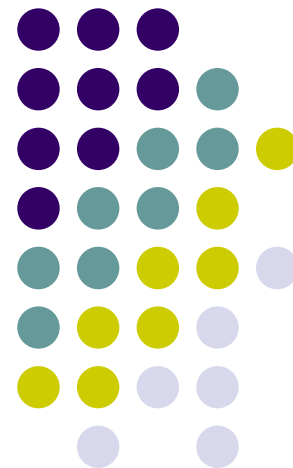
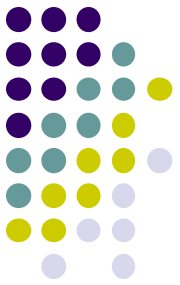


Napájecí zdroje

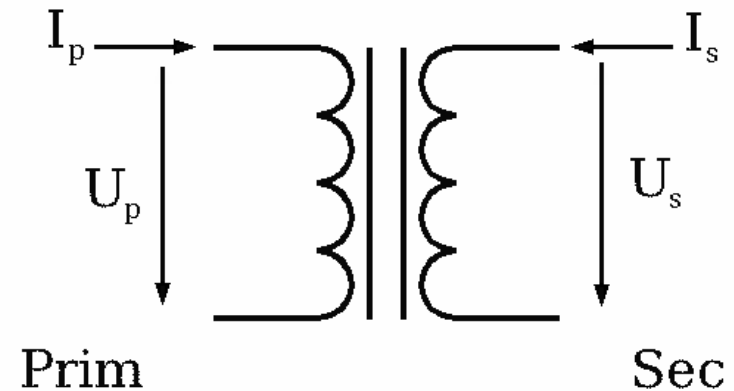
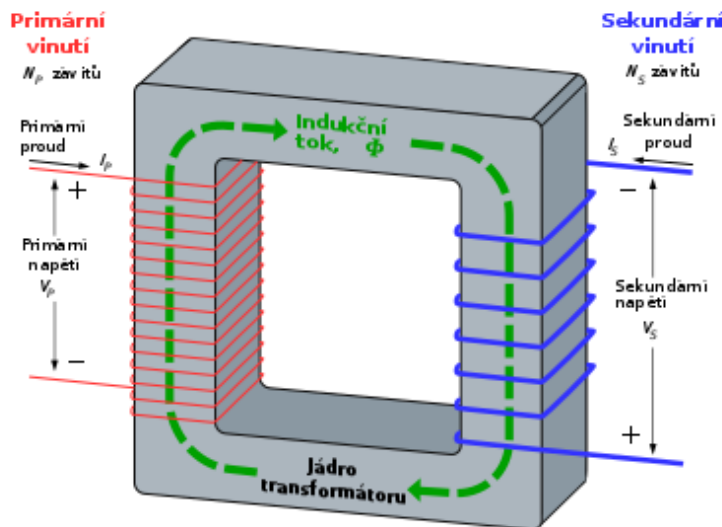
2. část



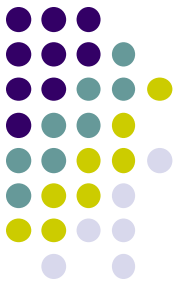
Transformátor



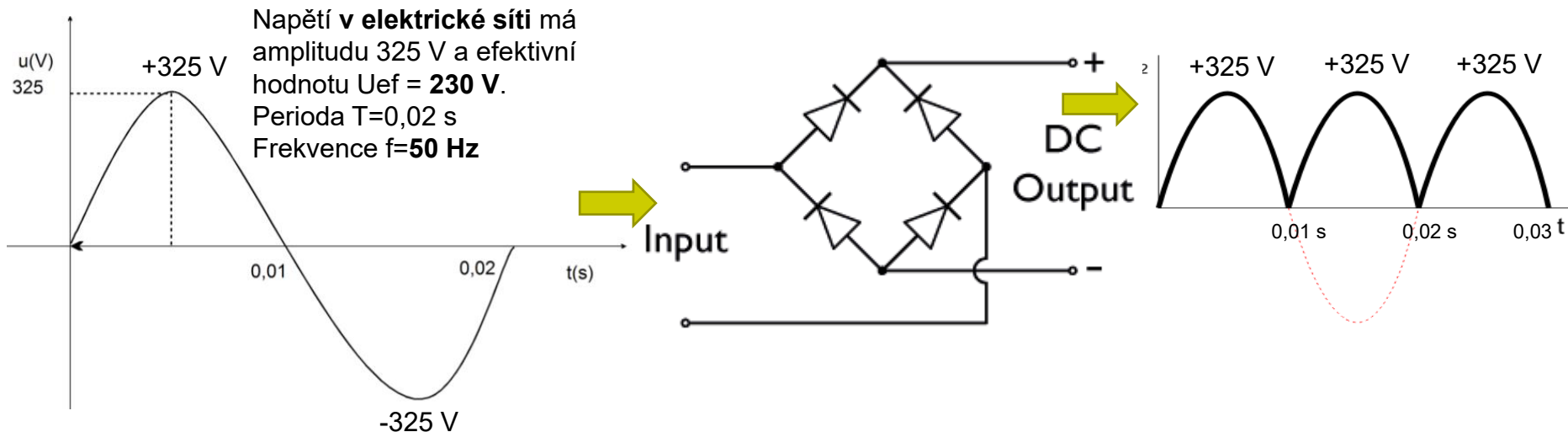
- Transformovat se dá pouze **střídavé napětí**
- Nejjednodušším prostředkem pro transformaci napětí (tzn. jeho zvýšení/snížení) je **transformátor**
- Transformátor se skládá z **primární** a **sekundární cívky**, které jsou navinuty na společném feromagnetickém jádru
- Primární vinutí slouží k převodu elektrické energie na magnetickou. Procházejícím proudem se vytváří magnetický tok, který indukuje napětí v sekundárním vinutí
- Velikost napětí indukované v sekundární cívkce je dána poměrem počtu závitů primární a sekundární cívky
- Běžné transformátory jsou **velké, těžké a neefektivní**
- Účinnost klasických zdrojů s transformátorem je velmi nízká
- V moderním hardwaru se dnes již klasické transformátory nepoužívají



