěsné bezúdržbové baterie např. niklkadmiové. Kapacita baterie určuje maximální dobu bateriového provozu. Může být v délce od několika minut k překlenutí krátkodobých poruch sítě, pro řízené odstavení zálohovaných spotřebičů nebo k naběhnutí náhradního zdroje např. dieselagregátu, až po několik hodin například při napájení nouzového osvětlení budovy. Dalším parametrem baterie je doba, která je potřebná k znovu nabití a obnovení plné zálohovací schopnosti. Významným parametrem je také doba životnosti baterie, která se vyjadřuje buď počtem cyklů (nabíjení, vybíjení), nebo dobou provozu v letech (bývá v rozmezí 3 – 10 let, ale může být i delší). To se však odráží na pořizovací ceně. Jelikož baterie nám podstatnou měrou může ovlivňovat cenu UPS zdroje, protože je jednou z komponent, která se za dobu provozu zdroje několikrát obmění, je dobré dát jejímu výběru a posléze užívání v provozu dostatečnou pozornost.

3.1.4 Bypass

Bypass (obtok), je náhradní elektrická cesta zřízená paralelně k jednotce UPS, která má funkci přemostění UPS v případě jeho poruchy, při přetížení (automatický obtok) nebo při servisu, kdy bývá vybaven manuálním bypassem. Bypass musí zajistit toto přepnutí v co nejkratším čase, řádově do 10 ms. **Bypass se vyskytuje** pouze u typu **UPS On-line**.

3.2 Základní dělení

Základní rozdělení těchto zdrojů je dáno jejich výkonem. Výkon se na UPS většinou udává jako zdánlivý výkon, jehož jednotkou je voltampér (VA). Tento výkon je větší než daný jmenovitý výkon udávaný ve watech. Při výběru UPS je výkon jedním z hlavních parametrů, na který je třeba brát zřetel. Nejdříve je důležité určit, co bude při výpadku rozvodné sítě napájeno z náhradního zdroje energie, a podle toho zvolit typ zdroje a jeho jmenovitý výkon. Jak je známo, většina elektrotechnických zařízení není zatěžována jmenovitým výkonem, ale je zde ponechána určitá rezerva. Proto se také v praxi doporučuje instalovat UPS o výkonu 50 až 80 % větším, než je současně známá velikost zátěže. Protože mnohdy nedokážeme přesně určit potřebný jmenovitý výkon, můžeme použít tzv. modulární UPS. Tento zdroj je navržen tak, aby si každý uživatel mohl sám podle aktuální potřeby nakonfigurovat požadovaný výkon a dobu zálohování a to přidáváním jednotlivých elektronických a bateriových modulů.

Výkonové řady podle typu zapojení UPS (převzato [18]):

- Off-line UPS 0 - 500VA
- Line- Interaktivní 0,5 – 5 kVA
- Dvoj konverzní On-line UPS 5 - 5000 kVA
- Delta konverzní On-line UPS 5 - 5000 kVA

Podle druhu výstupního napětí lze UPS dělit:

Stejnosměrné náhradní zdroje

Tento způsob zálohování vyžaduje spotřebiče konstruované pro napájení stejnosměrným napětím. Při přerušení dodávky síťového napájení slouží k bezporuchovému odstavení výrobního zařízení nebo zajištění nouzového osvětlení.

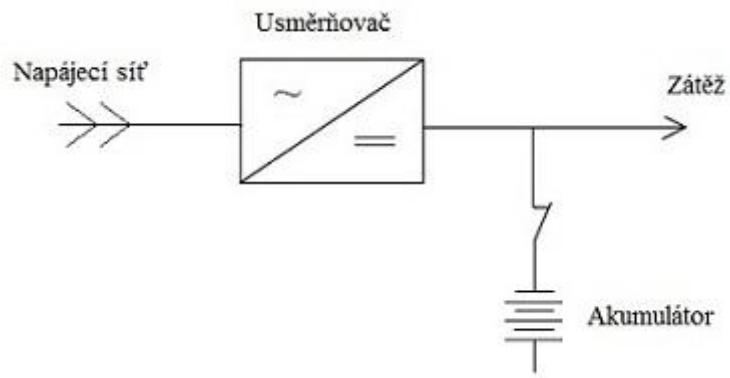
Stejnosměrné záložní zdroje (obr. 3-1 [23]) mají výstupní napětí (převzato z [10]):

- 12V pro systémy v radiových sítích a zabezpečovací technice
- 24V pro zařízení v průmyslové automatizaci nebo nouzové osvětlení
- 48V pro aplikace v oblasti telekomunikací
- 110V, 220V energetika

Stejnosměrné náhradní zdroje jsou realizovány jako On-line zdroje. Standardně se doba zálohování u těchto zdrojů pohybuje v hodinách. Měnič vytvářející stejnosměrné napětí obvykle pracuje na principu spínané technologie, která má vysokou účinnost a stabilitu výstupního napětí při velkých změnách vstupního napětí nebo zatížení.

Nevýhody toho systému jsou (převzato [12]):

- potřeba existence spotřebičů a přístrojů pro stejnosměrné napájení
- je zapotřebí dvojích rozvodů
- jako zálohovací pohon se používá méně spolehlivý a na údržbu složitější stejnosměrný motor včetně spouštěcích obvodů
- závislost na jednom napájení, komplikující situaci v případě poruchy zdroje



Obr. 3-1 Principielní schéma stejnosměrného náhradního zdroje

Střídavé náhradní zdroje

Dle prodlevy při přechodu do záložního chodu (a zpět) tyto zdroje rozdělujeme na:

- On-line - reagují okamžitě, nemají prodlevu
- Off-line, Line-interaktiv – mají určité zpoždění, řádově v jednotkách ms

Zpoždění, které nastává u typu UPS (offline a line-interaktiv), je tak malé, že neovlivní správnou funkčnost elektrických spotřebičů (např. PC) nebo neovlivní jejich užitné vlastnosti

(např. žárovka, zářivky). Jsou však elektrická zařízení, která svou konstrukcí a principem činnosti vyžadují stabilizované napájení bez jakéhokoliv zpoždění (např. výbojky). Některá zařízení vyžadují sinusový tvar výstupního napětí, jsou to například elektrické motory, cívky relé a stykačů a dalších zařízení.

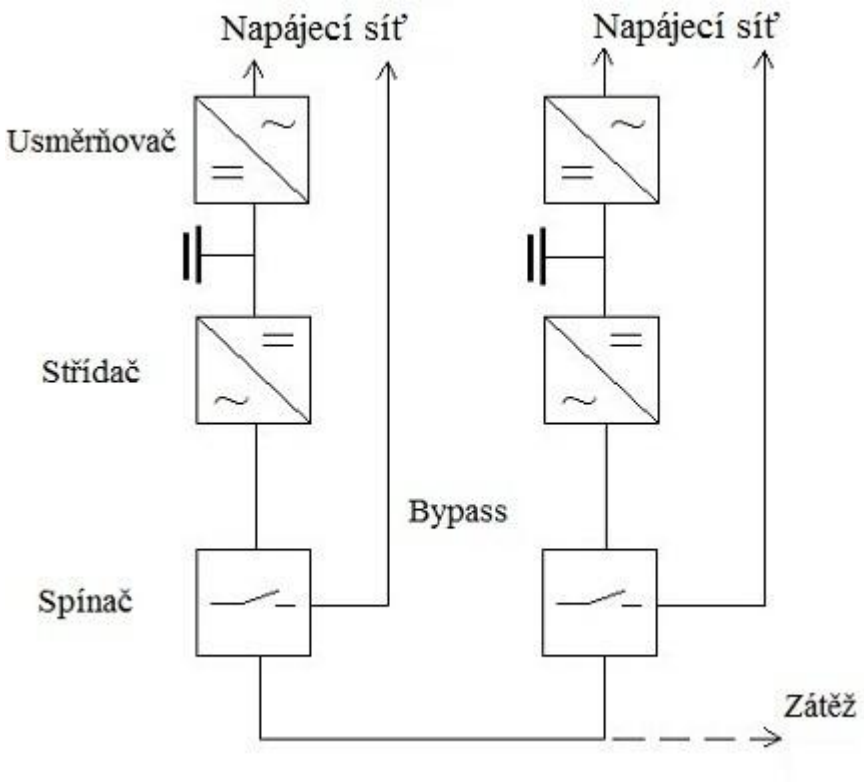
Podle tvaru výstupního napětí v záložním chodu:

- On-line sinusový tvar
- Off-line, line interaktiv – obdélníkový tvar výstupního napětí

Uspořádání UPS

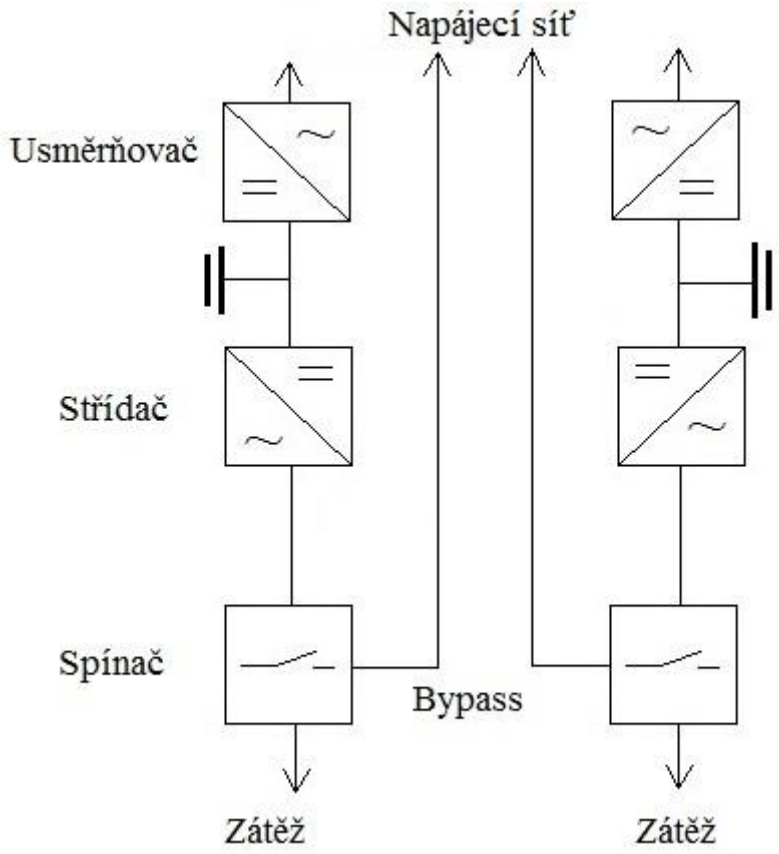
Jednotky UPS se mohou různě spojovat a vyvářet tak větší zálohovací výkon. UPS se může uspořádat buď:

Paralelně - Toto uspořádaní, je tvořeno několika paralelně zapojenými jednotkami UPS (obr. 3-2 [10]). Jejichž střídače pracují synchronně a většinou mají zařízení pro rozdělování výkonu. Tímto zapojením vytvoříme větší zálohovací výkon systému. Dále může být částečně paralelní UPS, u kterého má systém společný usměrňovač a stejnosměrný meziobvod s baterií. Střídače jsou zde řazeny paralelně. UPS v těchto případech je realizována jako jediná UPS, která může obsahovat i bypass.



Obr. 3-2 Schéma paralelního zapojení UPS

Redundantně – je složen z několika jednotek UPS (obr. 3-3 [10]), minimálně však ze dvou, které jsou provozovány tak, aby zkvalitnili spolehlivost záložního zdroje. Vždy je aktivní jedna jednotka, zbylé jsou v pohotovostním režimu pro případ nečekaného přetížení nebo havárie. Dojde-li k poruše jedné jednotky, lze za chodu bez omezení výkonu tuto jednotku odpojit a podle možnosti vyměnit nebo opravit. I zde se dá zapojení doplnit o bypass a tím zvýšit její spolehlivost. Toto uspořádání je vhodné pro zálohování zařízení větších výkonů, kde se počítá s paralelním řazením jednotek.



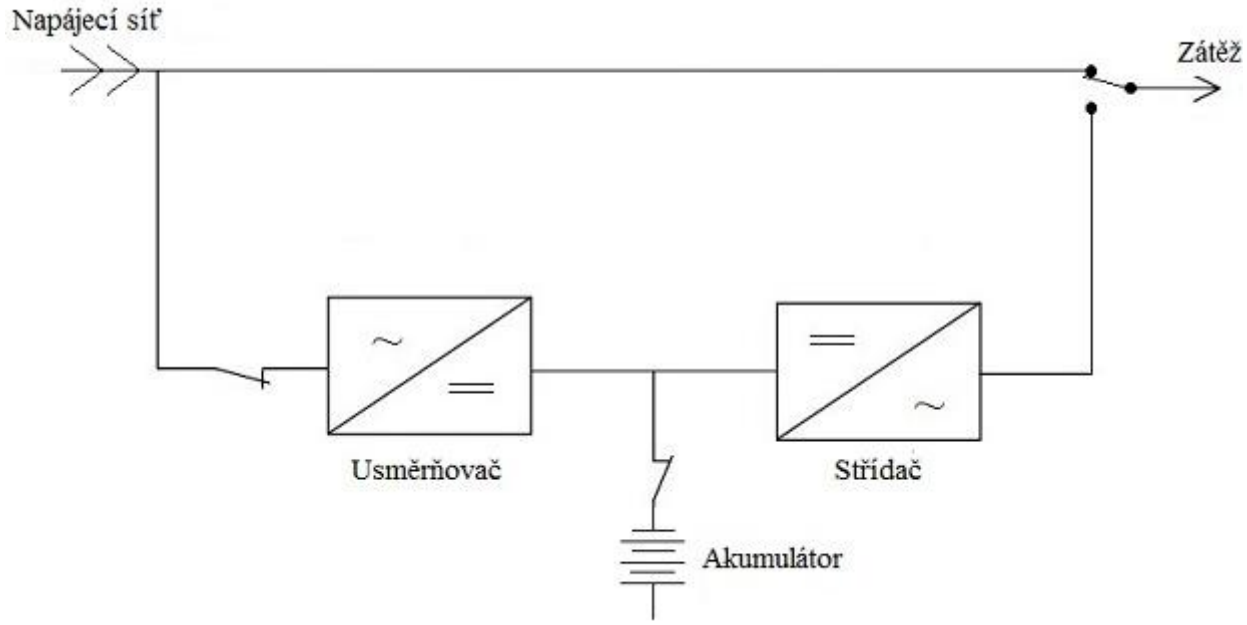
Obr. 3-3 Redundantní zapojení UPS s oddělenými bypassy a vývody

3.3 Funkční typy UPS

3.3.1 UPS off-line

Tento typ je nejjednodušší záložní zdroj UPS. Měnič, který dodává výstupní střídavé napětí z baterií, je v činnosti pouze v případě, kdy parametry vstupního napětí nesplňují přesně dané podmínky (zpravidla 230 V +10/ -15 %). Jsou- li hodnoty vstupní sítě v toleranci, je vstup spojen s výstupem přes odrušovací filtr nebo transformátor, který zabezpečuje průchod napěťových špiček a upravuje tvar výstupního napětí. Zpoždění při přechodu do záložního chodu je většinou 5 ms. Doba zpoždění nám v mnoha případech vyhovuje, protože je překlenuto filtračními obvody napájecích zdrojů spotřebičů.

Doba, kterou vydrží v chodu tento záložní zdroj, je dána hlavně kapacitou baterie, bývá to mezi 5 až 18 minutami. Zdroje typu off-line nemají možnost přidání externího bateriového modulu pro rozšíření doby zálohování. Tyto zdroje jsou vhodné pro zálohování běžných spotřebičů, jako jsou počítače, osvětlení apod., a také v prostředí, kde nejsou značné problémy s kvalitou elektrické sítě. Naopak nejsou vhodné pro napájení motorů, zářivek a dalších zařízení využívajících sinusový tvar výstupního napětí nebo nulové zpoždění při přechodu na zálohový režim. Principielní schéma je naznačeno na obr. 3-4 [23].

