

Ochrana elektroniky

Šárka Vavrečková

Poslední aktualizace: 31. března 2016

Obsah

1 Přepětí	1
1.1 Co je to přepětí a rušení	1
1.2 Kategorie přepětí	2
2 Přepětiová ochrana	3
2.1 Zařízení přepětiové ochrany	3
2.2 Ochranné prvky v přepětiových ochranách	5
2.3 Konkrétní zařízení	5
3 Nepřerušitelné zdroje napájení	7
3.1 Co je to UPS	7
3.2 Struktura UPS	7
3.3 Druhy UPS	8
3.4 Konkrétní zařízení	10
4 Energo centrum	11

1 Přepětí

1.1 Co je to přepětí a rušení

Přepětí je napětí, jehož hodnota přesahuje nejvyšší hodnotu provozního napětí v elektrickém obvodu, čímž se obvykle myslí, že přesahuje provozní hodnotu napětí o 20 %. Provozní napětí „v zásuvce“ je 230 V (ve starších rozvodech z první poloviny 90. let jen 220 V), takže přepětí je v tomto případě napětí vyšší než 276 V (resp. 264 V).

Ovšem pozor – to, že v rozvodech je napětí 230 V, ve skutečnosti neznamená, že je tam takové napětí *vždy* – ve skutečnosti hodnota napětí mírně kolísá, přičemž za normální se považují hodnoty zhruba $\pm 10\%$ (směrem dolů smí napětí klesnout až od 15 %).

Pulzní přepětí je krátkodobé přepětí (trvajících v řádu nanosekund až milisekund). Je to obvykle jen přechodný děj, přesto dokáže napáchat hodně škod. Před desetiletími se v menších objektech řešilo jen hromosvodem, ale v té době ještě nebyly domy tak přecpané citlivou elektronikou jako dnes.

Rozlišujeme několik druhů přepětí, které se liší především původem, velikostí a samozřejmě následky.

- *Atmosférické přepětí* – vznikne například po úderu blesku, a to i v okolí (až několik kilometrů) nebo do inženýrských sítí.
- *Spínací přepětí* – vzniká například tehdy, když se zapíná nebo vypíná jedno či více zařízení s velkým odběrem proudu, a to i v nejbližším okolí (rozvodná síť je propojená, možnost ovlivnění nekončí „za hodinami“).
- *Přepětí vzniklé výbojem statické elektřiny* – elektrostatický výboj obvykle vzniká při nevhodné volbě materiálů tam, kde vzniká tření, například podlaha, povlaky na nábytek.
- *Přepětí způsobené nukleárním výbuchem* – to zde naštěstí není běžným jevem.

Nás budou zajímat především první dva druhy – atmosférické a spínací přepětí.

Přepětí (nebo obecně nestabilita v napětí) může vzniknout také následkem *elektromagnetického rušení*: působením silného elektromagnetického pole při (blízkém) úderu blesku, v okolí silných zdrojů elektromagnetického záření (vysílačů či radiolokátorů) nebo souběhem vodivých cest (i datových a síťových kabelů) s vodiči, ke kterým jsou připojeny *zdroje rušení* – přístroje nevhodně připojené, znečištěné nebo ve špatném technickém stavu, případně nehomologované pro českou rozvodnou síť.

Následky se odvíjejí od velikosti přepětí. Přepětí, které není až tak výrazně velké, může zničit citlivější elektroniku jako je televize, počítač apod., cokoliv, co je nějakým způsobem propojeno se zdrojem (nejde jen o energetické vedení, může se přenášet i přes datové kabely nebo cokoliv jiného vodivého). I vcelku malé pulzní přepětí, které dotyčné zařízení přímo nezničí, může mít při častém opakování dlouhodobější destruktivní účinky – elektronickým obvodům, které jsou často vystavovány pulznímu přepětí, se zkracuje životnost.

Blesk v okolí moc často neudeří (ale Murphyho zákony občas zafungují), nicméně většinou je zdrojem přepětí něco jiného a rozhodně se nejedná o statisticky nevýznamnou položku. Například ve zdroji [3] jsou uvedeny tyto údaje:

... statistiky, které si vedou jednotlivé pojišťovny. Rozdělení škod je přibližně toto: vichřice 0.78 %, krádeže 7.01 %, požár 4.88 %, voda 6.2 %, nedbalost 22.67 %, přepětí 31 %. Zbývající procenta připadají na ostatní příčiny.

