

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Střídavý a stejnosměrný distribuční systém ve velkém
objektu**

Vedoucí práce: **Prof. Ing. Zdeněk Vostracký, DrSc., dr. h. c.**

Autor: **Josef Šlauf**

Akademický rok: **2014/2015**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Josef ŠLAUF**
Osobní číslo: **E12B0239P**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Střídavý a stejnosměrný distribuční systém ve velkém objektu**
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

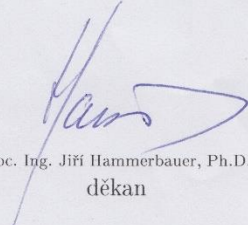
1. Zpracujte rešerši stejnosměrné technologie napájení velké budovy.
2. Zpracujte užití stejnosměrného zdroje pro vybrané spotřebiče.
3. Určete vhodnou velikost stejnosměrného napětí pro stejnosměrný systém distribuce.
4. Porovnejte střídavý a stejnosměrný systém distribuce - technicky a ekonomicky pro vybraný objekt - například fakultu.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

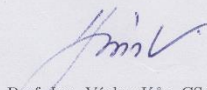
1. Podle instrukcí vedoucího a konzultanta.
2. Časopisy IEEE - Power Energy, CIRED.
3. Firemní literatura ABB.
4. www stránky.

Vedoucí bakalářské práce: **Prof. Ing. Zdeněk Vostracký, DrSc., dr. h. c.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **8. června 2015**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kús, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2014

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na možnost realizování a technické řešení rozvodů DC proudu v administrativních a průmyslových objektech. Zabývá se technologií použitelnou k provedení DC distribuce proudu ve velkých budovách. Dále je nastíněno možné použití DC proudu pro vybrané spotřebiče, a jsou uvedeny úspory vzniklé použitím stejnosměrného napájení. Práce také popisuje rozdíly technických řešení bezpečnostních prvků v obvodech stejnosměrného proudu. V závěrečné části práce jsou popsány možnosti uplatnění DC distribuce v reálné budově podniku.

Klíčová slova

DC, AC, Fotovoltaická elektrárna, Usměrňovač, Střídač, Příkon, Výkon, Napětí, Proud, Odpor, Účinnost, Frekvenční měnič

Abstract

The presented thesis is focused on the way of implementation and technical solution of direct current (DC) distribution in the administrative and industrial buildings. It concentrates on a technology used for DC distribution in large buildings. There is also outlined possible use of DC for selected appliances and the savings developed by using DC power are shown. The thesis also describes the differences of technical solutions of security features in DC circuits. The final part describes the usage possibilities of DC system in an actual company.

Key words

DC, AC, Photovoltaic power plant, Rectifier, Inverter, Power consumption, Performance, Voltage, Current, Resistance, Effectiveness, Frequency converter

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

.....
podpis

V Plzni dne 7.6.2015

Josef Šlauf

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu práce panu Prof. Ing. Zdeňku Vostrackému, DrSc., dr. h. c. za svěřením práce a cenné rady v průběhu řešení.

Také bych rád poděkoval konzultantům Ing. Václavu Mužíkovi a Ing. Vladimíru Vajnarovi za trpělivost a velmi cenné rady při řešení práce. Bez jejich pomoci by tato práce jistě nemohla vzniknout.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM GRAFŮ	10
SEZNAM TABULEK	10
ÚVOD	11
1. ŘEŠENÍ NAPÁJENÍ VELKÉ BUDOVY DC TECHNOLOGIÍ	12
1.1 ČTYŘKVADRANTNÍ ELEKTROMĚR	12
1.2 USMĚRŇOVAČE/STRÍDAČE	13
1.2.1 <i>Usměrňovače</i>	13
1.2.2 <i>Strídače</i>	16
1.3 JIŠTĚNÍ AC STRANY ROZVODU.....	17
1.3.1 <i>Jištění DC strany rozvodu</i>	18
2 UŽITÍ STEJNOSMĚRNÉHO ZDROJE PRO VYBRANÉ SPOTŘEBIČE	19
2.1 STOLNÍ POČÍTAČ	19
2.2 KLIMATIZACE	20
2.3 OSVĚTLENÍ	21
2.4 VÝTAH.....	23
2.5 ASYNCHRONNÍ TOČIVÝ STROJ.....	24
3 NÁVRH VELIKOSTI NAPĚTÍ V DC ROZVODU	24
3.1 VÝPOČTY ZTRÁT NA VEDENÍ PŘI RŮZNÉM NAPĚTÍ.....	24
4 SROVNÁNÍ AC A DC TECHNOLOGIE ROZVODŮ	27
4.1 AC ROZVOD.....	27
4.2 DC ROZVOD.....	29
4.3 SROVNÁNÍ	35
ZÁVĚR	36
SOUČASNÉ MOŽNOSTI DC DISTRIBUCE	36
BUDOUCNOST DISTRIBUCE DC PROUDU	36
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	38
PŘÍLOHY	39
DATASHEETY NĚKTERÝCH ZAŘÍZENÍ ZMÍNĚNÝCH V PRÁCI.....	39
<i>Strídač Fronisu</i>	39
<i>Strídač SMA</i>	41
TECHNICKÁ DATA DC JISTIČŮ OEZ.....	45

Seznam symbolů a zkratk

ΔP	Rozdíl příkonu (úspora) [W]
P_{Zt}	Ztrátový výkon usměrňovače [W]
P_Z	Příkon trubicové zářivky [W]
P_L	Příkon LED svítidla [W]
P_{CZ}	Celkový příkon osvětlení řešený trubicovými zářivkami [W]
P_{CL}	Celkový příkon osvětlení řešený LED moduly [W]
P_{CLS}	Celkový příkon budovy řešený LED moduly s přihlédnutím k svítivosti [W]
I_Z	Svítivost trubicové zářivky [lm]
I_L	Svítivost LED modulu [lm]
I_{CZ}	Celková svítivost osvětlení řešeného trubicovými zářivkami [lm]
I_{CL}	Celková svítivost osvětlení řešeného LED modulu [lm]
I_{CLS}	Celková svítivost osvětlení řešeného LED modulu (dle svítivosti) [lm]
n_Z	počet trubicových zářivek [ks]
n_L	počet LED modulů [ks]
n_{LS}	počet LED modulů s přihlédnutím k svítivosti [ks]
U_{T0}	Prahové napětí součástek usměrňovače [V]
ΔU	Úbytek napětí na vedení [V]
U	Napěťová hladina vedení [mA]
R_V	Odpor vedení [Ω]
r_d	Diferenciální odpor součástek usměrňovače [Ω]
i_F	Proud protékající součástkou usměrňovače [mA]
I	Proud protékající vedením [A]
E	Elektrická energie [Wh]

Seznam obrázků

Obr. 1.1. Blokové schéma napájení velké budovy DC technologií	12
Obr. 1.2.1. Schéma a průběhy jednoduchých neřízených usměřovačů	13
Obr. 1.2.1. Průběh střídavého a stejnosměrného proudu	18
Obr. 2.2.1. Blokové schéma měniče kmitočtu [10]	21
Obr. 2.4.1. Grafické znázornění PWM řízení [9]	23
Obr. 3.1.1. Měnič na střeše budovy	28
Obr. 4.2.1. Pohled na fotovoltaickou elektrárnu na střeše budovy	33

Seznam grafů

Graf 2.3.1. Grafické znázornění příkonu jednotlivých svítidel	22
Graf 2.3.2. Grafické znázornění příkonu jednotlivých svítidel bez žárovky	22
Graf 3.1.1. Znázornění poklesu úbytku napětí s rostoucí napět'ovou hladinou	26
Graf 4.1.1. Grafické znázornění spotřeby elektrické energie v budově	29
Graf 4.2.1. Grafické srovnání příkonů osvětlení	32
Graf 4.2.2. Grafické srovnání svítivosti osvětlení	32

Seznam tabulek

Tab. 1.2.1.1. Typy usměřovačů společnosti ABB [6].....	14
Tab. 1.2.1.2. Základní data usměřovačů společnosti ABB [6]	14
Tab. 1.2.1.3 Možnost přetížení usměřovače	15
Tab. 1.2.2.1. Základní údaje některých střídačů	16
Tab. 2.1. Seznam vybraných spotřebičů	19
Tab. 2.3.1 Příkon, pracovní napětí a svítivost srovnávaných typů svítidel	21
Tab. 3.1.1. Parametry vedení pro výpočet ztrát	24
Tab. 3.1.2. Potřebné proudy pro přenos určeného výkonu	25
Tab. 4.1.1. Výrobní výkon fotovoltaické elektrárny v časovém období jednoho roku ..	27
Tab. 4.1.2 Spotřeba podniku po dobu jednoho roku.....	29
Tab. 4.2.1 Srovnání dat osvětlení firmy.....	32

Úvod

Trendem současnosti je obrovský rozmach a stále se zvyšující podíl číslicových a polovodičových technologií, které pronikají mimo běžné počítače do téměř všech elektronických zařízení, například do osvětlovací technologie v podobě různých typů LED svítidel. Jelikož se v naprosté většině světa provádějí rozvody střídavým proudem (dále jen AC), který byl z historického hlediska výhodnější z důvodů použití elektrické energie pouze k napájení točivých strojů, osvětlení a tepelných těles, a oproti DC proudu o stejné napěťové úrovni vykazuje menší ztráty při transportu. S rozvojem výpočetních a číslicových technologií se tato výhoda začala vytrácet. Ztráty usměřovačů instalovaných v každém jednom zařízení vyrovnají a od určitého počtu spotřebičů i převýší ztráty na DC rozvodu.

Dalším argumentem pro možný přechod na DC rozvody a konečná spotřeba energie v této formě je i masový rozvoj fotovoltaických elektráren, které primárně produkují právě DC proud a pro následnou spotřebu je nutné tento proud „rozstřídat“. K tomuto účelu se vesměs používají výkonové polovodičové střídače s poměrně vysokou pořizovací hodnotou a nezanedbatelnými ztrátami. Dá se tedy říci, že v případě použití fotovoltaického zdroje na budově jako pomocného zdroje je nutné nejdříve tento proud „rozstřídat“ (se ztrátami) a téměř ihned ho usměrnit (s dalšími ztrátami) pro napájení například počítačových systémů.

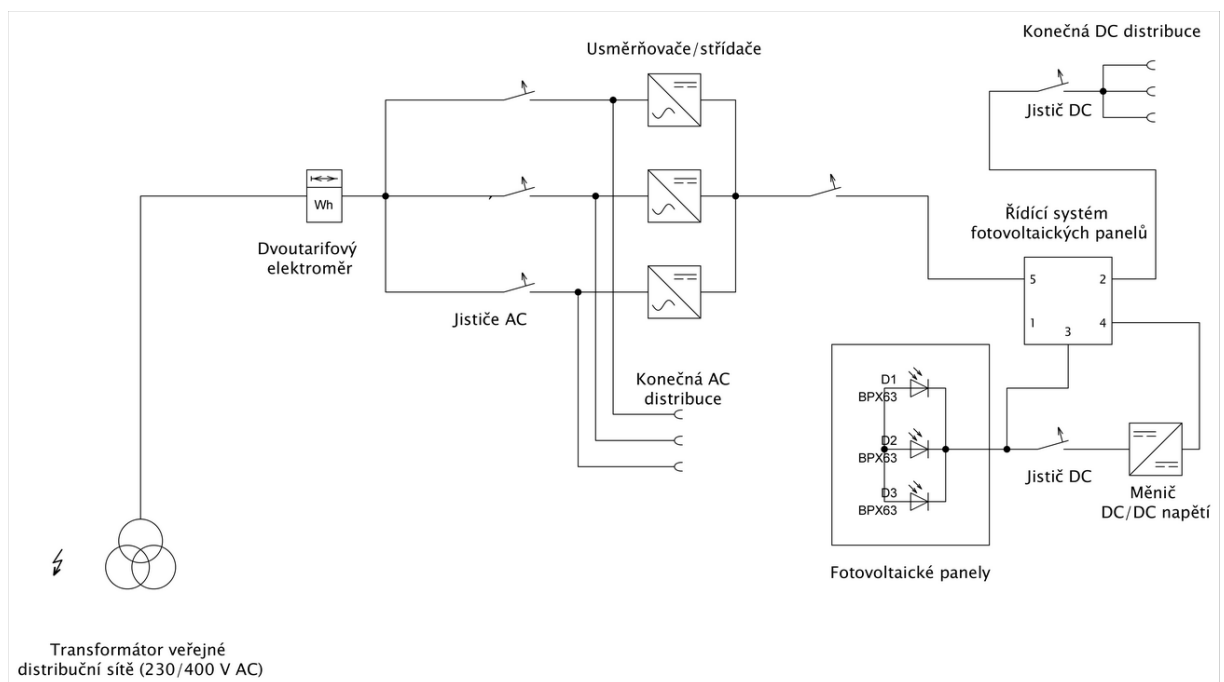
V současnosti lze DC rozvody realizovat pomocí jednoho centrálního usměřovače, který by zpracovával energii rovnou z veřejné distribuční sítě, a v takovém případě by při možném budoucím zavedení systému HVDC (přenos energie na velké vzdálenosti pomocí vysokého stejnosměrného napětí) a s ním spojená možnost konečné distribuce DC proudu bylo možné tento usměřovač vyčlenit z rozvodu.