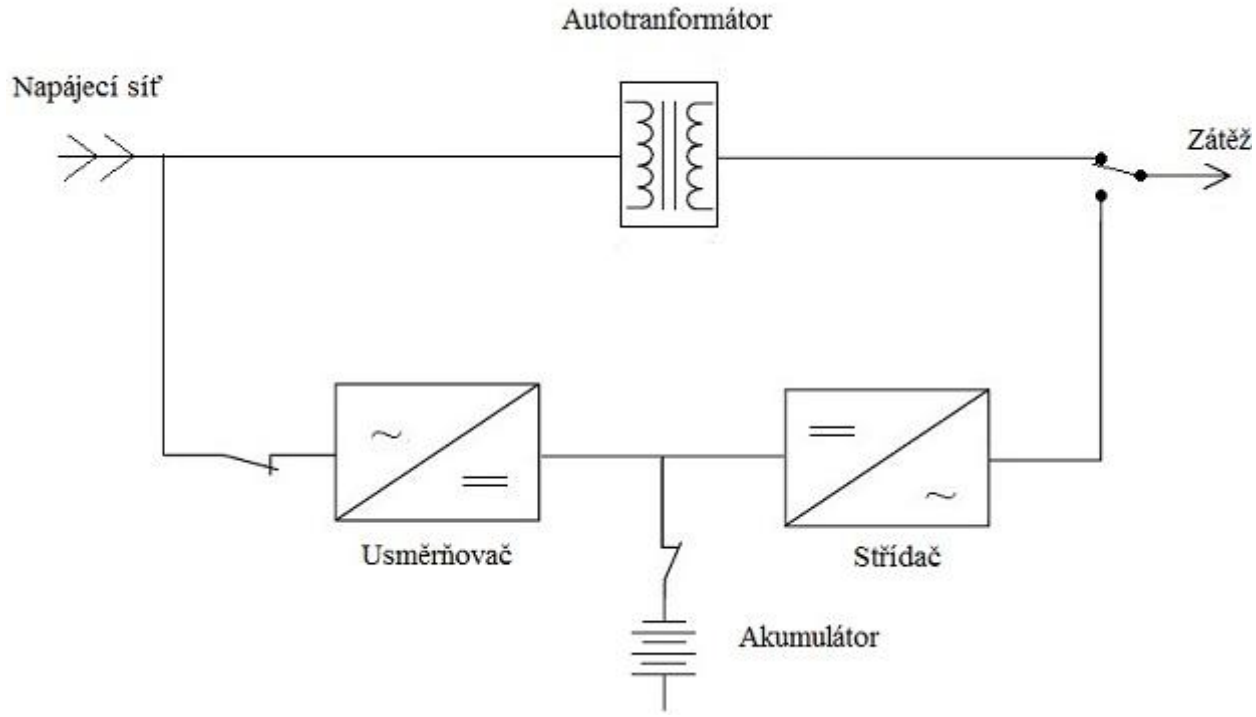


Obr. 3-4 Principielní schéma UPS Off-line

3.3.2 UPS line-interaktiv

Tento záložní zdroj je mezistupněm mezi zapojením Off-line a On-line. Jak je vidět na obr. 3-5 [23], zapojení je téměř shodné se zapojením Off-line. Line-interaktiv se liší tím, že má vestavěný obvod AVR (Automatic Voltage regulativ). Ten zabezpečí práci UPS v režimu ze sítě i v případě trvalého podpětí nebo vstupního napětí. Stabilizace výstupního napětí probíhá bez přechodu do záložního chodu. Díky principu AVR mohou UPS Line-interaktiv pracovat se vstupní sítí v rozsahu 165 až 270V, některé typy mohou pracovat v rozmezí širším 145 až 270 V. Doba zálohy je dána vestavěnými bateriemi nejčastěji bývá 5 až 10 min, doba může být však i

delší podle kapacity akumulátoru. Uplatnění UPS Line-interaktiv je obdobné jako u off-line zdrojů a mohu být nasazeny i tam, kde se vyskytuje trvalé podpětí nebo přepětí v síti.



Obr. 3-5 Principielní schéma UPS Line-interaktiv

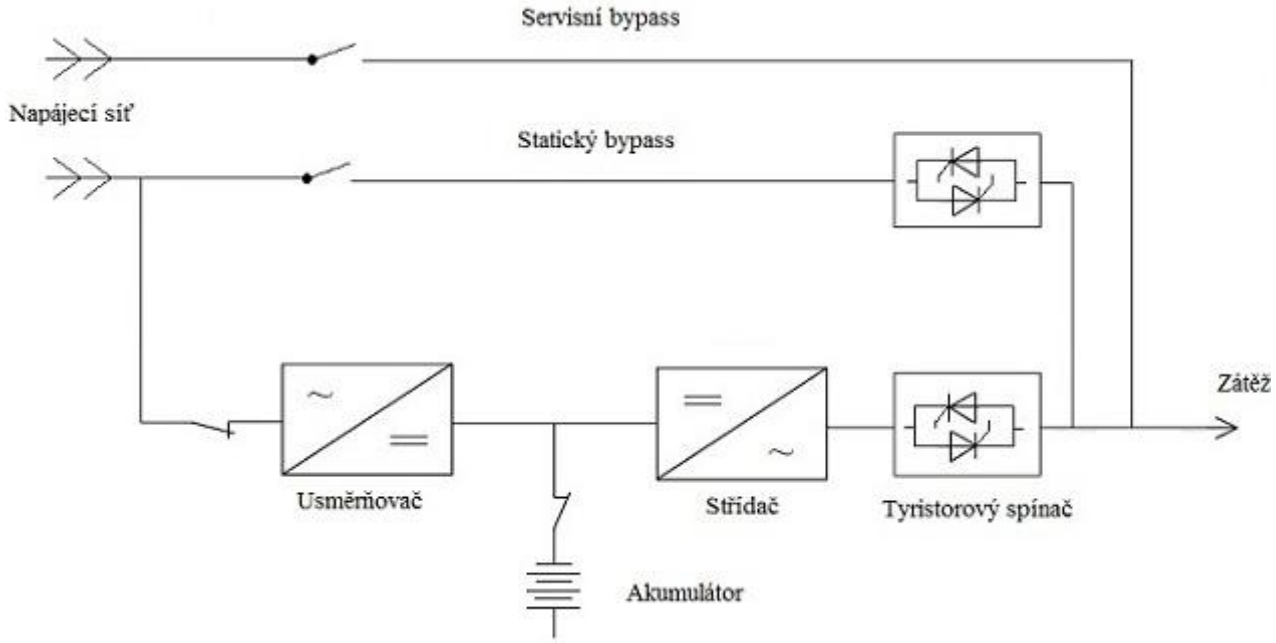
3.3.3 UPS on-line – Dvojí konverze

UPS tohoto druhu je jedním z nejkvalitnějších typů záložních zdrojů. Jak je vidět na obr. 3-6 [23], skládá se s těchto hlavních části:

- Usměrňovač
- Střídač
- Akumulátor
- Statický bypass
- Servisní bypass

Usměrňovač převádí střídavé napětí na stejnosměrné, je dimenzován tak, aby dokázal být současně zdrojem pro střídač a zároveň nabíječem pro akumulátor. Pro menší výkony je navržen jako jednofázový nebo třífázový neřízený (diodový) můstek. Pro větší výkony je pak navržen jako třífázový řízený můstek v 6 nebo 12 pulzním zapojení. Střídač převádí stejnosměrné napětí zpět na střídavé. Energie se tedy přemění dvakrát, proto se jí říká dvojí měnič. Při každé přeměně dochází ke ztrátám jak v usměrňovači, tak v střídači. V současné době dosahuje celková účinnost max. 95%. V případě výpadku sítě se přechod mezi síťovým a bateriovým režimem děje bez jakéhokoliv přepojování v silových obvodech, a tedy bez přechodných jevů na výstupu. Dodávka elektrické energie do spotřebiče zde probíhá bez prodlevy. UPS s dvojí přeměnou jsou vhodné pro napájení náročnějších spotřebičů s vysokými požadavky na kvalitu napájecí sítě.

U toho typu zapojení je možná modulární architektura, která nám umožňuje přidávat výkonové moduly záložního zdroje, dále možnost přidání bateriových modulů, a tak dosažení delší doby zálohování. Dále možnost paralelního nebo redundatního uspořádání. Tímto druhem je řešena velká část zálohovacích zdrojů zejména středních a vyšších výkonů. V praxi se používají pro napájení malých datových center, průmyslových aplikaci a zdravotnických přístrojů.

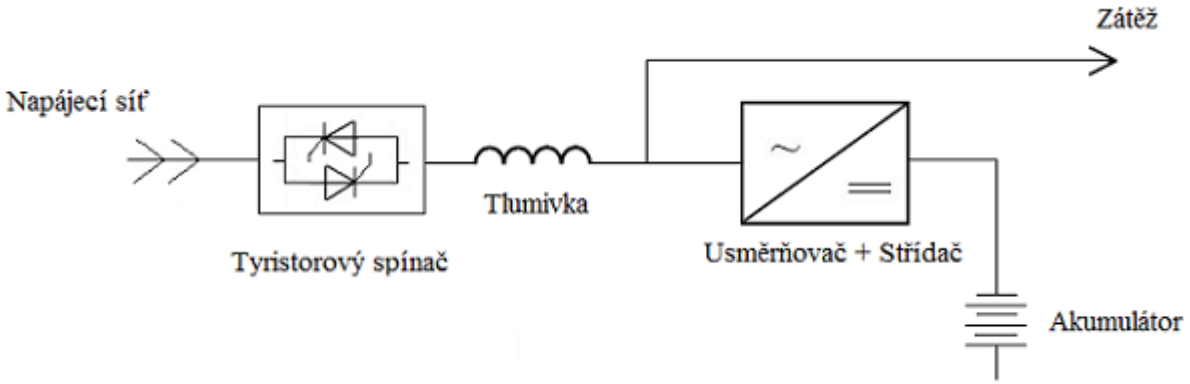


Obr. 3-6 Principielní schéma UPS on-line dvojí konverze

3.3.4 UPS online s jednou konverzí

Jak můžeme vidět na obrázku 3-7 [23], základními prvky tohoto systému je spínač, tlumivka, akumulátor a inventor (měnič). Hlavní rozdíl mezi jedno konverzními a dvoj konverzními UPS je v tom, že vstupní napětí není usměrněno a opět vystřídáno, ale přímo spojeno přes tlumivku s výstupem. Nejdůležitějším prvkem je obousměrný konvertor, který může zároveň pracovat jako střídač nebo jako usměrňovač. Je-li k výstupu UPS připojena zátěž, invertor bude odebírat proud z akumulátoru a dodávat střídavé napětí zátěži. Připojíme-li však k výstupu UPS generátor, invertor bude pracovat jako usměrňovač a bude dobíjet akumulátory.

Obousměrný tok energie je dán díky použití plného čtyř kvadrantového řízeného můstku, který dokáže zcela kontrolovatelně přenášet energii z výstupu na akumulátory, čímž je zajištěno nabíjení akumulátorů a jejich udržování v plně nabitém stavu při normálním provozu a případě potřeby odebírat proud z akumulátoru a dodávat na výstup střídavé napětí. Invertor zde má tedy funkci díky, které umí současně pracovat jako regulovaný dobíječ a zároveň stabilizátor výstupního napětí.

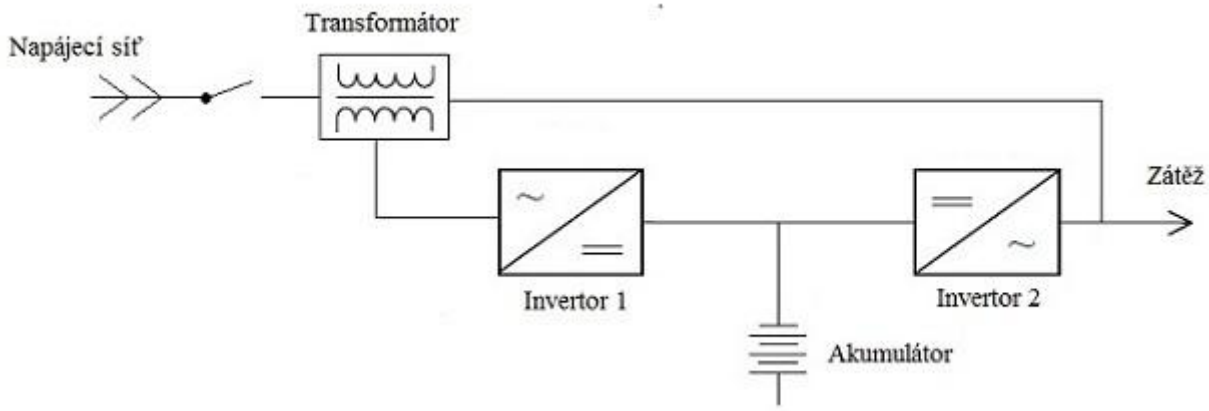


Obr. 3-7 Principielní schéma UPS on-line s jednou konverzí

3.3.5 UPS on-line – Delta konverze

Dále muže být UPS on-line v provedení s delta konverzí. Jak lze vidět na obrázku 3-8 [23] má dva invetory připojené ke společnému akumulátoru. Invertor 1 je převážně dimenzován na 20% celkového výkonu UPS. K napájecí síti je připojen přes transformátor. Invertor 2 je již plně dimenzovaný inventor, který má v podstatě stejnou úlohu jako invertor u jedno konverzní UPS, dále tento invertor udržuje stabilní a přesně regulované napětí na zátěži při chodu ze sítě i při chodu z akumulátoru. Invertor 1 se nazývá delta invertor a plní zde dvě funkce. Upravuje rozdíly mezi napětím na výstupu UPS a napětím ze sítě. Za druhé delta invertor řídí vstupní účiník, vstupní proud a reguluje tak dobíjení systému baterie. Výstupní střídavé napětí má sinusový průběh. Síťový vypínač zde má funkci ochrany proti zpětnému proudu.

U toho typu systému je možná také modulární architektura, vzdálený monitoring prostřednictvím webového rozhraní a paralelního uspořádání jednotek UPS, které zvyšuje zálohovací výkon. Delta konverzní UPS se nejčastěji používají k zálohování datových center, výrobních linek a dalších kritických průmyslových aplikací.



Obr. 3-8 Principielní schéma UPS on-line delta konverze

Shrnutí a porovnání hlavních parametrů jednotlivých funkčních typu UPS nám ukazuje tab. 3-1 (převzato [19]).

Tab. 3-1 Charakteristika různých typu UPS

	Rozsah výkonu [kVA]	Úprava napětí	Cena na VA	Účinnost	Stále spuštěný invertor
Offline	0 – 0,5	Nízká	Nízká	Velmi vysoká	Ne
Line interaktiv	0,5 - 5	Závisí na návrhu	Střední	Velmi vysoká	Závisí na návrhu
Online s dvojí konverzí	5 - 5000	Vysoká	Střední	Nízká - střední	Ano
Online s delta konverzí	5 – 5000	Vysoká	Střední	Vysoká	Ano

3.3.6 Porovnání typů a kriteria pro volbu UPS

3.3.6.1 Porovnání výhod a nevýhod jednotlivých typů

Porovnáním jednotlivých typů zapojení zjistíme jejich výhody a nevýhody, z toho pak můžeme snadno určit oblast použití. Ne, vždy potřebujeme všechny výhody, které poskytují ty nejkvalitnější typy zapojení UPS, proto volíme pro danou oblast použití to nejoptimálnější řešení.