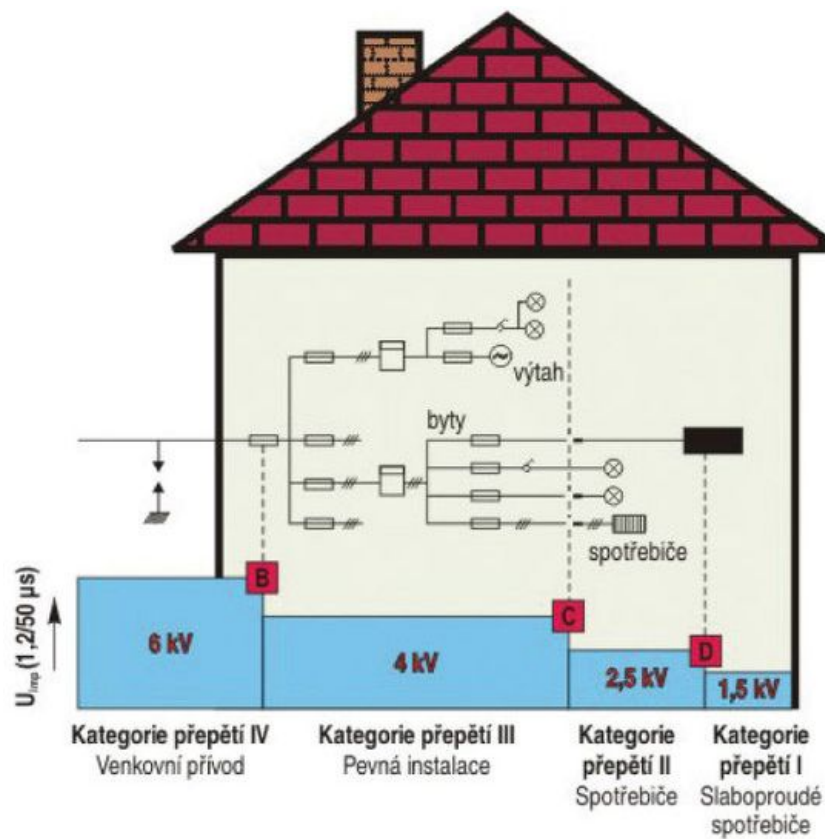
Takže téměř třetina finančního plnění pojistných událostí se týká následků přepětí.

1.2 Kategorie přepětí

Rozlišujeme následující kategorie přepětí (viz obrázek 1):

- Kategorie I – zóna pro slaboproudá zařízení, přepětí by nemělo překročit 1,5 kV.
- Kategorie II – zóna pro běžné spotřebiče připojené na vývodech z podružných rozvaděčů (například lednička), přepětí by nemělo překročit 2,5 kV.
- Kategorie III – zóna pro zařízení pevné instalace umístěná za hlavním rozvaděčem, přepětí by nemělo překročit 4 kV.
- Kategorie IV – venkovní přívod, třífázová síť na přívodu do budovy, přepětí by nemělo překročit 6 kV.

Každá z těchto kategorií vyžaduje specifický přístup k ochraně před přepětím.



Obrázek 1: Kategorie přepětí¹

2 Přepětová ochrana

2.1 Zařízení přepětové ochrany

Základním prvkem ochrany proti přepětí (tedy atmosférickému) je samozřejmě *hromosvod* (tzv. systém vnější ochrany), jenž jeho úkolem je „ochránit osoby, zvířata, objekty a stavby před elektromagnetickými a tepelnými destrukcemi vyvolanými přímým úderem blesku“. Nedokáže ochránit elektrická a elektronická zařízení, na to potřebujeme systém vnitřní ochrany.

Pokud v rozvodech neustále či opakovaně působí rušení, není od věci zkontrolovat kabeláž. Pokud jsou souběžně vedeny různé kabely (případně kombinovány silové a datové kabely) a některý kabel je připojen zdroj rušení, který z nějakého důvodu nemůžeme odstranit či opravit, často stačí vhodně izolovat kabel, přes který se rušení přenáší. Určitě by žádný kabel neměl být veden například poblíž svodu hromosvodu.