Cílem této práce je tedy určit možný přínos přechodu na DC rozvody ve velkých budovách, porovnáním zrát vznikajících na samotném rozvodu a podružných zařízeních (usměřovače, střídače apod.) s v současnosti využívanými rozvody AC. Určit na základě zjištěných dat nejvhodnější napěťovou hladinu v takovýchto rozvodech. Zjistit jaké technologie bude možné použít k jištění, řízení a kontrole takovýchto rozvodů. A zpracovat reprezentativní vzorek některých spotřebičů využívající tento typ rozvodů. Například ve většině velkých administrativních budovách je denně v provozu ohromné množství počítačů a dalších

výpočetních systémů, na jejichž zdrojích respektive usměrňovačích vznikají velké energetické ztráty.

1. Řešení napájení velké budovy DC technologií

V následujícím navrhovaném řešení DC rozvodu velké budovy je uvažován AC rozvod veřejné distribuční sítě. V obvodu jsou tedy zařazeny AC/DC měniče, které by v případě přechodu veřejné distribuční sítě na DC proud bylo možné jednoduchým přemostěním vyřadit z provozu bez vlivu na rozvod budovy nebo distribuční síť.



Obr. 1.1 Blokové schéma napájení velké budovy DC technologií

Na obrázku č. 1 je blokově znázorněno možné řešení DC rozvodu ve velkých (průmyslových) budovách. Dále budou podrobněji popsány jednotlivé bloky viditelné v schématu

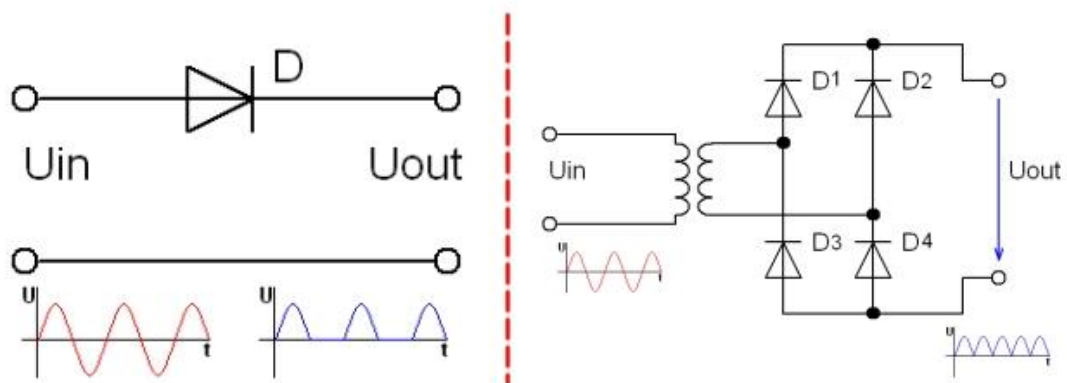
1.1 Čtyřkvadrantní elektroměr

Jedná se o elektroměr umístěný na AC straně rozvodu. Specifickou funkcí těchto elektroměrů je, že dokáží zaznamenávat výkon tekoucí do rozvodu, tak i výkon tekoucí (dodávaný) zpět do distribuční sítě. Stav zpětné dodávky nastává v případě převýšení spotřebovávaného výkonu fotovoltaičnou elektrárnou. Elektrárna tedy dodává více výkonu, než je budova v dané době schopna spotřebovat. Tyto přebytky se odvádějí (odprodávají) zpět do veřejné distribuční sítě.

1.2 Usměrňovače/Střídače

1.2.1 Usměrňovače

Obvody usměrňovačů lze realizovat několika způsoby, přičemž je rozhodující požadovaný usměrňovaný výkon a také zátěž, na kterou je usměrňovač připojen. Výkonové usměrňovače jsou v dnešní době schopny přenést výkony až jednotky MW. Tyto výkony jsou ovšem vykoupeny většími ztrátami při procesu usměrňování. [5]



Obr. 1.2.1. Schéma a průběhy jednoduchých neřízených usměrňovačů (vlevo jednocestný, vpravo dvoucestný - můstkový)

Na obrázku 1.2.1. jsou zobrazeny jednoduché diodové (neřízené) usměrňovače. Princip usměrňovačů spočívá ve vlastnosti diodových polovodičů vést proud pouze v jednom směru tzv. propustném. Na stejném principu jsou založeny i následující zástupci výkonových usměrňovačů, ovšem vybaveny dalšími přídatnými technologiemi jako jsou řídicí systémy (v případě spínaných usměrňovačů, kde jsou diody nahrazeny thyristory či tranzistory) a podobně. U každého výrobce se samozřejmě dílčí zapojení liší, ale princip funkce zůstává stejný. [2]

1.2.1.1 Zástupci výkonových usměrňovačů dle výrobců:

- **společnost ABB**

Je schopna dodat usměrňovací jednotku o jmenovitém proudu 220 kA (špičkově 550 kA) při výstupním napětí 2 kV. Tento usměrňovač pracuje na principu paralelně zapojených spínaných polovodičových součástí, tedy IGBT tyristorů. Paralelním spojením se zvyšuje výkon usměrňovače, který je ovšem vykoupen vyššími ztrátami na usměrňovači. Tepelné ztráty jsou na relativně vysoké úrovni a je nutné instalovat výkonné externí chlazení, společnost ABB jako výrobce systému doporučuje dodání s vodním systémem chlazení.

Takovéto provedení je vhodné do velkých průmyslových objektů, kde je potřebný velký jmenovitý příkon a jsou zde požadavky na překonání velkých proudových rázů. Typickým příkladem mohou být výrobní haly Škody Power, kde není konstantní příkon v důsledku spouštění a vypínání velkých obráběcích strojů a podobně.

Typy usměrňovačů v současnosti dodávaných společnostmi ABB:

Vysokoproudové usm.	Středoproudové usm.
HCR 6000	MCR 1000
HCR 8000	-
HCR 9000	-

Tab. 1.2.1.1. Typy usměrňovačů společnosti ABB [6]

Základní vlastnosti jednotlivých typů:

	Vysokoproudové	Středoproudové
DC nap. max.	2000 V	1000V
DC proud max.	220 kA	200 kA
DC proud max. přetížení	550 kA	-
Počet pulzů	6 až 12	6 až 12
Typ	řízený, polovodičový	řízený, polovodičový
Chlazení	ANO (kapalinou)	ANO (kapalina)

Tab. 1.2.1.2. Základní data usměrňovačů společnosti ABB [6]

- **Společnost Mitsubishi**

V současné době vyvinula usměrňovací jednotku schopnou pracovat s normálovým proudem až 3,25 kA při jmenovitém výstupním napětí 1,5 kV. Nespornou výhodou těchto usměrňovačů je možnost značného přetížení bez zvýšeného nebezpečí zničení systému. Možnost chvilkově přetížít usměrňovač až o 400% může být využita u zařízení se zvýšeným odběrem proudu při zapnutí například točivého stroje. Oproti usměrňovačům vyráběnými společnostmi ABB dosahuje tento typ usměrňovače několikanásobně menších maximálních provozních proudů. Je tedy vhodný spíše pro napájení menších průmyslových objektů. [5]

Zatížení	Maximální doba přetížení	Odpovídající proud
100%	Neomezeno	3250 A
150%	2 hodiny	4875 A
200%	30 minut	6500 A
300%	1 minuta	9750 A
400%	10 sekund	13 000 A

Tab. 1.2.1.3 Možnost přetížení usměrňovače

- **Společnost IOR**

Vyvinula aktivní usměrňovač, kde spínací prvky standardně řešené IGBT tyristory nahradily polem řízenými tranzistory. Tento krok výrazně snížil ztráty usměrňovače. Při řízení tranzistorů je využíváno výhradně napětí a jen zanedbatelný proud. Stinnou stranou tohoto řešení je v současné době omezený výkon, který je možné přes tyto tranzistory přenést, a tím i relativně nízké maximální výkony usměrňovačů. V současnosti jsou špičkové výkonové tranzistory tohoto typu schopny přenášet maximální proudy do 1kA. Pro použití v průmyslových aplikacích (myšleno ve výrobních halách s nestálým příkonem) může být tento typ usměrňovače nevhodný právě z důvodu poměrně nízkého přenášeného výkonu a velmi malé, téměř zanedbatelné možnosti přetížení. Je naopak vhodný pro použití v administrativních budovách, kde převážnou část odběru tvoří výpočetní technika. Ta je v naprosté většině v provozu po celou dobu a nejsou zde tak markantní výkyvy v příkonu. [7]

Společným jmenovatelem všech známých a do běžného provozu zařaditelných výkonových usměrňovačů je poměrně velká ztrátovost. Tuto neefektivitu lze vyřešit použitím dvou typů

usměrňovačů. V případě běžného provozu budovy je možné použít tzv. řízené usměrňovače s vypínatelnými součástkami v podobě tranzistorů MOSFET. Toto zapojení zaručuje téměř bezztrátový provoz z hlediska usměrňovače. V případě požadavku na vyšší výkony automaticky zařadit do obvodu výkonový usměrňovač (nejčastěji realizovaný tyristorovými součástkami) a za cenu vyšších ztrát dodávat do obvodu značně vyšší výkon, než je možné v případě použití usměrňovačů s polovodiči typu MOSFET. [2]

1.2.2 Střídače

Střídačů, které jsou schopny převádět stejnosměrný proud na střídavý, je v současné době na trhu poměrně velké množství v širokém rozsahu výkonů, a to díky masivnímu rozvoji fotovoltaických elektráren v posledních letech. Naprostá většina moderních střídačů operuje s účinnostmi od 92% do 98%.

Největšími výrobci jsou v současnosti společnosti ABB, SMA, Fronius Agilo, SolarEdge a mnoho dalších firem s menšími podíly na trhu střídačů.

Zástupci některých výkonových střídačů a jejich technická data:

Výrobce	Normálový výkon AC	Maximální výstupní proud	Min-Max vstup DC	Počet fází	Účinnost
Fronius	100 kW	152,6 A	460-950 V	3	98%
ABB	30 kW	45 A	250-1000 V	3	96%
SMA	900 kW	1411 A	562-1000 V	3	97%

Tab. 1.2.2.1. Základní údaje některých střídačů

1.3 Jištění AC strany rozvodu

K jištění na AC straně rozvodu lze použít mnoho známých a osvědčených systémů, které se v současné době zcela běžně používají:

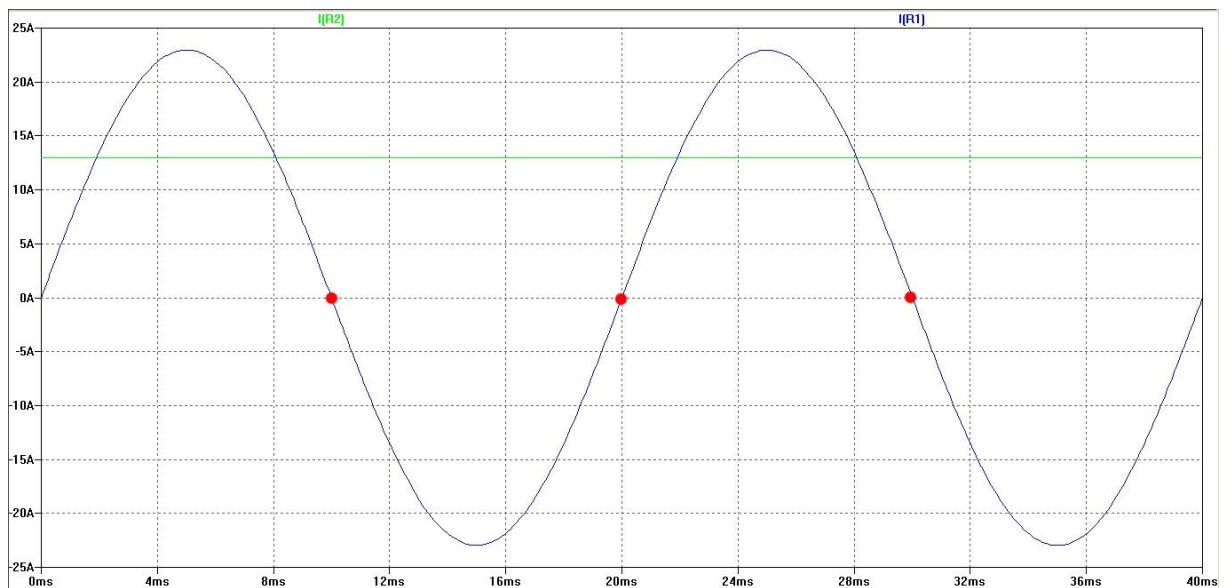
Jističe: prvky určené pro ochranu zařízení před nadproudem způsobeným například zkratem. Konstrukčních provedení AC jističů je nepřehledné množství. Jističe dělíme dle vypínacích charakteristik a dle výkonů, které jsou schopny odpojit. Tato zařízení pracují na principu účinků magnetického pole a také účinků tepla vytvořeným průchodem proudu. Tyto principy jsou funkční jak pro AC tak i DC rozvod.