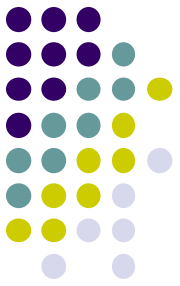
Spínané zdroje



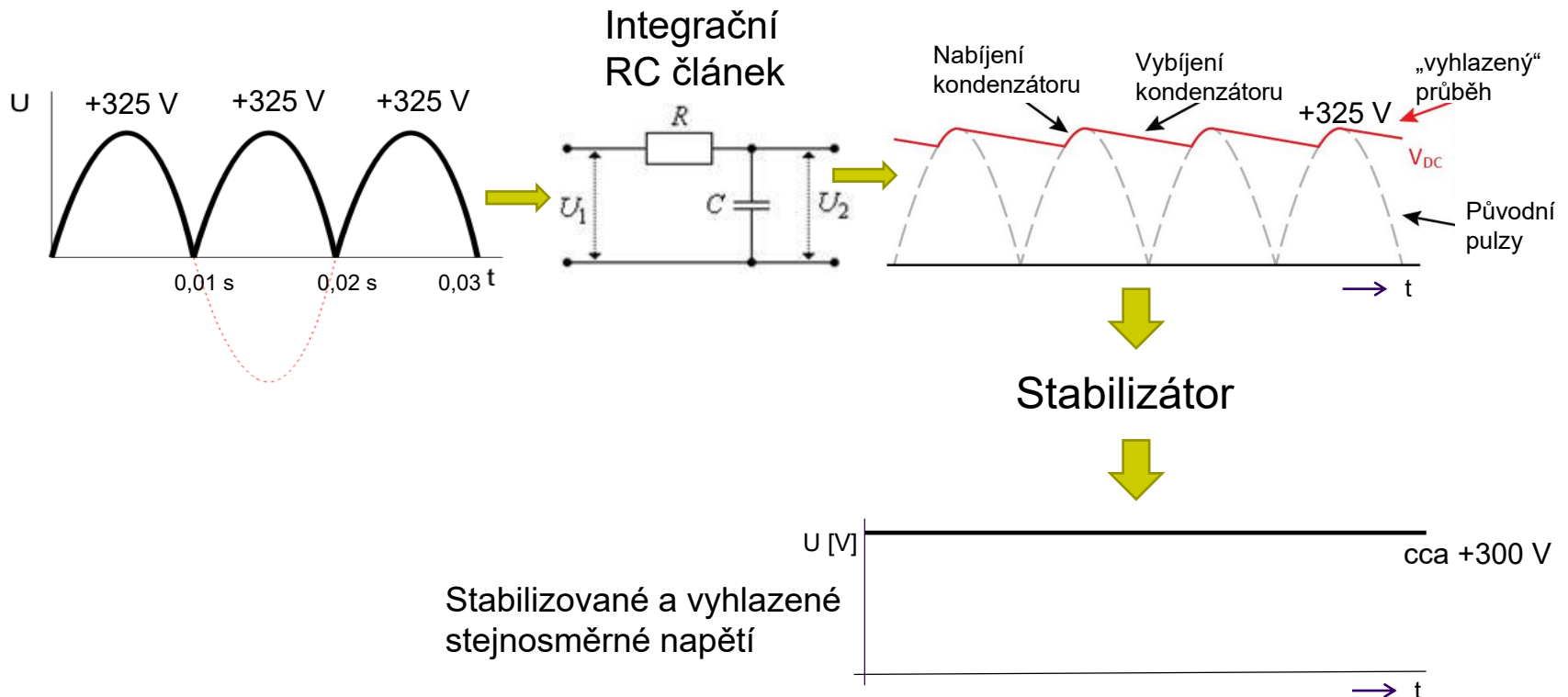
- Všechny ATX zdroje pro desktop počítače, ale i napájecí adaptory pro notebooky, nabíječky pro mobilní hardware apod. jsou tzv. **spínané zdroje**
- **Spínané zdroje** jsou charakteristické tím, že transformátor pracuje na **mnohem vyšší frekvenci**, než je původních 50 Hz střídavého napětí v elektrické rozvodné síti
- Napětí ze sítě je ve spínaném zdroji **rychlým spínáním/vypínáním** převedeno na impulsy s vysokou frekvencí
- Spínané zdroje mají **vysokou účinnost, jsou malé, lehké, ale jsou složitější** a jejich spolehlivost může ovlivněna kvalitou použitých součástek (zejména kondenzátorů a tranzistorů)
- Vstupní střídavé napětí (230 V, 50 Hz) přichází na vstup zdroje, jež je obvykle chráněn proti různým napěťovým a proudovým špičkám ze sítě
- **Střídavé vstupní napětí** je nejprve **usměrněno na stejnosměrné** v usměrňovači – používá se klasický diodový můstek
- Tím vznikne **pulzující stejnosměrné napětí** s amplitudou cca 325 Voltů a frekvencí 100 pulzů za sekundu