Za něco na způsob ochrany (ale spíše před finančními následky) je možné považovat *pojištění*, ale zde je třeba především, aby pojištění pokrývalo i tento typ škod (pozor, čtěte smlouvu a pojistné podmínky pozorně).

¹Zdroj: <http://www.oez.cz/photo/obr-c-3-kategorie-prepeti>

Pod pojmem *zařízení přepětové ochrany* (SPD – Surge Protective Device) budeme dále rozumět zařízení, jehož účelem je omezit vzniklé přepětí na míru bezpečnou pro chráněné zařízení.

Abychom si dokázali představit reálný význam níže uváděných čísel:

- Zásuvky bývají typicky dimenzovány na 16 A (nebo méně). Podle Ohmova zákona si například zařízení s příkonem cca 1000 W vezme $1000/230 \doteq 4,5$ A, při více zapojených zařízeních na zásuvku se odebraný proud (zhruba) sčítá.
- Pokud do stavby uhoří blesk, může se jednat o proud až 25 kA ve vlně 10/350 μ s (první číslo znamená dobu náběhu impulsu a druhé za lomítkem dobu poklesu impulsu na 50 % maximální hodnoty).
- Při úderu blesku do inženýrských sítí připojených ke stavbě jde o proud až 10 kA v energetické vlně 10/350 μ s.

Podle normy ČSN EN 62305 z roku 2009 existují tři typy přepětových ochran:

SPD typ 1. Jedná se o svodiče bleskových proudů (hrubá ochrana), dokážou odvést pulzní přepětí o velikosti až 50 kA při délce trvání impulsu 10/350 μ s. Zbytkové napětí za svodičem musí být nejvýše 4 kV.

Tyto svodiče se obvykle instalují do hlavního rozvaděče v budově nebo do přípojných skříní vně budovy, případně na anténní rozvody (také k externím anténám pro bezdrátový internet).

SPD typ 2. Jsou to svodiče přepětí, které dokážou odvést pulzní proud 15 kA opakovaně a 40 kA jednorázově při délce trvání impulsu 8/20 μ s. Zbytkové napětí za svodičem musí být maximálně 2,5 kV.

Svodiče typu 2 se instalují buď do podružných rozvaděčů (pokud v budově nějaké jsou – v rodinných domech je obvykle nenajdeme) nebo taky do hlavního rozvaděče, přičemž svodiče typu 1 a 2 musí být vzájemně odděleny oddělovací impendancí. V poslední době se používají kombinované svodiče plnící roli SPD typu 1 i 2, což je asi nejjednodušší.

SPD typ 3. Obvykle je používáme v podobě chráněných zásuvek nebo zásuvek na prodlužovacích kabelech, případně ve formě malých zařízení umístěvaných na napájecí cestě mezi chráněným zařízením a zásuvkou. Používáme je tedy co nejbliž chráněného zařízení.

Přepětová ochrana má chránit nejen před bleskem (atmosférické přepětí), ale také (a to především) před spínacím přepětím. Výše uvedené typy SPD se kombinují, protože každý typ má svou vlastní těžko zastupitelnou roli.

- SPD typu 1 se instalují mezi zóny pro kategorie přepětí III a IV, tedy na rozhraní venkovního přívodu (inženýrských sítí) a pevné instalace.
- SPD typu 2 instalujeme mezi zóny pro kategorie přepětí II a III.
- SPD typu 3 patří mezi zóny pro kategorie přepětí I a II, v reálu tedy na rozhraní mezi zásuvkou a chráněným slaboproudým zařízením.

Pokud bychom použili jen SPD typu 3 (poněvadž chceme přepětí maximálně snížit), sice by to stačilo na běžné spínací přepětí, ale proti vyššímu přepětí bychom si nepomohli. Zničilo

by jak chráněné zařízení, tak i samotnou přepětovou ochranu. Proto se typicky používá vícestupňová ochrana, tedy kombinujeme více typů.

Podle starší (již neplatné) normy se typy zařízení označovaly B (nyní 1), C (nyní 2) a D (nyní 3). SPD typ A slouží k ochraně rozvodů vysokého napětí, tedy s ochranou běžných staveb nesouvisí.

