

Zařízení FA pro začátečníky (inventory)

Toto je stručný přehled inverterů pro začátečníky.

Toto je úvodní kurz určený pro začátečníky, kteří neznají invertory, umožňující naučit se základy invertorů.





Tento kurz obsahuje následující kapitoly.
Doporučujeme, abyste začali od 1. kapitoly.

1. kapitola – Co jsou invertory?

V této kapitole se dozvíte o základech invertorů včetně role, praktických použití, konstrukce, výhod.

Závěrečný test

Známka složení testu: 60 % a vyšší.

| | | |
|------------------------------|---|---|
| Přejít na další stranu |  | Přejdete na další stranu. |
| Zpět na předchozí stranu |  | Přejdete zpět na předchozí stranu. |
| Přejít na požadovanou stranu |  | Zobrazí se „Obsah“, jehož pomocí přejdete na požadovanou stranu. |
| Ukončit školení |  | Ukončíte školení. Dojde k zavření oken, jako jsou obrazovky „Obsah“ a školení. |

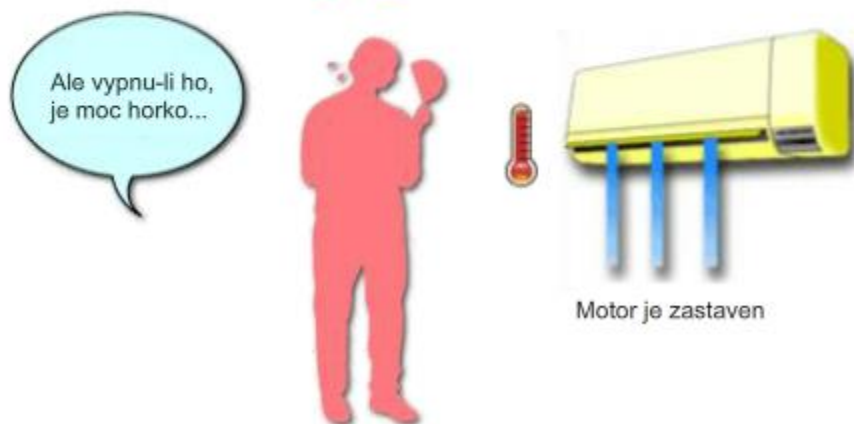
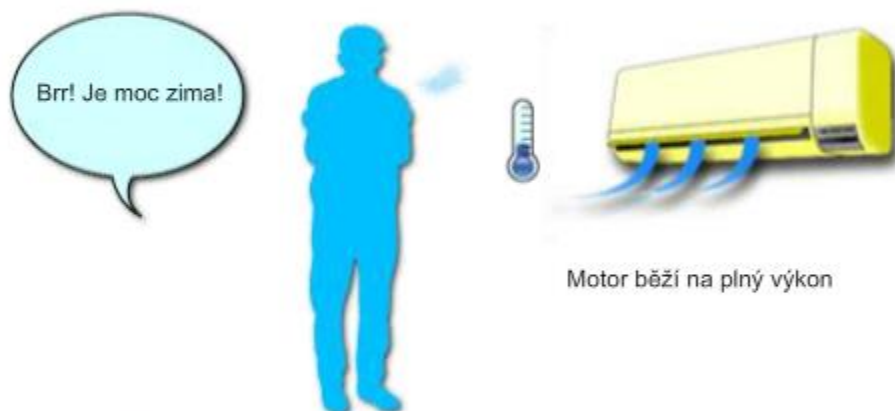
Bezpečnostní opatření

Před použitím fyzického hardwaru si přečtěte bezpečnostní pokyny v jejich příručkách a řiďte se příslušnými bezpečnostními informacemi, které obsahují.

1. kapitola Co je inverter?

1.1 Role invertoru

V posledních letech existuje čím dál více výrobků spotřební elektroniky, které v názvu používají „inverter“.
Např. většina současné vzduchotechniky na trhu jsou „klimatizační jednotky s invertorem“.
Klimatizační jednotky používají k úpravě teploty energii z motoru za účelem cirkulace chladiva.
Klimatizací však nelze považovat za příliš užitečnou, jsou-li např. dostupná pouze dvě nastavení: jedno pro plný výkon a druhé pro úplné vypnutí.



Dokážete-li pružně řídit, jak rychle se motor otáčí, lze klimatizační jednotku nastavit na potřebnou teplotu.



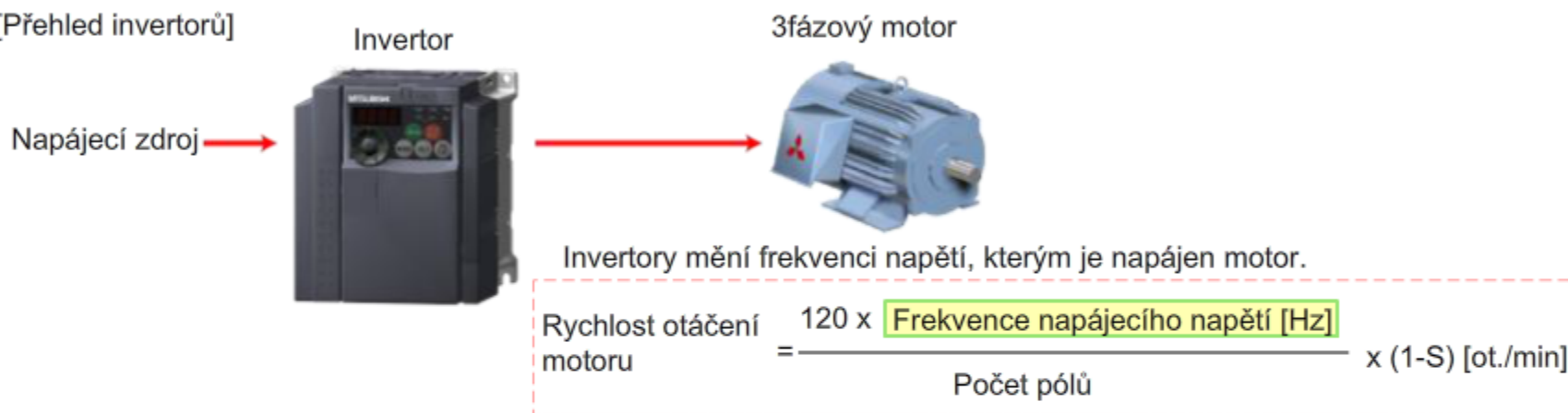
Lze-li libovolně měnit, jak rychle se motor otáčí

Stručně řečeno, invertor použitý v této situaci je zařízení, které umožňuje volně a plynule – a tím také efektivně – měnit rychlost otáčení motoru.

1.1 Role invertoru

U invertorů k průmyslovému využití se běžně používá třífázový typ motoru s kotvou nakrátko (indukční). (Pro zjednodušení textu bude níže tento typ motoru uváděn jako 3fázový motor nebo jen motor.)

[Přehled invertorů]



| | |
|---------------------------------------|--|
| Synchronní rychlost otáčení (N_0) | $N_0 = (120 \times \text{Frekvence napájecího napětí}) / \text{počet pólů}$ |
| Počet pólů | Stanoveno konfigurací motoru. Např. 4P slouží k označení 4pólového motoru. |
| Prokluz (S) | Za jmenovitého provozu je S obvykle přibl. 0,03 – 0,05. Je-li motor zastaven, S se rovná 1. |

Rychlost otáčení motoru je obvykle určena frekvencí napětí, kterým je napájen vlastní motor, a počtem pólů, kterým motor disponuje.

Na jedné straně nelze počet pólů motoru měnit pružně ani spojitě.

Na straně druhé, i když je síťová frekvence dodávaná energetickou společností pevně daná (50 Hz, nebo 60 Hz v Japonsku), bude přesto možné jakkoli měnit rychlost otáčení motoru v případě, že lze použít nějaký způsob libovolného nastavení frekvence přenášené do motoru.

Invertor je zařízení zkonstruované právě pro tento účel, tj. libovolné nastavení frekvence.

[Základní charakteristiky motoru (indukčního s kotvou nakrátko)]

Znalost základních charakteristik motoru (indukčního s kotvou nakrátko), který je třeba regulovat, je pro možnost řádného využití invertoru nesmírně důležitá.

Níže je uveden přehled základních charakteristik invertorů, které usnadní lepší pochopení toho, co vlastně invertory dělají.

(1) Charakteristiky rychlosti otáčení – točivého momentu/proudu

K základním charakteristikám motoru (indukčního s kotvou nakrátko) patří charakteristika rychlosti otáčení – výstupního točivého momentu a charakteristika rychlosti otáčení – proudu.

Točivý moment motoru a změna proudu, viz diagram níže, od zapnutí napájecího zdroje až po dobu, kdy u motoru dojde ke spuštění → zrychlení → dosažení určité rychlosti.

Proud je nejvyšší v okamžiku spuštění motoru a se zvyšující se rychlostí otáčení postupně klesá. Točivý moment se zvětšuje spolu se zvyšováním rychlosti otáčení, ale po překročení určité hodnoty počtu otáček se začne snižovat. Provoz normální rychlosti začíná v bodu, kde jsou točivý moment zátěže a točivý moment generovaný motorem stejné.

1.1 Role invertoru

(2) Rychlost otáčení motoru

Rychlost otáčení motoru je určena nejen točivým momentem zátěže, ale počtem pólů motoru a použitou frekvencí napájecího napětí.

Vložení těchto podmínek do tvaru rovnice vznikne níže uvedený výraz.

$$\text{Rychlost otáčení motoru} = \frac{120 \times \text{frekvence } f \text{ [Hz]}}{\text{Počet pólů}} \times (1-S) \text{ [ot./min]}$$

→ Synchronní rychlost otáčení
→ Prokluz

(3) Jmenovitý točivý moment motoru

Točivý moment je definován jako míra generované síly, která způsobuje otáčení motoru.

Standardní jednotkou síly lineárního pohybu je newton se značkou N. Nicméně protože se motor otáčí kolem osy, není generovaná síla z lineárního ale rotačního pohybu – točivého momentu, který je vyjádřen v jednotkách newton-metr se značkou N•m.