Proudové chrániče: jsou určeny pro ochranu dotyku živých částí. Pracují na principu srovnávání ‚vtékajícího‘ a ‚odtékajícího‘ proudu z jištěného obvodu. Toto porovnávání probíhá systémem elektromagnetické indukce na induktoru obsaženém v chrániči. Při provozním bezporuchovém stavu je suma indukovaného napětí rovna nule. Napětí indukované proudem protékajícím do obvodu je velikostně shodné s napětím vyvolaným proudem vytékajícím z obvodu, ale s opačnou polaritou a tím se vzájemně vyruší a nastává tzv. rovnovážný stav. Při poruše, kdy se část proudu začne odčerpávat mimo obvod je rovnovážný stav porušen a indukované napětí vzniklé rozvážením nulového stavu vyvolá reakci, kterou je nejčastěji rozpojení obvodu.

Přepět'ové ochrany: slouží k omezení přepětí v síti rozvodu. Stav přepětí může nastat například při poruše v systému veřejné distribuční sítě, případně extrémní přepětí vlivem úderu blesku do živých částí instalace. Přepět'ové ochrany jsou nejčastěji řešeny jako varistory spojené s uzemňovacím vodičem, případně přepětí je pak svedeno a vliv na zařízení v instalaci je výrazně omezen.

1.3.1 Jištění DC strany rozvodu

Hlavním problémem jištění DC rozvodů je jeho kontinuální dodávka proudu, oproti střídavým proudům, které dle frekvence procházejí vždy dvakrát za periodu nulou a je tedy mnohem méně náročné odepínat takovéto druhy proudů. Právě z výše uvedeného důvodu nelze používat k jištění DC rozvodů jističe navržené k jištění AC rozvodů. Nejčastěji jsou DC jističe vybaveny tzv. zhašecí komorou, která dokáže uhasit případný oblouk vzniklý při vypnutí konstantního proudu.



Obr. 1.2.1. Průběh střídavého a stejnosměrného proudu

Na obrázku 1.2.1. je znázorněn průběh střídavého proudu (modrá křivka) a průběh stejnosměrného proudu (zelená přímka). Z obrázku je jasně patrné, že průběh střídavého proudu prochází vždy po 10 ms nulovou osou (při frekvenci 50 Hz), jednou za 10 ms neteče obvodem proud, tedy případný oblouk vzniklý při vypnutí obvodu se sám uhasí v důsledku přerušení dodávky proudu v krátkém časovém okamžiku. Při vypínání stejnosměrného proudu, jak již bylo zmíněno, je dodávka proudu kontinuální a tedy případný oblouk, který by mohl vzniknout při rozpojení kontaktu se samovolně nezhasí a je nutné do rozpínače (jističe) instalovat přídavná zařízení pro přerušení oblouku. Tato zařízení pak samozřejmě zvyšují pořizovací cenu odpínačů respektive jističů.

Technologií pro jištění DC rozvodů je již v současnosti dostatek díky masivnímu rozvoji fotovoltaických elektráren a nutnosti jištění právě DC proudu.

Jističe: jsou určeny pro nadproudovou ochranu instalací, jejich použití a funkce je shodná s jističi známými z klasických AC instalací. Některé typy jističů je možné použít jak v DC tak AC instalaci.

Proudové chrániče: nelze z podstaty jejich funkce (srovnávání vtékajícího a odtékajícího proudu prostřednictvím elektromagnetické indukce) v DC instalacích použít.

Přepětové ochrany: jsou určeny pro omezení přepětí vznikajících například spínacími pochody v síti nebo při úderu blesku, nejčastěji jsou řešeny jako varistory spojené se zemním vodičem.

2 Užití stejnosměrného zdroje pro vybrané spotřebiče

Výčet některých druhů zařízení nejčastěji používaných ve velkých administrativních a průmyslových objektech, a jejich možnost napájení stejnosměrným zdrojem. Seznam vybraných spotřebičů je v tabulce 2.1

Spotřebič	Typ (Umístění)	Energetická náročnost
Stolní počítač	Výpočetní technika (administrativní pracoviště)	Malá
Klimatizace	Infrastruktura budovy	Střední
Osvětlení	Infrastruktura budovy	Střední
Výtah	Infrastruktura budovy	Střední
Asynchronní točivý stroj	Průmyslová část	Střední/Velká

Tab. 2.1. Seznam vybraných spotřebičů

2.1 Stolní počítač

Stolní počítače a obecně téměř veškerá výpočetní technika je napájena stabilizovaným stejnosměrným napětím různé velikosti. Je tedy zřejmé, že při napájení střídavým napětím je potřeba v každé stanici toto napětí usměrnit a tímto usměrňováním vznikají poměrně velké ztráty. Při napájení stejnosměrným napětím lze zaměnit klasický počítačový zdroj pouze za DC/DC měniče, které by vytvářely potřebné hladiny napětí. Řešení je možné provést centrálním měničem a mezi jednotlivé stanice rozvádět již potřebné hladiny napětí. Nebo provést DC/DC měnič v každé jednotce a rozvod provádět pouze v jedné hladině.

Ztrátový výkon na usměrňovači zdroje můžeme vyjádřit takto:

$$P_{Zt} = \frac{1}{T} \int_0^T (U_{TO} \cdot i_F + r_D \cdot i_F^2) dt \quad (1)$$

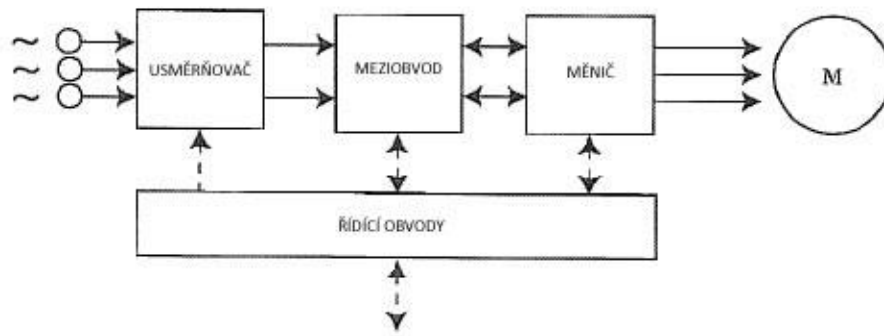
Kde: U_{TO} a r_D je prahové napětí a diferenciální odpor součástek usměrňovače, tyto hodnoty jsou uvedeny v datasheetu součástky. i_F je proud protékající součástkou usměrňovače [11]

Z tohoto vztahu získáme pro standartní neřízený usměrňovač s použitím křemíkových diod jako polovodičových součástek ztrátový výkon rovnající se v průměru 0.6% celkového usměrňovaného výkonu. Tato ztráta se může zdát jako zanedbatelná, nicméně při větším počtu počítačových jednotek se stává relativně velkou.

Bohužel v současné době neexistuje výrobce, který by podobné počítačové zdroje (ať již v podobě centrálního zdroje nebo v podobě DC/DC měniče obsažené v každé jednotce) komerčně a ve velkém množství vyráběl.

2.2 Klimatizace

Většina používaných klimatizačních jednotek pracuje na principu stlačování plynů, a následném nastříkání tohoto plynu na teplo vodivou mřížku. Plyn při expanzi prudce sníží svou teplotu a vzniklým rozdílem teplot začne odčerpávat teplo ze svého okolí tak, aby byla splněna termodynamická rovnice rovnováhy. Hlavním odběrem celého systému je tedy kompresor stlačující plyn. Kompresor je poháněn v naprosté většině případů asynchronním motorem s kotvou nakrátko. Provoz takového točivého stroje není z fyzikálního hlediska možný s napájením stejnosměrným proudem. Nicméně moderní klimatizační jednotky s regulací výkonu využívají tzv. frekvenční regulace výkonu kompresoru respektive motoru. Změnu frekvence zabezpečuje tzv. kmitočtový měnič (obr 2.2.1), který je napájen stejnosměrným proudem. Prostým vyřazením usměrňovače ze systému kmitočtového měniče lze napájet klimatizační jednotku DC proudem bez dalšího zásahu.



Obr. 2.2.1. Blokové schéma měniče kmitočtu [10]

2.3 Osvětlení

Naprostá většina používaných typů osvětlení lze bez větších úprav provozovat i v obvodech stejnosměrného proudu. Například v osvětlení pomocí nízkotlakých rtuťových výbojek tzv. zářivek je při přechodu na stejnosměrné napájení potřeba pouze zaměnit omezovač proudu v podobě tlumivky (užívané v obvodech střídavého proudu) za rezistor. Při použití moderního LED osvětlení pracujícího výhradně na stejnosměrný proud, lze opět vynechat v obvodu usměrňovač a tím snížit další ztráty způsobené usměrňováním. V současnosti je nutné v každém tělese LED osvětlení instalovat usměrňovač, na kterém vznikají poměrně velké ztráty. Nízký příkon samotných LED diod je tak vysoce převyšěn ztrátami na usměrňovači, které se projevují zahříváním systému.

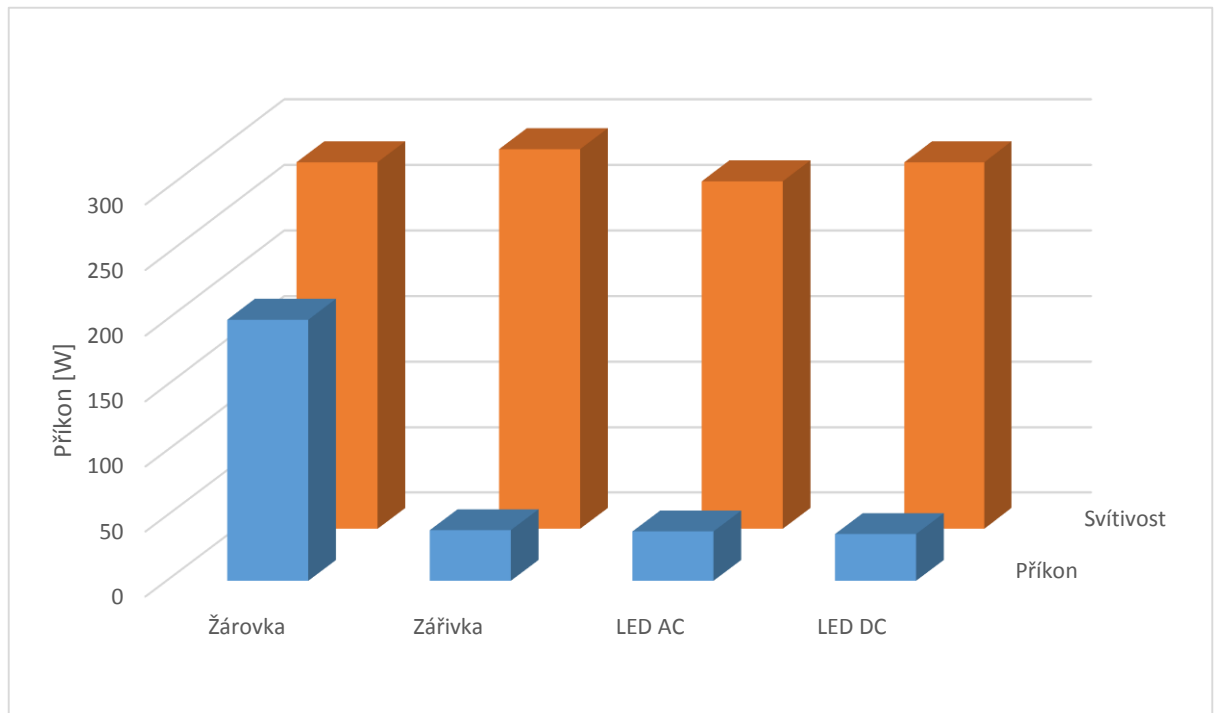
Srovnání příkonu klasického osvětlení (reprezentováno trubicovými zářivkami a klasickou žárovkou) a moderního LED osvětlení se srovnatelnou svítivostí:

	Žárovka	Zářivka	LED AC	LED DC
Příkon [W]	200	39	38	36
Napětí [V]	230	230	230	12
Svítivost [lm]	2800	2900	2665	2800