Spínané zdroje



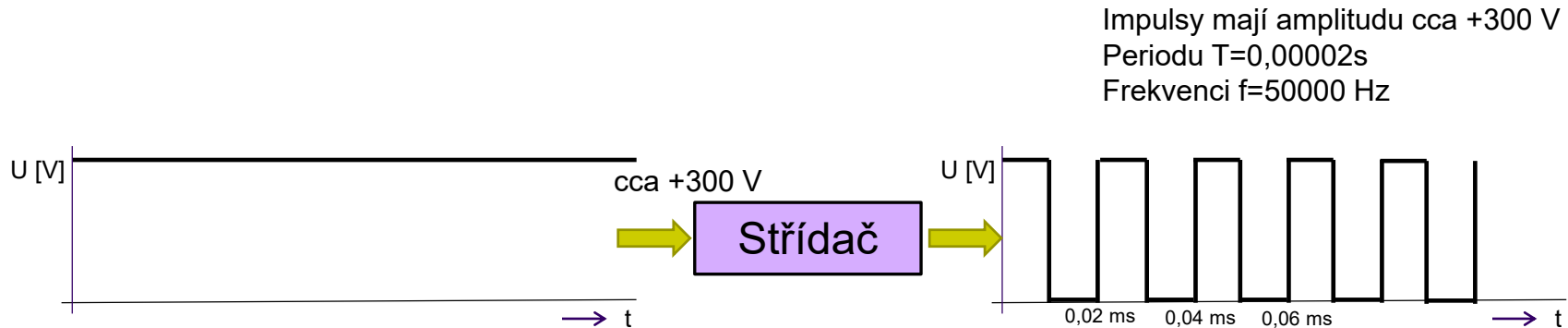
- Stejnosemné usměrněné pulzující napětí (amplituda 325 Voltů) je dále vyhlazeno pomocí „integračního článku“, případně dalších složitějších stabilizačních obvodů
- K vyhlazení průběhu se využívá nabíjení a vybíjení velkého kondenzátoru



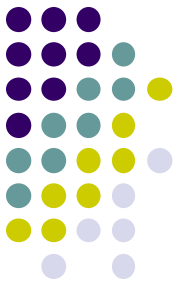


Spínané zdroje

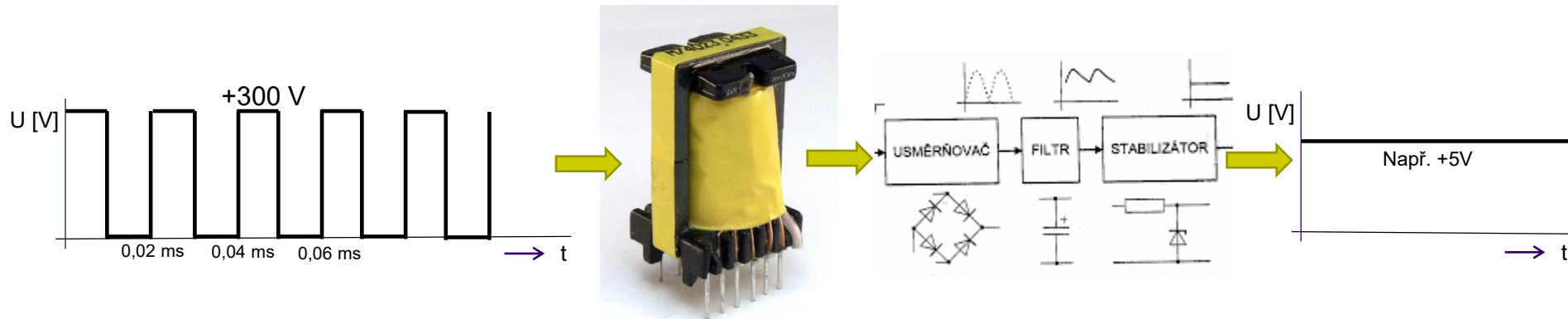
- Vyhlazené stabilizované napětí je potom přivedeno na vstup „střídače“
- Střídač obsahuje vysoce výkonné spínací tranzistory, které signál velmi vysokou frekvencí (obvykle 50 kHz) spínají a vypínají – signál se tedy opět převede na střídavý, ale tentokrát má velmi vysokou frekvenci a obdélníkový průběh
- Rozměry a hmotnost zdroje mohou být tím menší, čím větší je pracovní kmitočet. Zvýší-li se např. z 50 Hz tisíckrát (na 50 kHz), rozměry transformátoru je možné zmenšit třicetkrát – bude stačit malá jednoduchá lehká cívka



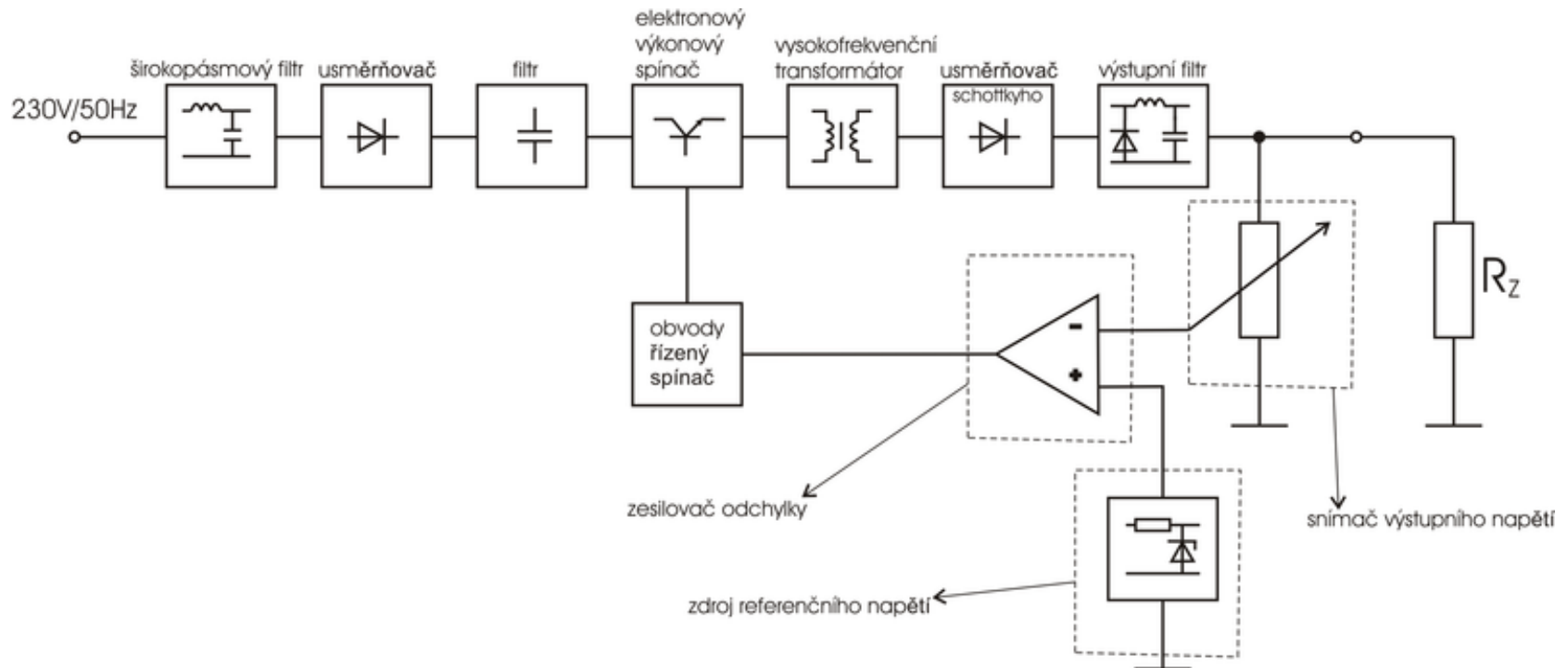
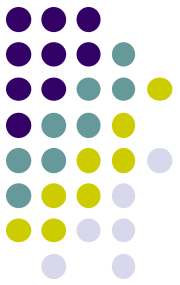
Spínané zdroje