Jmenovitý točivý moment motoru lze vypočítat podle níže uvedeného vzorce.

$$\text{Jmenovitý točivý moment } T_m = 9550 \times \frac{\text{Jmenovitý výkon motoru } P \text{ [kW]}}{\text{Jmenovitá rychlost otáčení } N \text{ [ot./min]}} \text{ [N}\cdot\text{m]}$$

(4) Prokluz

Když je použita zátěž, dojde k posunutí rychlosti otáčení motoru ze synchronní rychlosti otáčení (pokles na nižší hodnotu). Prokluz se týká hodnoty posunu v rychlosti otáčení motoru ze synchronní rychlosti otáčení.

$$\text{Prokluz } S = \frac{\text{Synchronní rychlost otáčení } N_0 - \text{ rychlost otáčení } N}{\text{Synchronní rychlost otáčení } N_0} \times 100 [\%]$$

- Prokluz je na hodnotě 100 % při spuštění (když je rychlost otáčení 0). (Prokluz je obvykle vyjádřen jako Prokluz 1.) Prokluz je na několika procentech, je-li frekvence zvyšována pomalu pomocí invertoru (což se také týká spouštěcí frekvence).
- Prokluz je obvykle přibližně 3 – 5 %, pokud motor pracuje s normálním točivým momentem. Prokluz se zvyšuje při zvětšení točivého momentu zátěže (přetížení), které také způsobuje zvětšení proudu motoru.
- Prokluz se stane záporným, když rychlost otáčení překročí synchronní rychlost otáčení ($N > N_0$).

Invertory se také používají v elektronických spotřebičích a jiných zařízeních, jako jsou běžné klimatizační jednotky. Zde uvádíme příklady inverterů, které se používají hlavně v průmyslových aplikacích.

1. Řízení ventilátoru a čerpadla (objem toku vzduchu, rychlost toku)
2. Řízení dopravy (dopravník, vozík)
3. Řízení zpracování pásů
4. Řízení zpracování potravin
5. Řízení obráběcích strojů

Znalost zátěžových charakteristik je pro řádné využití invertoru velice důležitá.

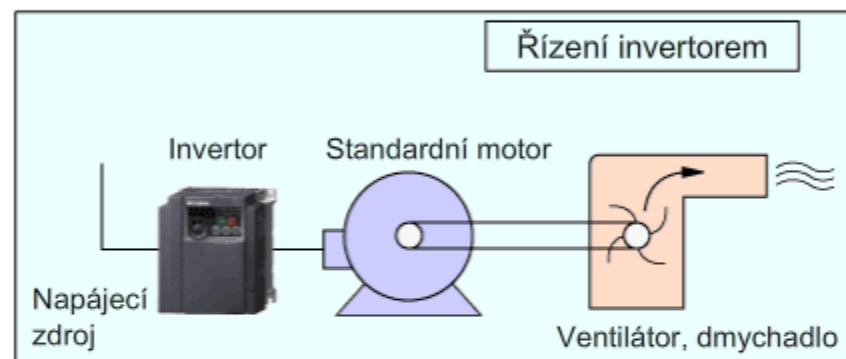
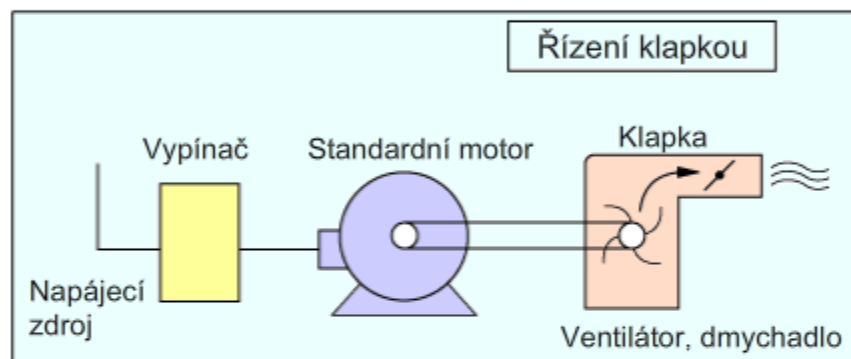
A to proto, že zaměření na zátěžové charakteristiky při tvorbě metody řízení optimalizované pro určitý systém vám umožní výrazně snížit spotřebu energie, zlepšit charakteristiky zpracování a získat další výhody. V diagramu níže jsou uvedeny typické zátěžové charakteristiky.

| Typ | Zátěž pod sníženým točivým momentem | Charakteristiky zátěže pod konstantním točivým momentem | Charakteristiky zátěže pod konstantním výstupem |
|-----------------|--|--|--|
| Charakteristiky | <p>↑ Točivý moment ↑ Výstup</p> <p>→ Frekvence (rychlost otáčení)</p> | <p>↑ Točivý moment ↑ Výstup</p> <p>→ Frekvence (rychlost otáčení)</p> | <p>↑ Točivý moment ↑ Výstup</p> <p>→ Frekvence (rychlost otáčení)</p> |
| Vlastnost | Zátěž vyžadující točivý moment, který je téměř přímo úměrný druhé mocnině rychlosti otáčení. Hodnota potřebné dynamické energie je přibližně přímo úměrná třetí mocnině rychlosti otáčení. | Zátěž vyžadující téměř konstantní točivý moment, který je nezávislý na rychlosti otáčení. Potřebná dynamická energie se snižuje přímo úměrně se snížením rychlosti otáčení. (Dopravník, brousící stroj a další zařízení) | Zátěž vyžadující točivý moment, který je nepřímo úměrný počtu otáček motoru. (Hlavní osa obráběcích strojů atd.) |

[Řízení ventilátoru a čerpadla (objem toku vzduchu, rychlost toku)]

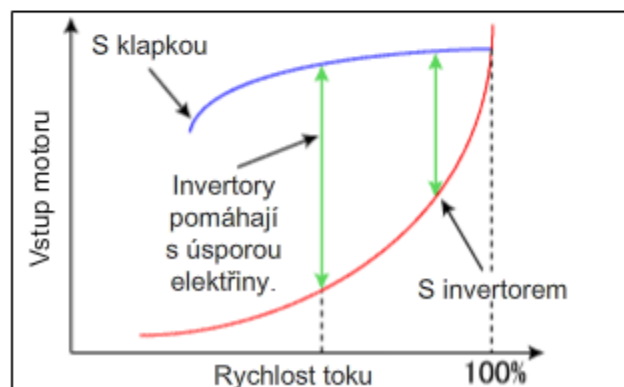
Dříve bylo běžné řídit objem toku vzduchu a rychlost toku klapkou či ventilem v případech, kdy k provozu ventilátoru a čerpadla sloužil komerční napájecí zdroj.

V těchto případech je často obtížné snížit množství energie spotřebované v motoru, a to i snížením objemu toku vzduchu či rychlosti toku.



U řízení ventilátoru a čerpadla je točivý moment úměrný druhé mocnině počtu otáček za minutu a spotřeba energie je úměrná třetí mocnině počtu otáček za minutu.

Použití řízení invertorem umožňuje výrazné snížení spotřeby energie, zejména v oblastech otáčení při nízké rychlosti.

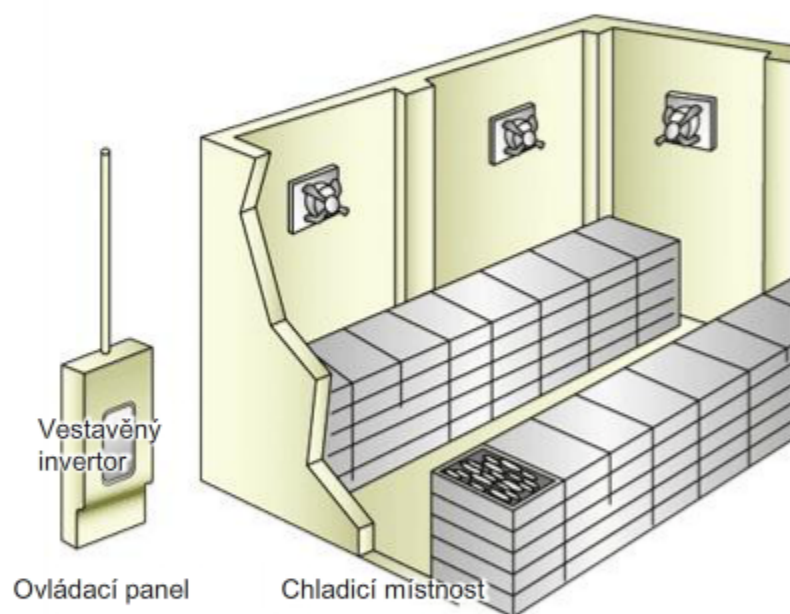


Jak je uvedeno, inverter je běžné zařízení pro úsporu energie, které slouží k řízení ventilátorů a čerpadel.

Ventilátor:

Důvody pro použití inverterů

- Připojením až tří ventilátorů do série k jednomu inverteru a použitím inverteru k provozu ventilátorů a řízení rychlosti jejich otáčení lze zajistit přesnější řízení teploty a úsporu energie.

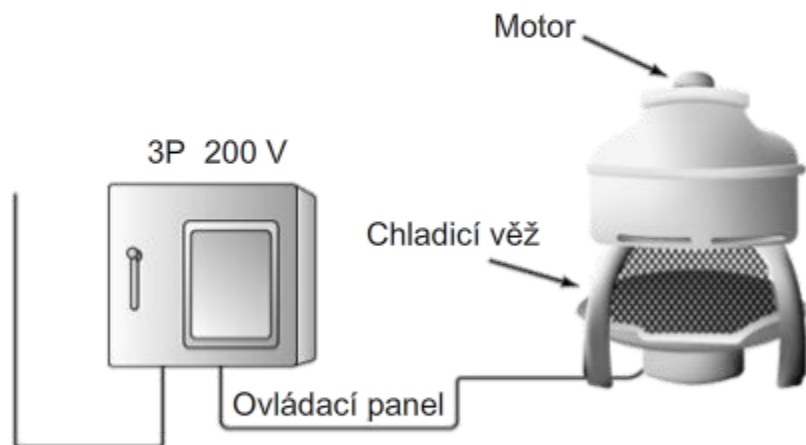


Chladicí věž:

Důvody pro použití inverterů

- Lze je použít k řízení teploty pomocí teplotního snímače. To pomůže snížit spotřebu energie.
- Lze je nastavit na provoz v automatickém režimu.
- Lze je provozovat v tichém režimu pomocí seřízení objemu toku vzduchu. (Řízení otáček pro noční provoz)

*POZOR: Zajistěte instalaci inverterů v interiéru.