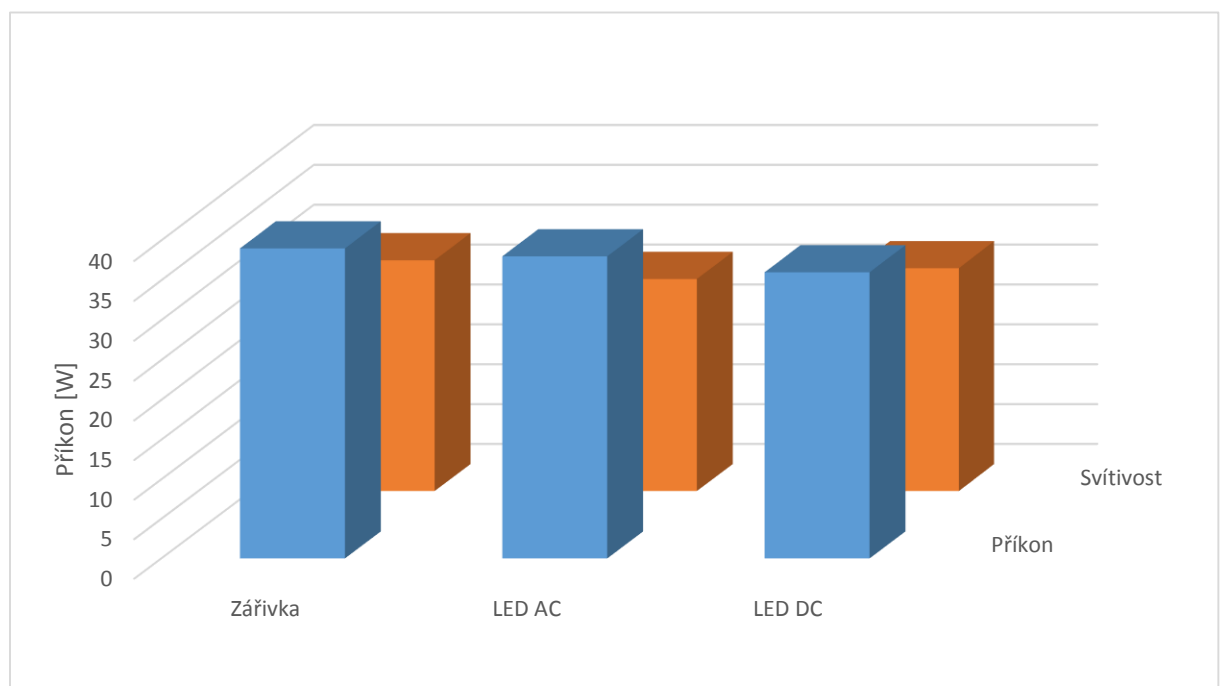
Tab. 2.3.1 Příkon, pracovní napětí a svítivost srovnávaných typů svítidel

V grafu 2.3.1. jsou znázorněny příkonové rozdíly jednotlivých svítidel. Ze srovnání jasně vyplývá neefektivita a energetická náročnost klasické žárovky poměrně k ostatním typům svítidel. Aby byly zřetelné drobnější rozdíly, je v grafu 2.3.2. vypuštěna klasická žárovka. Z těchto dat je zřejmé, že na vzorku srovnávaných svítidel je nejlépe vycházející (v poměru příkon/svítivost) LED technologie. Jak již bylo zmíněno LED systém osvětlení lze napájet

pouze DC proudem. Protože v současnosti je naprostá většina rozvodů realizována jako střídavá, je nutné ke každé osvětlovací jednotce připojit usměrňovač, který snižuje účinnost (zvyšuje ztráty). Konkrétně u srovnávaného typu LED svítidla činí ztráta na jediném tělese 2W což zhruba odpovídá v literatuře uváděným 6% usměrňovaného výkonu.



Graf 2.3.1. Grafické znázornění příkonu jednotlivých svítidel

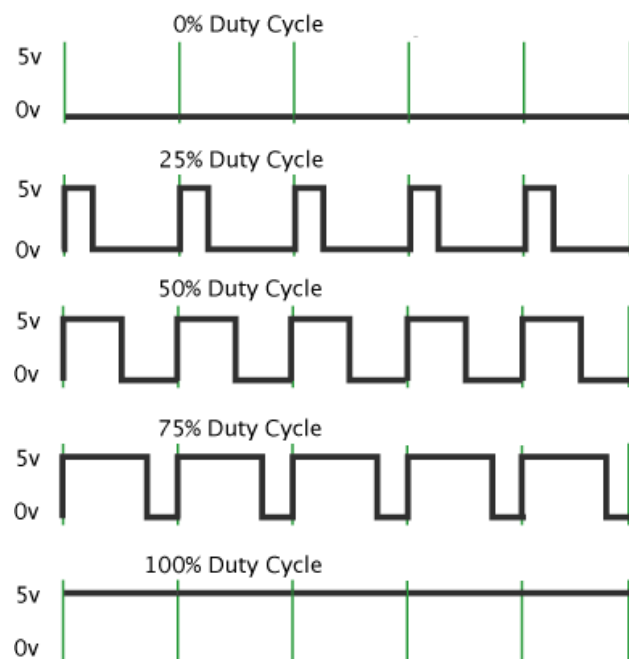


Graf 2.3.2. Grafické znázornění příkonu jednotlivých svítidel bez žárovky

Ve velké administrativní nebo průmyslové budově, kde je instalováno například 1000 jednotek LED svítidel činí ztráta na usměrňovačích již 2000 W.

2.4 Výtah

V případě výtahů se v současnosti nabízejí dva směry konstrukce pohonných jednotek, použití DC motoru nebo ponechání klasické konstrukce (nejčastěji s asynchronním motorem). V případě první alternativy (DC motoru) je možné řídit jeho otáčky (plynulý rozběh) pomocí PWM pulsů.



Obr. 2.4.1. Grafické znázornění PWM řízení [9]

Toto řízení je stejné jako u trakčních motorů například v trolejbusových vozech.

Druhou alternativou je k pohybu kabiny používat asynchronní motor. Toto řešení je podstatně více rozšířené a je tedy i více alternativ výběru konkrétních řešení. Asynchronní motor vyžaduje pro svůj provoz vytvoření točivého elektromagnetického pole, které se vytváří pomocí střídavého proudu. Provoz takového motoru tedy není z principu jeho činnosti možný na stejnosměrný proud. Většina takovýchto instalací je však vybavena tzv. frekvenčním měničem z důvodu plynulé regulace otáček motoru. Pokud je do obvodu zahrnutý frekvenční měnič, je možné obvod napájet i stejnosměrným proudem.

2.5 Asynchronní točivý stroj

Asynchronní motor jakožto nejrozšířenější typ pohonu různých průmyslových zařízení je zástupcem spotřebiče, který již z podstaty principu své funkce (vytvoření točivého magnetického pole) nemůže být napájen stejnosměrným proudem. U zařízení pracujících s tímto typem pohonu je nutné získat střídavý proud pro vytvoření točivého magnetického pole buďto instalací střídače (frekvenčního měniče) do obvodu nebo instalovat dvojí druh rozvodů jak s DC tak s AC proudem. [3]

3 Návrh velikosti napětí v DC rozvodu

V této kapitole bude navržena velikost napětí v DC rozvodu, která by nejlépe odpovídala potřebám spotřebičů nejčastěji instalovaných v průmyslových a velkých budovách.

Vhodnou velikost napětí lze určovat z několika pohledů. Z pohledu ztrát na vedení je výhodné stanovit distribuční napěťovou hladinu vysoko, poté se výrazně omezí proud vodiči a tím se snižují i ztráty na vedení jak znázorňuje výpočet 3.1.

Vhodnou velikostí napětí, z hlediska normy ČSN 33 2000-4-41 ed.2 (norma o ochraně před úrazem elektrickým proudem) se jeví 100 V DC. Toto napětí je považováno za bezpečně malé pro lidský organismus v případě dotyku živé části. Dalším kladem této napěťové hladiny je i přijatelná hladina proudů v případě připojení spotřebičů o větším příkonu. [4]

3.1 Výpočty ztrát na vedení při různém napětí

Modelová situace, na které bude proveden výpočet:

Napětí v rozvodu [V]	Délka rozvodu [m]	Průřez vedení [mm ²]	Provozní výkon [W]
1000	100	2,5	2000
500	100	2,5	2000
200	100	2,5	2000
100	100	2,5	2000
50	100	2,5	2000
24	100	2,5	2000
12	100	2,5	2000

Tab. 3.1.1. Parametry vedení pro výpočet ztrát

Budeme-li tedy uvažovat provozní zátěž vedení 2000 W jednoduchým výpočtem aplikací Ohmova zákona a výpočtu výkonu, získáme potřebný proud při jednotlivých napěťových hladinách.

$$I = \frac{P}{U} \quad (2)$$

Napětí v rozvodu [V]	Provozní proud [A]
1000	2
500	4
200	10
100	20
50	40
24	83,33
12	166,66

Tab. 3.1.2. Potřebné proudy pro přenos určeného výkonu

Z výše uvedených proudů v tabulce 3.1.2. je zřejmé, že pro přenos určeného výkonu v malých napěťových hladinách jsou potřeba poměrně velké proudy a běžně používané kabely by pro takovou proudovou zátěž nevyhověly. Z hlediska dimenzování kabelů a z hlediska úbytku napětí na vedení se nejlépe jeví vyšší napěťové hladiny, zde by ovšem nastal bezpečnostní problém. I následná úprava napětí na přijatelnou a používanou hladinu v konečných spotřebičích by byla velmi náročná a nebylo by možné použít běžně dostupné polovodičové součástky. Z výše uvedeného se tedy jako nejlepší kompromisní ukazuje hladina napětí 200 V. Při této hladině a parametrech vedení uvedených v tabulce 3.1.1. je zjištěn úbytek napětí v následujících výpočtech.

Výpočet odporu daného vedení:

$$R_v = \frac{\rho \cdot l}{S} \quad (3)$$

Uvažovaný průřez a délku vodiče dle tabulky a vyhotovení z mědi tedy $\rho = 0,0178 \mu\Omega m$

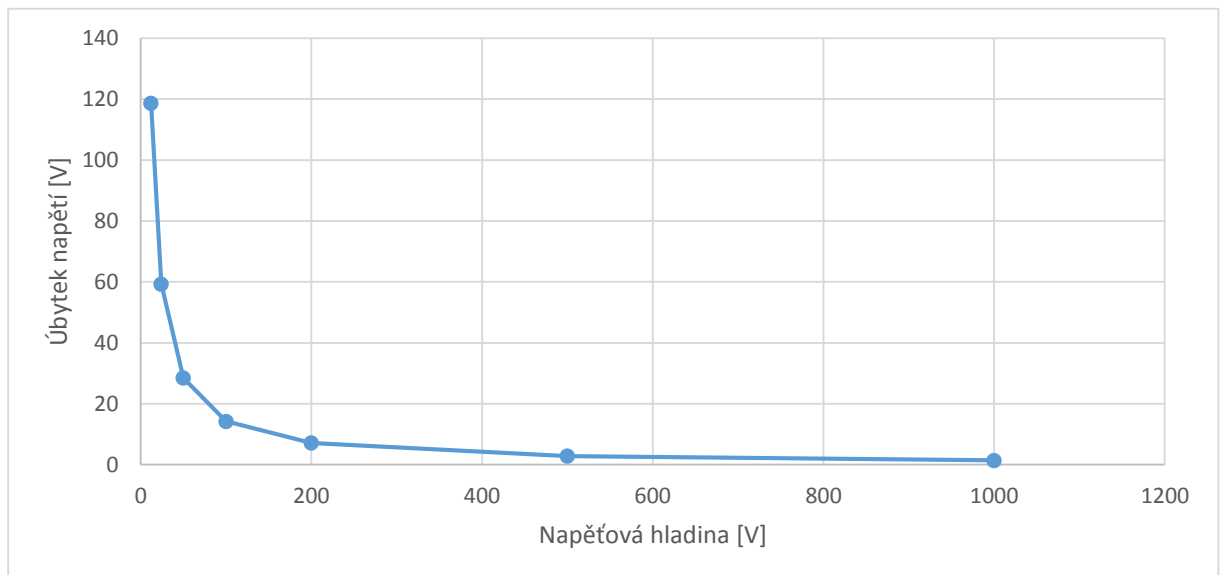
$$R_v = \frac{0,0178 \cdot 100}{2,5} = 0,712 \Omega \quad (4)$$

Úbytek napětí na daném vedení

$$\Delta U = I \cdot R_p \quad (5)$$

$$\Delta U = 10 \cdot 0,712 = 7,12 \text{ V} \quad (6)$$

Je tedy zřejmé, že na vodiči o délce 100 m (uvažováno 2x50 m ke spotřebiči) činí úbytek napětí 7,12V. Úbytek napětí, jak již vyplývá z uvedených výpočtů, by s rostoucí používanou napěťovou hladinou distribuce klesal tak jak ukazuje graf 3.1.1.



Graf 3.1.1. Znárodnění poklesu úbytku napětí s rostoucí napěťovou hladinou

Z výše uvedeného se jeví jako nejlepší alternativu využít ke konečnému rozvodu v budově napěťovou hladinu $U=200\text{V}$.

4 Srovnání AC a DC technologie rozvodů

Srovnání bude provedeno pro budovu podniku s řádovým příkonem desítky kilowattů, špičkově až 100 kW. Následující hodnoty jsou naměřeny v reálné budově existujícího podniku.

4.1 AC rozvod

V současnosti realizovaný typ rozvodu

1) Výpočetní středisko 37 stolních PC a 2 servery plus podpurná zařízení (routery, switche, zařízení optických linek) o celkovém příkonu 28 200 W

2) Kompresorovna o příkonu $P = 50$ kW

3) Servisní středisko s proměnlivým zatížením dimenzováno na odběr max. $P = 20$ kW

4) Speciální příkon (osvětlení) $P = 10\,296$ W

Na budově firmy je osazena fotovoltaická elektrárna s instalovaným výkonem $P = 80$ kW. V následující tabulce 4.1.1 jsou hodnoty energie vyrobené v průběhu jednoho kalendářního roku (2014) uvedené po měsících.

Měsíc	Výroba [MWh]
Leden	2,097
Únor	4,401
Březen	8,241
Duben	9,462
Květen	10,056
Červen	11,268
Červenec	11,202
Srpen	9,111
Září	6,855
Říjen	4,764
Listopad	1,332
Prosinec	1,068
Celková roční produkce:	79,857 MWh

Tab. 4.1.1. Výrobní výkon fotovoltaické elektrárny v časovém horizontu jednoho roku

Fotovoltaická elektrárna je nyní vybavena střídači od firmy Refusol obr. 4.1.1., které i přes moderní technické řešení dosahuje účinnosti maximálně 98%, a to v ideálních podmínkách. Reálná účinnost se pohybuje v okolí 95%.