2.2 Ochranné prvky v přepětových ochranách

Především v přepětové ochraně třídy 1 najdeme *bleskojistky s jiskřištěm*. Jiskřiště je v podstatě dvojice elektrod, kdy jedna je spojena s chráněným vodičem a druhá se zemí. Elektrody bývají uzavřeny v prostředí s inertním plynem či vhodnou plynovou směsí.

Při úderu blesku nebo jiné události působící skokové zvýšení napětí se v bleskojistce mezi elektrodami vytvoří elektrický výboj a část energie se svede do země. Za normálních okolností bleskojistka proud nevede (vysoký odpor), ale při navýšení napětí nad určitou mez se prostředí jiskřiště stane vodivým (ionizuje se, prudce klesne hodnota odporu).

U koaxiálních kabelů (třeba k anténám) se používají speciální koaxiální bleskojistky, které také mohou být založeny na jiskřišti.

Bleskojistky mají výhodu v tom, že dokážou odklonit hodně vysoké přepětí, ale nevýhodou je pomalá reakce a u starších výrobků také nepřilíš bezpečný provoz (za určitých okolností může dojít ke vznícení).

Další možností jsou *varistory* (variable resistor). Jedná se o polovodičové součástky, jejichž odpor při nárůstu napětí taktéž rychle klesne, takže v důsledku se chovají podobně jako bleskojistky. Oproti bleskojistkám má varistor výrazně kratší reakční dobu, ale na druhou stranu bleskojistka dokáže odklonit o něco vyšší napětí. Varistory se používají v SPD všech tří tříd.

Transily jsou také polovodičové prvky (v reálu zenerova dioda nebo kombinace dvou zenerových diod), ale fungují trochu jinak. Reagují ještě rychleji než varistory, ale na druhou stranu velikost přepětí, které dokážou odvést, je ještě menší než u varistorů.

V reálných zařízeních se tyto ochranné prvky často kombinují – například v SPD třídy 1 nebo 1+2 často najdeme bleskojistky a varistory, přičemž každý z těchto prvků má trochu odlišnou roli (bleskojistka kvůli pokrytí co nejvyššího přepětí a varistor kvůli rychlosti reakce). V SPD třídy 3 se často vyskytuje kombinace varistorů a transilů. Pro SPD třídy 2 jsou typické varistory.

Pozor – ochranné prvky používané v těchto zařízeních sice obvykle nebývají přepětím destruovány, ale ve skutečnosti k destrukci dojít může (třeba tehdy, když je přepětí příliš vysoké nebo se často opakuje). Jedná se o elektronická zařízení, tedy o jejich životnosti platí defacto totéž co o jiných elektronických zařízeních.

2.3 Konkrétní zařízení

V obchodech se nejběžněji setkáváme se zařízeními přepětové ochrany typu prodlužovačky nebo mezizásuvky. Odlišnosti jsou v maximálním proudu, kapacitě rázové energie, počtu

poskytovaných chráněných zásuvek, ale také například v typu poskytovaných rozhraní – může být potřebná i ochrana telefonní linky či síťových rozvodů, případně možnost přímého nabíjení mobilních zařízení přes USB.



Obrázek 2: Přepětové ochrany do zásuvky, na prodlužovacím kabelu nebo pro síť²

Při nákupu přepětové ochrany bychom měli být velmi opatrní – je to přece jen zařízení velmi důležité pro bezpečnost a jeho selhání může mít nepříjemné (nejen) finanční důsledky. Takže vždy je dobré nejen brát v úvahu cenu, ale také důkladně prostudovat dostupné informace o konkrétních výrobcích, mezi kterými vybíráme, včetně příkonu, dodávaného proudu, odezvy, absorbované energie, parametrů pro přepětovou vlnu (to jsou ta dvě čísla oddělená lomítkem, údaje v μs). Také by mělo být možné zjistit standardy, které zařízení splňuje. Pokud nenajdeme dostatek informací, je lepší se takovému zařízení vyhnout.



Obrázek 3: Přepětová ochrana do síťového rozvaděče a ochrana pro venkovní jednotky³

Dále se můžeme setkat s přepětovými ochranami montovanými do síťových rozvaděčů, přičemž přes ně procházejí síťové kabely (podobně jako u patch panelů).