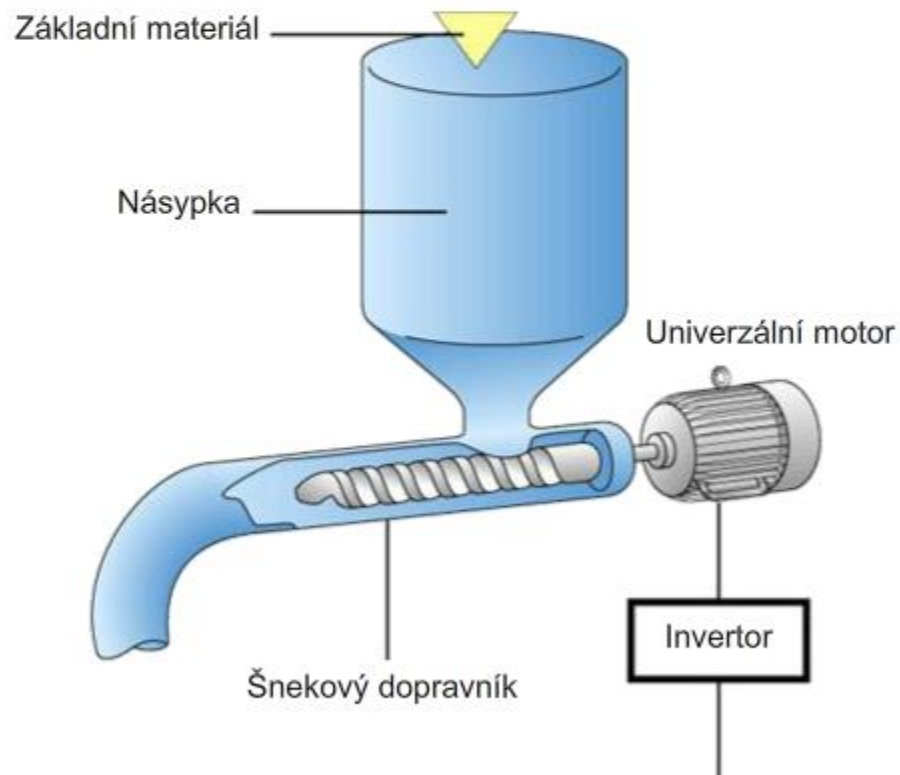


1.2 Praktická použití inverterů

Šnekový dopravník:

Důvody pro použití inverterů

- Umožňují nastavit objem základního materiálu dopravovaného do zařízení jediným knoflíkem.
- Umožňují nastavit rychlost otáčení šnekového dopravníku a objem základního materiálu dopravovaného do zařízení na vhodné hodnoty.
- Lze je používat s univerzálními motory pro externí použití i s jinými standardními díly.



[Řízení dopravy (dopravník, vozík)]

Dopravní zařízení jsou v dnešní době nezbytnými prvky v různých oblastech průmyslu, které jsou čím dál propracovanější a automatizovanější.

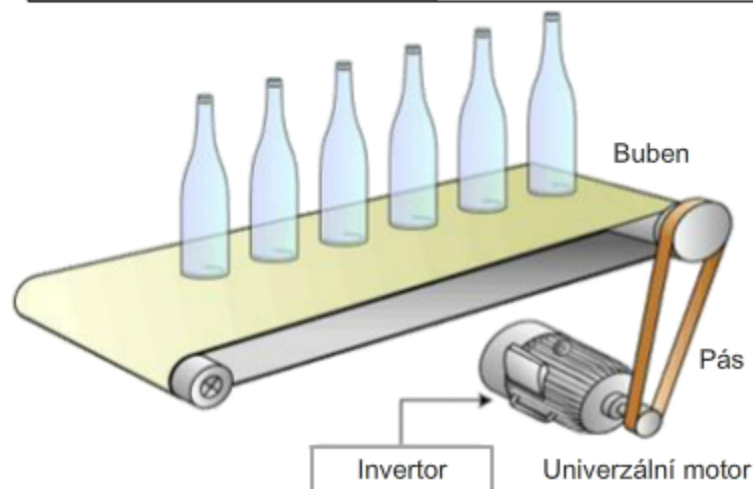
K některým výhodám použití inverterů se zařízeními v této oblasti patří následující:

- umožňují zjednodušení zařízení, která mohou být menší;
- usnadňují nastavení rychlosti, aniž by byla potřeba mechanický systém;
- slouží k prevenci kolapsu vlivem zátěže při pomalém spouštění či pomalém zastavování;
- do určité míry lze používat k řízení polohování.

Pásový dopravník:

Důvody pro použití inverterů

- Lze je používat jako mírné spouštěče a zastavovače dopravníku k prevenci převrácení a rozbití nebo vylití obsahu skleněných lahví naplněných kapalinou, které jsou dopravovány na dopravníku.
- Lze je používat pro zlepšení efektivity provozu díky změnám rychlosti v případě, že dojde ke změně typu skleněné láhve.
- Lze je používat v různých provozních prostředích, která odpovídají typu motoru, jako je vodovzdorné, korozivzdorné, venkovní nebo jiné.

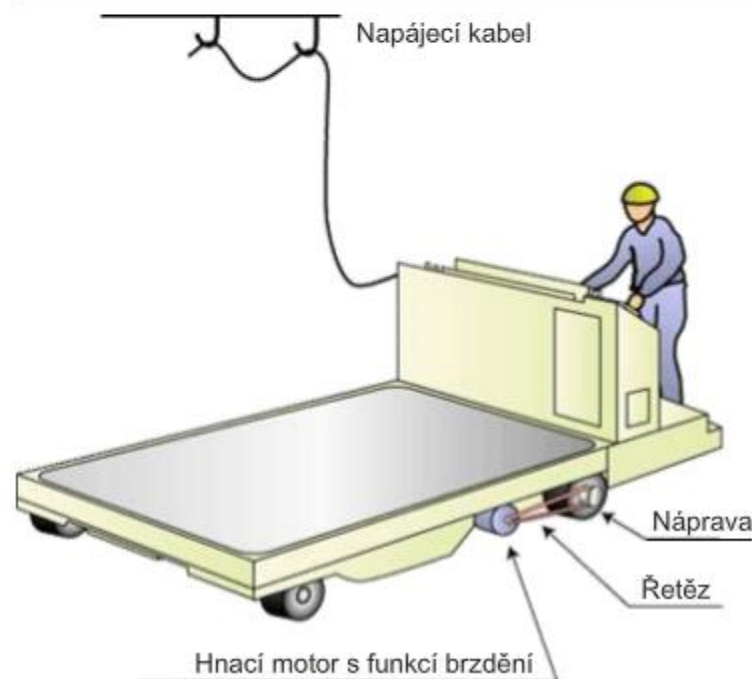


1.2 Praktická použití inverterů

Pohon vozíků:

Důvody pro použití inverterů

- Lze je používat ke zlepšení efektivity provozu seřízením dopravní rychlosti na optimální na základě provozních podmínek.
- Lze je používat ke zvýšení či snížení rychlosti pro zmírnění vlivu rázů na strojní zařízení nebo pro jeho ochranu před rázy.
- Umožňují použít točivý moment pro rekuperační brzdění u inverterů vybavených funkcemi brzdění.
Je-li potřeba větší brzdná funkce, lze pro generování řídicího napájení použít rekuperační konvertor pro napájecí zdroj, který dodá rekuperační energii zpět do napájecího zdroje.
- Lze je používat v interiéru, protože nemají žádné výfukové plyny.



[Řízení zpracování pásů]

Zde uváděný pás je výrobek, který sestává z dlouhých listů papíru, fólie, pryže, textilie či jiného materiálu, které jsou k dispozici v rolích.

Materiál je navinut na válec jako jeden podlouhlý list, který pokračuje od začátku válce až do jeho konce.

List musí být zpracován seřízením napnutí materiálu, protože list je odvíjen dopředu či navíjen zpět.

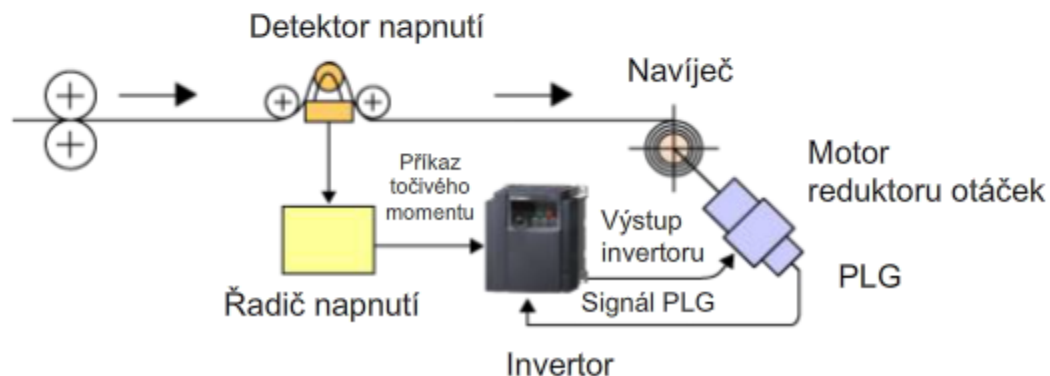
Výrobek má délku od začátku až do konce role. Příklad navinuté role je uveden níže.