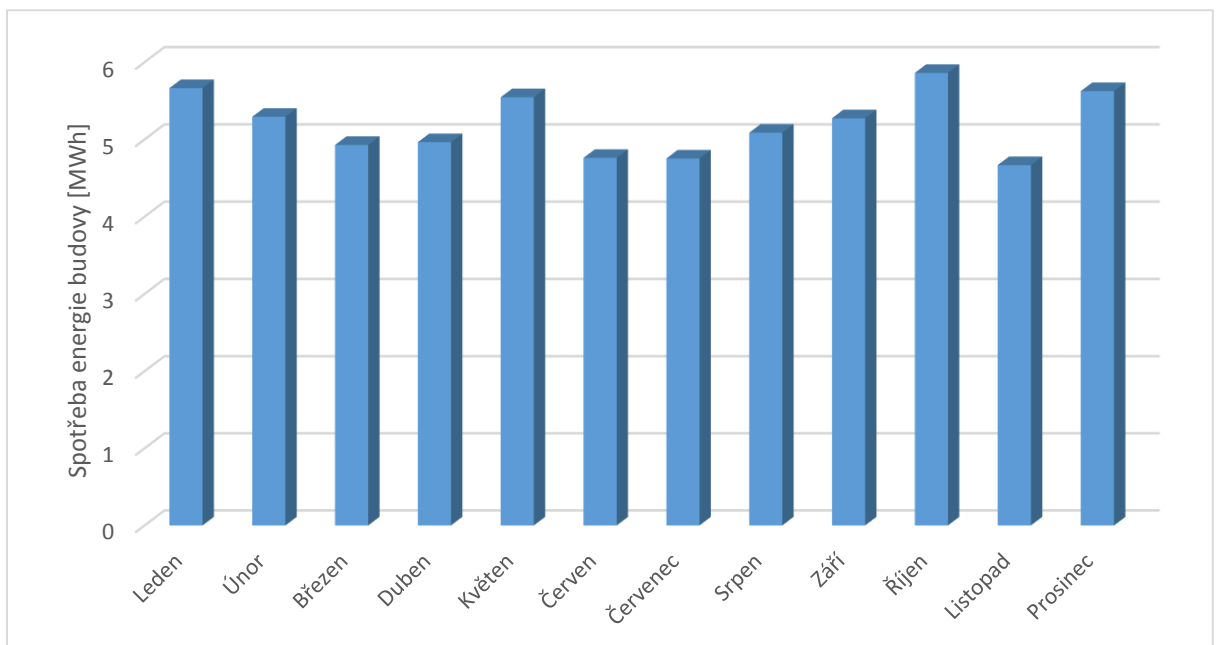


Obr. 4.1.1. Měníč na střeše budovy

V tabulce 4.1.2 je uvedena reálná spotřeba elektrické energie podnikem opět v časovém horizontu jednoho kalendářního roku (2014) v rozlišení měsíců. Z tabulky 4.1.2 a grafu 4.1.1 je zřejmé, že příkon firmy kolísá v relativně malém rozsahu. Tohoto faktu lze využít při dimenzování usměrňovače, který bude zabezpečovat DC rozvod v budově.

Měsíc	Spotřeba [MWh]
Leden	5,664
Únor	5,293
Březen	4,928
Duben	4,965
Květen	5,546
Červen	4,761
Červenec	4,753
Srpen	5,087
Září	5,274
Říjen	5,861
Listopad	4,667
Prosinec	5,625
Celková roční spotřeba:	62,424

Tab. 4.1.2. Spotřeba podniku po dobu jednoho roku



Graf 4.1.1. Grafické znázornění spotřeby elektrické energie v budově po dobu jednoho roku

4.2 DC rozvod

Tento bod se bude zabývat technickým řešením a možnými úsporami vzniklými v případě realizace DC rozvodu v budově firmy.

DC rozvod se s rozvojem LED technologií stává poměrně dosti používanou alternativou k běžnému střídavému rozvodu. Proto se jako první budeme zabývat právě přechodem z AC na DC u osvětlení budovy. V budově je nyní pro potřeby hlavního osvětlení umístěno $n_z=143$

svítidel, přičemž každé svítidlo obsahuje dvě zářivkové trubice o příkonu $P_Z=36$ W a svítivosti $I_Z=2750$ lm. Celková svítivost je tedy:

$$I_{CZ} = n_Z \cdot (2 \cdot I_Z) = 143 \cdot (2 \cdot 2750) = 786\,500 \text{ lm} \quad (7)$$

Při použití $x=286$ trubicových zářivek. Celkový příkon osvětlení (s využitím stávající technologie) činí:

$$P_{CZ} = n_Z \cdot (2 \cdot P_Z) = 143 \cdot (2 \cdot 36) = 10\,296 \text{ W} \quad (8)$$

Jako náhradu je možné použít například LED moduly typového označení HPLB-63K15, které dosahují svítivosti $I_L=1470$ lm při příkonu $P_L=15$ W. Pro dosažení stejné intenzity osvětlení jako tomu je při použití zářivek, je nutné použít dvojnásobný počet těchto modulů tedy $n_L=572$. V takovém případě by celkový příkon osvětlení činil:

$$P_{CL} = n_L \cdot P_L = 572 \cdot 15 = 8\,580 \text{ W} \quad (9)$$

Při celkové svítivosti:

$$I_{CL} = n_L \cdot I_L = 572 \cdot 1470 = 840\,840 \text{ lm} \quad (10)$$

Úspora při použití LED modulů je tedy:

$$\Delta P = P_{CZ} - P_{CL} = 10\,296 - 8\,580 = 1\,716 \text{ W} \quad (11)$$

A celková svítivost se zvýšila o:

$$\Delta I = I_{CL} - I_{CZ} = 840\,840 - 786\,500 = 54\,340 \text{ lm} \quad (12)$$

Pokud bychom namísto jednoduché výměny každé zářivkové trubice za dva LED moduly instalovali vždy jen tolik modulů, které by v daném místě generovali intenzitu osvětlení odpovídající trubicovým zářivkám tedy $I_{CZ}=786\,500\text{ lm}$, počet použitých LED modulů se sníží na číslo:

$$n_{LS} = \frac{I_{CZ}}{I_L} = \frac{786\,500}{1470} = 535 \text{ modulů} \quad (13)$$

V tomto důsledku se i celkový příkon sníží na:

$$P_{CLS} = n_{LS} \cdot P_L = 535 \cdot 15 = 8\,025 \text{ W} \quad (14)$$

Při svítivosti:

$$I_{CLS} = n_{LS} \cdot I_L = 535 \cdot 1470 = 786\,450 \text{ lm} \quad (15)$$

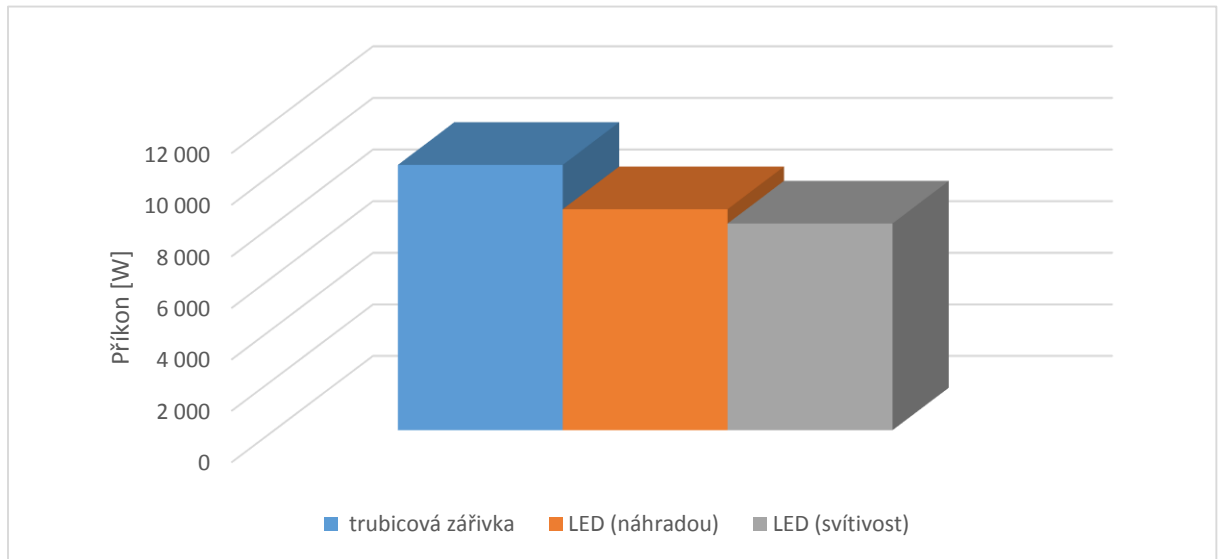
Úspora v takovémto případě činí:

$$\Delta P = P_{CZ} - P_{CLS} = 10\,296 - 8\,025 = 2\,271 \text{ W} \quad (16)$$

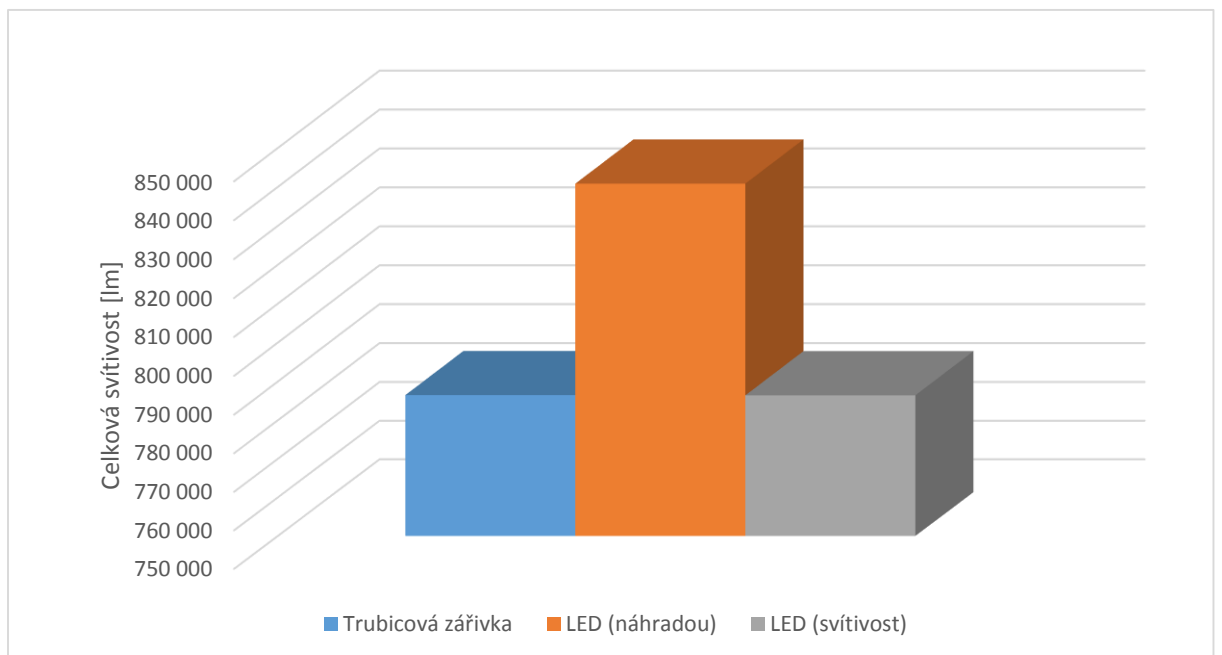
Z technického hlediska by tato změna vyžadovala pouze minimální zásahy a to výměnu přípojných konektorů používaných pro trubicové zářivky za konektory používané LED moduly. Vodiče v současnosti používané by vyhovovali i při použití LED modulů, protože celkový přenášený výkon značně klesl. Tedy i vodiče by se staly naddimenzovanými. Použitelné by zůstaly i současné vypínače osvětlení jelikož celý systém osvětlení se nespíná celkově, ale po blocích které tvoří maximálně 15 svítidel. V našem případě by se tedy jednalo o spínání a odepínání maximálního výkonu 450 W.

Svítilo	Příkon 1 ks [W]	Příkon celkový [W]	Svítivost 1 ks [lm]	Počet svítidel [ks]	Celková svítivost [lm]
Trubicová zářivka	36	10 296	2 750	286	786 500
LED modul HPLB-63K15 (náhradou)	15	8 580	1 470	572	840 840
LED modul HPLB-63K15 (dle svítivosti)	15	8 025	1 470	535	786 450

Tab. 4.2.1 Srovnání dat osvětlení firmy



Graf 4.2.1. Grafické srovnání příkonů osvětlení



Graf 4.2.2. Grafické srovnání svítivosti osvětlení

Jak již bylo zmíněno na budově firmy je osazena fotovoltaická elektrárna o celkovém instalovaném výkonu $P=80$ kW. Tento výkon však v současné době musí projít přes střídač, který je, tak jako každé zařízení upravující charakter proudu, zdrojem ztrát. Je tedy zřejmé, že při vyřazení střídače a tedy i eliminaci ztrát na střídači lze zvýšit výkon fotovoltaické elektrárny až o 5%. Pokud implementujeme tuto úvahu například na vyprodukovanou energii za rok 2014 je navýšení vyrobené energie o $\Delta E = 4,203$ MWh. Jednoduché vyřazení střídače a připojení fotovoltaických panelů přímo do distribuční sítě budovy však není možné. Panely při různé intenzitě slunečního svitu produkují různé napěťové hladiny a při absenci slunečního záření (v noci) je produkovaná energie zanedbatelná. Výstup fotovoltaické elektrárny je nutné připojit přes DC/DC měnič, který udržuje konstantní hodnotu výstupního napětí. A v případě poklesu produkované energie zajistí, aby energie z distribuční sítě nepůsobila na panely a nedošlo tak k nebezpečí zničení fotovoltaických panelů.