²Zdroj: Mironet.cz

³Zdroj: APC.com, vyberte českou lokalizaci; czc.cz

3 Nepřerušitelné zdroje napájení

3.1 Co je to UPS

Nepřerušitelný zdroj napájení (UPS – Uninterruptible Power Supply, také méně přesně záložní zdroj) je zařízení, které zajišťuje nepřetržité dodávání elektrické energie pro konkrétní (chráněné) elektronické zařízení. Účelem je ochránit dané zařízení před neočekávaným přerušением dodávky proudu, ale obvykle také plní úlohu ochrany proti přepětovým rázům. Pro UPS u nás existuje norma ČSN EN 62040.

Typickým chráněným zařízením je například server, aktivní síťové zařízení, lékařské přístroje apod., případně skupiny takových zařízení. Co všechno UPS řeší:

- výpadky v dodávce proudu (blackout),
- přepětí, napětové a proudové rázy (podobně jako u přepětových ochran – princip je stejný),
- nestability v přenášených frekvencích (obvyklá hodnota je 50 Hz), odchylky u běžných spotřebičů způsobují funkční změny (třeba se zrychlí či zpomalí motor), ale u slaboproudé elektroniky mohou způsobit výpadek,
- rušení v síti (ať už atmosférické nebo spínací) – dto.,
- podpětí v síti (brownout, méně než 15 % nominálního napětí), kdy by se (nechráněné) zařízení mohlo buď chovat stejně jako při výpadku nebo fungovat chybně.

UPS fungují na principu akumulátoru (tj. sady nabíjecích baterií), který je v běžném provozu udržován nabitý a chráněné zařízení je napájeno z rozvodné sítě, kdežto v případě výpadku v energetické síti dojde k přepnutí zdroje napětí ze sítě právě na tento akumulátor.

Obvykle se setkáváme s UPS jako samostatnými zařízeními, ale ve skutečnosti může jít také o náhradní zdroje zabudované přímo v chráněných zařízeních.

3.2 Struktura UPS

Co se konstrukce týče, hlavní součástí je samozřejmě *akumulátor*. Protože na vstupu je střídavý proud (AC – Alternating Current) ze sítě, na výstupu taktéž (poněvadž připojujeme zařízení, které by jinak bralo AC přímo ze zásuvky), ale akumulátor ukládá stejnosměrný proud (DC – Direct Current), musí být před a za akumulátorem AC/DC konvertory.

Další důležitou částí je *přepínač* (switch), který určuje, zda v daném okamžiku má jít na výstup UPS proud z rozvodné sítě nebo z akumulátoru. Jeden z nich je primární zdroj (tj. zdroj pro normální režim) a druhý označujeme jako sekundární (je použit za jiných okolností). To, který z nich konkrétně je primární a který sekundární, záleží na typu UPS (viz dále).

Kvalitnější UPS disponují *komunikačním rozhraním*, přes které se dokážou „domluvit“ s chráněným zařízením. Například pokud dojde k výpadku proudu a kapacita akumulátoru nestačí na pokrytí celého intervalu, odešle UPS přes komunikační rozhraní chráněnému zařízení pokyn k přechodu do režimu spánku. Může být přítomen také modul pro monitorování přes SNMP. Komunikační rozhraní bývá obvykle realizováno přes USB (protože přes toto rozhraní lze posílat i signály související se správou napájení).

U těchto zařízení je třeba si dát pozor na stav akumulátorů, které jsou vlastně neustále přebíjeny, což má destruktivní vliv na jejich životnost (akumulátorům na bázi lithia se postupně snižuje kapacita). Běžné UPS vyžadují *výměnu akumulátorů* přibližně jednou ročně, a je ideální, pokud na tento stav dokážou upozornit (tj. je automaticky monitorován stav akumulátorů a při nízké hladině buď bliká kontrolka nebo je poslána zpráva administrátorovi).