Tento typ řízení je potřeba pro použití v jiných oblastech, jako je navíjení elektrických vedení a kabelů z optických vláken.

Navíjení pásového materiálu:

Důvody pro použití inverterů

- Lze je používat k detekci skutečného napnutí pásu materiálu a umožnit, aby byl materiál navinut do rolí při optimálním napnutí.
- Lze je používat ke zmírnění následků odchylek u vlastního listu materiálu vlivem teploty a vlhkosti a kvůli změnám točivého momentu v rámci strojního zařízení.
- K řízení točivého momentu lze používat vektorové invertory i serva. Nicméně použití vektorových inverterů je snadnější v případech, kde je zrychlení postupné a nikoli náhlé, setrvačnost zátěže vysoká a provoz strojního zařízení nepřetržitý.



1.2 Praktická použití inverterů

[Řízení zpracování potravin]

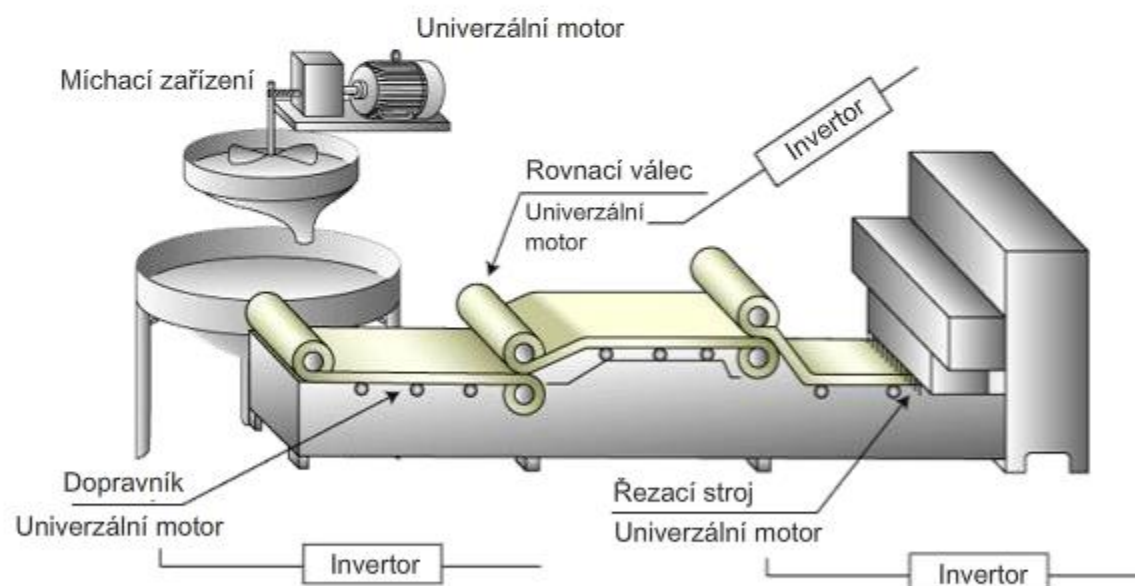
Existuje rostoucí poptávka po větší propracovanosti při výrobě potravinářských výrobků i po vyšší kvalitě a metodách bezpečnějšího zpracování potravin.

Invertory jsou vlivem této situace používány stále častěji i při zpracování potravin.

Stroj na výrobu nudlí:

Důvody pro použití inverterů

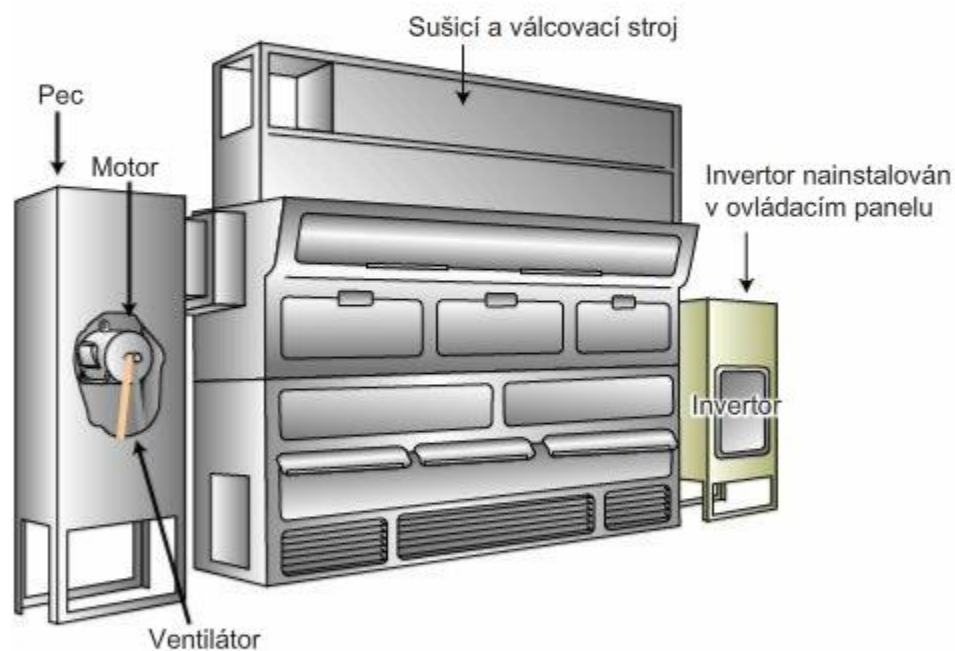
- Lze je používat k jemnému doladění rychlosti pohybu zmenšujícího se válce.
- Lze je používat k libovolnému nastavení tloušťky nudlí na potřebnou velikost.
- Pomáhají zjednodušit ovládací prvky stroje.



Stroj na zpracování čaje:

Důvody pro použití inverterů

- Lze je používat k optimalizaci rychlosti ventilátoru pece, aby odpovídala množství čaje vloženého do stroje.
- Lze je používat ke zvyšování kvality čaje.



1.2 Praktická použití inverterů

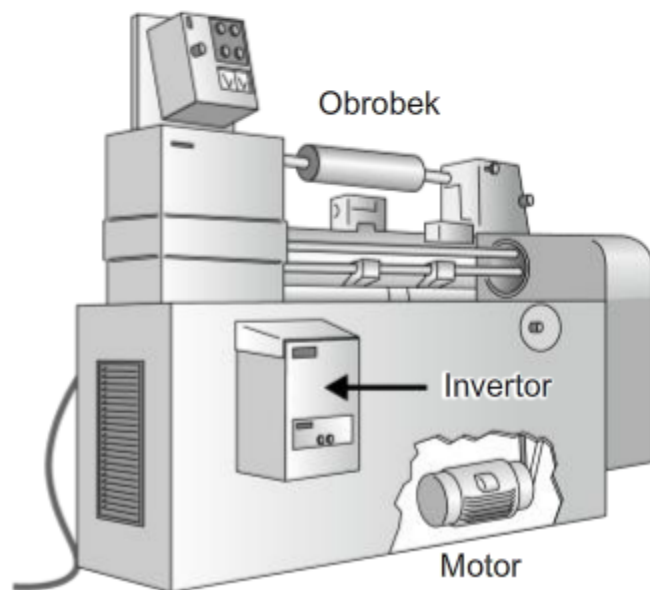
[Řízení obráběcích strojů]

Invertory se často používají v hlavní ose obráběcích strojů (osa otáčení, na kterou se upevňuje obrobek či nástroj). Zejména je-li nutná vysoká přesnost zpracování, lze kombinací vektorového invertoru a detektoru polohy (kodéru impulzů) používat k zastavení hlavní hřídele v nastavené poloze (funkce orientace) a udržovat konstantní rychlost motoru i při změnách zátěže pomocí zpětnovazebního signálu z detektoru.

Pohon hlavní osy u obráběcích strojů:

Důvody pro použití
inverterů

- Dříve byla rychlost otáčení hlavní osy řízena pomocí variabilní rychlosti válce jako odezvy na velikost obrobku. S pohonem invertoru lze mechanismus variabilní rychlosti zjednodušit a umožnit zmenšení strojního zařízení.
- Přesnost zpracování obrobku lze zlepšit, protože je možné jemně doladit rychlost otáčení hlavní hřídele.

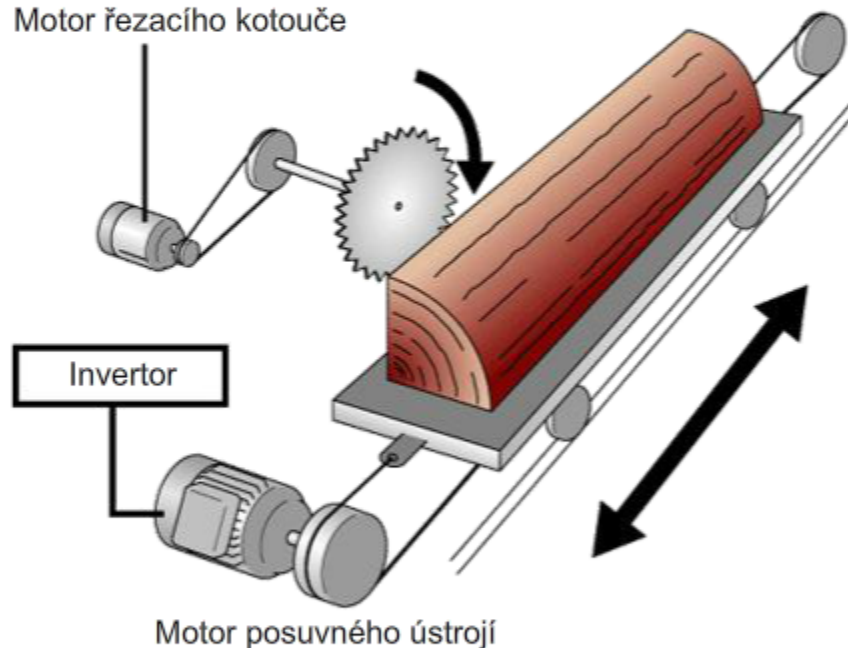


Dřevařské stroje:

Důvody pro použití inverterů

- Pomáhají zlepšit účinnost řezání dřeva.
- Umožňují nastavit rychlost vozíku na optimální úroveň v závislosti na kvalitě dřeva.
- Lze je používat pro zlepšení provozní účinnosti a zastavení vozíku v nastavené poloze.
- Fungují jako ochrana řezacího kotouče při mírném spouštění.