Obr. 4.2.1. Pohled na fotovoltaickou elektrárnu na střeše budovy

Energii vyrobenou prostřednictvím fotovoltaické elektrárny je možné akumulovat a využívat například v noci pro osvětlení budovy a další energetické výdaje. Technologie akumulace energie se velice rychle rozvíjí a již se setkáme s rodinnými domy, které mohou pokrýt celkovou spotřebu v době, kdy fotovoltaická elektrárna nedodává proud pouze ze zdroje akumulované

energie. Avšak akumulční články schopné pokrýt spotřebu velké budovy by znamenaly velkou finanční investici a také další údržbu. V tomto důsledku se zatím namísto akumulace energie v bateriích přebytečná energie „odprodává“ do veřejné distribuční sítě a v případě, že je energie nedostatek se z distribuční sítě opět odkupuje. Tento fakt tudíž nedovoluje v současnosti úplné odstranění střídačů ze systému, ale jejich zapojení v případě přebytku energie a odprodeje do distribuční sítě (v současnosti střídavé), tak jak ukazuje obr. 1.1.

V případě distribuce stejnosměrného proudu k napájení výpočetní techniky není v současné době možné nalézt výrobce, který by dokázal nabídnout počítačové zdroje zbavené usměrňovací části a připravené pro napájení DC proudem. Pokud by se však s rozvojem distribuce DC proudu na trhu objevil PC zdroj připravený k napájení stejnosměrným proudem, získali bychom na každém zařízení úsporu minimálně 0,6%, jak bylo zmíněno v kapitole 2.1. Při současném počtu 37 počítačových jednotek, přičemž každá o příkonu 600 W, by celková úspora činila: 133,2 W. Tato úspora se může zdát vzhledem k celkové spotřebě jako zanedbatelná. Avšak pokud bychom uvažovali velký podnik s například 1000 počítačovými jednotkami celková úspora už by činila 3 600 W.

Problémem použití DC rozvodů v průmyslových objektech je potřeba použití AC proudu v některých aplikacích. V případě výše zmíněné budovy je to servisní středisko, kde je zapotřebí napájet i stroje, které jsou určeny k provozu výhradně na střídavý proud. Typickým příkladem jsou asynchronní točivé stroje. Ve výhradně DC rozvodu, je možným řešením využití frekvenčního měniče, kterým by se uměle vytvářel střídavý proud. Toto řešení je však z technického hlediska i z hlediska ekonomického značně nevýhodné. Z technického hlediska je nesmyslné nejprve proud usměrnit při vstupu do budovy z veřejné distribuční sítě a poté ho opět rozstřídat při konečném použití. Z ekonomického hlediska se jedná o vysokou pořizovací cenu výkonových střídačů, potažmo frekvenčních měničů, a v provozu také ztráty, které by vznikaly při usměrňování a opětovném rozstřídání proudu.

4.3 Srovnání

V uvažované budově by přechodem z AC systému distribuce na DC systém tak jak je popsáno v předchozích bodech vznikly jak úspory, tak i potřeba opětovně rozstřídat usměrněný proud pro některé aplikace zmíněné v předchozím bodu a tím samozřejmě ztráty.

Nezpochybnitelný ekonomický přínos by vznikl provedením DC rozvodů v oblasti osvětlení, kde by došlo k úsporám v řádech kilowatt. A jehož provedení je možné bez větších zásahů do již stojící budovy. V oblasti výpočetní technologie je úspora pouze v řádech desítek wattů a v současnosti pouze teoretická, protože realizace napájení DC proudem není doposud v širším využití možná z důvodu neexistujících počítačových zdrojů připravených k odebírání stejnosměrného proudu. Dalším příkonově významným úsekem podniku je servisní středisko, kde by naopak zavedením DC proudu vznikly dodatečné ztráty nutností rozstřídat proud pro zařízení pracující výhradně s AC napájením, a kterých je na tomto úseku většina.

V této konkrétní budově lze tedy v současné době uvažovat o zavedení rozvodu DC pro oblast osvětlení, přičemž zbytek distribuční soustavy budovy by i nadále pracoval s rozvodem AC.

Závěr

Současné možnosti DC distribuce

Jak je zřejmé z předchozích kapitol, DC distribuce proudu má velký potenciál, který se pravděpodobně s dalším rozvojem polovodičových a počítačových systémů, a jejich pronikáním do dalších zařízení, bude neustále zvětšovat. V současné době však není téměř reálné provádět kompletní DC rozvod ve velkých administrativních, či průmyslových objektech. Právě z důvodu potřeby napájet některé systémy AC proudem. Zejména se jedná o velké točivé stroje, například velké průmyslové obráběcí stroje, a stroje založené na principu transformace proudu pomocí elektromagnetické indukce, například obloukové svářečky. Ale ani výpočetní technika respektive její napájecí zdroje dnes nejsou připraveny k napájení stejnosměrným proudem. Výrobci těchto zdrojů nemají v současné době důvod investovat do vývoje technologie využívající DC proud, protože v blízké budoucnosti se nepředpokládá přechod na čistě DC systém distribuce proudu. Velký potenciál je však již v současnosti s využíváním DC rozvodů pro potřeby osvětlení (LED systémy). A některé nově postavené nebo projektované budovy již počítají s provedením dvojího rozvodu. Primárního AC rozvodu standardním způsobem a sekundárního DC rozvodu, pro některé aplikace jako je osvětlení budovy nebo kooperace s fotovoltaickými elektrárnami umístěnými na střeších budov. V takovýchto budovách pak například fotovoltaická elektrárna akumuluje energii do baterií a ta se následně využívá k osvětlení budovy. V systému tak nemusí být zařazen jakýkoli střídač, na kterém by vznikali ztráty, a účinnost takto fungujícího celku je vyšší.

Budoucnost distribuce DC proudu

V případě udržení současného trendu neustálého rozvoje číslicových systémů a jejich implementování do stále většího počtu zařízení, lze předpokládat i určitý rozvoj distribučních sítí jak v budovách tak i vnější distribuční soustavy. Polovodičové systémy pracující výhradně se stejnosměrným proudem budou pravděpodobně neustále navyšovat svůj podíl elektrických spotřebičů připojených k rozvodným sítím a v tomto důsledku není možné vyloučit úplný přechod na DC distribuci. Již v současné době jsou uskutečněny některé dálkové přenosy energie systémem HVDC tedy přenosu energie pomocí velmi vysokého stejnosměrného napětí. Dalším důvodem přechodu na stejnosměrný proud je snaha získávat energii z obnovitelných zdrojů, především pak pomocí fotovoltaických elektráren, kterými se již v současné době pokrývají střechy výrobních hal a některé nově navrhované budovy počítají i s instalací

materiálu se schopností dnešních fotovoltaických panelů přímo do stavby budovy (například ve formě oken). Tyto elektrárny produkují výhradně stejnosměrný proud, v případě úplného přechodu sítě na stejnosměrný proud by mohly tyto elektrárny pracovat přímo do sítě (pouze s instalací stabilizátorů napětí) bez poměrně velkých ztrát, které způsobují výkonové střídače. Se zvětšujícím se potenciálem DC rozvodů je možné, že některé společnosti začnou vyvíjet a později i komerčně nabízet zařízení připravená k připojení na stejnosměrný rozvod. Tedy zbavená usměrňovačů a schopná pracovat na stejnosměrný proud.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] BENEŠOVÁ, Zdeňka a LEDVINOVÁ, Marcela. Základy elektrických obvodů v příkladech. 2. dop. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2008. 160 s. ISBN 978-80-2610-432-2
- [2] PINKER, Jiří a KOUCKÝ, Václav. Analogové elektronické systémy. 4. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2010. 328 s. ISBN 978-80-7043-917-3
- [3] BARTOŠ, Václav a spol. Elektrické stroje. 1.vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2011. 140 s. ISBN 978-80-7043-444-4
- [4] Český normalizační institut. Česká technická norma ČSN 33 2000
- [5] PAVELKA, Jiří. Měníče výkonové elektrotechniky a jejich použití v technických aplikacích [článek]. Časopis ELEKTRO. 2001 č. 6
- [6] Společnost ABB. [online]. [Naposledy editováno 25. 10. 2014] Dostupné z: <http://www.abb.cz/product/cz/9AAC100588.aspx>
- [7] Elektronovinky.cz. [online]. [Naposledy editováno 1. 6. 2013]. Dostupné z: <http://www.elektronovinky.cz/konstrukce/vykonovy-usmernovac-s-tranzistory-mosfet>
- [8] TECH Park. [online]. [Naposledy editováno 26. 9. 2013]. Dostupné z: <http://www.solartechnika.sk/solartechnika-22010/odpinani-a-jisteni-dc-rozvodu-fotovoltaickych-elektren.html>
- [9] IT Network. [online]. [Naposledy editováno 30. 7. 2014]. Dostupné z: <http://www.itnetwork.cz/arduino-hrajeme-si-s-ledkami/all#komentare>
- [10] pohonnatechnika.cz. [online]. [Naposledy editováno 17. 9. 2014]. Dostupné z: <http://www.pohonnatechnika.cz/frekvencni-menice/princip-frekvencniho-menice/princip-pwm-menice>
- [11] KREJČÍK, Alexandr. Lineární napájecí zdroje. 1. vyd. BEN, 2001. 144 s. ISBN 80-7300-002-4

Přílohy

Datasheety některých zařízení zmíněných v práci

Střídač Fronisu

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



FRONIUS AGILO

/ The central inverter with the revolutionary transport and installation system



/ PC board replacement process



/ Transport technology



/ Smart Grid Ready



/ As the first central inverter in its performance class that can be completely installed and maintained by the installer, the Fronius Agilo sets new standards. Special heavy-duty castors, its compact design and the ability to replace components on the customer's premises make the Fronius Agilo unique. With a maximum output power of 75 kVA and 100 kVA the Fronius Agilo is particularly suitable for industrial or commercial systems.

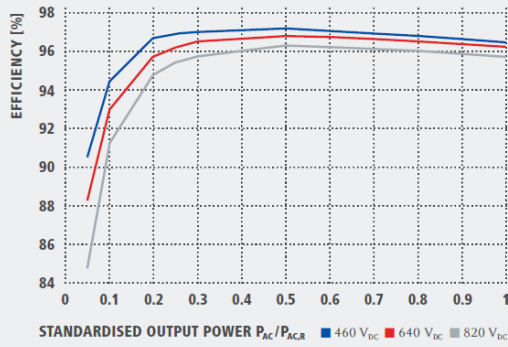
TECHNICAL DATA: FRONIUS AGILO

INPUT DATA	AGILO 75.0-3	AGILO 75.0-3 OUTDOOR	AGILO 100.0-3	AGILO 100.0-3 OUTDOOR
Max. input current ($I_{dc\ max}$)		170.0 A		227.0 A
Max. array short circuit current		255 A		340.5 A
Min. input voltage ($U_{dc\ min}$)			460 V	
Feed-in start voltage ($U_{dc\ start}$)			475 V	
Nominal input voltage ($U_{dc,r}$)			460 V	
Max. input voltage ($U_{dc\ max}$)			950 V	
MPP voltage range ($U_{mpp\ min} - U_{mpp\ max}$)			460 V - 820 V	
Number of MPP tracker			1	
Number of DC inputs			4	
OUTPUT DATA	AGILO 75.0-3	AGILO 75.0-3 OUTDOOR	AGILO 100.0-3	AGILO 100.0-3 OUTDOOR
AC nominal output ($P_{ac,r}$)		75 kW		100 kW
Max. output power		75 kVA		100 kVA
Max. output current ($I_{ac\ max}$)		114.4 A		152.6 A
Grid connection (voltage range)			3-NPE 400 V / 230 V (+17% / -25%)	
Frequency (Frequency range)			50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	
Distortion factor			< 3 %	
Power factor ($\cos \varphi_{ac,r}$)			0.8 - 1 ind. / cap.	
GENERAL DATA	AGILO 75.0-3	AGILO 75.0-3 OUTDOOR	AGILO 100.0-3	AGILO 100.0-3 OUTDOOR
Dimensions (height x width x depth)	1,884 x 1,100 x 700 mm	1,914 x 1,204 x 862 mm	1,884 x 1,100 x 700 mm	1,914 x 1,204 x 862 mm
Weight	760 kg	732 kg	834 kg	806 kg
Degree of protection (electronical parts)	IP 30 (IP 54)	IP 44 (IP 55)	IP 30 (IP 54)	IP 44 (IP 55)
Protection class			1	
Overvoltage category (DC / AC)			DC 2 / AC 3	
Night-time consumption			< 36 W	
Inverter concept			50 Hz transformer	
Cooling			Regulated air cooling	
Installation	Indoor installation	Outdoor installation	Indoor installation	Outdoor installation
Ambient temperature range	-20 – +50 °C	-25 – +55 °C	-20 – +50 °C	-25 – +55 °C
Permitted humidity			0 % - 95 %	
Max. altitude			2,000m (unrestricted / restricted voltage range)	
DC connection technology			V-shape connection lug / V-box terminal clamp (70 - 240 mm ²)	
AC connection technology Agilo indoor			V-shape connection lug / V-box terminal clamp (35 - 95 mm ²)	
AC connection technology Agilo outdoor			V-shape connection lug / V-box terminal clamp (35 - 240 mm ²)	
Certificates and compliance with standards	IEC 62109-1, IEC 62109-2, VDE AR N 4105, Generating systems on the medium-voltage network (BDEW) ¹⁾ , G59, Network connection systems for Denmark (>75 A), ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712			

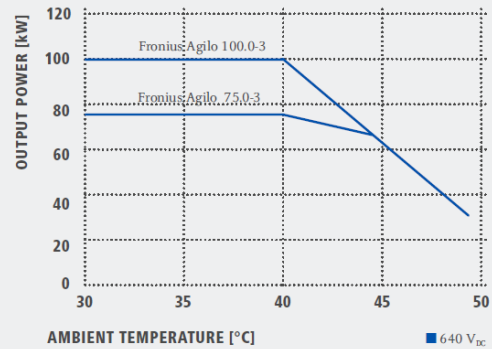
¹⁾ This applies to Fronius Agilo 100.0-3 and Fronius Agilo 100.0-3 Outdoor.