- Vysokofrekvenční obdélníkový signál vstupuje do cívky s feritovým jádrem – tzv. **impulsní transformátor**
- Tato cívka je velmi malá a lehká v porovnání s cívkami, které se používají v klasických transformátorech
- V sekundárním vinutí cívky se indukuje **nízké vysokofrekvenční výstupní napětí**,
- Tento vysokofrekvenční průběh se opět usměrní, vyhladí a stabilizuje, čímž vznikne nízké stejnosměrné napětí
- Velikost výstupního stejnosměrného napětí se dá regulovat rychlostí spínání vstupního signálu
- Velikost výstupního napětí a proudu můžeme řídit střídou impulsů – PWM pulzní šířková modulace
- Je-li výstupní napětí příliš malé, řídicí obvod prodlouží délku pulzu.
- Při větším napětí na výstupu ji naopak zkrátí. Tento způsob řízení výstupního napětí je beze ztrát tepla.
- Stabilizátor pracuje s velkým rozsahem vstupních napětí, nevadí mu přepětí ani podpětí v síti
- Výstupní vysokofrekvenční napětí se opět vyhladí (použijí se velké výstupní kondenzátory)
- Rychlé spínání na vysokých kmitočtech je zdrojem **rušení** – projevuje se jako pískání. Každý spínaný zdroj musí být proto dobře odrušen.

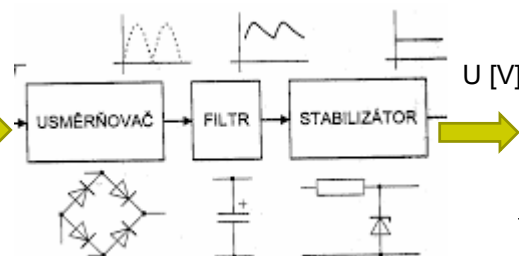
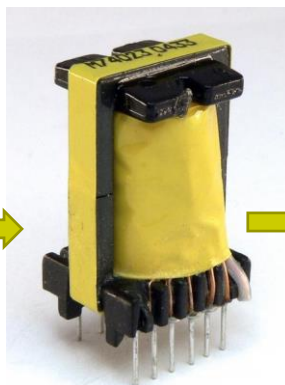
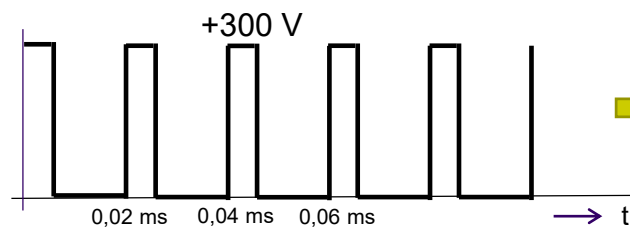


Spínané zdroje



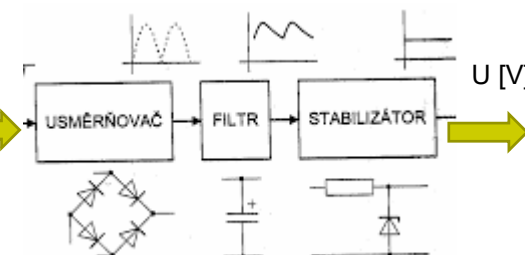
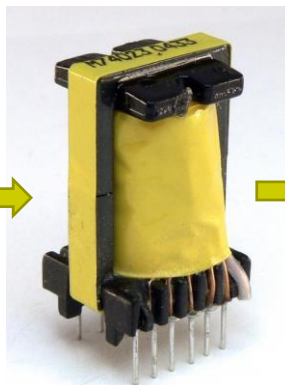
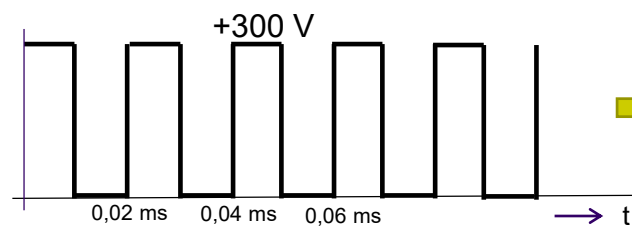