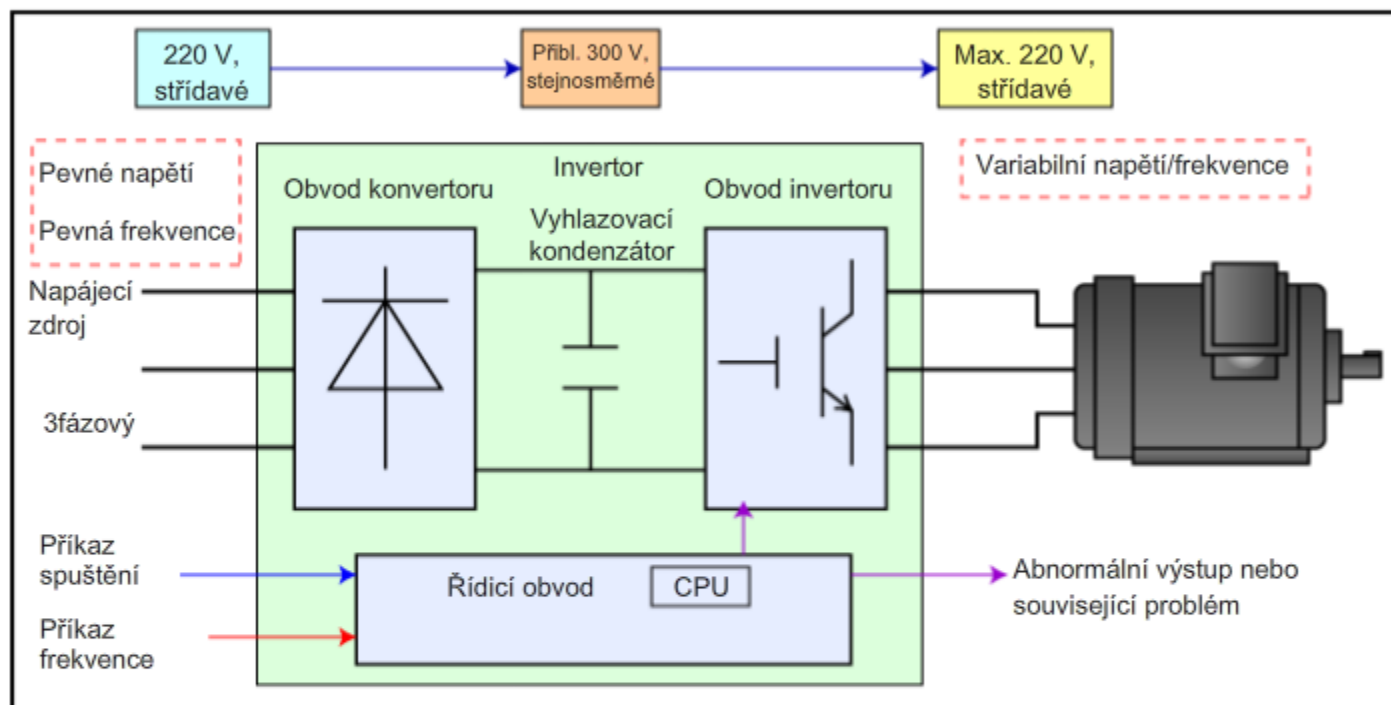
Motor řezacího kotouče



Motor posuvného ústrojí

Zde je uvedena struktura invertoru, který slouží pro výstup pružně nastavené frekvence z pevné frekvence napětí v síti energetické společnosti.

Střídavé napětí může změnit na stejnosměrné a zpět na jakékoli střídavé!



[Přehled struktury invertoru]

| | |
|-------------------------|---|
| Obvod konvertoru | Převádí střídavé napětí na stejnosměrné. Používá polovodičový prvek, jemuž se říká dioda. |
| Vyhlazovací kondenzátor | Vyhlazuje stejnosměrné napětí, které bylo převedeno obvodem konvertoru. |
| Obvod invertoru | Slouží k výstupu střídavého napětí ze stejnosměrného. Toto zařízení, jemuž se říká inverter, je opakem konvertoru názvem i funkcí. Slouží k napájení motoru vygenerovaným variabilním napětím/frekvencí. Používá polovodičové spínací prvky (IGBT a podobné součástky), které lze zapínat a vypínat. |
| Řídicí obvod | Řídí obvod invertoru |

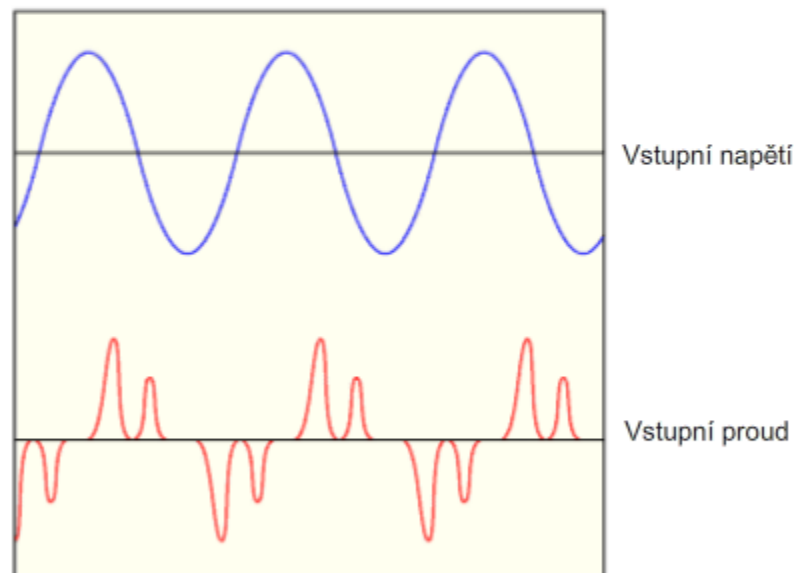
[Charakteristiky průběhů]

Jakým způsobem se mění vstup a výstup při použití invertoru?

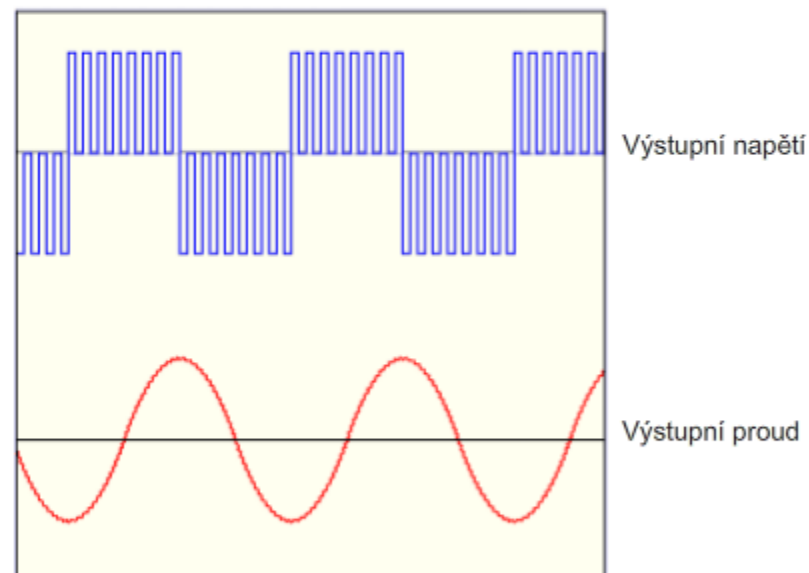
- Vstupní proud ... Průběh proudu, který se podobá králíčimu uchu [obsahuje vyšší harmonické komponenty]
- Výstupní napětí ... Průběh, který se podobá sadě pruhů (obdélníků) [obsahuje komponenty vysokých frekvencí a komponenty přepětí]

Tento typ průběhu je generován z důvodu spínání polovodičových prvků v invertoru.

Vstupní průběh invertoru



Výstupní průběh invertoru



1.3 Struktura invertoru

[Provozní principy pro sekci konvertoru]

(a) Provozní principy pro sekci konvertoru

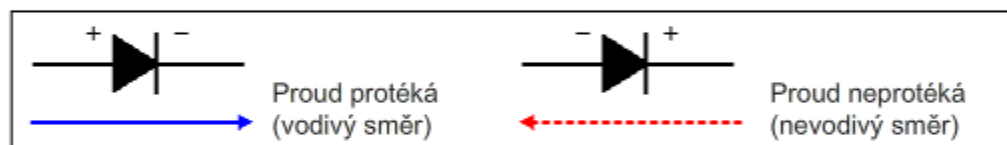
<Jak generovat stejnosměrné napětí ze střídavého u (komerčního) napájecího zdroje>

Zvažme tento princip na jednoduchém příkladu jednofázového střídavého napětí.

Pro zjednodušení vysvětlení použijeme pro tento příklad podmínky odporové zátěže.

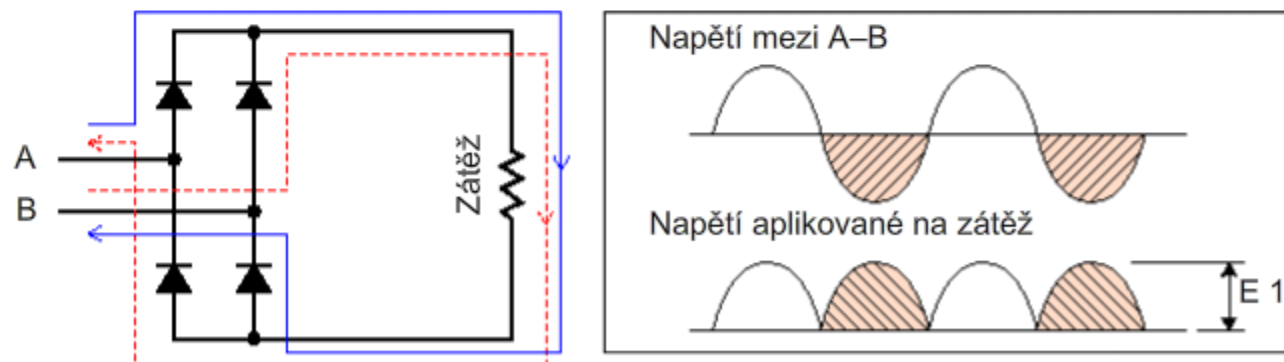
Použitým prvkem je dioda.