Further information regarding the availability of the inverters in your country can be found at www.fronius.com.

FRONIUS AGILO 100.0-3 EFFICIENCY CURVE



FRONIUS AGILO TEMPERATURE DERATING



TECHNICAL DATA: FRONIUS AGILO

EFFICIENCY	AGILO 75.0-3	AGILO 75.0-3 OUTDOOR	AGILO 100.0-3	AGILO 100.0-3 OUTDOOR
Max. efficiency		97.3 %		97.2 %
European efficiency (η_{EU})		96.7 %		96.6 %
η at 5 % $P_{AC,r}^{1)}$		90.6 / 84.4 %		90.5 / 84.8 %
η at 10 % $P_{AC,r}^{1)}$		94.7 / 91.1 %		94.6 / 91.5 %
η at 20 % $P_{AC,r}^{1)}$		96.7 / 94.7 %		96.6 / 94.7 %
η at 25 % $P_{AC,r}^{1)}$		97.0 / 95.3 %		96.9 / 95.4 %
η at 30 % $P_{AC,r}^{1)}$		97.1 / 95.7 %		97.0 / 95.7 %
η at 50 % $P_{AC,r}^{1)}$		97.3 / 96.3 %		97.2 / 96.3 %
η at 75 % $P_{AC,r}^{1)}$		97.1 / 96.2 %		96.9 / 96.1 %
η at 100 % $P_{AC,r}^{1)}$		96.7 / 96.0 %		96.5 / 95.7 %
MPP adaptation efficiency				> 99.9 %
PROTECTIVE EQUIPMENT	AGILO 75.0-3	AGILO 75.0-3 OUTDOOR	AGILO 100.0-3	AGILO 100.0-3 OUTDOOR
DC insulation measurement		Warning/shutdown adjustable		
Overload behaviour		Operating point shift, power limitation		
DC circuit breaker		Integrated		
INTERFACES	AGILO 75.0-3	AGILO 75.0-3 OUTDOOR	AGILO 100.0-3	AGILO 100.0-3 OUTDOOR
2x RS422 (RJ45 socket)		Fronius Solar Net, interface protocol		
Optional with Fronius Datamanager Box 2.0:				
WLAN / Ethernet LAN		Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)		
6 inputs or 4 digital in/out		Interface to ripple control receiver		
Datalogger and Webserver		Included		
RS-485		Modbus RTU SunSpec or meter connection		

¹⁾ And at $U_{mpp \min} / U_{dc,r} / U_{mpp \max}$ Further information regarding the availability of the inverters in your country can be found at www.fronius.com.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

WE HAVE THREE DIVISIONS AND ONE PASSION: SHIFTING THE LIMITS OF POSSIBILITY.

/ Whether welding technology, photovoltaics or battery charging technology – our goal is clearly defined: to be the innovation leader. With around 3,000 employees worldwide, we shift the limits of what's possible - our more than 850 active patents are testimony to this. While others progress step by step, we innovate in leaps and bounds. Just as we've always done. The responsible use of our resources forms the basis of our corporate policy.

Further information about all Fronius products and our global sales partners and representatives can be found at www.fronius.com

v02 Feb 2014 EN

Fronius India Private Limited
GAT no 312, Nanekarwadi
Chakan, Taluka - Khed District
Pune 410501
India
sales.india@fronius.com
www.fronius.in

Fronius Australia Pty Ltd.
90-92 Lambeck Drive
Tullamarine VIC 3043
Australia
pv-sales-australia@fronius.com
www.fronius.com.au

Fronius UK Limited
Maidstone Road, Kingston
Milton Keynes, MK10 0BD
United Kingdom
pv-sales-uk@fronius.com
www.fronius.co.uk

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

Text and images correspond to the current state of technology at the time of printing. Subject to modifications. All information is without guarantee in spite of careful editing. Liability excluded. Copyright © 2011 Fronius™. All rights reserved.

M.06.0047, EN v05 May 2014 as16

Střídač SMA**SUNNY CENTRAL**
800CP XT / 850CP XT / 900CP XT

SC 800CP-10 / SC 850CP-10 / SC 900CP-10

Profitable

- Up to 1 megawatt system power as standard
- Significantly reduced specific price thanks to increased power
- Maximum yields with low system costs

Durable

- Full nominal power in continuous operation at ambient temperatures up to 50 °C
- Optimized for extreme climatic conditions between -40 °C and 62 °C
- Active temperature management with OptiCool™

Flexible

- Wide DC input voltage range for flexible use of various module configurations
- Perfectly adjusted for the temperature-dependent behavior of PV arrays

Versatile

- All grid management functions are included, prepared for "Q at Night" including pure reactive power operation
- Customized computer platform for optimal monitoring and control of inverters

SUNNY CENTRAL
800CP XT / 850CP XT / 900CP XT

The extended CP: peak output up to 1 megawatt

For even more power: With its extended functions, the new Sunny Central CP XT series is now even more powerful. The reduced specific price, meaning that maximum yields are achieved with lower system costs. The Sunny Central CP XT is also optimized for cold temperatures down to -40 °C and with full nominal power in continuous operation up to 50 °C. The inverter includes all grid management functions and is prepared for Q at Night. The tailor-made computer platform allows for optimal monitoring and control.

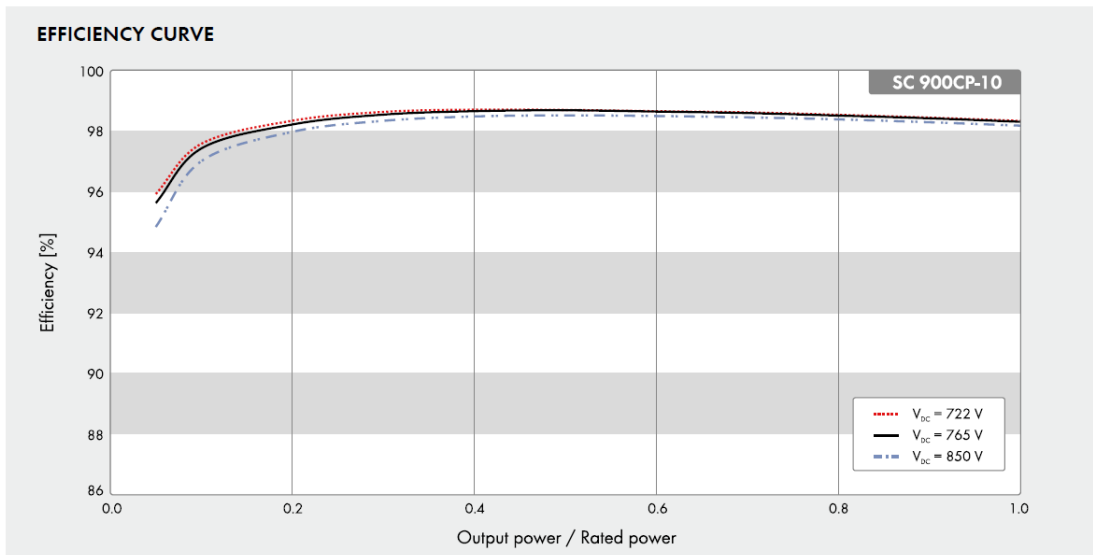
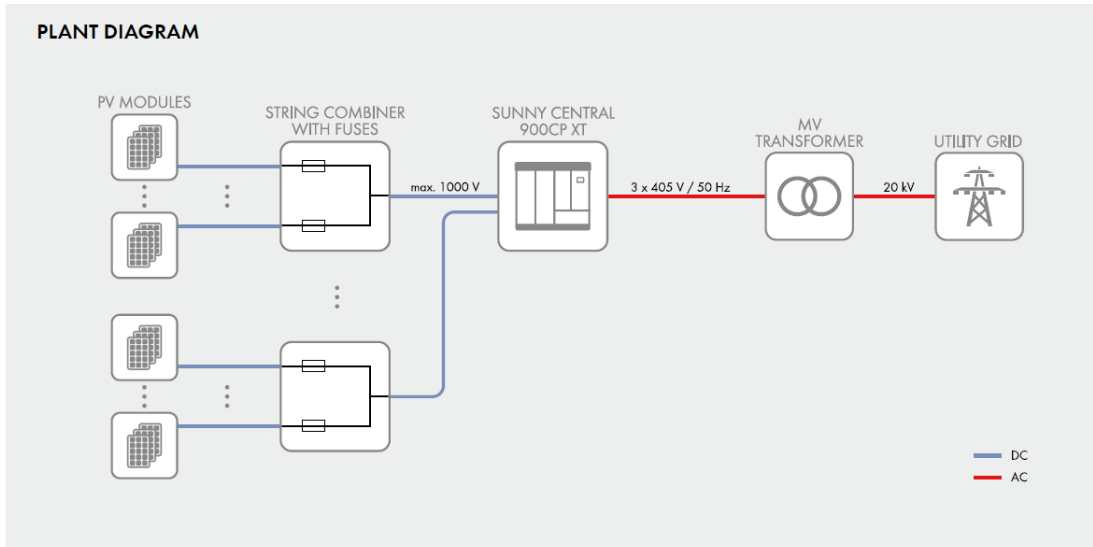
SUNNY CENTRAL

800CP XT / 850CP XT / 900CP XT

Technical Data	Sunny Central 800CP XT	Sunny Central 850CP XT
Input (DC)		
Max. DC power (@ $\cos \varphi = 1$)	898 kW	954 kW
Max. input voltage	1,000 V	1,000 V
V_{MPP_min} at $I_{MPP} < I_{DCmax}$	530 V	568 V
MPP voltage range (@ 25°C / @ 50°C at 50 Hz) ^{1,2}	641 to 850 V / 583 to 850 V	681 to 850 V / 625 to 850 V
MPP voltage range (@ 25°C / @ 50°C at 60 Hz) ^{1,2}	641 to 850 V / 583 to 850 V	681 to 850 V / 625 to 850 V
Rated input voltage	641 V	681 V
Max. input current	1,400 A	1,400 A
Max. DC short-circuit current	2,500 A	2,500 A
Number of independent MPP inputs	1	1
Number of DC inputs	9	9
Output (AC)		
Rated power (@ 25°C) / nominal AC power (@ 50°C)	880 kVA / 800 kVA	935 kVA / 850 kVA
Nominal AC voltage / nominal AC voltage range	360 V / 324 to 414 V	386 V / 348 to 443 V
AC power frequency / range	50 Hz, 60 Hz / 47 to 63 Hz	50 Hz, 60 Hz / 47 to 63 Hz
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 360 V	50 Hz / 386 V
Max. output current / max. total harmonic distortion	1,411 A / 0.03	1,411 A / 0.03
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.9 leading to 0.9 lagging	
Feed-in phases / connection phases	3 / 3	3 / 3
Efficiency³		
Max. efficiency / European efficiency / CEC efficiency	98.6% / 98.4% / 98.5%	98.6% / 98.4% / 98.5%
Protective devices		
Input-side disconnection device	Motor-driven load-break switch	Motor-driven load-break switch
Output-side disconnection device	AC circuit breaker	AC circuit breaker
DC overvoltage protection	Type I surge arrester	Type I surge arrester
Lightning protection (according to IEC 62305-1)	Lightning Protection Level III	Lightning Protection Level III
Stand-alone grid detection active / passive	● / -	● / -
Grid monitoring	●	●
Ground fault monitoring / remote-controlled ground fault monitoring	○ / ○	○ / ○
Insulation monitoring	○	○
Surge arrester for auxiliary power supply	●	●
Protection class (according to IEC 62103) / overvoltage category (according to IEC 60664-1)	I / III	I / III
General data		
Dimensions (W / H / D)	2,562 / 2,272 / 956 mm (101 / 89 / 38 inches)	
Weight in kg	1,900 kg / 4,200 lb	1,900 kg / 4,200 lb
Operating temperature range	-25 to +62°C / -13 to +144°F	
Extended operating temperature range	○ (-40 ... 62°C / -40 ... 144°F)	
Noise emission ⁴	61 dB(A)	61 dB(A)
Max. self-consumption (operation) ⁵ / self-consumption (night)	1,950 W / < 100 W	1,950 W / < 100 W
External auxiliary supply voltage	230 / 400 V (3 / N / PE)	230 / 400 V (3 / N / PE)
Cooling concept	OptiCool	OptiCool
Degree of protection: electronics / connection area (according to IEC 60529) / according to IEC 60721-3-4	IP54 / IP43 / 4C2, 4S2	IP54 / IP43 / 4C2, 4S2
Application in unprotected outdoor environments / indoor	● / ○	● / ○
Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing)	15 to 95%	15 to 95%
Maximum operating altitude above MSL 2,000 m / 4,000 m	● / ○	● / ○
Fresh air consumption (inverter)	3,000 m ³ /h	3,000 m ³ /h
Features		
DC connection / AC connection	Ring terminal lug / ring terminal lug	
Display	HMI touch display	
Communication / protocols	Ethernet (optical fiber optional), Modbus	
DC current monitoring (Zone monitoring / String monitoring)	○ / ○	
SC-COM / Plant monitoring	● / ○ (via Sunny Portal)	
Color enclosure / door / base / roof	RAL 9016 / 9016 / 7004 / 7004	
Guarantee: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 years	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Configurable grid management functions	Power reduction, reactive power setpoint, dynamic grid support (e.g. LVRT)	
Certificates and approvals (more available on request)	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EMC conformity, CE conformity, BDEW-MSRL / FGW / TR8, Arrêté du 23/04/08, R.D. 1.663 / 2000, R.D. 661 / 2007, P.O. 12.3 / IEEE 1547 ⁶	
● Standard features ○ Optional features - Not available		
Type designation	SC 800CP-10	SC 850CP-10