Kratší impulzy



Např. $+3,3\text{V}$

Delší impulzy

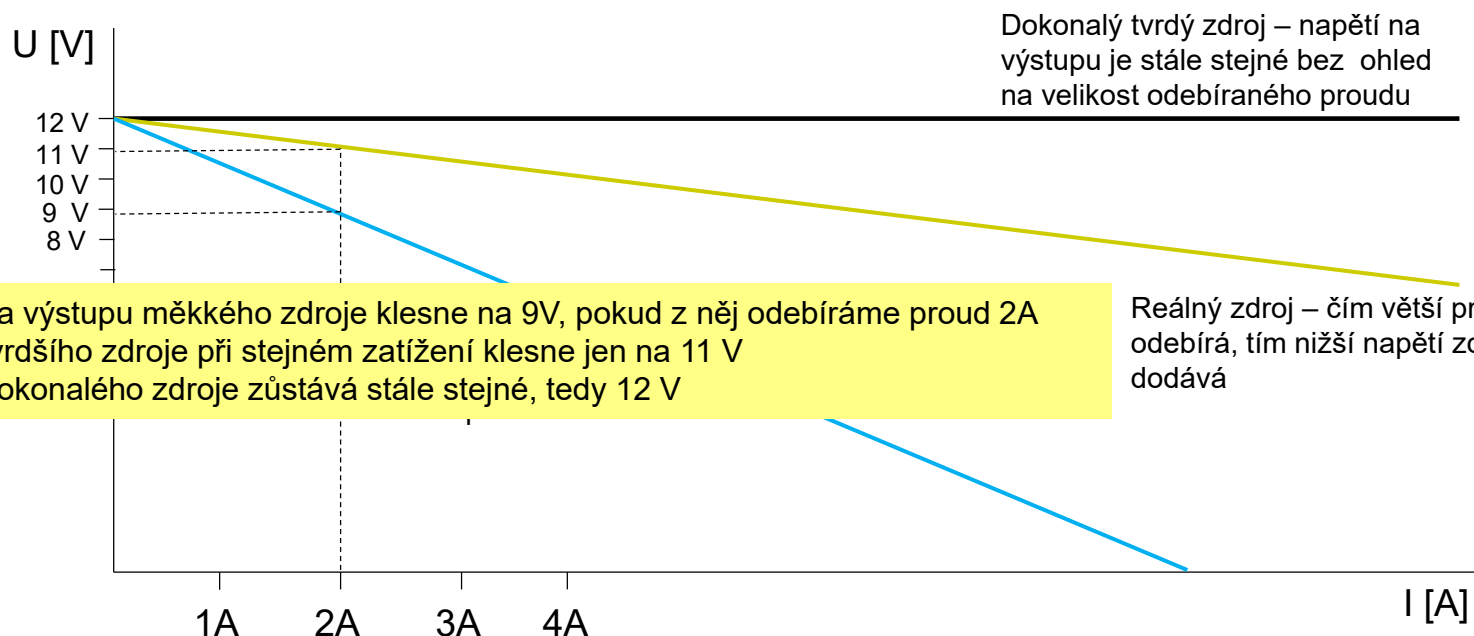


Např. $+5\text{V}$

Napájecí zdroje – posuzování kvality



- **Zatěžovací charakteristika** – udává závislost výstupního napětí na zatížení (odebíraném proudu)
- Ideální zdroj by měl mít konstantní výstupní napětí nezávislé na velikosti výstupního proudu – **tvrdý zdroj**
- Výstupní napětí reálného zdroje klesá, čím vyšší je odebíraný proud – **měkký zdroj**
- U počítačového zdroje by pokles při maximálním proudu neměl být mimo toleranční mez ($\pm 5\%$ na linkách +12V, +5 V a +3,3 V nebo $\pm 10\%$ na lince -12V)

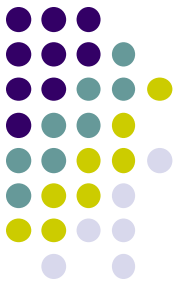


Napájecí zdroje – posuzování kvality



- Dalším důležitým parametrem, který vypovídá o kvalitě zdroje je **zvlnění výstupního napětí**
- Vzhledem k tomu, že výstupní napětí je získáno **spínáním vysokého střídavého napětí** a nabíjením kondenzátorů a následným **vyhlazením** a stabilizací, není jeho hodnota v čase stálá, ale obsahuje „zvlnění“
- Norma pro ATX napájecí zdroje definuje maximální přípustné zvlnění na jednotlivých výstupních linkách
 - +12 V a -12V – zvlnění s amplitudou 120 mV
 - +5 V a +5 V standby - zvlnění s amplitudou 50 mV
 - +3,3 V - zvlnění s amplitudou 50 mV
- V ideálním případě by průběh výstupního napětí měl být naprosto rovný a vyhlazený – takový ideální zdroj ale neexistuje
- Zvlnění výstupního napětí větší, než udává norma, může mít vliv na stabilitu počítače a komponentů
- Zvlnění lze změřit osciloskopem – zobrazením průběhu výstupního napětí (ideálně bychom měli vidět rovnou čáru) a odečtením amplitudy zvlnění
- Voltmetrem se úroveň zvlnění změřit nedá, protože ten nám ukáže střední hodnotu napětí a nikoliv okamžitou rychle se měnící hodnotu (zvlnění v čase zprůměruje)

Napájecí zdroje – zvlnění výstupního napětí

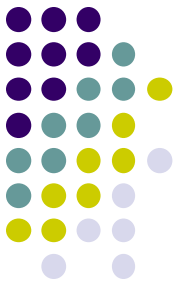


Napájecí zdroje – posuzování kvality



- Dalším parametrem, který lze posoudit kvalitu zdroje je doba **Udržení výstupního napětí při výpadku**
- Podle normy má každý zdroj být schopen udržet výstupní napětí po dobu alespoň **17 ms** i při plném zatížení
- Reálná doba „imunity“ vůči výpadku je dána především velikostí kapacity vstupního kondenzátoru (čím větší, tím lepší)
- Zajímavým parametrem je také **pokles napětí při špičkovém a okamžitém zatížení** – jak rychle zdroj reaguje na zvýšení odběru
- Rozjezd optické mechaniky nebo prudký nárůst zatížení grafické karty nebo mikroprocesoru vyvolá krátkodobě malý pokles napětí (než zareaguje zpětnovazební regulace spínaného zdroje) a hodnota napětí by se měla i tak držet v tolerancích