Dioda umožňuje tok proudu jedním směrem a nikoli druhým v závislosti na směru, v němž je aplikováno napětí.



Využití této vlastnosti, když je střídavé napětí aplikováno mezi body A a B v obvodu usměrňovače, je napětí aplikováno také na zátěži ve stejném směru.

Jinak řečeno, střídavé napětí je převedeno (usměrněno) na stejnosměrné.



1.3 Struktura invertoru

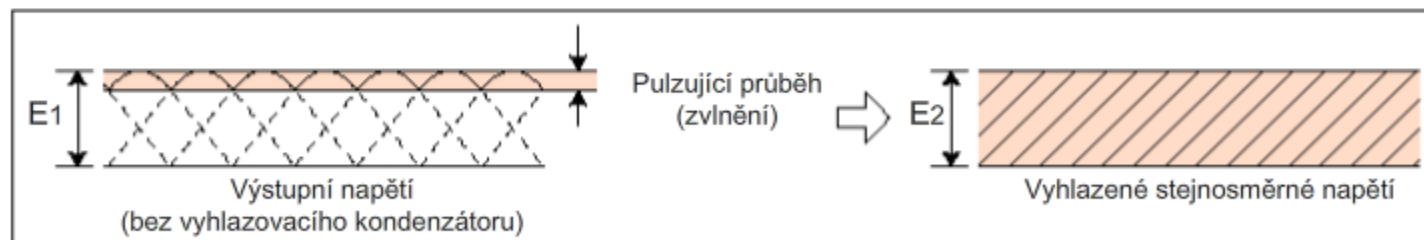
[Provozní principy pro sekci konvertoru]

(b) Provozní principy pro sekci konvertoru

U vstupu 3fázové střídavého napětí slouží k usměrnění průběhu střídavého napájecího zdroje na výstup stejnosměrného napětí kombinace šesti diod, viz obrázek níže.



(c) Provozní principy vyhlazovacího obvodu



[Provozní principy pro sekci konvertoru]

(d) Omezovací obvod rázového proudu

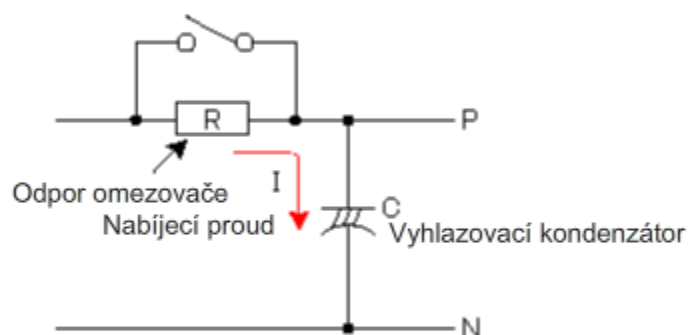
Pro vysvětlení principů usměrňování byla použita odporová zátěž, ale ve skutečných aplikacích slouží jako zátěž vyhlazovací kondenzátor.

V okamžiku aplikace napětí protéká obvodem velký rázový (zapínací) proud, který nabíjí kondenzátor.

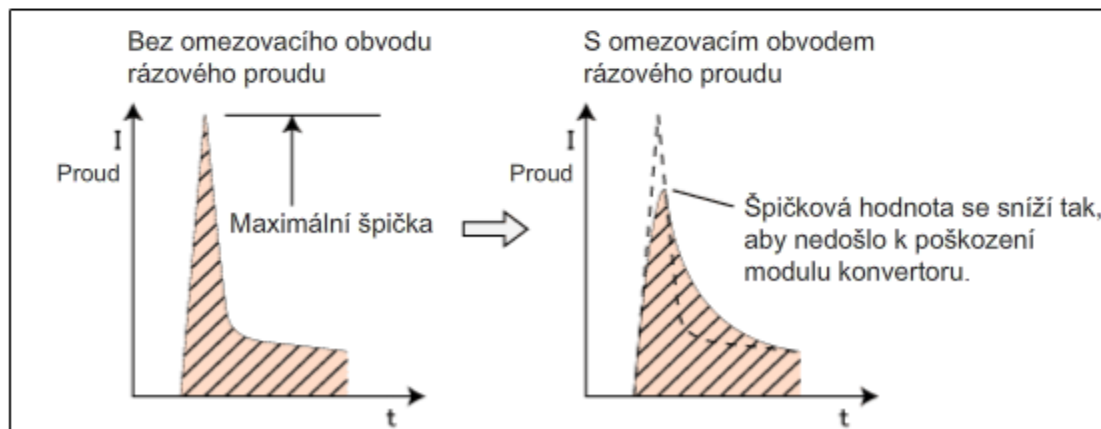
Aby nedošlo k poškození usměrňovací diody kvůli tomuto velkému rázovému proudu, je v obvodu vložen odpor do série pro potlačení zapínacího proudu na krátkou dobu po zapnutí napájení.

Jakmile odpor poslouží svému účelu, je pomocí jeho dvou svorek zkratován. Tím se vytvoří obvod, který odpor obchází.

Tomuto obvodu se říká omezovací obvod rázového proudu.



Použije-li se omezovací obvod rázového proudu, lze hodnotu proudové špičky snížit a předejít poškození modulu konvertoru.

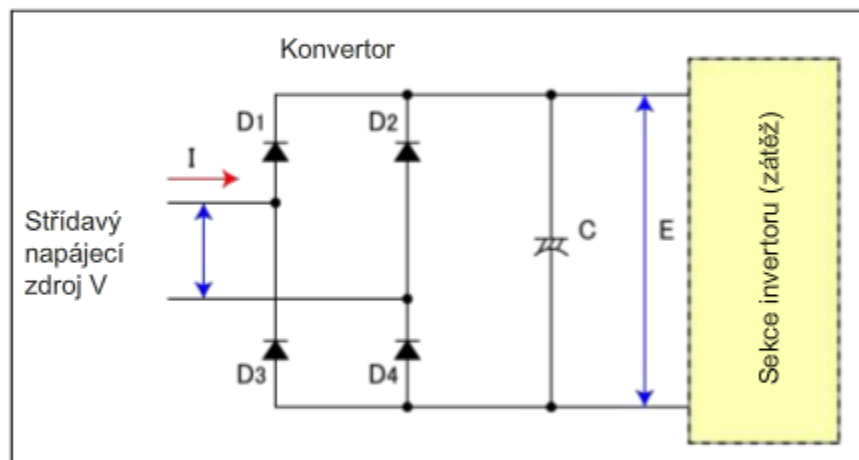
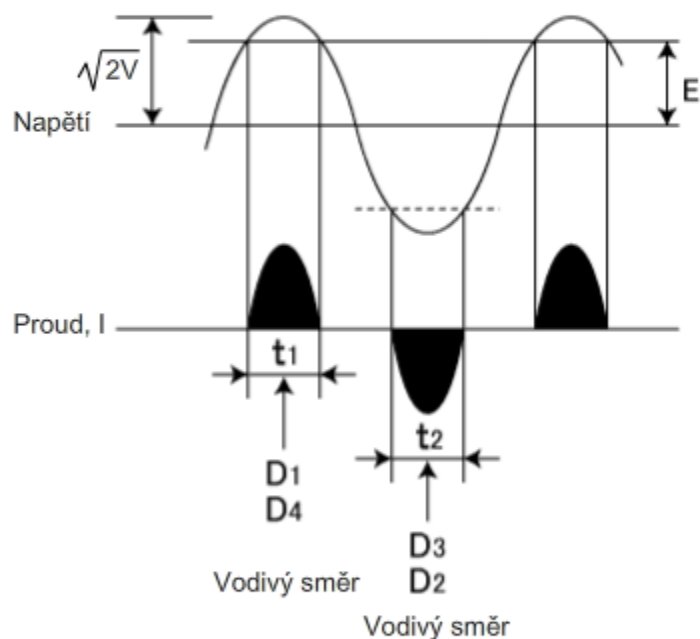


[Provozní principy pro sekci konvertoru]

(e) Průběh vstupního proudu s kapacitní zátěží

Pro vysvětlení principů usměrňování byla použita odporová zátěž, ale ve skutečných aplikacích slouží jako zátěž vyhlazovací kondenzátor.

K průběhu toku vstupního proudu v tomto případě dochází pouze tehdy, je-li střídavé napětí vyšší než stejnosměrné. To způsobuje zkreslení průběhu, viz obrázek, a nejde o sinusoidu.