- 1) At 1.05 $U_{AC, nom}$ and $\cos \varphi = 1$
- 2) Further AC voltages, DC voltages and power classes can be configured (for more detailed information, see technical information at www.SMA.de)
- 3) Efficiency measured without internal power supply
- 4) Sound pressure level at a distance of 10 m
- 5) Self-consumption at rated operation
- 6) Designed and type-tested in accordance with IEEE 1547, serial tests optional available

Technical Data	Sunny Central 900CP XT	
Input (DC)		
Max. DC power (@ $\cos \varphi = 1$)	1,010 kW	
Max. input voltage	1,000 V	
$V_{MPP, min}$ at $I_{MPP} < I_{DCmax}$	596 V	
MPP voltage range (@ 25°C / @ 50°C at 50 Hz) ^{1, 2}	722 to 850 V / 656 to 850 V	
MPP voltage range (@ 25°C / @ 50°C at 60 Hz) ^{1, 2}	722 to 850 V / 656 to 850 V	
Rated input voltage	722 V	
Max. input current	1,400 A	
Max. DC short-circuit current	2,500 A	
Number of independent MPP inputs	1	
Number of DC inputs	9	
Output (AC)		
Rated power (@ 25°C) / nominal AC power (@ 50°C)	990 kVA / 900 kVA	
Nominal AC voltage / nominal AC voltage range	405 V / 365 to 465 V	
AC power frequency / range	50 Hz, 60 Hz / 47 ... 63 Hz	
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 405 V	
Max. output current / max. total harmonic distortion	1411 A / 0,03	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0,9 leading to 0,9 lagging	
Feed-in phases / connection phases	3 / 3	
Efficiency³		
Max. efficiency / European efficiency / CEC efficiency	98,6 % / 98,4 % / 98,5 %	
Protective devices		
Input-side disconnection device	Motor-driven load-break switch	
Output-side disconnection device	AC circuit breaker	
DC overvoltage protection	Type I surge arrester	
Lightning protection (according to IEC 62305-1)	Lightning Protection Level III	
Stand-alone grid detection active / passive	● / -	
Grid monitoring	●	
Ground fault monitoring / remote-controlled ground fault monitoring	○ / ○	
Insulation monitoring	○	
Surge arrester for auxiliary power supply	●	
Protection class (according to IEC 62103) / overvoltage category (according to IEC 60664-1)	I / III	
General data		
Dimensions (W / H / D)	2,562 / 2,272 / 956 mm (101 / 89 / 38 inches)	
Weight in kg	1900 kg / 4200 lb	
Operating temperature range	-25 ... 62 °C / -13 ... 144 °F	
Extended operating temperature range	○ (-40 ... 62 °C / -40 ... 144 °F)	
Noise emission ⁴	61 db(A)	
Max. self-consumption (operation) ⁵ / self-consumption (night)	1950 W / < 100 W	
External auxiliary supply voltage	230 / 400V (3 / N / PE)	
Cooling concept	OptiCool	
Degree of protection: electronics / connection area (according to IEC 60529) / according to IEC 60721-3-4	IP54 / IP43 / 4C2, 4S2	
Application in unprotected outdoor environments / indoor	● / ○	
Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing)	15 ... 95 %	
Maximum operating altitude above MSL 2,000 m / 4,000 m	● / ○	
Fresh air consumption (inverter)	3000 m ³ /h	
Features		
DC connection / AC connection	Ring terminal lug / ring terminal lug	
Display	HMI touch display	
Communication / protocols	Ethernet, Modbus	
DC current monitoring (Zone monitoring / String monitoring)	○ / ○	
SC-COM / Plant monitoring	● / ○ (via Sunny Portal)	
Color enclosure / door / base / roof	RAL 9016 / 9016 / 7004 / 7004	
Guarantee: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 years	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Configurable grid management functions	Power reduction, reactive power setpoint, dynamic grid support (e.g. LVRT)	
Certificates and approvals (more available on request)	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EMV-Konformität, CE-Konformität, BDEW-MSRL / FGW / TR8, Arrêté du 23/04/08, R.D. 1663 / 2000, R.D. 661 / 2007, P.O. 12.3 / IEEE 1547 ⁶	
● Standard features ○ Optional features – Not available		
Type designation	SC 900CP-10	



Technická data DC jističů OEZ

OEZ[▲]

LST-DC

Jističe

Minia

JISTIČE LST-DC



- Řada jističů do 125 A / DC 440 V.
- K jistění kabelů a vodičů proti přetížení a zkratu.
- Vypínací charakteristiky C podle ČSN EN 60898-1.
- Vypínací schopnost I_m 10 kA.
- Možnost zaplombování v zapnuté nebo vypnuté poloze.
- Při zapojení je nutné vždy bezpodmínečně dodržet polaritu přístroje.

Jističe pro stejnosměrné (DC) proudy, 2pólové

I_n [A]	Charakteristika C Typ	Objednáací kód	Počet modulů	Hmotnost [kg]	Balení [ks]
80	LST-DC-80C-2	OEZ-37241	3	0,45	2
100	LST-DC-100C-2	OEZ-37242	3	0,45	2
125	LST-DC-125C-2	OEZ-37243	3	0,45	2

Příslušenství

Pomocný spínač PS-LS

Řazení kontaktů ¹⁾	Typ	Objednáací kód	Počet modulů	Hmotnost [kg]	Balení [ks]
11	PS-LS-1100	OEZ-35664	0,5	0,043	1

¹⁾ Každá číslice postupně udává počet kontaktů zapínacích a rozpínacích

Napěťové spouště SV-LS

Jmenovité napětí U_n	Řazení kontaktů ¹⁾	Typ	Objednáací kód	Počet modulů	Hmotnost [kg]	Balení [ks]
AC/DC 24 V	10	SV-LS-X024-1000	OEZ-35695	1	0,120	1
AC/DC 400 V	10	SV-LS-X400-1000	OEZ-35703	1	0,109	1

¹⁾ Každá číslice postupně udává počet kontaktů zapínacích a rozpínacích

Minia LST-DC Jističe OEZ[▲]

JISTIČE LST-DC

Parametry

Typ	LST-DC	
Normy	ČSN EN 60898-1	
Certifikační značky		
Počet pólů	2	
Vypínací charakteristiky	C	
Jmenovitý proud	I_n	80, 100, 125 A
Jmenovité pracovní napětí	U_n	DC 440 V
Max. provozní napětí	U_{max}	DC 448 V
Min. provozní napětí (1 pól)	U_{min}	DC 12 V
Jmenovitá mezní zkratová vypínací schopnost (ČSN EN 60947-2)	I_{cu}	DC 10 kA ($t \leq 5$ ms)
Jmenovitá provozní zkratová vypínací schopnost (ČSN EN 60947-2)	I_{cs}	DC 100% I_{cu}
Elektrická trvanlivost	4 000 cyklů	
Mechanická trvanlivost	10 000 cyklů	
Montáž na „U“ listy podle ČSN EN 60715 - typ	TH 35	
Krytí - s připojenými vodiči	IP20	
Připojení		
Vodič Cu - tuhý (plný, sláněný)	1,5 ÷ 50 mm ² , 2x 16 mm ²	
Dotahovací moment	3,5 Nm	
Přívod seshora nebo zesepodu	seshora/zesepodu ¹⁾	
Pracovní podmínky		
Teplota okolí	°C	-30 ÷ +55 °C
Pracovní poloha	libovolná	
Seizmická odolnost	ČSN EN 980: 1993 ²⁾	

¹⁾ Nutno dodržet polaritu označenou na jističi

²⁾ Vyhovuje seismickým zkouškám pro JE Dukovany a Temelín

Vnitřní impedance Z, ztrátové výkony P, impedance poruchové smyčky Z_s

I_n [A]	Z ¹⁾ [mΩ/pól]	P ¹⁾ [W/pól]	Maximální impedance poruchové smyčky pro síť TN Z _s [Ω] ²⁾	
			t ≤ 5 s (pro U _n 220 V DC)	t ≤ 0,1 s (pro U _n 440 V DC)
80	0,91	5,79	0,49	0,79
100	0,80	8,03	0,39	0,63
125	0,61	9,46	0,31	0,50

¹⁾ Průměrné hodnoty na jistěný pól

²⁾ Podle EN 60364-4-41; časy t ≤ 5 a 0,1 s jsou doby odpojení

Korekce jmenovitých proudů jističů LST-DC

I_n [A]	Korekce jmenovitých proudů pro teplotu okolí -30 °C až +60 °C [A] ¹⁾									
	-30 °C	-20 °C	-10 °C	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C
80	104,0	104,0	100,0	96,0	92,0	88,0	80	74,4	70,4	67,2
100	130,0	130,0	125,0	120,0	115,0	110,0	100	93,0	88,0	84,0
125	162,5	162,5	156,3	150,0	143,8	137,5	125	116,3	110,0	105,0

¹⁾ Platí pro 1 pól a libovolnou charakteristiku, referenční teplota: 30 °C

	Korekce jmenovitých proudů při umístění více jističů vedle sebe [A] ²⁾				
	1	2	3	4	5
80		76,00	74,00	72,00	70,40
100		95,00	92,50	90,00	88,00
125		118,75	115,63	112,50	110,00

²⁾ Platí pro referenční teplotu 30 °C



B30

OEZ

LST-DC

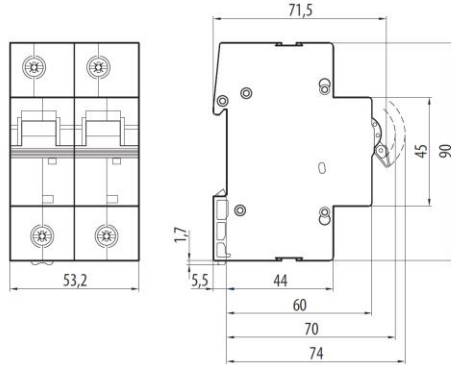
Jističe

Minia

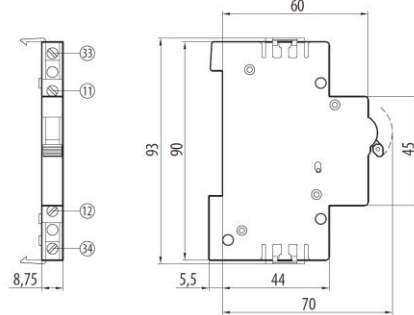
JISTIČE LST-DC

Rozměry

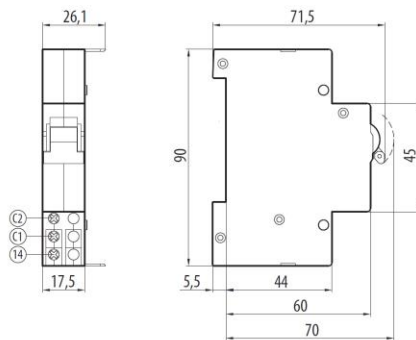
LST-DC...2



PS-LS...



SV-LS...



Schéma

LST-DC...2



PS-LS-1100



SV-LS...-1000

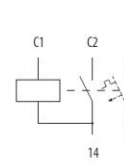


Schéma zapojení

Zpólové zapojení LST-DC