UPS



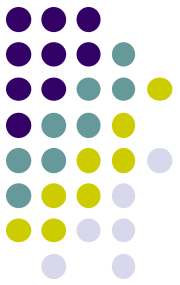
- **Uninterruptible Power Supply** – zdroj nepřerušovaného napájení – funguje jako **záložní zdroj napájení – ochrana proti výpadku napájení**
- Zajišťuje stálou dodávku elektřiny pro zařízení, která nesmějí být **neočekávaně vypnuta**
- Slouží také jako ochrana proti problémům s kvalitou dodávky energie v rozvodné síti
- Je obvykle zapojen mezi zdroj síťového napětí a vstup napájení chráněného zařízení
- UPS v případě výpadku dodávky elektřiny čerpá energii z **akumulátoru**
- Pokud není dodávka elektřiny z rozvodné sítě přerušena, je akumulátor udržován v nabitém stavu tzv. udržovacím nabíjecím proudem (proudem, který udržuje akumulátor 100% nabitý, ale při tom nezpůsobuje přebíjení ani zahřívání akumulátoru)
- V okamžiku přerušení dodávky elektřiny zajišťuje UPS napájení zařízení
- **Stejnoseměrné napětí akumulátoru** (obvykle 12 V) je spínaným zdrojem (měničem) převedeno na **vysoké střídavé (230 V)** a zkonvertováno na sinusový harmonický průběh s frekvencí 50 Hz
- UPS obvykle obsahují 12 - Voltové olověné akumulátory

UPS

- **Základní parametry**
- Nejdůležitějším parametrem UPS je **kapacita akumulátorů**, ze které vyplývá doba, po kterou je schopen dodávat energii v případě výpadku (často i několik hodin)
- Čím větší kapacita akumulátorů, tím je UPS dražší, větší a těžší
- **Počet zásuvek** – kolik napájených zařízení jde připojit přímo k UPS
- Dalším klíčovým parametrem je **maximální dodávaný výkon** (např. 1000 W)
- Třetím důležitým parametrem je **rychlost detekce výpadku** a přepnutí na záložní provoz

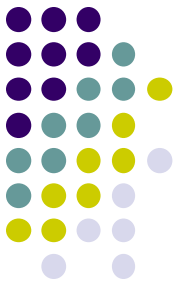


UPS



- Kvalitní UPS obsahuje **komunikační rozhraní** (např. USB), kterým je připojen k chráněnému zařízení a může ho **informovat** o výpadku napájení
- Chráněné zařízení na informaci o výpadku reaguje uložením důležitých dat, ukončením aplikací nebo spuštěním různých záchranných akcí (např. výtah sjede do nejnižšího patra a odemkne zde dveře)
- O výpadku napájení také může být informován správce techniky, správce sítě například zasláním SMS
- Pokud UPS komunikační port neobsahuje, není schopna se zálohovaným zařízením komunikovat a bezpečné vypnutí zbývá tedy na uživateli, který je upozorněn např. **akustickým signálem**

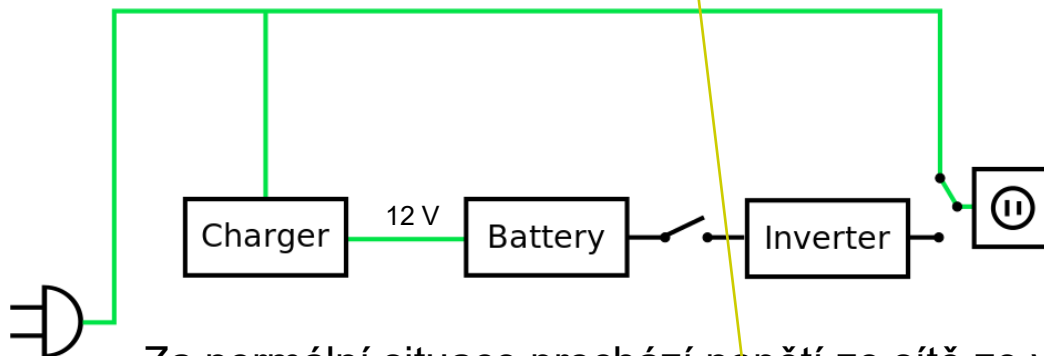
UPS



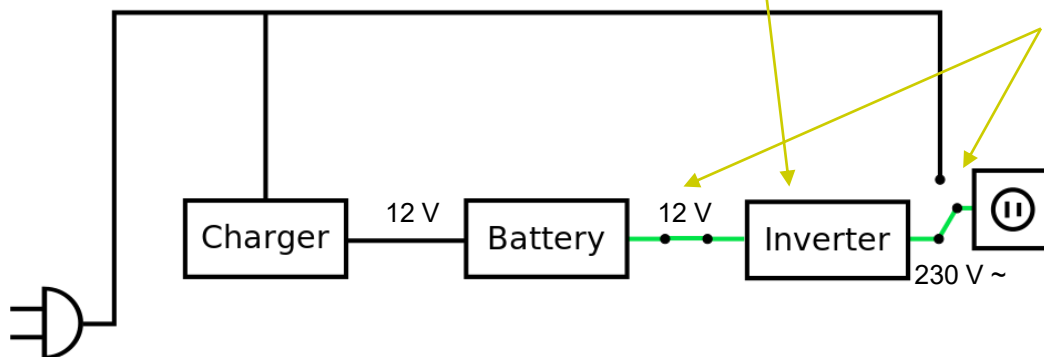
- **Offline UPS**
- Nejjednodušší princip, který se využívá pro nejmenší výkony.
- Napájecí napětí z rozvodné sítě za normálního stavu prochází ze vstupu **přímo na výstup**
- Při přerušení napájení se přepne na výstup napětí z měniče a tvarovače, napájeného akumulátorem
- Tento typ UPS není schopen úpravy podpětí nebo přepětí v rozvodné síti.
- Prodleva při přepnutí na záložní napájení je okolo 20 ms (napájecí zdroj počítače obvykle po tuto dobu je schopen vydržet bez napájení, díky energii uložené v jeho velkých kondenzátorech)

Offline UPS

Inverter = měnič. Dokáže převést nízké stejnosměrné napětí z akumulátoru na 230 V střídavých