Off-line [4]:

Výhody:

- jednoduchá struktura
- nižší pořizovací cena oproti jiným druhům UPS
- malá velikost

Nevýhody:

- není zde oddělná zátěž od proudu napájecí sítě
- delší doba odezvy na sepnutí (5 ms)
- bez regulace výstupního napětí
- bez regulace výstupní frekvence

Line – interaktiv [4]:

Výhody:

- cena může být nižší, než u dvojí konverze se stejným výkonem

Nevýhody:

- špatná ochrana proti přepětí a špičkám

- špatná efektivita při provozu na nelineární zátěži
- není zde oddělná zátěž od proudu napájecí sítě
- bez regulace výstupní frekvence

On-line Dvojí konverze [12]:

Výhody:

- přesná regulace výstupního napětí
- úplné oddělení zátěže od napájecí sítě
- ochrana před poruchami napájecí sítě
- stabilizace výstupního kmitočtu

Nevýhody:

- u velkých výkonu jsou zvýšené náklady na potlačení negativních vlivů vstupního usměrňovače na napájecí síť

On-line Jednou konverzí [12]:

Výhody:

- vysoká účinnost (96 až 97%)
- sinusový odběr
- přesná regulace napětí

Nevýhody:

- není možné korigovat kolísání frekvence
- horší odolnost proti velmi rychlým dějům v napájecí síti

Dále budeme porovnávat jednotlivé **online** typy s různými konverzemi. Typ s **dvojí konverzí**, který je asi nejrozšířenějším typem UPS, má oproti jedno konverzním systémům tyto výhody [10]:

- konstantní účinnost
- lepší řízení a nabíjení baterií zvyšuje jejich životnost
- větší rozsah vstupního napětí a frekvence
- použití i pro nekvalitní sítě a neharmonickým vstupním napětím

Nevýhody:

- za rušení vstupní sítě vyššími harmonickými
- vysoké vnitřní ztráty systému, dané tím, že veškerá energie je nejdříve usměrněna a poté opět vystřídána, ztráty při dvojí konverzi jsou 7-10 % v závislosti na výkonu a typu UPS

UPS s **jednou konverzí energie**, má proti dvoj konverzním tyto výhody [10]:

- vysoká celková účinnost, protože energie není dvakrát konvertována, ztráty systému se pohybují v rozmezí 3- 6 %.
- protože výstupní napětí má vždy sinusový průběh a protože vstupní tlumivka je lineární prvek, má i proud odebíraný ze sítě vždy sinusová průběh

Nevýhody:

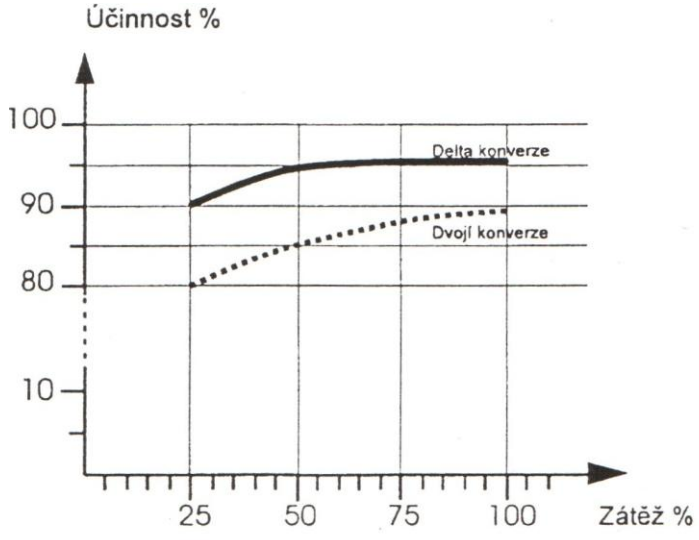
- proměnný účiník na vstupu UPS s ohledem na velikost a typ připojené zátěže, stav nabití baterie, velikost vstupního napětí (tento problém má i UPS s dvojí konverzí), ale u UPS s jednou konverzí se tento problém dá snadno vyřešit instalací kompenzačních jednotek
- celková účinnost UPS se mění v závislosti na velikosti vstupního napětí (např. přepětí na vstupu způsobuje snížení účinnosti), i přes toto snížení je celková účinnost stále dosti vysoká

Delta konverze

Výhodu tohoto zapojení vůči zapojení s dvojí konverzí:

- delta inventor přenáší části energie ze vstupu na výstup, přitom dvoj konverzní převádí energie do baterie a zpět, delta konverze tak šetří energii, což znamená, že má **vyšší účinnost**
- malé ztráty
- kompatibilita se všemi typy generátorů.

Delta konverze nám eliminuje nevýhody dvoj konverzních a jedno konverzních UPS a vytváří nám tak ideální řešení. Na obr. 3-9 (převzato [10]) je porovnání celkové účinnosti delta a dvojí konverze. Jak je vidět z grafu, u delta konverze je účinnost neobyčejně vysoká, křivka je plochá a nezávislá na síťovém napětí, to má za následek již zmíněné nízké ztráty i při neideálních podmínkách.



Obr. 3-9 Celková účinnost delta a dvoj konverzní UPS

Jak vyplívá z tabulky 3-2 (převzato [10]) porovnáním všech tří typu online UPS je zřejmé, že delta konverze se nejvíce blíží ideální UPS, to znamená, že má minimální plýtvání energií a žádné rušení sítě.

Tab. 3-2 Porovnání tří typu UPS online

Základní uspořádání	UPS s dvojí konverzí	UPS s jednou konverzí	UPS s Delta konverzí
Funkce obousměrného typu	Ano	Ano	Ano
Harmonické zkreslení	Ano > 30%	Ne	Ne
Jednotkový vstupní účiník	Ne	Ne, ale může být snadno kompenzován	Ano
Energetické ztráty systému do 10k VA	>10 – 15%	<8%	<5%
Energetické ztráty, střední systémy >10 kVA <100 kVA	>8 – 12%	<5%	<4%
Energetické ztráty, velké systémy nad 100 kVA	>6,5 – 10%	<4%	<3%

3.3.6.2 Kriteria volby

Ve většině případů při výběru různých druhů elektrických zařízení, je hlavním faktorem výběru cena. Úplně to neplatí při výběru zálohovacího systému vzhledem k tomu, že při výpadku rozvodné sítě může dojít k velkým škodám. Proto při výběru UPS cenu bereme až jako sekundární faktor.

Při výběru UPS by měla být brána na zřetel tato kritéria: [13]

- Výstupní výkon UPS
- Doba zálohování
- Kvalita napájecí sítě v místě použití UPS
- Kvalitu výstupního napětí UPS
- Charakter připojené zátěže
- Komunikace s UPS

O výstupním výkonu a době zálohovaní již byla zmínka v úvodu této kapitoly.

V místech s kvalitní napájecí sítí pro výkonově méně náročné spotřebiče postačí levnější zdroj s uspořádáním typu off-line nebo line-interaktiv. Tam, kde dochází k častému a rychlému kolísání napětí, nebo jiným obdobným poruchám sítě, je nutné použit zdroj typu on-line.

Dalším parametrem při výběru je kvalita výstupního napětí UPS. Když je třeba spotřebič napájet čistě sinusovým napětím, použijeme UPS online. U spotřebičů méně důležitých, kde nám stačí sinus modifikovaný, podobný lichoběžníku, použijeme zdroj UPS offline, line - interaktiv.

Charakter zátěže - důležitý je její účiník a tvar proudu, který je ze zdroje odebírán, dále pak velikost záběrného proudu při zapnutí spotřebiče.

Komunikace UPS s obsluhou bývá většinou:

- optická (LED dioda nebo LCD displej)
- akustická signalizace poruchy a manuální
- UPS s portem pro komunikaci s PC.

Optimální teplota okolí z hlediska životnosti baterie je 25° C. Při vyšší teplotě velmi klesá životnost baterie. Stejně tak i umístění baterie se řídí podle daných norem. Dnešní dobíjecí systémy jsou k baterii velmi šetrné a prodlužují její životnost.

3.4 Shrnutí kapitoly

Tato kapitola se zabývala statickými zdroji UPS. Nejdříve bylo provedeno jejich základní dělení podle různých hledisek a poté popis jejích funkcí. V závěru jsou jednotlivé druhy UPS porovnány. UPS má velký rozsah použití. Nevýhodou těchto systému je vyšší pořizovací cena, která je ale kompenzována množstvím výhod.

4 ROTAČNÍ NÁHRADNÍ ZDROJE

4.1 Motorgenerátory

Motorgenerátor je soustrojím, to znamená, že jsou zde mechanicky spojené dva stroje, v tomto případě je to motor a generátor. Tyto rotační zdroje jsou nasazovány všude tam, kde není vůbec přivedeno síťové napájení nebo je zapotřebí nahradit náhle výpadky elektrické energie po delší dobu.

Princip činnosti spočívá v tom, že spalovací motor vytváří točivý moment a alternátor v soustrojí motorgenerátoru převádí kinetickou energii na energii elektrickou. Motorgenerátory mohou být vybavený externí nádrží s automatickým přečerpáváním paliva, kterým se prodlužuje doba zálohování. Jak již bylo řečeno, jako palivo do motorgenerátorů může být použita nafta, benzín anebo zemní plyn popř. i bioplyn.

4.1.1 Vlastnosti motorgenerátoru

Motorgenerátory se skládají ze základních částí [10]:

- soustrojí motor-alternátor se zpětnovazebním řízením upevněné v rámu
- palivová nádrž, může být různých velikostí podle daného typu a výkonu motorgenerátorů

  (pro provoz do 10 hodin je zpravidla vestavěna v rámu soustrojí, pro delší chod nebo u motorgenerátoru větších výkonu obsahuje externí samostatnou nádrž s přečerpávacím systémem)
- startovací systém
- chladicí systém (chlazení vzduchem nebo vodou)
- blok automatiky

Podle činnosti se motorgenerátory rozdělují [10, 9]:

- single mode provoz jednoho zdroje
- záskokové zdroje (pracují pouze při výpadku vstupního napětí)
- neustále pracující zdroje (tam, kde není k dispozici síťové napětí, návrh těchto zdrojů musí být takový, aby zohledňovalo opotřebení díky trvalému provozu)
- kogenerační jednotky (dodávají elektrickou energii, ale využívají i odpadní teplo pro ohřev užitkové vody)
- multi mode provoz dvou nebo více paralelních zdrojů

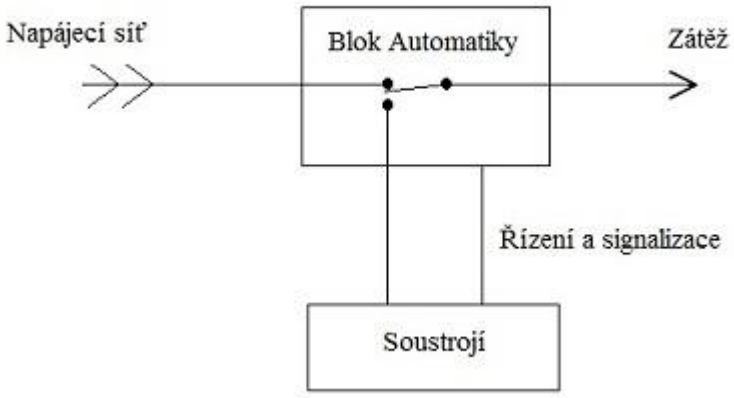
Ve většině případů jsou koncipované jako záskokové zdroje. Dodávají energii až po výpadku síťového napětí. Po startu motoru se na základě zpětných vazeb stabilizuje úroveň a frekvence napětí vyráběného za pomocí alternátoru. Jakmile je napětí alternátoru v daných mezích tolerance, za zhruba 10 sekund, motorgenerátor začne dodávat energii do připojených rozvodů. Motor se převážně zapíná automaticky s možností regulace prodlevy startu, aby nestartoval motor i při velmi krátkodobých výpadcích, viz obrázek 4-1 (převzato [10]).

Hlavní funkce bloku automatiky je [10]:

- připojení/odpojení napětí motorgenerátoru na rozvod
- start/stop motoru, opakování neúspěšného startu
- dobíjení startovací baterie
- kontrola správné funkce (tlak, olej, teplota, apod.)
- měření parametru (napětí, proud, frekvence, motohodiny)

Na bloku automatiky je možno nastavit režimy činnosti motorgenerátoru [10]:

- úplné odstavení motorgenerátoru
- režim automat, to znamená, že soustrojí automaticky startuje při výpadku veřejné napájecí sítě a po obnově se automaticky zastavuje
- ruční START/STOP
- režim TEST soustrojí se spustí pro kontrolu správné funkčnosti, ale spotřebiče odebírají energii z napájecí sítě



Obr. 4-1 Principielní schéma motorgenerátoru s blokem automatiky

Způsob startu motorgenerátoru [10]:

- ruční pomocí řemene (pro malé výkony)
- elektrický start využívající startér a baterie (nejčastěji používaný způsob)
- pneumatický start (pro výkon nad 1 MVA)

Z hlediska krytování dělíme motorgenerátory [10]:

- **bez krytování pro umístění do strojovny** - jedná se o klasické otevřené provedení vhodné k zástavbě do strojovny motorgenerátoru, hlučnost okolo 90-105 dB(A)/7m
- **s krytováním bez odhlučnění** - zde je vnější krytování soustrojí, bez protihlukové izolace
- **s krytováním a odhlučněním** - jedná se o vnější krytování (kapotování) soustrojí, které účinně omezuje nepříznivé vlivy počasí na chod motorgenerátoru (voda, vítr, sníh) a

zároveň omezuje hlučnost soustrojí do okolí na úroveň 70-75 dB(A)/7m, toto provedení je určeno do obytných zón a do míst, kde je kladen důraz na nízkou hladinu hluku

- **kontejnerové provedení** - jedná se o umístění soustrojí do speciálního ocelového kontejneru, který plně nahrazuje strojovnu motorgenerátoru

Krytované i kontejnerové provedení motorgenerátoru je uzpůsobeno pro umístění na volném prostranství. Kontejnerové verze jsou navíc určeny pro aplikace vyžadující větší odhlučnění, extrémní klimatické podmínky nebo tam, kde je zapotřebí motorgenerátor chránit proti zásahu nepovolaných osob.

Určení výkonu

Určení výkonu motorgenerátoru je dáno více faktory. Nejdůležitější je velikost, charakter a chovaní napájené zátěže. Pro stanovení jmenovitého výkonu musíme znát instalovaný tabulkový výkon spotřebičů, koeficient soudobosti, dále pak rozběhové proudy a účiník alespoň nejvýznamnějších spotřebičů. Další parametrem je i činitel harmonického zkreslení vstupního proudu a vlastnosti soustrojí, které nám určují toleranci náhradního zdroje vůči skokově připojené zátěži.

4.2 Rotační zařízení nepřerušitelného zásobování elektřinou

Srdcem těchto zařízení je rotující setrvačník poháněný motorem. Systémy jsou k dispozici od výkonu 150 do 1650 kVA. Kinetická energie stačí až do 15 s vyrovnat poruchy v síti. V této době lze například nastartovat dieselagregát.

4.2.1 Dynamicky rotační systém UPS (DRUPS)

Jak už vyplývá ze zkratky DRUPS, je to dynamický rotační zdroj nepřerušovaného napájení. Tento systém vyrábí firma Hitec. Toto zařízení je spolehlivý zdroj síťového napájení, který nám dále zabezpečuje filtraci vstupního napětí a chrání zátěž před výpadky. Doba, kterou může tento systém zálohovat je od nejkratších výpadků, po ty nejdelší.

Zařízení DRUPS se skládá z těchto části:

- Generátor
- Reaktor
- Indukční spojka
- Volnobežná spojka
- Diesel motor

Následně bude funkce těchto komponent popsána podrobněji.

Generátor

Při normálním napájení ze sítě se generátor chová jako synchronní kompenzátor, který udržuje rychlost vnějšího rotoru setrvačníku – indukční spojky. Pracuje v součinnosti s reaktorem. Dojde-li k výpadku napájecí rozvodné sítě, začne generátor, který je ihned po výpadku poháněn setrvačníkem a poté dieselovým motorem, dodávat elektrickou energii potřebným elektrickým zařízením.