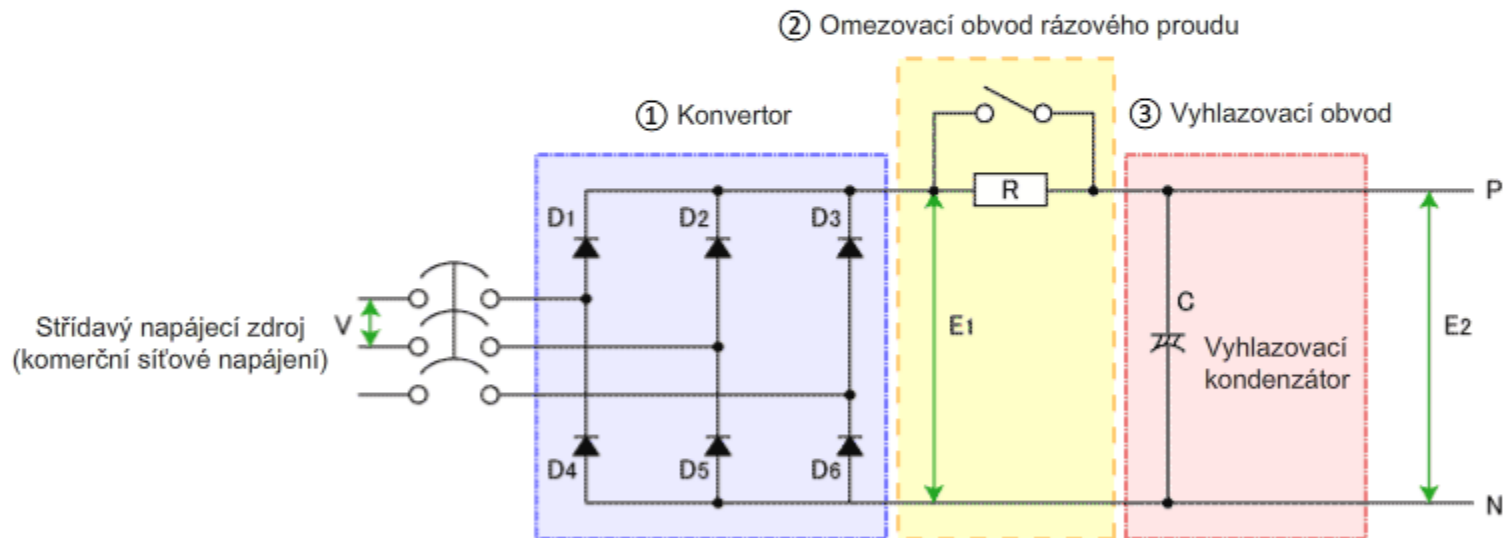
[Provozní principy pro sekci konvertoru]

<Souhrn>

Principy konvertoru

Jak je popsáno výše, sekci konvertoru tvoří tyto části:

1. konvertor,
2. omezovací obvod rázového proudu,
3. vyhlazovací obvod.



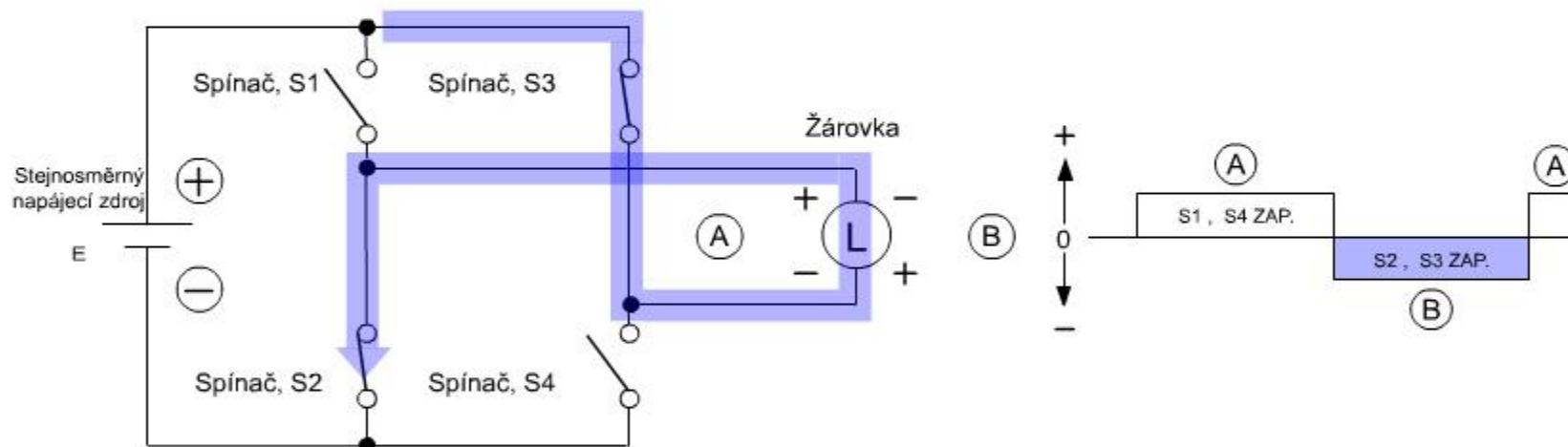
[Provozní principy pro sekci invertoru]

(a) Jak lze získat střídavé napětí ze stejnosměrného?

Zvažme tento princip na jednoduchém příkladu jednofázového střídavého napětí.

Funkci popíšeme pomocí příkladu se žárovkou sloužící jako zátěž místo motoru, viz níže.

K napájecímu zdroji stejnosměrného napětí jsou připojeny čtyři spínače S1 až S4, kde spínače S1 a S4 jsou spárovány a spínače S2 a S3 také. Když jsou spárované spínače ve stavu ZAP. a VYP., žárovkou protéká proud, viz obrázek níže.



Průběh proudu

- Když jsou zapnuty spínače S1 a S4, protéká proud žárovkou ve směru A.
- Když jsou zapnuty spínače S2 a S3, protéká proud žárovkou ve směru B.

Jsou-li tyto spínací operace neustále opakovány po dlouhou dobu, směr toku proudu se mění tam a zpět, čímž se generuje střídavý proud.

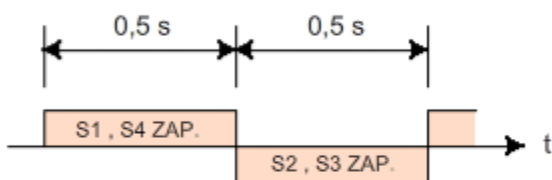
1.3 Struktura invertoru

[Provozní principy pro sekci invertoru]

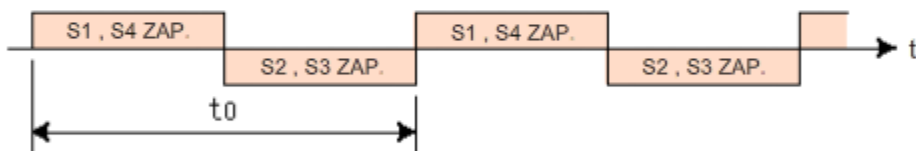
(b) Jak lze měnit frekvenci?

Frekvenci lze měnit změnou doby, po kterou jsou spínače S1 až S4 ve stavu ZAP. a VYP.

Např. pokud neustále střídáte stav ZAP. spínačů S1 a S4 po dobu 0,5 s a stav ZAP. spínačů S2 a S3 po dobu 0,5 s, budete generovat střídavý proud, který změní směr toku jednou za sekundu, což se rovná frekvenci 1 Hz.



Obecně platí tato definice frekvence: $f = 1/t_0$ (Hz), kde t_0 je doba cyklu v sekundách.



Jinak řečeno, frekvenci lze měnit změnou doby t_0 .

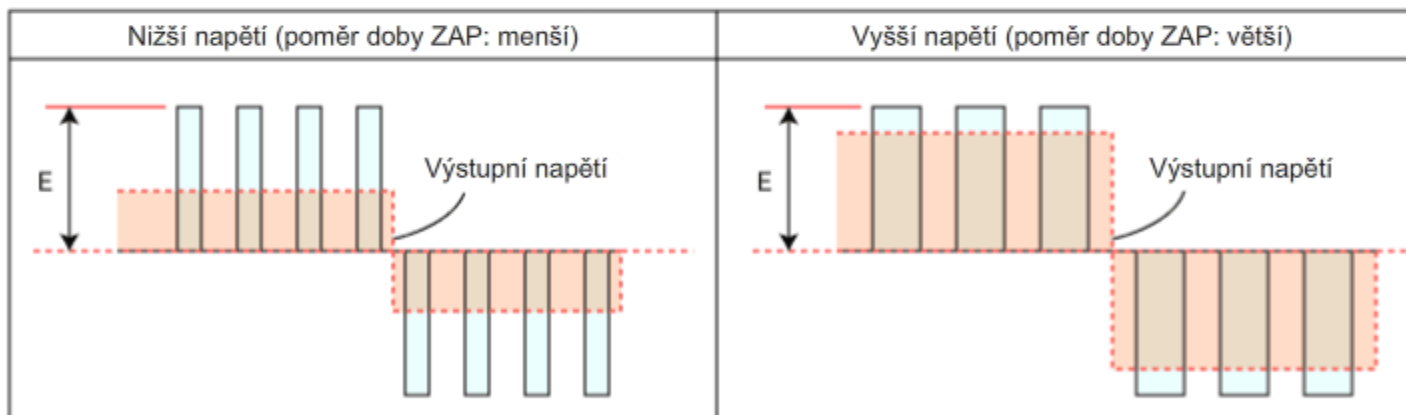
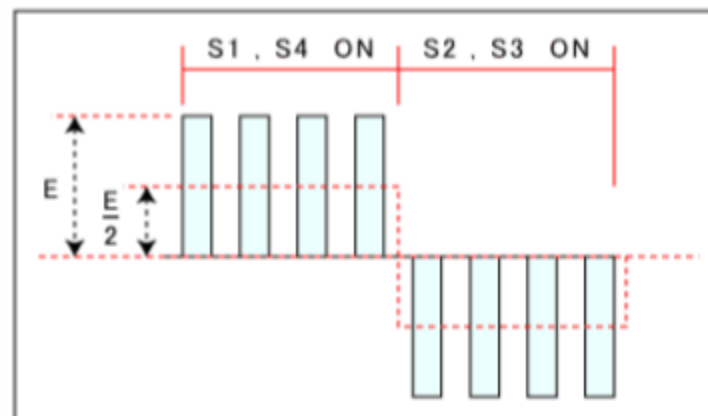
[Provozní principy pro sekci invertoru]

(c) Jak lze měnit napětí?

(Průměrné) napětí lze měnit změnou poměru doby, ve které jsou spínače ZAP./VYP. a doby cyklu t_0 , na kratší dobu cyklu nastavení napětí na ZAP./VYP. Frekvenci těchto krátkých impulzů se říká nosná frekvence.