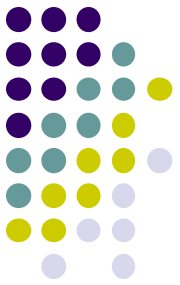
Za normální situace prochází napětí ze sítě ze vstupu rovnou na výstup a vedle toho nabíječka udržuje nabitý akumulátor



Nějaký vnitřní kontrolní obvod musí včas přepnout tento přepínač v případě výpadku

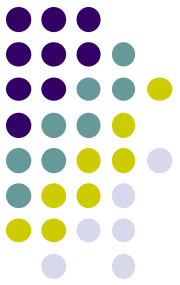
Při výpadku dodávky energie se automaticky přejde na napájení z akumulátoru

UPS



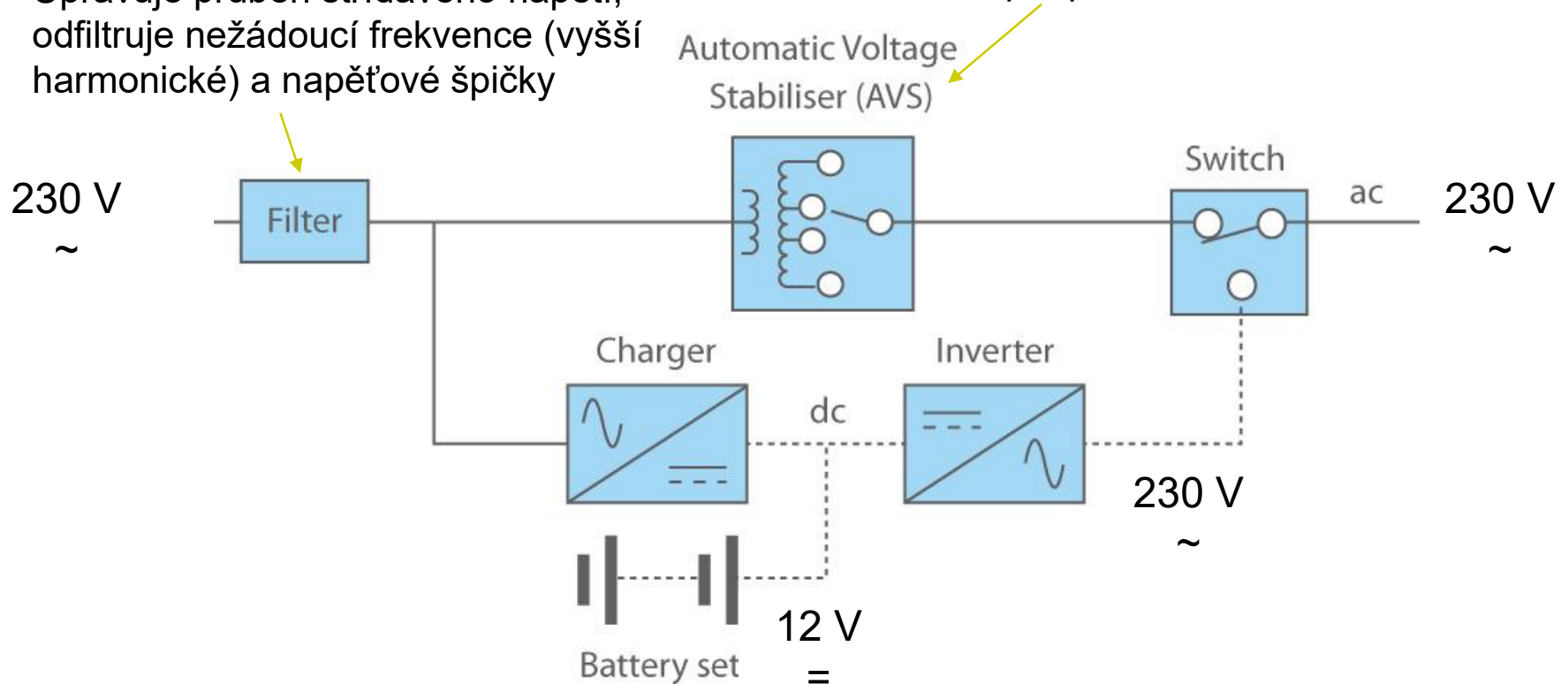
- **Line-interactive UPS**
- Dokáže **stabilizovat** výstupní napětí, aby se co nejvíce blížilo předepsanému napětí, aniž by přecházel na akumulátorové napájení
- Vstupní napětí z rozvodné sítě tedy není vedeno přímo na výstup, ale v cestě mu stojí **stabilizační obvody**
- Posílení nižšího napětí se říká *boost*, potlačení vyššího napětí *buck* nebo *trim*
- Při větší nestabilitě nebo při úplném výpadku vstupního napětí dochází k přepnutí výstupního napětí na napájení z akumulátoru
- Prodleva při přepnutí je 4 - 10 ms

Line-interactive UPS

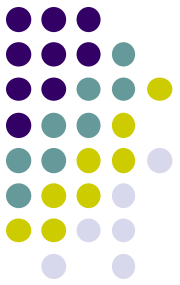


Upravuje průběh střídavého napětí, odfiltruje nežádoucí frekvence (vyšší harmonické) a napěťové špičky