Reaktor

Reaktor, nebo-li tlumivka, odděluje vstup generátoru, popřípadě zátěže, od napájecí sítě. Poruchy napájecího napětí, jako jsou špičky, poklesy zkreslení vyššími harmonickými, se neodráží na výstupním napětí. Vstupní proud má tvar ideální sinusovky při jakémkoliv zatížení. Vstupní proud a napětí jsou souměrné a téměř ve fázi, to znamená velkou hodnotu účiníku. (Při výpadku napájecího napětí je generátor nyní poháněn a řízen dieselovým motorem, jenž dodává energii do kritických zátěží.)

Indukční spojka

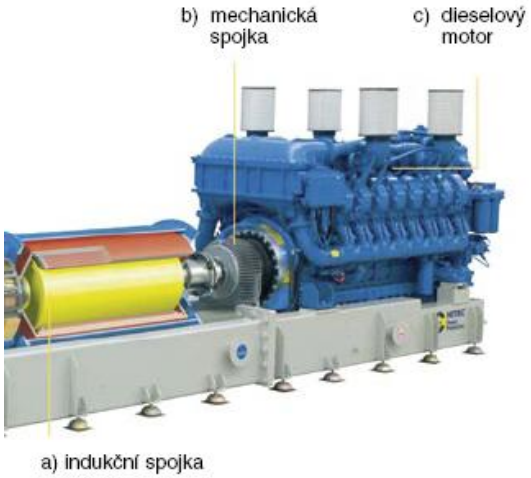
Jiným způsobem by se dalo říct, že indukční spojka (setrvačník) je srdcem celého systému DRUPS. Dojde-li k přerušení dodávky napětí, získá DRUPS napětí pomocí kinetické energie vnitřního rotoru. Velikost energie dostupné pro vnitřní rotor je větší, než která by nám postačovalo pro přemostění doby pro naběhnutí dieselagregátu a zabezpečení požadovaných otáček, frekvence a vstupního napětí DRUPS.

Volnoběžná spojka

Tato volnoběžná spojka tvoří mechanické spojení mezi generátorem indukční spojkou a dieselovým motorem. Přerušení spojky dovoluje otáčet indukční spojkou, zatímco dieselový motor stojí. Je-li dieselový motor spuštěn a dosáhne-li rychlosti otáček generátoru s indukční spojkou, mechanická spojka automaticky sepne a dieselový motor začne pohánět soustrojí indukční spojka-generátor. Dosáhneme tím startu a rozběhu dieselového motoru bez zátěže. Výsledkem je rychlé a spolehlivé spuštění zařízení.

Dieselový motor

Motor (obr. 4-2 převzato [6]) je v normálním režimu předehříván a promazáván pro spolehlivé a rychlé nastartování. Dojde-li k výpadku síťového napětí nebo poklesu mimo povolenou toleranci, je vydán povel ke spuštění motoru a převzetí zátěže.

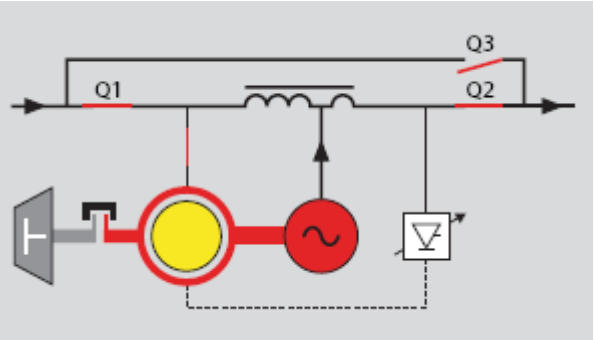


Obr. 4-2 Dieselový motor s mechanickou a indukční spojkou

Popis činnosti

Normální režim

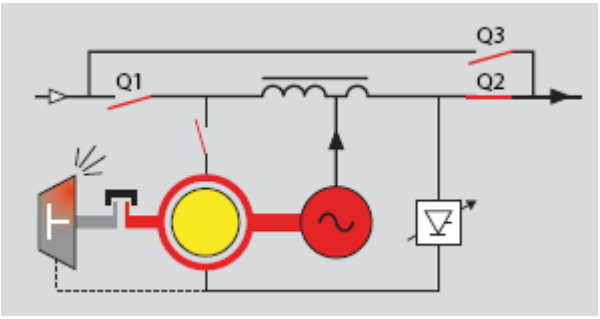
V tomto režimu funguje reaktor a generátor jako aktivní filtr, který odstraňuje rušivé prvky v síti, jež by mohla ovlivňovat zátěž. Generátor běží jako motor a pohání vnější rotor indukční spojky rychlostí 1500 min^{-1}. Díky dvoupólovému třífázovému budícímu vinutí dosáhne vnitřní rotor rychlosti 3000 min^{-1} vůči vnějšímu rotoru. Výsledkem toho je ukládání kinetické energie do vnitřního rotoru. Schéma zapojení normální režimu je znázorněno na obr. 4-3 (převzato [6]).



Obr. 4-3 Dynamický rotační zdroj - normální režim

Přepnutí do režimu dieselmotor

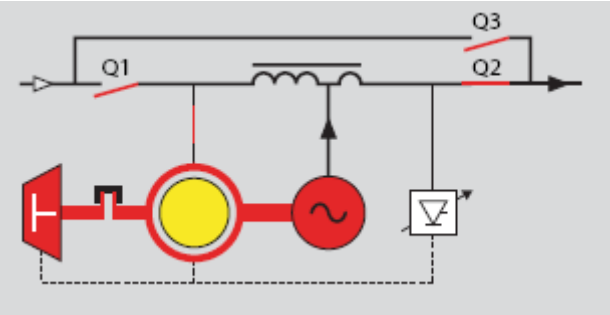
Selže-li síťové napájení, je vstupní jistič Q_1 rozepnut. Rychlost generátoru je konstantní 1500 min^{-1}. Současně je spuštěn dieselový motor a během dvou sekund dosáhne rychlosti 1500 min^{-1}, při níž automaticky sepne volnoběžná spojka. Poté za okamžik motor spolu s indukční spojkou začne řídit generátor, a tím dojde k napájení zátěže správným napětím. Během dalších pár desítek vteřin začne dieselový motor dodávat energii do zátěže obr. 4-4 (převzato [6]).



Obr. 4-4 Dynamický rotační zdroj - přepnutí do režimu dieselmotor

Režim dieselmotoru

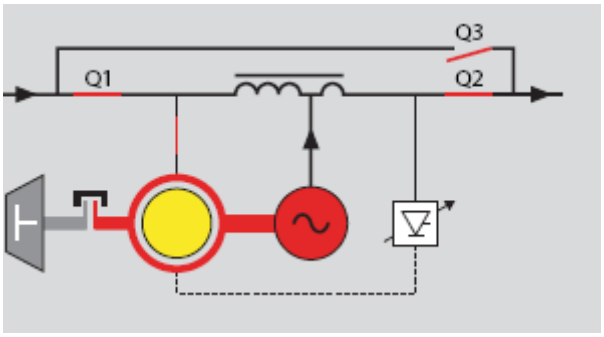
Třífázovým střídavým vinutím vnějšího rotoru je opět vybuzeno napětí, což nám umožní rozběh vnitřního rotoru a znovu dosažení rychlosti 3000 min^{-1}. V tomto režimu dieselového motoru se pohybuje výstupní frekvence ve velmi úzkém tolerančním poli obr. 4-5 (převzato [6]).



Obr. 4-5 Dynamický rotační zdroj - režim dieselmotoru

Přepnutí zpět do normálního režimu

Vstupní síťové napětí je opět stabilizováno. Sepne se jistič Q_1, dieselový motor sníží své otáčky. Důsledkem tohoto kroku je vypnutí volnoběžné spojky. Současně se generátor vrátí do režimu motoru a udržuje rychlost otáčení vnějšího rotoru indukční spojky nad 1500 min^{-1}. Dieselový motor chvíli ještě běží naprázdno kvůli ochlazení, a poté je zcela vypnut a připraven v pohotovostním režimu obr. 4-6 (převzato [6]).



Obr. 4-6 Dynamický rotační zdroj - přepnutí zpět do normálního režimu

V závislosti na velikosti DRUPS a dostupnosti rezervního zdroje paliva, může dodávat elektrickou energii neomezenou dobu.

4.3 Shrnutí kapitoly

Tato kapitola se zabývá rozdělením a popsáním rotačních náhradních zdrojů. Hlavním reprezentantem těchto zdrojů je motorgenerátor a hlavně tedy dieselagregát. První část se zabývá vlastnostmi a motorgenerátoru z hlediska činnosti (záskokové, trvale pracující atd.), dle způsobu krytování apod. Druhá část kapitoly pojednává o dynamických rotačních systémech DRUPS. To je celkem nová technologie, jejíž hlavní součástí je indukční spojka (setrvačník), který má výhodné vlastnosti pro náhradní zdroje elektrické energie. Rotační systémy tohoto provedení se snaží odstranit hlavní nevýhodu používání samotných dieselagregátů, což je časová prodleva, která je potřeba k nastartování dieselagregátu.

5 NÁVRH NÁHRADNÍHO ZDROJE PRO NOUZOVÉ OSVĚTLENÍ

5.1 Popis zadaného objektu

Jedná se o komerční objekt, v kterém je z náhradního zdroje napájena část osvětlení. Náhradní napájení osvětlení navrhnu ve dvou variantách. V první variantě na osvětlení použiji svítidla s vlastním zdrojem a v druhé variantě navrhnu svítidla napájena z centrální UPS.

Dále pak navrhnu náhradní zdroj energie, který mi zajistí napájení zásuvek pro počítačovou techniku. Zde jako náhradní zdroj energie použiji kombinaci UPS a dieselagregátu. UPS zajistí napájení po dobu, než nastartuje dieselagregát.

5.2 Nouzového osvětlení

Nouzové osvětlení slouží v případě, kdy selže běžné osvětlení. Při těchto mimořádných událostech je vždy hlavním požadavkem ochrana lidí a jejich bezpečná evakuace z prostorů, které se dočasně nebo trvale staly nebezpečnými. Nouzové osvětlení je nutné požárně bezpečnostní řešení budov. Jak lze vidět z obr. 5-1 (převzato [22]), nouzové osvětlení se dle ČSN EN 1838 dělí podle účelu na náhradní osvětlení a nouzové únikové osvětlení. Jemnější kategorizace specifikuje nouzové osvětlení únikových cest, protipanické osvětlení a nouzové osvětlení prostorů s velkým rizikem. To znamená jasný požadavek na maximální spolehlivost nouzových svítidel.

Účelem nouzového osvětlení únikových cest, je označení zabezpečení osvětlení únikových cest po celé její délce. Dále musí zajistit osvětlení požárních hlásičů a hydrantů. Jeho intenzita musí být dostatečná pro vykonání všech bezpečnostních opatření.

Osvětlení prostoru s velkým rizikem zajišťuje osvětlení potřebné pro bezpečnost osob zúčastněných na potencionálně nebezpečných procesech nebo situacích. Také dovoluje, řádně ukončit práci bez nebezpečí hrozícího osobám přítomným v budově. Jedná se o osvětlení s vyššími požadavky na osvětlenost a rychlost startu nouzového režimu [22].

Obr. 5-1 Rozdělení nouzového osvětlení

5.3 Svítidla s vlastním zdrojem

Při návrhu nouzového osvětlení svítidlem s autonomním zdrojem je požadavek na svícení minimálně 1 hodina. Doba může být však i delší. To je dáno kapacitou baterie. Dražší typy svítidel s výkonnějšími bateriemi vydrží 3 hodiny. Lze použít svítidla s LED čipy, kde může být doba svícení kolem 5 a více hodin.

Jako světelný zdroj jsem vybral svítidlo MODUS I 4x18 W hliník 600 (obr. 5-2 [15]), s nouzovým zdrojem a s elektronickým předřadníkem. Toto svítidlo obsahuje vlastní baterii, která vydrží svítit 1 hodinu od výpadku. Do tohoto svítidla jsou dále potřeba 4 zářivky typu T8. Vybral jsem typ Philips Master TL-D 18 W. Ceny jsou uvedeny v tab. 5-1 [15], do ceny světelného zdroje musím započítat i recyklační poplatek. Ceny v tabulce jsou uvedeny bez DPH.

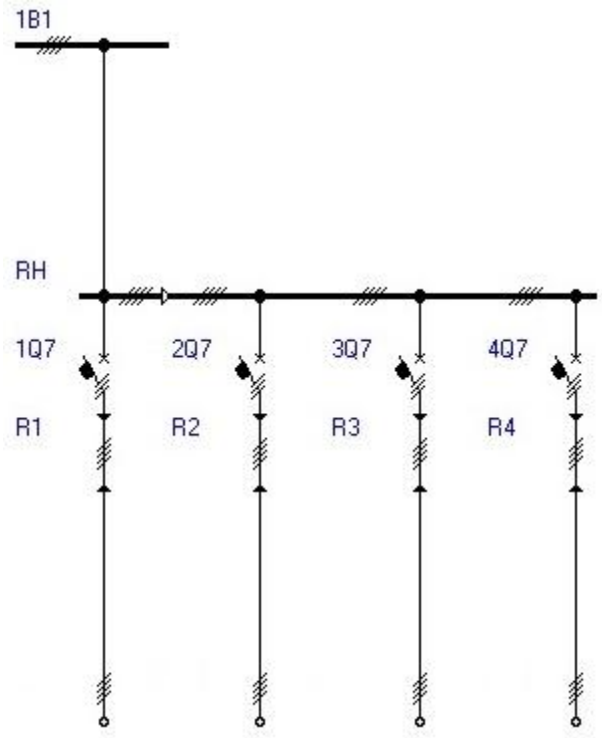
Tab. 5-1 Parametry svítidla Modus I

Příkon	4x18 W
Stupeň krytí	IP 20
Rozměry	600x600mm
Světelný zdroj	Zářivka T8
Napájení	230 V/ 50 Hz
Cena světelného zdroje + recyklační poplatek	41 + 5,21 Kč
Cena	1580 Kč

Obr. 5-2 Svítidlo Modus

Při návrhu musíme dále započítat kabel. Budu navrhovat dva druhy kabelu. Nejprve jsem navrhl kabel od hlavního rozvaděče k jednotlivým patrovým rozvaděčům. Pro návrh jsem použil program Sichr společnosti OEZ. Program, který pracuje s paprskovými sítěmi TN-C, TN-C-S a IT ve všech klasických napěťových hladinách nn, pracuje s jistícími a spínacími prvky. Dále obsahuje databázi transformátoru a kabelů. Ze známých hodnot příkonu rozvaděčů 70 kW (viz příloha E) jsem pomocí tohoto programu, vypočetl výpočtový proud kabelu k daným rozvaděčům. Jeho velikost je 83,2 A, což odpovídá minimální hodnotě dovoleného zatěžovacího proudu vedení. Při volbě kabelu musí být hodnota zatěžovacího proudu stejná anebo vyšší hodnota. Dále jsem při výběru kabelu zadal parametr uložení kabelu - na stěně a zvolil jeho délku. Navrhl jsem kabel typu 1-CYKY 3x35+16 s celkovým dovoleným zatěžovacím proudem

I_z=119 A viz obr. 5-3 (převzato z programu sichr [16]). Dále jsem navrhl ochranu vedení proti nadproudům, tj. přetížením a zkratům. Zvolil jsem jistič BC160N-100-L s jmenovitým proudem 100 A. Vypínací charakteristika jističe (převzato[16]) je naznačena v příloze A. Poté jsem navrhl kabel ke světlu, který nám bude světlo napájet, za normálního chodu. Zvolil jsem typ CYKY-J 3x1,5 (C).