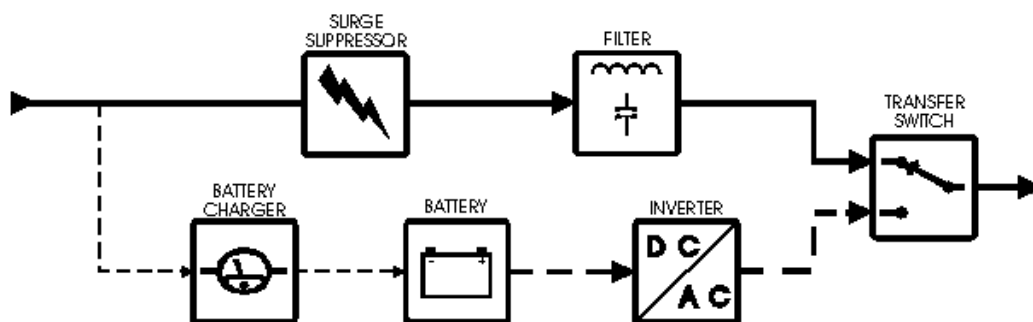
Doba, po kterou dokáže UPS ochránit zařízení v případě výpadku energie, se liší podle skutečného odběru chráněného zařízení, celkové konstrukce zdroje, nominální (původní) kapacity akumulátorů a jejich opotřebení (tedy skutečné kapacity).

3.3 Druhy UPS

Existuje několik druhů UPS, které se liší zejména konstrukcí a nabízenými funkcemi, což má vliv jak na jejich určení, tak i na cenu. Zde se podíváme na tři základní druhy, přičemž skutečná zařízení buď spadají do jedné z těchto „škatulek“ nebo kombinují vlastností dvou druhů anebo jsou jim přidány ještě jiné funkce, takže z příslušné „škatulky“ poněkud přečnívají.

Off-Line UPS. Jiný název je Passive Standby (pasivní čekání), také se někdy označují jako SPS (Standby Power Supply) a někdo je za UPS ani nepovažuje. Vstup i výstup jsou jednofázové.

Tento typ UPS je nejjednodušší. Primárním zdrojem (tedy tím, který je přepínačem po většinu doby směřován na výstup) je přímo vstup z rozvodné sítě, sekundárním zdrojem je akumulátor. Větev s baterií je při běžném provozu ve stavu „standby“ (spící), od toho název.



Obrázek 4: UPS typu Standby, Off-Line⁴

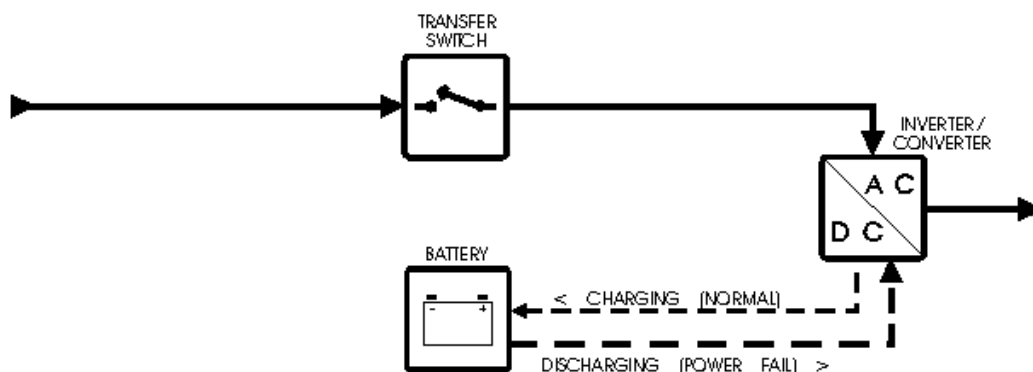
V případě výpadku na rozvodné síti dojde k přepnutí na sekundární zdroj, což je sice rychlé, ale přesto určitá prodleva nastane, což některá zařízení špatně snášejí (rychlost přepnutí je parametr, o který je dobré se při koupi zajímat). Typický počítačový zdroj se dokáže vyrovnat s prodlevou několika desítek milisekund, víc už neustojí.

Součástí může/nemusí být ochrana proti přepětí (na obrázku jsou nějaké ty filtry zakresleny, ale vždy záleží na výrobcí). Filtrování je samozřejmě pouze na větvi z rozvodné sítě, není třeba nijak upravovat výstup z akumulátoru. Při podpětí přepíná na akumulátor, což znamená stejnou prodlevu jako při výpadku.

⁴Zdroj: <http://www.pcguides.com/ref/power/ext/ups/index.htm>

Off-Line UPS jsou určeny pro nenáročné použití za nízkou cenu, typicky v domácnosti.