Stabilizuje napětí, dokáže upravit přepětí nebo podpětí

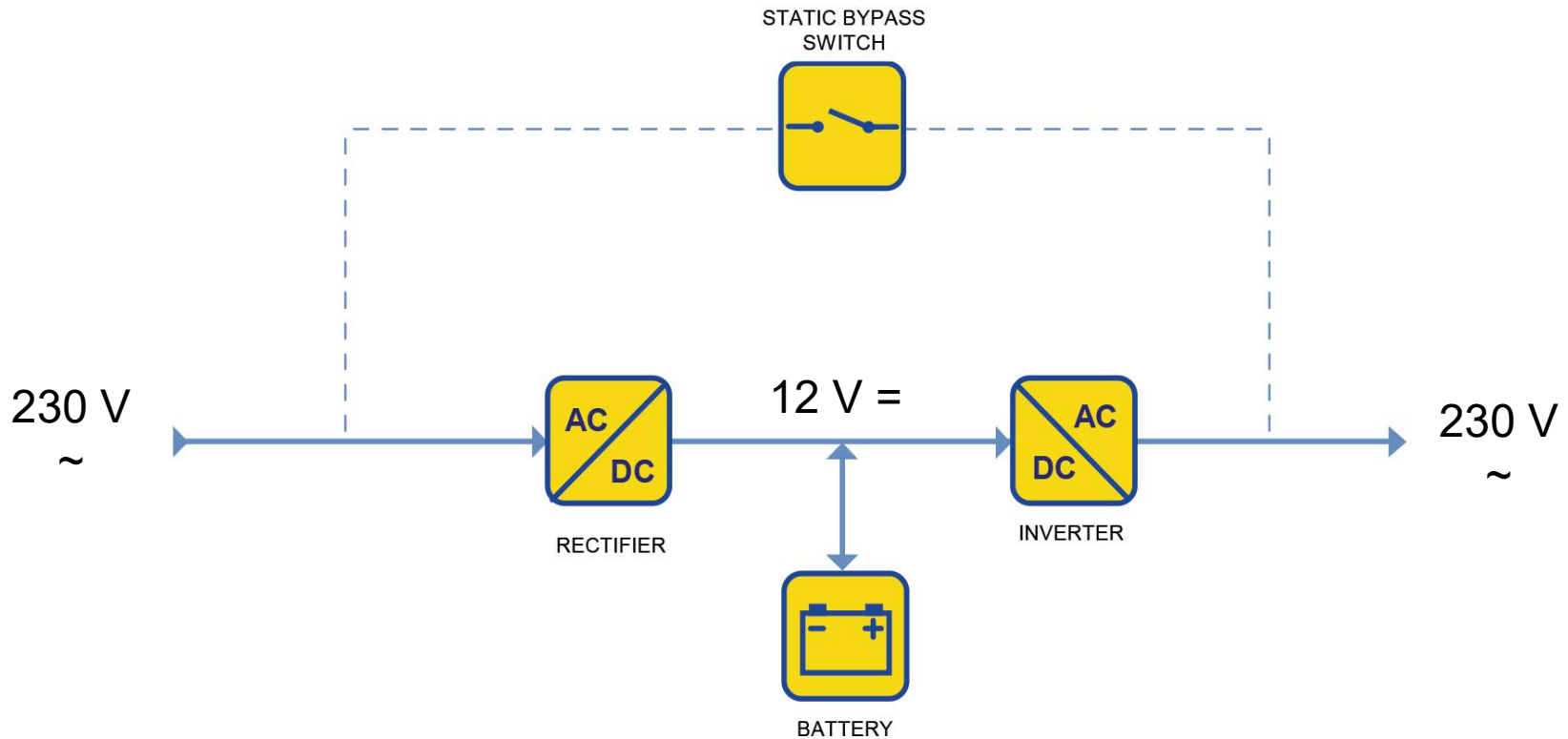
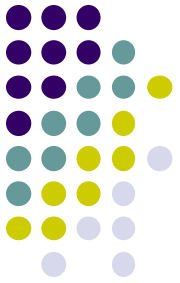


UPS



- **Online UPS - s dvojitou konverzí**
- Vstupní napětí **nejdříve sníží**, poté se usměrní a následně střídačem **opět zvýší** na střídavé výstupní napětí 230 V
- Proces tedy vypadá přibližně takto: 230 V střídavých \rightarrow 12 V *stejnosměrných* \rightarrow 230 V střídavých
- Do výstupního měniče je neustále připojen také výstup z akumulátorů
- Jde tedy o výstupní měnič, který vyrábí 230 V střídavých a který je neustále napájený jednak sníženým usměrněným napětím a dále napětím z akumulátorů
- Při jakémkoliv zkratu či výpadku vstupního napětí nevzniká žádná prodleva při přepnutí na bateriový provoz
- Jsou vhodné pro všechny typy zátěží, pro prostředí s výrazně nestabilní sítí a tam, kde by i krátká prodleva při přepnutí na záložní napájení mohla být fatální
- Tento typ UPS obsahují i tzv. **bypass**, který slouží pro přímé propojení vstupu a výstupu v případě nějakého problému
- Bypass se například sepne při přetížení, přehřátí nebo jiné chybě elektroniky UPS – tedy napájení chráněného zařízení je možné i v případě chyby UPS (samotná UPS je jištěná proti své chybě)

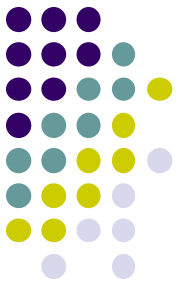
UPS s dvojitou konverzí



UPS akumulátory



- Používají se **olověné akumulátory** (stejně jako autobaterie)
- Tento typ akumulátoru je nevhodný pro použití v mobilních zařízeních
- Je velmi těžký a má špatnou energetickou hustotu – maximálně 35 Wh/kg (což je asi 6x méně než Li-Pol)
- Akumulátory se udržují **stále nabité**
- Akumulátory obsahují nebezpečnou **kyselinu sírovou**
- Životnost akumulátorů je velmi dobrá (několik let), ale není neomezená
- Akumulátory postupem času stárnou a jednoho dne se budou muset vyměnit (podobně jako autobaterie v autě)
- Dokáží dodávat velmi vysoký výkon (při startování roztočí motor automobilu)
- Při nabíjení se mohou uvolňovat nebezpečné hořlavé/výbušné plyny (vodík) – místnost by měla být větraná
- Mají **dobrý poměr cena/kapacita** – který hraje zásadní roli (UPS který by používal Li-Ion nebo Li-Pol akumulátor by byl sice menší a lehký, ale velmi drahý a navíc by hrozilo nebezpečí požáru)



Doporučená videa

- <https://www.youtube.com/watch?v=mzRJvGVyG8U>
- <https://www.youtube.com/watch?v=uobEkCMODAQ>

- <https://www.youtube.com/watch?v=3dM0RB24lcs>
- https://www.youtube.com/watch?v=bqA_3OZvKYQ