Obr. 5-3 Návrh kabelu 1-CYKY 3x35+16

Tab. 5-2 Cenová rozvaha návrhu NO s vlastním zdrojem

Produkt	Cena za kus bez DPH	Počet kusu	Cena celkem bez DPH
Svítidlo	1580,00 Kč	50	79 000,00 Kč
Zářivka T8 + recyklační poplatek	41 + 5,21 = 46,21 Kč	200	9 242,00 Kč
Kabel k rozvaděčům	244,00 Kč	195 m	47 580,00 Kč
Kabel ke světlům	10,95 Kč	860 m	9 417,00 Kč
Celkem			**145 239,00 Kč**

Ceny jsou uvedeny ke dni 18.3.2011 [14],[7].

5.4 Svítidla s centrálním zdrojem

5.4.1 Návrh svítidla

V tomto případě jsem navrhl svítidla, která nebudou mít každé vlastní zdroj, ale budou napájena jedním centrálním zdrojem. Nouzové osvětlení se obvykle spouští na pokyn zařízení EPS.

Jako svítidlo jsem vybral MODUS I 4x18 W hliník 600 popis v tab. 5-3 [15], jedná se o stejný typ jako předchozím návrhu, neobsahuje pouze vlastní akumulátor.

Tab. 5-3 Parametry svítidla Modus I

Příkon	4x18 W
Napájení	230 V/ 50 Hz
Stupeň krytí	IP 20
Rozměry	600x600mm
Světelný zdroj	Zářivka T8
Cena	750 Kč

Tab. 5-4 Výkonová tabulka svítidla Modus I

Příkon jednoho svítidla	$4 \times 18 = 72\,\mathrm{W}$
Počet zálohovaných svítidel	50
Celkový příkon všech svítidel	$50 \times 72 = 3600\,\mathrm{W}$

5.4.2 Návrh UPS

Při návrhu UPS vycházím s celkového příkonu svítidel, viz tab. 5-4. Součástí světla je dále elektronický předřadník, který nám také odebírá určitý výkon. Proto při návrhu centrálního UPS počítám s určitou rezervou, kterou lze v budoucnu také využít pro rozšíření zálohovaného výkonu. Velikost této rezervy jsem zvolil o 50% větší než je maximální odebíraný příkon zářivek. Dále jsem se při volbě UPS držel požadavku, aby byla doba zálohy minimálně 1 hodina. Tuto dobu zálohy jsem řešil pomocí modulových baterií, které nám dobu zálohy prodlužují.

Jako centrální UPS jsem navrhl typ APC Smart-UPS RT 8000VA 230V obr. 5-4 (převzato [3]) s dvěma bateriovými moduly SURT192XLBP Battery Unit obr. 5-6 (převzato [2]).

Technická charakteristika APC Smart-UPS RT 8000VA 230V [3]:

Tab. 5-5 Výstup z APC Smart-UPS RT 8000VA 230V

Výstup		**Poznámka**
Výstupní výkon	6400 W /8000 VA	
Maximální nastavitelný	6400 W /8000 VA	
Jmenovité výstupní napětí	230 V	Lze nastavit na 220:230, 240 V
Účinnost při plném zatížení	93%	
Zkreslení výstupního napětí	Méně než 3%	
Výstupní Kmitočet	50/60 Hz	+/- 3 Hz nastav. uživatel. +/- 0,1 Hz
Druh výstupního napětí	Sinusoida	
Bypass	Interní bypass	manuální i automatický
Cena	93 385,78,-Kč	bez DPH

Tab. 5-6 Vstup do APC Smart-UPS RT 8000VA 230V

Vstup		**Poznámka**
Jmenovité vstupní napětí	230 V	
Vstupní kmitočet	50/60 Hz	+/- 5 Hz
Typ připojení vstupu	Hard Wire 3 wire (1PH+N+G)	Hard Wire 5 wire (3PH+N+G)
Rozsah vstupního napětí	160 - 280 V	Pro nap. Rozvodné sítě
Jiná vstupní napětí	220,240 V	

Obr. 5-4 APC Smart-UPS RT 8000VA 230V

Komunikace s okolním prostředím probíhá zaprvé pomocí luminiscenčních diod, které nám zobrazují stav zařízení. Jsou to stavy zatížení, stav baterie, ukazatel napájení ze sítě, napájení z baterie, vyměnit baterii, stav přetížení a bypass. Dále zvukovým upozorněním na stav, v kterém je systém napájen z baterie, v případě kdy je kapacita baterie nízká nebo upozornění nepřerušovaným tónem na přetížení.

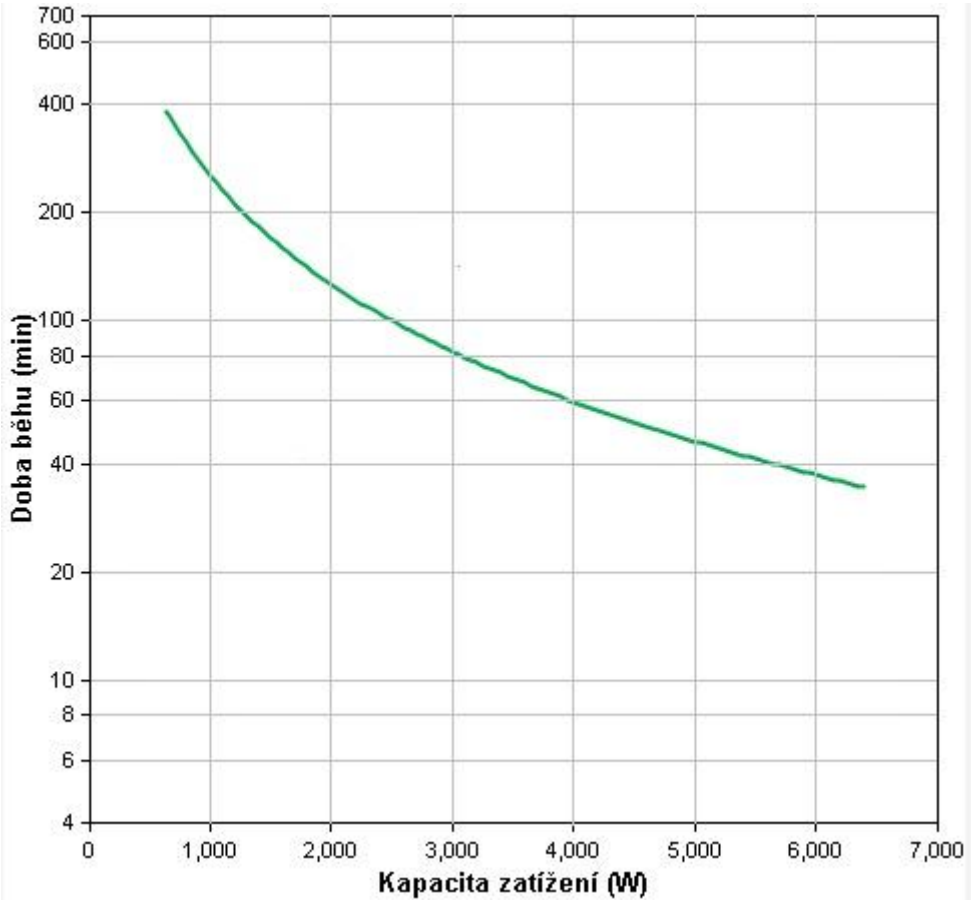
Mezi další vlastnosti UPS patří přepěťová ochrana, která nám chrání zálohovaná zařízení před přepětím při nadproudových rázech. Je zde možnost vzdálené správy UPS po síti. Pravidelné a časté testování baterie nám zajišťuje včasné vyměnění akumulátoru.

Jedná se tedy o systém On-line se všemi vlastnostmi popsanými v předchozích kapitolách. Tato UPS splňuje všechny předepsané normy jako značka C,CE,EN 50091-1,EN 50091-2,EN 55022 kategorie A,EN 60950,EN 61000-3-2,GOST,VDE.

Technická charakteristika baterie SURT192XLBP Battery Unit tab. 5-7 [2]: jedná se o typ bezúdržbový olověný zatavený akumulátor se suspendovaným elektrolytem - neteče.

Tab. 5-7 Parametry baterie SURT192XLBP Battery Unit

Kapacita (Vah)	1920
Montáž baterie	Samostatný bateriový regál
Výrobce baterie	Panasonic
Před instalované baterie	4
Počet bateriových modulů	2
Typická doba nabíjení	2.20 h
Cena	41 671,88,- Kč



Obr. 5-5 Graf pro dobu provozu UPS

Jak lze vidět na grafu obr. 5-5 (převzato [3]) s rostoucí zátěží nám klesá doba zálohy. To znamená, že při plném zatížení 6400 W je doba chodu okolo 35 minut. Pro náš případ kdy bude UPS nejčastěji zatěžována na výkon 3600 W, je doba chodu zhruba 65 minut.

Obr. 5-6 SURT192XLBP Battery Unit

Maximální životnost baterie je zajištěna pomocí inteligentním přesného nabíjení baterie. Systém UPS nám dovoluje bezproblémové a nepřerušované napájení chráněných zařízení během výměny baterií, což znamená, že umožňuje výměnu baterie za chodu. Pomocí regulace nabíjecího napětí v závislosti na teplotě baterie prodlužuje životnost baterie.

V příloze B jsou dále rozměry a provozní prostředí jak baterie, tak UPS.

5.4.3 Návrh Kabelu

Při návrhu kabelu od hlavního rozvaděče k patrovým jsem zvolil kabel stejný jako u svítidel s autonomním zdrojem tedy 1-CYKY 3x35+16, viz obr. 5-3. Při volbě kabelu od centrální UPS a k patrovým rozvaděčům, a poté od rozvaděčů k svítidlům musím dodržet požadavek na ohnivzdornost kabelu pro případ výpadku při požáru. Pro UPS jsem tedy zvolil kabel 1-CHKE-R 3x2,5. Kabel od rozvaděče ke světlům jsem zvolil typ 1-CHKE-R 3x1,5.

Tab. 5-8 Cenová rozvaha návrhu NO s centrálním zdrojem

Produkt	**Cena bez DPH**	**Počet kusů**	**Cena celkem bez DPH**
Svítidlo	750,00Kč	50	37 500,00 Kč
Zářivka + recyklační popl.	41+5,21=46,20 Kč	200	9 242,00 Kč
UPS	93 385,78 Kč	1	93 385,78 Kč
Akumulátor	20 835,94 Kč	2	41 671,88 Kč
Kabel k rozvaděčům	244,00 Kč	195 m	47 580,00 Kč
Kabel k UPS	27,09 Kč	195 m	5 282,55 Kč
Kabel ke světlům	17,65 Kč	860 m	15 179,00 Kč
Celkem			**249 841,21 Kč**

Ceny jsou uváděny ke dni 18.3 2011 [15],[3],[2],[8].

5.5 Rozdíl mezi náhradním osvětlením s vlastním zdrojem nebo s centrálním zdrojem UPS

5.5.1 Ekonomické srovnání nákladů za dvacet let

Když posoudím pouze čisté náklady na pořízení nouzového osvětlení s vlastním zdrojem nebo s centrálním zdrojem UPS, tak mi vychází, že cena nouzového osvětlení napájeného z centrální UPS je o 104 602,21 Kč vyšší.

Dále jsem, však spočítal celkové náklady na údržbu obou systému nouzového osvětlení za dvacet let. Tato údržba představuje především výměnu akumulátoru, která je u jednotlivých systémů odlišná. U systému napájení s vlastním zdrojem je doporučená životnost akumulátoru 5 let. Ovšem záleží také na tom, jak často je osvětlení používáno a jak moc kvalitní akumulátor výrobce do svítidla instaluje. Životnost může být i kratší než 5 let. Informace o výměně akumulátoru nám poskytne monitorovací počítač. V případě použití centrální UPS se udává životnost baterie 10 let. Výhodou je, že se zde nemění akumulátor ve všech svítidlech jako v předchozím případě, ale pouze akumulátor centrální UPS. Při výpočtu nákladů na údržbu jsem vycházel hlavně z tohoto parametru.

Náklady za 20 let pro systém s vlastním zdrojem:

Cena za jeden akumulátor: (odečtením ceny svítidla s vl. zdrojem od obyčejného svítidla)

$$1580 - 750 = 830\,\text{Kč} \tag{5.1}$$

V komerční budově máme 50 svítidel = 50 akumulátoru:

$$830 \times 50 = 41\,500\,\text{Kč} \tag{5.2}$$

Za dvacet let budu muset vyměnit akumulátor čtyřikrát, počítám s cyklem jednou za pět let:

$$41500 \times 4 = 166\,000\,\text{Kč} \tag{5.3}$$

V případě, že by životnost akumulátoru byla kratší například tři roky, došlo by k výměně zhruba šestkrát:

$$41500 \times 6 = 249000\,\text{Kč} \tag{5.4}$$

Náklady za 20 let pro systém s centrální UPS:

Měním dva bateriové moduly s cyklem jednou za deset let, to znamená čtyři bateriové moduly:

$$20835{,}94 \times 4 = 83\,343{,}76\,\text{Kč} \tag{5.5}$$

Tab. 5-9 Porovnání nákladu nouzového osvětlení za dvacet let

Druh nouzového osvětlení	**Centrální zdroj**	**Vlastní akumulátor**
Počet svítidel	50	50
Počet akumulátoru na výměnu	4	50
Počet výměn	2	4
Cena akumulátoru	20 835,94 Kč	830,00 Kč
Servisní náklady za 20 let	83 343,76 Kč	166 000,00 Kč

Z uvedené tabulky 5-9 vyplívá, že servisní náklady za dvacet let provozu nouzové osvětlení jsou u varianty s vlastním zdrojem téměř dvojnásobné než u varianty s centrálním zdrojem.

Když bych k těmto nákladům přičetl pořizovací náklady, které byly u systému s centrálním zdrojem výrazně vyšší, dojdu k závěru, že v dlouhodobém časovém horizontu se mi tyto investiční náklady vrátí.

Tab. 5-10 Součet nákladu nouzového osvětlení

Druh nouzového osvětlení	**Centrální zdroj**	**Vlastní akumulátor**	
		5 roků	3 roky
Servisní náklady za 20 let	83 343,76 Kč	166 000,00 Kč	249 000,00 Kč
Celkové pořizovací náklady na osvětlení	249 841,21 Kč	145 239,00 Kč	
Celkové náklady za dvacet let	**333 184,97 Kč**	**311 239,00 Kč**	**394 239,00 Kč**

Když porovnáme ceny obou druhu nouzového osvětlení při výdrži baterie u NO s vlastním zdrojem napájení předpokládaných pět let, liší se cena už pouze o 21 945,97 Kč viz tab. 5-10. Stále je o něco dražší systém s centrální UPS, ale je to znatelně menší rozdíl oproti rozdílovým počátečním pořizovacím nákladům 104 602,21 Kč. V nákladech však ještě není zahrnuta práce na výměnu akumulátoru, která je u svítidel s vlastním zdrojem náročnější, protože se zde mění více akumulátorů. Dá se tedy předpokládat, že započtením této položky by se ceny ještě více vyrovnaly. V případě, že bychom museli vyměnit akumulátory, například po třech letech, je cena NO s vlastním akumulátorem o 61 054,03 Kč vyšší. To by znamenalo, že po dvacetileté údržbě s tímto cyklem výměny baterie vyjde levněji systém s centrální UPS. Z ekonomického hlediska je tedy do celkově výhodnější centrální systém, tato výhoda je však kompenzována vyššími pořizovacími náklady.