Line-Interactive UPS. Konstrukce tohoto typu UPS je jen o něco složitější než u Off-Line, ale funkční vlastnosti má mnohem lepší. Rozdělení rolí primárního a sekundárního zdroje je stejné (primární je přímo ze sítě, sekundární z akumulátoru), ale role některých součástí (hlavního přepínače, měniče před akumulátorem a měniče za ním) je sloučena do jedné, což znamená, že odpadá jejich vzájemná komunikace při nutnosti přepnutí a důsledkem je výrazné snížení prodlevy v napájení na výstupu (řádově – z desítek milisekund na jednotky).



Obrázek 5: UPS typu Line-Interactive⁵

U těchto zdrojů již bývá běžné filtrování rušení v rozvodech a přepětová a podpětová ochrana. Také se u nich pravděpodobněji setkáme s komunikačním rozhraním a také se síťovým rozhraním (například Ethernet) použitelným pro vzdálenou konfiguraci zařízení a kontrolu logů.

Výhodou je tedy nižší prodleva v napájení při přepínání výstupu, na rozdíl od předchozího typu také dokáže lépe upravovat vstup z primárního zdroje (včetně přepětí a rušení). Cena je jen o něco vyšší než u Off-Line UPS.

Line-Interactive UPS jsou určeny pro domácí použití a méně náročné komerční použití (například pro menší servery).

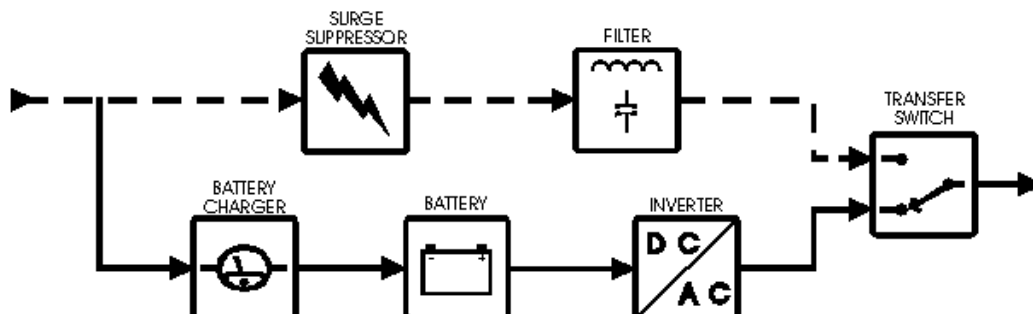
On-Line UPS. Také se nazývají „skutečnými“ UPS, protože jsou u nich obvykle všechny funkce, které bychom snad od UPS mohli očekávat. Na rozdíl od předchozích dvou typů jsou role primárního a sekundárního zdroje prohozené – primárním zdrojem je akumulátor a napájení jde téměř vždy právě přes akumulátor. Sekundární zdroj se použije tehdy, když z nějakého důvodu primární selže (například tehdy, když je akumulátor na hranici životnosti a jeho kapacita je blízka nule, případně při poruše akumulátoru).

Také se můžeme setkat s charakteristikou „UPS s dvojitou konverzí“, protože v běžném provozu se vždy provádějí dvě konverze – usměrnění proudu na stejnosměrný při vstupu do akumulátoru, a následně konverze na střídavý proud mezi akumulátorem a přepínačem (resp. výstupem).

Tento typ UPS naprosto přirozeně poskytuje na svůj výstup stabilní napájení bez přepětí, podpětí a rušení, s ideálním (obvykle sinusovým) průběhem. Velkou výhodou je, že při

⁵Zdroj: <http://www.pcguides.com/ref/power/ext/ups/index.htm>

výpadku neexistuje žádná prodleva, jednoduše po dobu výpadku není dobíjen akumulátor, ale ve směru z akumulátoru na výstup proud jde (až do vybití akumulátoru). Jde o zařízení vyšší kategorie, tedy se u nich setkáváme s rozsáhlejšími možnostmi konfigurace a správy.



Obrázek 6: On-Line UPS⁶

Nevýhodou je nižší účinnost napájení (na čemž se podepisuje dvojitá konverze proudu) a s tím spojené vyšší zahřívání. Proud je vždy veden přes akumulátor, a tedy dochází k jeho rychlejšímu opotřebení – má nižší životnost. Cena je výrazně vyšší než u předchozích dvou typů.