5.5.2 Hlavní výhody a nevýhody obou druhů napájení

Při návrhu je třeba myslet hlavně na tyto faktory [11]:

- Typ objektu
- Velikost objektu
- Funkce a procesy
- Pohyb osob po budově
- Předpokládaný počet nouzových svítidel

Srovnání výhod a nevýhod [11]:

a) Výhody svítidel s vlastními zdroji
   - Svítí vždy, když dostane pokyn, bez ohledu na stav napájecího vedení
   - Jednoduchá instalace
   - Maximální variabilita
   - Připojení z patrového rozvaděče standardními kabely
   - Nízká pořizovací cena

b) Nevýhody svítidel s vlastními zdroji
   - Údržba, minimálně 2x za deset let výměna akumulátoru v každém svítidle (nebo podle informací z monitorovacího počítače)
   - Nižší světelný výkon nouzového svítidla
   - Nutnost většího počtu svítidel

c) Výhody svítidla s centrálním napájením z UPS
   - Údržba, centrálního zdroje mění se jedna akumulátorová baterie v jednom místě, přibližně jednou za deset let
   - Vyšší světelný výkon nouzového svítidla

d) Nevýhody svítidla s centrálním napájením z UPS

- Při přerušení napájecího vedení, pro nouzové osvětlení je tento okruh nefunkční
- Nutnost použit požárně odolné kabely
- Nutnost použití požárně odolné trasy
- Vyšší pořizovací cena

Neexistuje tedy univerzální odpověď na otázku, které řešení napájení je výhodnější. Každý z těchto systémů má své výhody a nevýhody. Z hlediska bezpečnosti, jednoduchosti a pořizovací ceny je patrná převaha výhod systému s vlastním zdrojem. Například při použití systému s centrálním zdrojem musím zahrnout do návrhu i místnost pro centrální zdroj, místo pro patrový rozvaděč, což nemusí být ve všech budovách v důsledku nedostatku místa realizovatelné. Toto můžeme vnímat jako další nevýhodu.

Pro správnou volbu nouzového osvětlení je tedy důležitá podrobná znalost objektu a požadavku zákazníka. Podle toho pak volíme výhodnější systém, pro daný objekt [11].

6 NÁVRH NÁHRADNÍCH ZDROJŮ PRO ZÁSUVKY

Navrhneme dva typy náhradního zdroje. Nejprve náhradní zdroj - UPS, který nám bude dodávat elektrickou energii pouze po dobu než se nastartuje dieselagregát. Ten poté převezme celou zátěž. Motorgenerátor bude dále dobíjet oba systémy UPS překlenovací i centrální pro NO.

Tab. 6-1 Výkonová tabulka pro návrh DA a UPS

Spotřebič	**Příkon**	**Výkon zvoleného zdroj**
Svítidlo	3600 W	6400 W
Zásuvky	44 kW	48 kW
Celkový výkon	47,6 kW	54,4 kW

6.1 Návrh UPS

Pří výběru UPS budu vycházet z celkového příkonu zásuvek, který je 44 kW. Pak zohledním dobu, která pokrývá startování dieselagregátu, ta bývá obvykle několik vteřin dlouhá.

Návrh jsem UPS typu APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V viz obr. 6-1 (převzato [1]). Jedná se o třífázovou jednotku UPS pro použití v malých a středních datových střediscích.

Technická charakteristika APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V [1]:

Tab. 6-2 Výstup z APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V

Výstup		**Poznámka**
Výstupní výkon	48 kW/48kVA	
Jmenovité výstupní napětí	230, 400 V 3PH	třífázové jmenovité výstupní napětí lze nastavit na 380 : 400 nebo 415V
Účinnost při plném zatížení	95 %	
Zkreslení výstupního napětí	méně než 2 %	
Výstupní kmitočet	50/60 Hz	+/- 3 Hz nastavitelné uživatelem +/- 0,1 Hz
Druh vystupního napětí	Sinusoida	
Provoz při přetížení	10 minut	
Požadovaná hodnota výstupního napětí	100 A	
Bypass	Vestavěný statický bypass	
Cena	904 705, 5 Kč	bez DPH

Tab. 6-3 Vstup do APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V

Vstup	
Jmenovité vstupní napětí	400 V 3PH
Vstupní kmitočet	40 - 70 Hz
Rozsah vstupního napětí pro napájení z rozvodné sítě	340 - 477 V
Jiná vstupní napětí	380, 400, 415
Maximální vstupní proud	98 A
Kapacita vstupního jističe	100 A

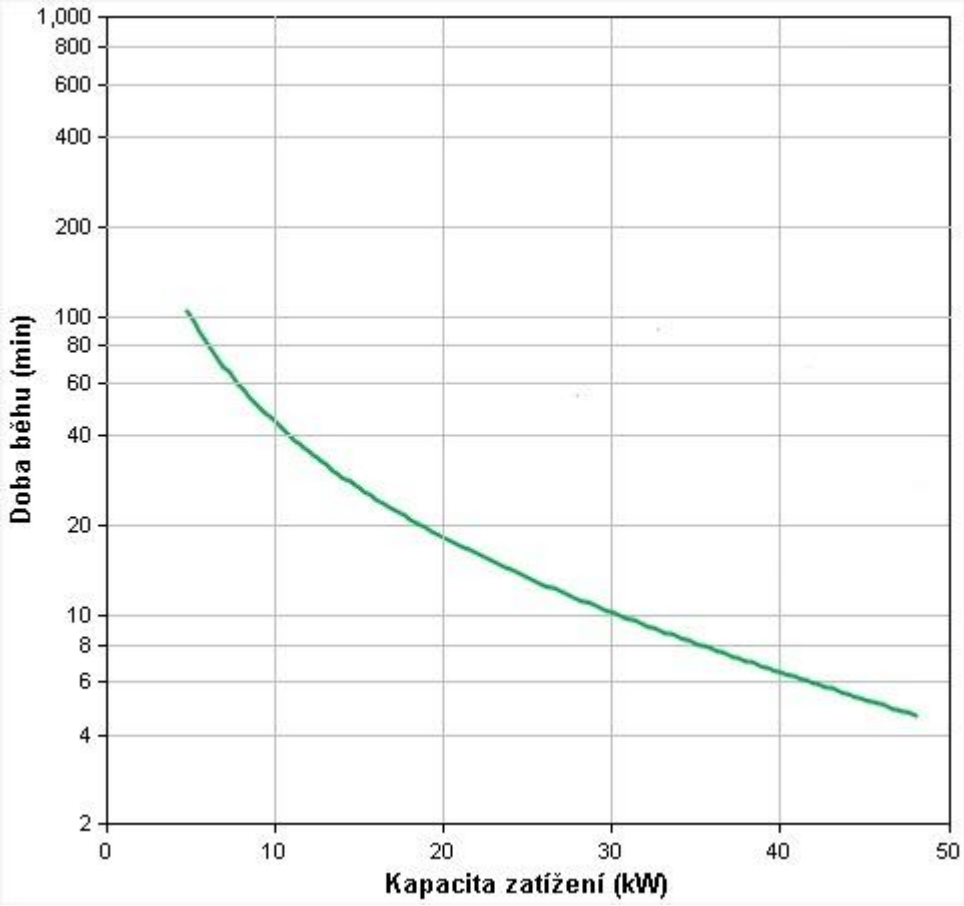
Obr. 6-1 APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V

6.1.1 Další vlastnosti UPS

Redundantní inteligentní moduly, poskytuje vyšší dostupnost pro zařízení připojená k jednotce UPS. Programovatelný kmitočet nám zajišťuje kompatibilitu s různými vstupními frekvencemi. Má nastavitelnou dobu běhu, v případě potřeby umožňuje rychle tuto požadovanou dobu zvýšit. Modulární konstrukce nám umožňuje rychlý servis a nízké nároky na údržbu, díky modulům s automatickou diagnostikou a možností výměny na pracovišti. Vstupní korekce účiníku minimalizuje náklady na instalaci, v důsledku možnosti použití menších generátorů a kabeláže. Vzdálenou správu UPS lze zajišťovat po síti. Je kompatibilní s generátory poskytuje čisté a nepřetržité napájení všech zařízení v případě napájení z generátoru. Jako další jeho vlastnost, kterou UPS má je automatický auto-test, který pravidelně testuje baterii a zajišťuje její včasnou výměnu. Stavové kontrolky nám dávají rychlý vizuální přehled o stavu jednotky a akustické varování zajišťuje upozornění na změny stavu jednotky UPS a parametru napájení [1].

Tab. 6-4 Parametry baterie a doba doběhu [1]

Typ baterie	VRLA
Před instalované baterie	4
Typická doba nabíjení	3 hod
Počet bateriových modulů	4
Jmenovité napětí baterie	+/- 192 V
Napětí baterie při vybití	+/- 154 V
Ochrana proti stejnosměrnému přepětí	1008A
Maximální přípustný proud	4 kA
Účinnost při chodu na záložní baterie	94%
Maximální proud baterie při vybití	165A



Obr. 6-2 Graf doby provozu UPS

Graf na obr. 6-2 (převzato [1]) nám udává dobu zálohy UPS při daných zatížení, pro náš případ kdy UPS musí pokrýt zátěž 44 kW je doba zálohy okolo 5 minut. To nám s rezervou stačí k překlenutí doby startu dieselagregátu.

Bateriové moduly jsou zapojené paralelně. Nabíjení baterií s kompenzací teploty nám prodlužuje životnost baterie pomocí regulace nabíjecího napětí v závislosti na teplotě baterie.

Maximální životnost, spolehlivost a výkon baterie zajistíme prostřednictvím inteligentního přesného nabíjení. Výměna baterie bez nástrojů nám umožňuje rychlou a snadnou výměnu baterie.

Další, technické parametry v příloze C.

6.2 Návrh motorgenerátoru

Motorgenerátor převezme zátěž od UPS 1, která napájí svítidla, a od zdroje UPS 2, které slouží pro napájení zásuvek. Dále má DA za úkol začít oba UPS systémy dobíjet. Při návrhu DA vycházím z výkonové tabulky 6-1. Dieselagregát musí pokrýt součet příkonu svítidel a zásuvek, což je 47,5 kW. Při dimenzovaní DA volím velikost výkon tohoto zdroje minimálně o 30% větší než je předpokládaný příkon zásuvek a svítidel. Tato rezerva nám slouží k tomu, abychom mohli z DA dobíjet UPS systémy. Zadruhé pomůže při případném zvětšení instalovaného výkonu budovy. Zvolil jsem motorgenerátor typu Broadcrown –John Deere 40 - 400kVA, 50 Hz – 3 fázový, BCJD 90 obr. 6-3 (převzato [20]).

Může pracovat ve dvou režimech [20]:

- Prime power (trvalý výkon) je určen pro nepřetržitý provoz. Výhodou je možnost přetížení po dobu jedné hodiny během 12-ti hodinového cyklu.
- Stanby power (pohotovostní režim) je pracovní režim s maximální dobou provozu 500 hodin ročně, maximální doba nepřetržitého provozu 300 hodin, není dovoleno přetěžování.

Tab. 6-5 Základní informace o motorgenerátoru [20]

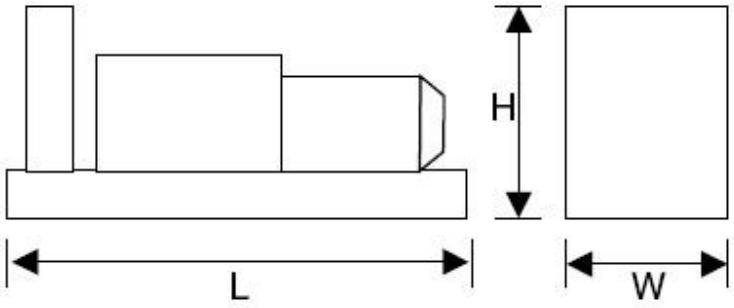
Motory	John Deere
Alternátory	NewAge Stamford
Řídící panely	Deep Sea Electronic
Typ agregátu	BCJD 90
Palivo	Nafta
Jmenovité napětí	3x230V/400V
Výkon	72 kW

Obr. 6-3 Dieselagregát - Broadcrown John Deere BCJD 90

Fyzické rozměry dieselagregátu viz tabulka 6-6 a obr. 6-4 (převzato [20]):

Tab. 6-6 Celkové rozměry motorgenerátoru

Délka (L)	2270 mm
Šířka (W)	860 mm
Výška (H)	1440 mm
Hmotnost včetně oleje	1284 Kg



Obr. 6-4 Rozměry motorgenerátoru

6.2.1 Další příslušenství k DA na přání:

Druhy příslušenství k dieselmotoru (převzato [20]).

- **ATS – automatika startu**

  - **Synchronizace**

- Synchronizace mezi dvěma motorgenerátory
- Synchronizace mezi motorgenerátorem a sítí
- Synchronizace mezi více motorgenerátory a sítí

  - **Příslušenství alternátoru**

- Antikondenzační předehřev
- Automatická regulace napětí
  - Samo budící vinutí
  - Buzení permanentním magnetem

  - **Palivové příslušenství**

- Jednostupňová kontrola stavu paliva
- Pětistupňová kontrola stavu paliva
- Ruční palivová pumpa
- AC palivová pumpa s regulačním přepínačem

  - **Další příslušenství**

- Elektronická regulace otáček
- Předehřev chladicí kapaliny

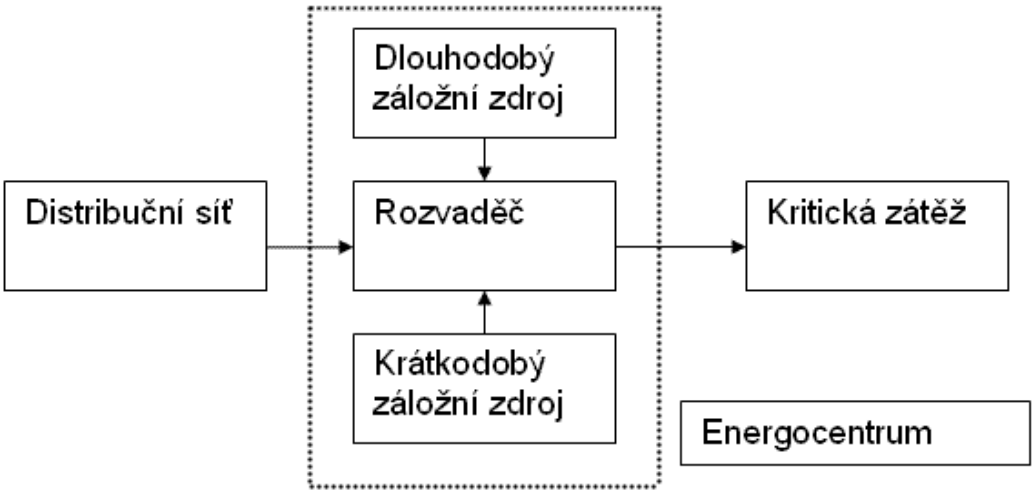
- **Tlumič hluku výfuku**

– residentní tlumič - 24dB
– kritický tlumič - 35dB
– Kapotáž na přání až do hodnoty 60dB/1m
– Dvounápravový brzděný přívěs (oj,oko)

Další technické parametry jsou v příloze D.

6.3 Způsob propojení DA A UPS

Pro komerční objekt je prioritní dlouhodobá garance dodávky elektrické energie. Tuto garanci poskytuje energocentrum. Energocentrum je kombinace krátkodobého a dlouhodobého záložního zdroje elektrické energie viz obr. 6-5 (převzato [24]), doplněná příslušnými rozvaděči, kabeláží, komunikačním příslušenstvím a dalšími prvky. Z požadavku na dlouhodobou nezávislost objektu na dodávce elektrické energie z veřejné sítě vyplývá hlavní role dlouhodobého záložního zdroje v energocentru. Pro daný objekt jsem jako dlouhodobý záložní zdroj vybral dieselagregát. Je to typický dlouhodobý záložní zdroj, který pravděpodobně nebude v dohledné době nahrazen ničím jiným. Dieselagregát je spolehlivý stroj s jednoduchou údržbou a s možností doplňování palivové nádrže za provozu. Vzhledem k tomu, že bude v provozu pouze několik desítek hodin v roce, nevyžaduje žádnou zvláštní údržbu. Moderní konstrukce a elektronické řízení zajišťuje i splnění stále přísnějších emisních limitů při přiměřené míře spotřeby paliva. Jeho jediný handicap je schopnost dodávat energii až po několika v komerční budově velmi důležitých sekundách po startu, které musí být zajištěny z již zmíněné UPS. Ta je navržena na takový výkon zátěže, jakou má daná budova, a s dostatečnou rezervou doby napájení, aby dodávala energii tak dlouho než je toho schopen dieselagregát [24].



Obr. 6-5 Schéma propojení UPS a Dieselagregátu

6.4 Návrh přepínací logiky mezi RH a RD

V případě že distribuční síť nebude schopná dodávat elektrickou energii dostatečné kvalitě, musí být zátěž přepnuta z hlavního rozvaděče (RH) na dieselagregát (RD). V praxi to znamená, že pomocí elektrických přístrojů bude kontrolováno vstupní napětí na hlavním přívodu a v případě poklesu dojde k přepnutí na dieselagregát.

Liniové schéma obr. 6-6 nám představuje řídící část, přepínaní mezi RH a RD. Řídící obvod obsahuje, relé a stykače s jejich kontakty.

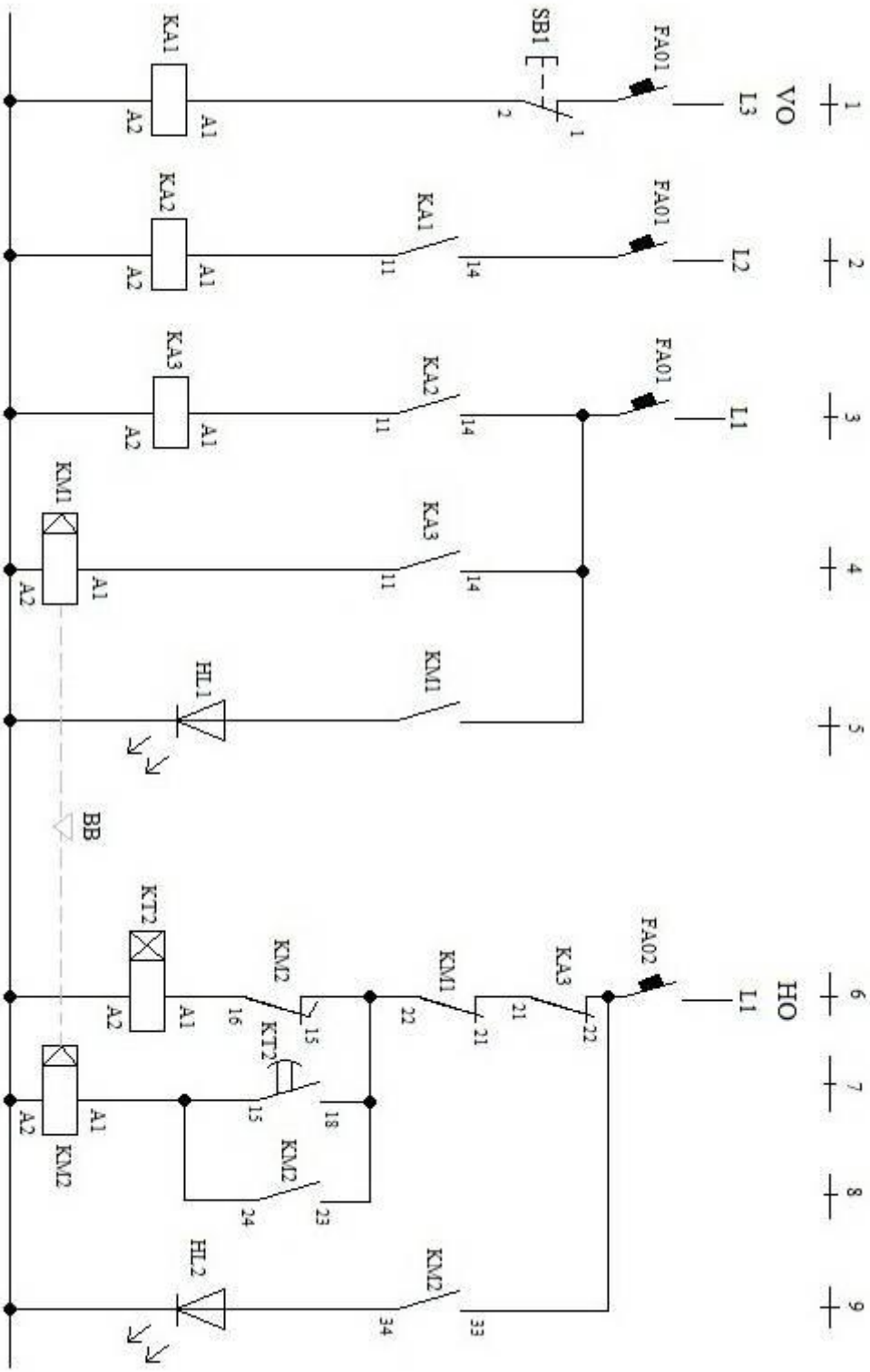
Za normálního chodu bude veškerá zátěž jak nouzového osvětlení, tak zásuvek napájena z distribuční sítě přes hlavní rozvaděč RH.

Je-li na fázích L1, L2 a L3 přítomno napětí, - cívky relé KA1, KA2 a KA3 jsou nabuzeny a jejich kontakty jsou sepnuty. Taktéž je nabuzena cívka stykače KM1, jehož pomocný kontakt nám rozsvítí signalizaci HL1 chodu z hlavního přívodu. Další pomocný kontakt stykače KM1 a relé KA3 jsou řazeny v řádku 6 liniového schématu, které jsou v přítomnosti napětí z hlavního přívodu v rozpojeném stavu. Takto je ošetřen kontrola napětí z rozvodné sítě.

V případě dojde-li k výpadku elektrické energie, v tomto okamžiku je přepnuto napájení z rozvaděče RH na napájení přes rozvaděče RD. Dieselagregát přebírá veškerou zátěž nouzového osvětlení, i napájení zásuvek. V liniovém schématu je to realizováno tak, že v případě nepřítomnosti napětí na fázích kontakty relé KA1, KA2 a KA3 se rozepnou, naopak řádku 6 liniového schématu sepnou. Dále máme k těmto kontaktům sériově řazeno časové relé, které máme nastaveno na určitý čas, o který se nám zpozdí zapnutí napájení budovy ze záložního zdroje. Toto časové relé nám slouží k tomu, aby nedošlo k nárazu napájení z UPS. Jakmile uplyne nastavený čas, sepne se kontakt KT2 časového relé, který nabudí cívku stykač KM2, sepnou, případně rozepnou se jeho kontakty. A rozsvítí se kontrolka HL2 signalizace chodu napájení objektu ze záložního zdroje.

Stykače KM1 a KM2 jsou vzájemně v mechanickém blokujícím stavu, to znamená, že nemůžou sepnout oba zároveň.

Poté co je na fázích L1,L2 a L3 znovu napětí cívky, relé se nabudí a jejich kontakty sepnou, respektive rozepnou. Při připojení znovu na síť musíme také přezkoušet správný sled fází (nesprávné přirázování může způsobit nebezpečný poruchový stav). Ve všech fázích je dále řazena ochrana pomocí jističe. Na fázi L3 je také zařazeno zkušební tlačítko. Po jeho stisknutí dochází ke zkoušce funkčnosti napájení ze záložního zdroje.



Obr. 6-6 Liniové schéma přepínání mezi hlavním přívodem a dieselagregátem

Legenda: FA01-02 – jističe
SB1 - zkušební tlačítko
KA1-3 – relé
KM1-2 – stykače
HL1-2 – signalizace chodu
KT2 – časové relé
VO – vedlejší obvod
HO – hlavní obvod

V příloze F je k tomu to řídícímu obvodu odpovídající jednopólové silové schéma. Silové obvody jsou určeny pro přenos velkých výkonů a energií s minimálními výkonovými ztrátami. Oproti tomu řídící obvodové schéma nám zajišťovalo ovládací, jistící a ochrannou funkci. Přenášené výkony jsou tu o mnoho řádu nižší. V silovém schématu jsou naznačeny prvky, které jsou použity v rozvaděči jako stykače KM1 a KM2 pro přepínání mezi napájením hlavního obvodu z hlavního přívodu nebo ze záložního zdroje. Pak jednotlivé relé KA1-3, signalizace chodu HL1-2, časové relé KT, tlačítko zkoušky SB1 a přepěťová ochrana FV.

7 ZÁVĚR

Tato práce se zabývá náhradními zdroji elektrické energie v budovách. Snažil jsem se v ní přiblížit hlavní druhy záložních zdrojů používaných v budovách s jejich principem, oblastmi použití a bezpečnostními předpisy. Z daného textu vyplývá, že hlavními představiteli těchto zdrojů jsou statické zdroje UPS a rotační zdroje motorgenerátory. I když oba jsou záložní zdroje, každý má trochu odlišné vlastnosti zálohování elektrické energie, a tudíž i použití těchto zdrojů je jiné. Určuje to hlavně konstrukce, která je u obou systémů odlišná.

UPS se používají hlavně pro krátkodobější zálohovaní a tam, kde potřebujeme okamžitou dodávku elektrické energie bez zpoždění. Jako primární zdroj energie systému je zde akumulátor, který je stále dobíjen, což je hlavní rozdíl oproti motorgenerátorům. Nevýhodou UPS je poměrně vysoká pořizovací cena, kterou je však potřeba poměřovat s množstvím výhod.

Princip vytvoření elektrické energie je u motorgenerátoru založen na spolupráci soustrojí spalovací motor a alternátor. Primárním zdrojem energie bývá většinou nafta, proto je jejich hlavním představitelem dieselagregát. Tento náhradní zdroj se používá hlavně tam, kde potřebujeme delší dobu zálohy. Ovšem je zde určitá časová prodleva k nastartování motoru.

Součástí této práce bylo také posouzení zálohování nouzového osvětlení. Zálohování bylo navrženo ve dvou variantách: s vlastním zdrojem a se zdrojem UPS. Porovnáním těchto dvou druhů nouzového osvětlení není úplně jednoduché určit, které je lepší. Hlavní rozdíl mezi těmito variantami je pořizovací cena. Tato cena je u varianty s centrální UPS vyšší. Krom ceny jsem zahrnul do ekonomického zhodnocení také náklady na údržbu za 20 let. Při porovnání nákladů za 20 let se ceny obou systémů napájení téměř vyrovnaly. Při delším provozu by vyšel levněji systém napájení z centrální UPS. K tomuto systému NO je třeba přičíst další výhodu spolupráce s DA, který nám dobu zálohy ještě více prodlouží. Proto bych to volil jako efektivnější řešení zálohování nouzového osvětlení.

Při návrhu zálohování zásuvek se jako optimální řešení jeví spojení UPS a dieselagregátu. Zejména pak proto, že je zde potřeba delší doba napájení ze záložního zdroje. Z výše uvedeného víme, že motorgenerátory se spouštějí se zpožděním. Po tuto dobu nám dodávku elektrické energie zajišťuje právě UPS, která také stabilizuje napětí a kmitočet. Tato doba trvá několik sekund, poté plnou zátěž převezme motorgenerátor. Po obnovení dodávky je motorgenerátor udržován v chodu pro případ opakovaného výpadku.

Dnes jsou však vyvíjeny technologie jako DRUPS, které pracují na principu spolupráce setrvačníku (který, akumuluje elektrickou energii) a dieselového motoru. Myslím si, že vývoj náhradních zdrojů se bude ubírat tímto směrem. To ale neznamená, že nebude také dále probíhat stálé zdokonalování systémů UPS.

POUŽITÁ LITERATURA

[1] *APC by Schnider electric : APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V* [online]. 2011 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: <http://www.apc.com/products/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=SY48K48H-PD&tab=models>.

[2] *APC Smart-UPS RT 192V Battery Pack* [online]. 2011 [cit. 2011-04-06]. APC by Schnieder elektric. Dostupné z WWW: <http://www.apc.com/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=SURT192XLBP&fnl=4606,2&fnl_basket=4606,3c>

[3] *APC Smart-UPS RT 8000VA 230V* [online]. 2011 [cit. 2011-03-18]. APC by Schnieder elektric. Dostupné z WWW: <http://www.apc.com/products/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=SURT8000XLI&tab=models>.

[4] BEAUDET, J.A.; FIORINA, J.N; PINON, O. UPS topologies and standarts. *MGE UPS system* [online]. 1999, 11, [cit. 2010-11-17]. Dostupný z WWW: <http://www.gruberpower.com/pdf-files/MGE%20UPS%20Topologies.pdf>.

[5] DROZD, Ing.David. Nouzové osvětlení : Osvětlení unikových cest. *Světlo* [online]. 2008, 3, [cit. 2010-11-17]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/37412.pdf>.

[6] Dynamické rotační systémy UPS. *Elektro* [online]. 2009, 10, [cit. 2010-11-18]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39671.pdf>.

[7] *Elima elektroinstalační materiál* [online]. 2011 [cit. 2011-04-07]. CYKY-J 3x1,5 (C). Dostupné z WWW: <http://www.elima.cz/obchod/product_info.php?cPath=362_363&products_id=5685>.

[8] *Elkom Praha a.s.* [online]. 2011 [cit. 2011-04-07]. Ceník. Dostupné z WWW: <http://www.elkom.cz/index.php?pg=cenik&detail=mo&uid=public&filtr=K1>.

[9] *Http://shop.ups.cz/* [online]. 2007 [cit. 2010-11-19]. SPOLEČNOST UPS TECHNOLOGY. Dostupné z WWW: <http://shop.ups.cz/content/view/22/14/>.

[10] ING. SKLENÁŘ, Jaroslav , et al. *UPS zdroje pro systémy střídavého Zajištěného napájení*. Trutnov : H.V.K.L. PROPAG TEAM, 1997. 50 s.

[11] KOLEKTIV PRACOVNÍKŮ, EXX s.r.o. Nouzové osvětlení - srovnání systému s centrálním zdrojem a z decentralizovánými akumulátory. *Světlo* [online]. 2009, 5, [cit. 2011-03-18]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=39779>.

[12] KUBÍN,DRSC, Ing. Miloslav. *Energetika na prahu 21.Století : Rozvojové trendy elektroenergetiky*. česko : Jihomoravská energetika, a.s, 2000. 458 s.

[13] KUCHTA, CSC, Ing.Karel. Jak si počínat při výběru UPS. *Automa* [online]. 2001, 3, [cit. 2010-11-17]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33482>.

[14] *Modus český výrobce svítidel* [online]. 2011 [cit. 2011-03-18]. Modus I AL. Dostupné z WWW: <http://www.modus.cz/cze/index.php?

[15] *Modus český výrobce svítidel* [online]. 2011 [cit. 2011-03-18]. Modus I AL. Dostupné z WWW: <http://www.modus.cz/cze/katalog-svitidel/vestavna-zarivkova-svitidla/modus-i-al/>.

[16] *OEZ* [online]. 2011 [cit. 2011-04-06]. SICHR. Dostupné z WWW: <http://www.oez.cz/file/496>.

[17] PLÁTENÍK, V.; BRUTOVSKÝ, E. *Využití elektrické energie*. Praha : SNTL, 1987. 270 s

[18] *Poruchy napájení* [online]. 2010 [cit. 2010-11-28]. Power Tech. Dostupné z WWW: <http://www.power-tech.cz/napajeci-systemy-poruchy-napajeni.php>.

[19] RASMUSSEN, Neil. *Http://www.apcmedia.com* [online]. 2003 [cit. 2010-11-17]. Apcmedia. Dostupné z WWW: <http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TNM3Y_R5_CZ.pdf>.

[20] *Silektro* [online]. 2011 [cit. 2011-03-30]. Produkty » Broadcrown - John Deere. Dostupné z WWW: <http://www.silektro.cz/produkty/broadcrown-john-deere-77>.