Typické využití On-Line UPS je právě v korporátní sféře, pro ochranu kritické infrastruktury nebo obecně takových zařízení, u nichž z různých důvodů výpadek nepřichází v úvahu.

3.4 Konkrétní zařízení

Když vybíráme UPS, měli bychom si předem ujasnit, co od tohoto zařízení očekáváme. Jaký typ potřebujeme, zda chceme klasické zařízení nebo zařízení do racku, jaké má být maximální výstupní napětí (tedy jak moc „hladové“ bude chráněné zařízení), jaký je výkon, doba nabíjení akumulátoru, záložní doba při poloviční a plné zátěži, jaká jsou komunikační rozhraní, zda jsou běžně k dostání náhradní akumulátory a za kolik, atd. Obecně platí, že čím dražší zařízení, tím víc informací je možné si o něm předem zjistit.



Obrázek 7: UPS do racku o šířce 19”⁷

⁶Zdroj: <http://www.pcguides.com/ref/power/ext/ups/index.htm>

⁷Zdroj: Mironet.cz



Obrázek 8: Klasické UPS⁸

4 Energocentrum

Pod pojmem záložní energetický zdroj se obvykle chápe náhradní zdroj energie ve formě generátoru, který se použije v případě výpadku rozvodné sítě. Většinou fungují na naftu (dieslový agregát) nebo benzín, dají se sehnat i generátory na plyn.

Záložní zdroje energie jsou nepostradatelné tam, kde výpadek, zejména dlouhodobý, mohl mít fatální následky – v nemocnicích, velkých serverovnách apod.

Generátor je možné nastartovat i ručně, ale to znamená velké zdržení. Navíc nahození generátoru není zrovna okamžité (motor automobilu taky nespustí v řádu milisekund), je třeba v kritičtějším provozu řešit i problém překlenutí doby mezi začátkem výpadku a plným nastartováním generátoru.

Energocentrum (energetické centrum, energocentrála) je kombinace záložního zdroje (generátoru) a UPS, přičemž pokud UPS detekuje výpadek, automaticky startuje generátor, jen pro překlenutí doby startování motoru generátoru je použito napájení z akumulátoru.

Reference

- [1] BERNABE, A. Transil or Varistor. Application Note [online]. *SGS-Thomson Microelectronics*. Dostupné na: <http://www.thierry-lequeu.fr/data/An318.pdf>

⁸Zdroj: Mironet.cz



Obrázek 9: Generátory a energocentrály⁹

- [2] BEŠTA, M. Přepětová ochrana [online]. Studijní materiály pro učební obor elektrikář – slaboproud. Dostupné na: <http://www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T1.6-P%C5%99ep%C4%9B%C5%A5ov%C3%A1-ochrana.pdf>
- Další studijní materiály jsou dostupné na <http://www.mbest.cz/>.
- [3] BROK, Vladimír. Přepětové ochrany-módní výstřelek nebo užitečná věc??? [online]. *Prepeti.cz*. Dostupné na: <http://www.prepeti.cz/?q=prepetove-ochrany-modni-vystrelek-nebo-uzitecna-vec>
- [4] KOUDELKA, Ctirad, Václav VRÁNA. Ochrana před přepětím [online]. *VŠB-TU*, 2006. Dostupné na: http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/BC_FBI/Prednasky/ochrana%20pred%20prepetim.pdf
- [5] KOZIEROK, Charles M. Uninterruptible Power Supplies [online]. *PCGuide*, 2004. Dostupné na: <http://www.pcguides.com/ref/power/ext/ups/index.htm>
- [6] Napětí, proud a Ohmův zákon [online]. *Arduino Dokumentace*. Dostupné na: <http://docs.uart.cz/docs/teorie/>
- [7] Ohmův zákon [online]. *Prevod.cz*. Dostupné na: <http://prevod.cz/popis.php?str=412&parent=y>
- [8] Záložní zdroje UPS [online]. *ElektroPrumysl.cz*, 2011. Dostupné na: <http://www.elektroprumysl.cz/cs/elektricke-a-zalozni-zdroje-energie/zalozni-zdroje-ups>

⁹Zdroj: Genmac.cz, ACStroje.cz, Enid.cz