[21] Srov.DOC. ING.VRÁNA CSC., Václav, et al Stupně zajištění dodávky el. energie a záložní zdroje. In [online]. VŠB - TU Ostrava : [s.n.], listopad 2006 [cit. 2010-10-07]. Dostupné z WWW: <http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/hgf/rozvody_lomy/07_zajisteni_dodavky_zdroje.pdf>.

[22] Svítidla nouzová a s vlastním zdrojem. *Schrack technik* [online]. 2010, 8, [cit. 2011-03-17]. Dostupný z WWW: <http://www.schrack.cz/fileadmin/f/cz/INFONET/PM/Javurek/2010/11_nouzova_web.pdf>.

[23] VRÁNA, CSC, Doc. Ing. Václav; KOCMAN, Ing. Stanislav Náhradní zdroje elektrické energie. In *Náhradní zdroje elektrické energie* [online]. Ostrava : VŠ- TU Ostrava, 2003 [cit. 2010-11-17]. Dostupné z WWW: <http://www.isse.pr-net.cz/materialy/ESP/nahradni.pdf>.

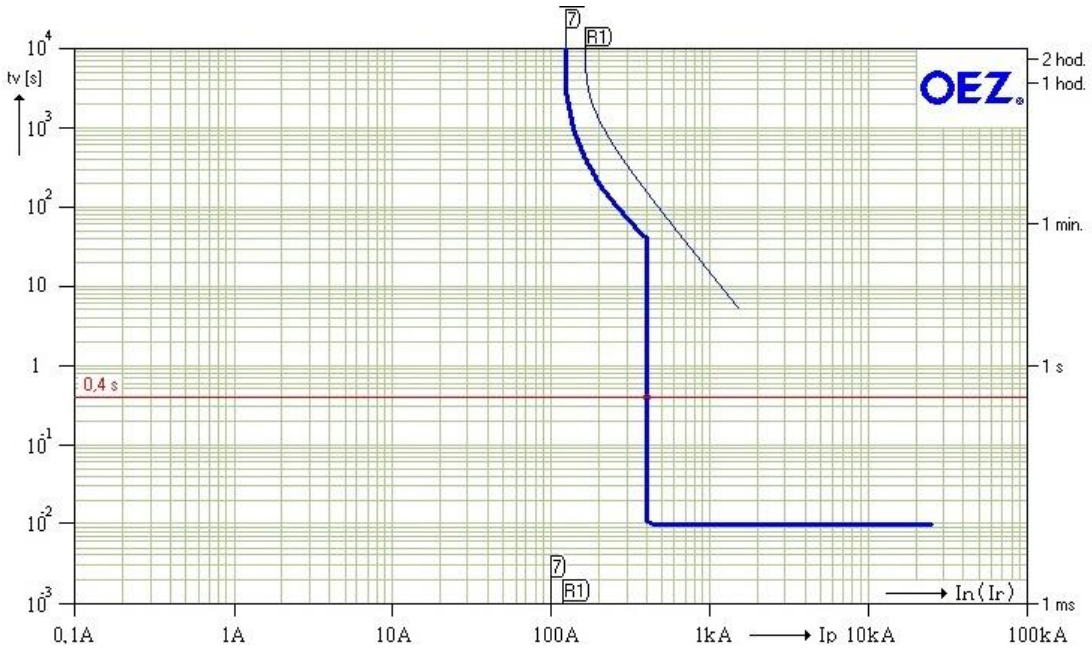
[24] *Zabezpečení napájení elektrickou enegrií* [online]. 2011 [cit. 2011-03-18]. Phoenix Zeppelin. Dostupné z WWW: <http://www.p-z.cz/cs/site/pz-energeticke-sys/pz-es-zabezpecene-napajeni.htm>.

[25] ŽÁČEK, CSC.,, Doc. Ing. Jaroslav. Zdroje nepřerušovaného napájení – UPS. *Automa : časopis pro automatizační techniku* [online]. 2001, 3, [cit. 2010-10-20]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33481>.

[26] Zdroje nepřerušovaného napájení – UPS. *4-construction* [online]. 2008, 3, [cit. 2010-11-17]. Dostupný z WWW: <http://www.4-construction.com/cz/clanek/zdroje-neprerusovaneho-napajeni-ups/>.

PŘÍLOHY

Příloha A



Obr. A-1 Vypínací charakteristika jističe BC160N-100-L, 100 A

Příloha B

Tab. B-1 Rozměry a provozní prostředí UPS typu APC Smart-UPS RT 8000VA 230V [2]:

Maximální výška	432 mm
Maximální šířka	263 mm
Maximální hloubka	736 mm
Hmotnost	110,91 Kg
Barva	černá
Provozní prostředí	0 – 40° C
Provozní relativní vlhkost	0 – 95%
Provozní nadmořská výška	0-3000 m
Slyšitelný hluk vzdálenost 1m	55 dBA
Odvod tepla	1603. BTU/hod

Tab. B-2 Rozměry a provozní prostředí baterie SURT192XLBP Battery Unit [2]:

Hmostnost	90,91 Kg
Max výška	130 mm
Max šířka	432 mm
Max hloubka	660 mm
Barva	černá
Provozní prostředí	0 – 40° C
Provozní relativní vlhkost	0 – 95%
Provozní nadmořská výška	0-3000 m

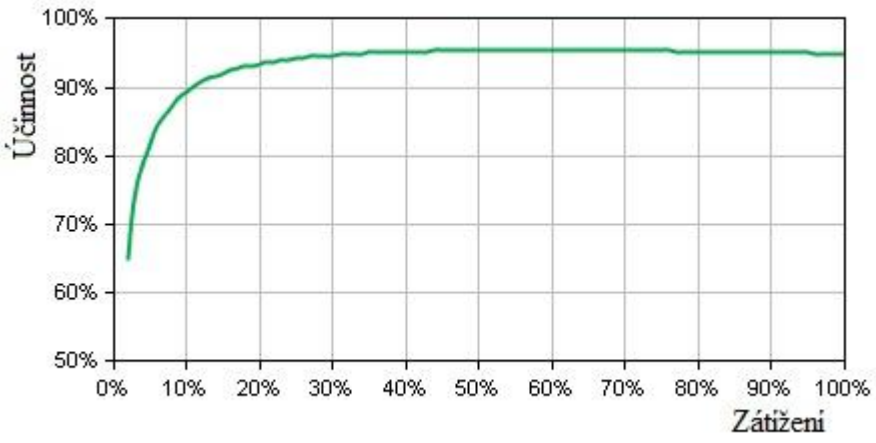
Příloha C

Tab. C-3 Komunikace a správa UPS typu APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V [1]:

Port rozhraní	SmartSlot
Řídící panel	Multifunkční LCD stavová kontrolní konzole
Zvuková upozornění	Upozornění na stav, kdy je systém napájen z baterie: zřetelné upozornění na nízkou kapacitu baterie: nastavitelná doba
Nouzové vypínaní	Ano

Tab. C-4 Fyzické rozměry a provozní prostředí UPS typu APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V[1]:

Výška	1991 mm
Šířka	600 mm
Hloubka	1070 mm
Hmotnost	796 Kg
Barva	Černá
Provozní prostředí	0 – 40° C
Provozní relativní vlhkost	0 – 95%
Provozní nadmořská výška	0 – 999,9 metrů
Okolní teplota při uskladnění	-15° – 40° C
Slyšitelný hluk ve vzdálenosti 1m od povrchu jednotky	61 dBA



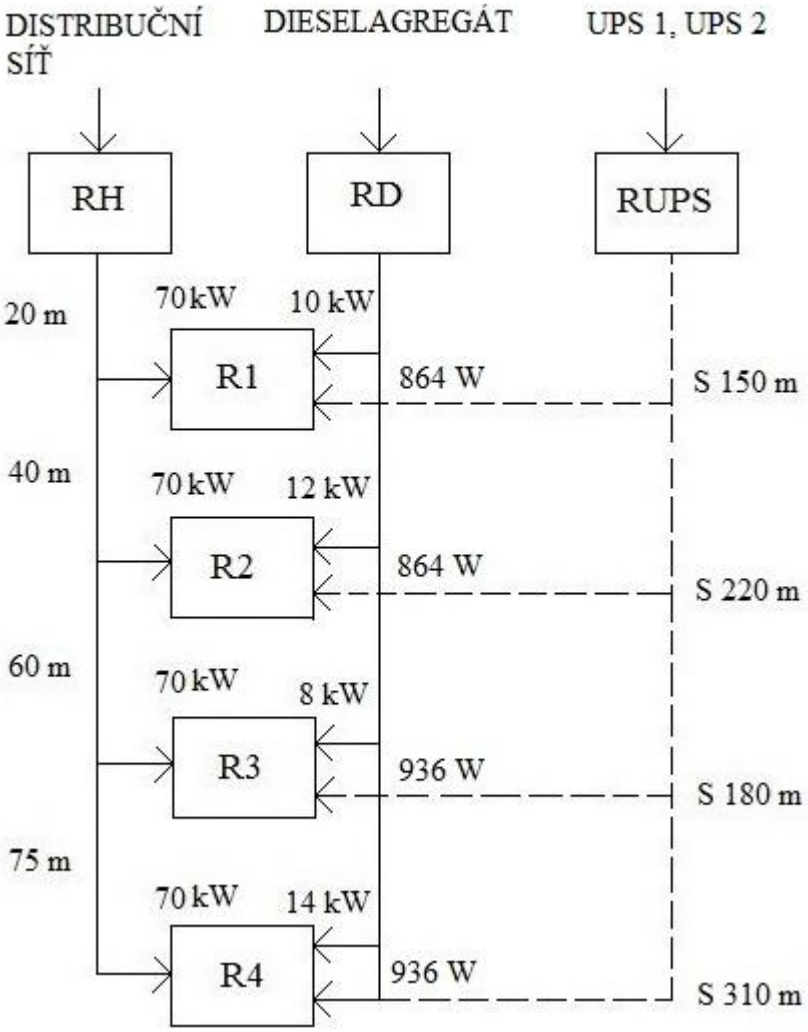
Obr. C-2 Graf účinnost typu APC Symmetra PX All-In-One 48kW Scalable to 48kW, 400V [1]

Příloha D

Tab. D-5 Technické parametry dieselagregátu Broadcrown –John Deere 40 - 400kVA, 50 Hz – 3 fázový, BCJD 90 [20]:

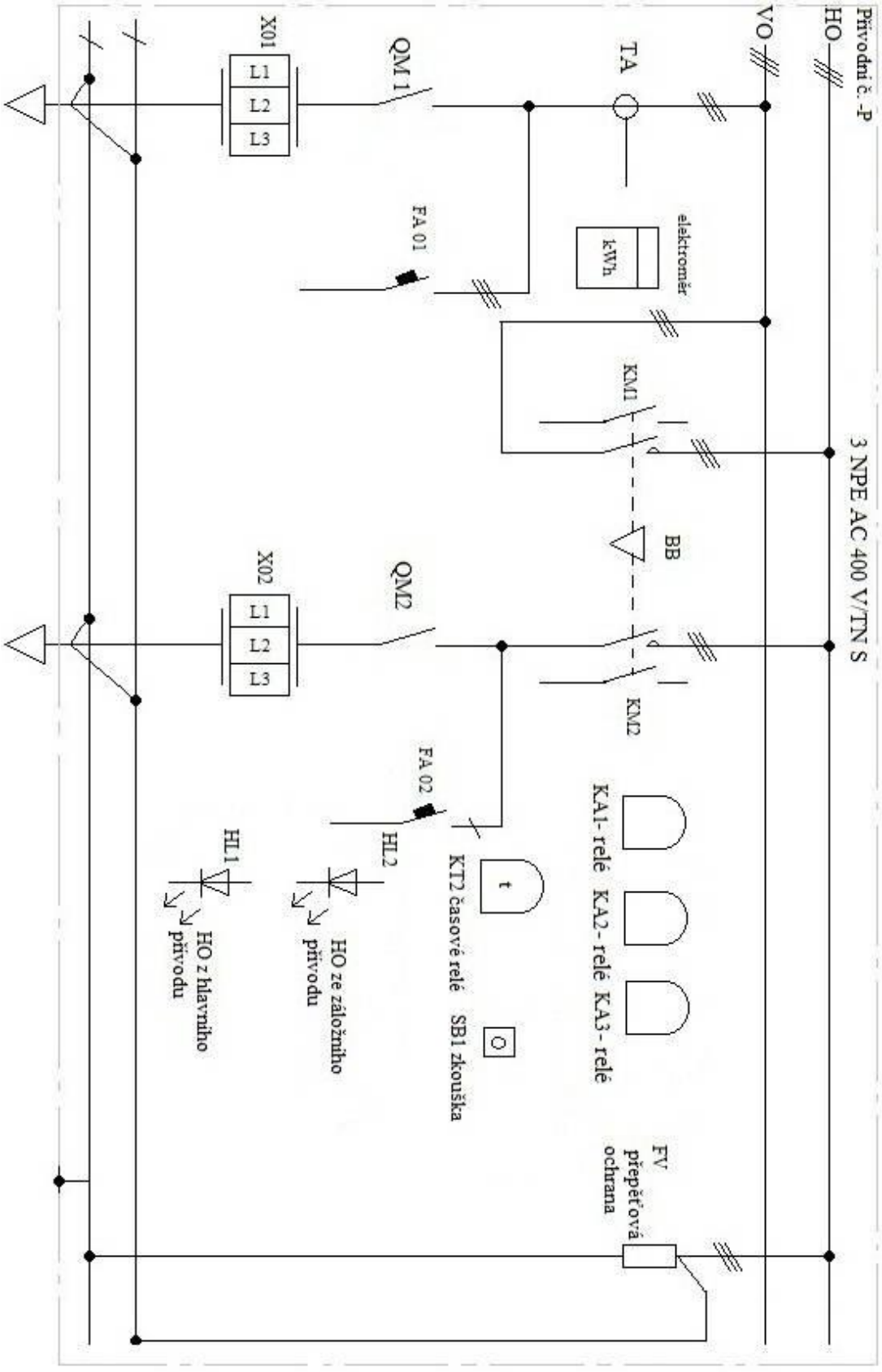
	jednotky	Prime	Stanby
Otáčky motoru	ot/min	1500	
Celkový výkon	kW	64	72
Výkon ventilátoru	kW	3	3
Čistý výkon	kW	61	69
Provozní nadmořská výška	m	2300	1500
Objem	l	4,5	
Typ válce		4-taktní, inline	
BMEP	kPa	1338	1481
Spotřeba paliva při 100% výkonu	l/h	22,9	25,2
Spotřeba paliva při 75% výkonu	l/h	16,4	18,2
Spotřeba paliva při 50% výkonu	l/h	11,7	12,9
Velikost palivové nádrže	l	225	
Proudění vzduchu v motoru	m^3/s	0,092	0,102
Omezení přívodního vzduchu	kPa	6,25	
Průtok výfukových plynů	m^3/s	0,205	0,227
Teplota výfukových plynů	°C	555	600
Maximální protitlak výfukových plynů	kPa	7,5	
Chladič vzduchu	m^3/s	1,2	
Tlak v chladiči vzduchu	kPa	175	
Maximální teplota chladící kapaliny	°C	105	
Chladící kapalina	l	20	
Celkové množství oleje	l	13,2	
Typický tlak oleje při jmenovitých otáčkách	kPa	345	
Spotřeba oleje (>250 hodin)	l/h	0,06	
Provozní teplota	°C	40	27
Baterie	V	12	
Fáze	3-fázové		
Účiník	Cosφ=0,8		
AVR typ	SX 460		
Regulace napětí	±1,5%		

Příloha E



Obr. E-3 Schéma propojení rozvaděčů

Příloha F



Obr. F-4 Silový obvod přepínaní napájení z hlavního obvodu