Např. je-li poměr doby ZAP. spínačů S1 a S4 zmenšen na polovinu, bude se (průměrná) střídavá hodnota výstupního napětí rovnat $E/2$, tj. polovině stejnosměrného napětí E .

Chcete-li (průměrné) napětí snížit, zmenšíte poměr pro dobu ZAP. Chcete-li (průměrné) napětí zvýšit, zvětšíte poměr pro dobu ZAP.



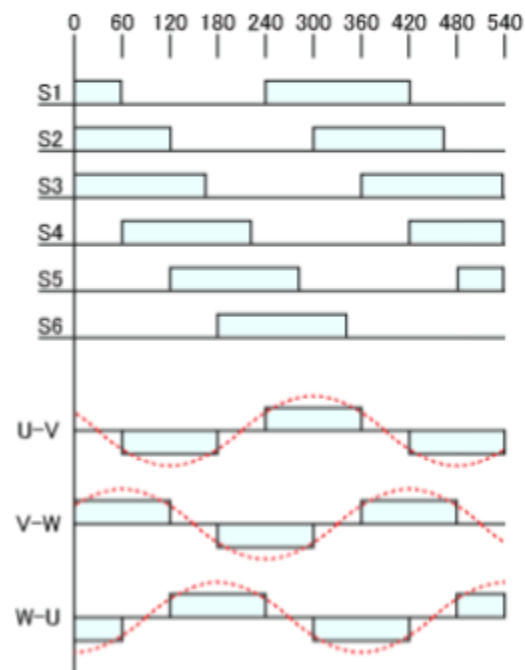
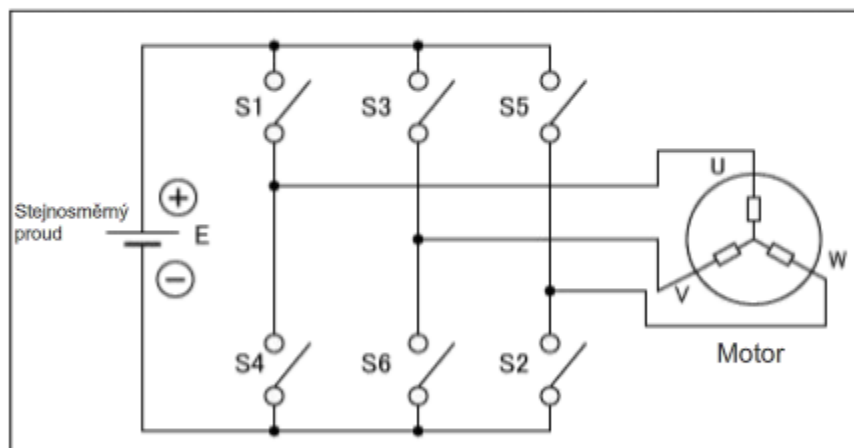
Za účelem změny napětí jsou řízeny šířka impulzu a poměr ZAP./VYP. Tomuto typu metody řízení se říká modulace šířky impulzů (PWM) a v současné době se běžně používá v invertorech a jiných elektronických součástkách.

1.3 Struktura invertoru

[Provozní principy pro sekci invertoru]

(d) Jak je to s 3fázovým střídavým napětím?

Níže je uvedena základní struktura obvodu 3fázového invertoru a 3fázového střídavého napětí. Změníte-li pořadí, ve kterém je šest spínačů ve stavu ZAP./VYP., změňte i sekvenci pro U-V, V-W a W-U. To lze použít ke změnu směru otáčení motoru.



Poznámka: U skutečných spínačů uvedených výše pro přepínání napětí jsou použity polovodičové prvky. To umožňuje, že spínače mění stavy ZAP./VYP. velmi vysokou rychlostí.

Jediným univerzálním invertorem, který byl 80. letech k dispozici průmyslovým odvětvím, byl inverter řízení V/F (variabilní frekvence). Nicméně v 90. letech došlo k zavádění metody bezsnímačového řízení (rychlosti) s cílem zvýšit točivý moment v nižších oblastech pro řízení V/F.

Výkon invertoru se výrazně zvýšil díky pokrokům v technologii hardwaru a technologii teorie řízení včetně polovodičů. Vektorové řízení s PLG začalo být aplikováno na asynchronní motory počátkem 90. let v oborech, které vyžadovaly vysoce přesné řízení rychlosti.

V následující tabulce je uveden seznam typických metod řízení invertoru, hlavně metod pro řízení rychlosti.

Obecně řečeno si stačí uvědomit, že postupujete-li tabulkou pod metodou řízení doprava, zvyšuje se výkon a přesnost, ale pružnost a hospodárnost se snižuje.

U bezsnímačového řízení se metoda a název mohou lišit v závislosti na výrobci. Metodu uvedenou v tabulce vyvinula společnost Mitsubishi Electric.

| Metoda řízení | Řízení (V/F) charakteristik napětí-frekvence | Bezsnímačové řízení | | Vektorové řízení s PLG |
|-------------------------|---|--|--|---|
| | | Řízení regulací pole | Skutečné bezsnímačové vektorové řízení | |
| Rozsah řízení rychlosti | 1 : 10 (6 Hz až 60 Hz: silnoproudá vedení) | 1 : 120 (0,5 Hz až 60 Hz: silnoproudá vedení) | 1 : 200 (0,3 Hz až 60 Hz: silnoproudá vedení) | 1 : 1500 (1 ot./min/1500 ot./min: silnoproudá vedení s rekuperací) |
| Odezva | 10 až 20 (rad/s) | 20 až 30 (rad/s) | 120 (rad/s) | 300 (rad/s) |
| Řízení rychlosti | (ANO) | (ANO) | (ANO) | (ANO) |
| Řízení točivého momentu | (NE) | (NE) | (ANO) | (ANO) |
| Regulace polohy | (NE) | (NE) | (NE) | (ANO) |
| Přehled | U nejběžnějšího typu metody řízení invertorem jsou napětí a frekvence stále regulovány na konstantní hodnoty. | Pro vyřešení problému s poklesy točivého momentu v nízkých otáčkách u řízení V/F se používá metoda řízení, která koriguje výstupní napětí pomocí vektorových výpočtů pro proud motoru. | U standardních motorů bez PLG se řízení realizuje pomocí výpočtů a odhadů rychlosti motoru na základě charakteristik napětí/proudu a konstanty motoru. | Tato metoda rozdělí proud motoru na komponenty regulace pole a komponenty generovaného točivého momentu a řídí každý typ nezávisle na tom druhém. To umožňuje řízení točivého momentu a polohy s vysokou přesností a rychlou odezvou. |
| Obecný účel | Tato metoda je velmi pružná pro použití u standardních motorů, protože má málo prvků řízení. | Tato metoda vyžaduje konstantu motoru, ale struktura obvodu je poměrně jednoduchá, protože obsahuje jen málo prvků řízení. | Tato metoda vyžaduje konstantu motoru i seřízení zisku řízení. | Tato metoda vyžaduje motor s PLG i seřízení zisku řízení. |
| Odpovídající motory | Standardní motor (bez PLG) | Standardní motor (bez PLG) | Standardní motor (bez PLG) | Standardní motor (s PLG) Motor s vyhrazeným vektorovým řízením |

Nyní, když jste dokončili všechny lekce kurzu Zařízení FA pro začátečníky (invertory), jste připraveni absolvovat závěrečný test. V případě nejasností u jakýchkoli témat využijte této příležitosti k jejich zopakování.

Tento závěrečný test obsahuje celkem 10 otázek (21 položek).

Závěrečný test můžete absolvovat třeba několikrát.

Výpočet skóre testu

Po výběru odpovědí nezapomeňte stisknout tlačítko **Skóre**. Jinak nedojde k výpočtu skóre testu. (Považuje se za nezodpovězené otázky.)

Výsledky skóre

Na straně skóre se zobrazí počet správných odpovědí, počet otázek, procento správných odpovědí a úspěšný/neúspěšný výsledek.

| | |
|---------------------------|------|
| Počet správných odpovědí: | 10 |
| Celkový počet otázek: | 10 |
| Hodnota v procentech: | 100% |

Pro úspěšné složení testu je potřeba **60 %** správných odpovědí.

Pokračovat

Revidovat

- Stisknutím tlačítka **Pokračovat** test ukončíte.
- Stisknutím tlačítka **Revidovat** test zrevidujete. (Kontrola správných odpovědí)
- Stisknutím tlačítka **Opakovat** test zopakujete.

Co je invertor?

Z následujících vysvětlení vyberte správný výrok.

- Invertor je zařízení, které lze efektivně použít k libovolné a plynulé změně výstupního točivého momentu nebo motoru.
- Invertor je zařízení, které lze efektivně použít k libovolné a plynulé změně rychlosti otáčení motoru.
- Invertor je zařízení, které lze použít k ZAP./VYP. otáčení motoru.

Skóre

Zpět

Motory používané v průmyslových invertorech

Vyberte typ motoru používaný v průmyslových invertorech.

- Stejnoseměrný motor
- Jednofázový indukční motor
- 3fázový motor s kotvou nakrátko (indukční)
- Synchronní servomotor

Skóre

Zpět

Rychlost otáčení 3fázového motoru

Vyplňte prázdná místa vyznačená závorkami v níže uvedených větách vhodnými termíny z vysvětlení použití invertoru k řízení rychlosti otáčení motoru.

Rychlost otáčení 3fázového motoru je přímo úměrná a nepřímo úměrná

motoru.

V invertoru lze ohledně dvou daných vlastností řídit otáčení motoru libovolnou změnou .

Točivý moment generovaný motorem

Vyplňte prázdná místa v uvedeném vzorci k výpočtu hodnoty točivého momentu generovaného motorem pomocí vhodných terminů.

Jmenovitý točivý moment T_m

= 9550 x / (N·Em)

Skóre

Zpět

Praktická použití inverterů

Vyberte správný výrok či výroky z popisu řízení objemu toku vzduchu a rychlosti toku (správně může být více než jeden).

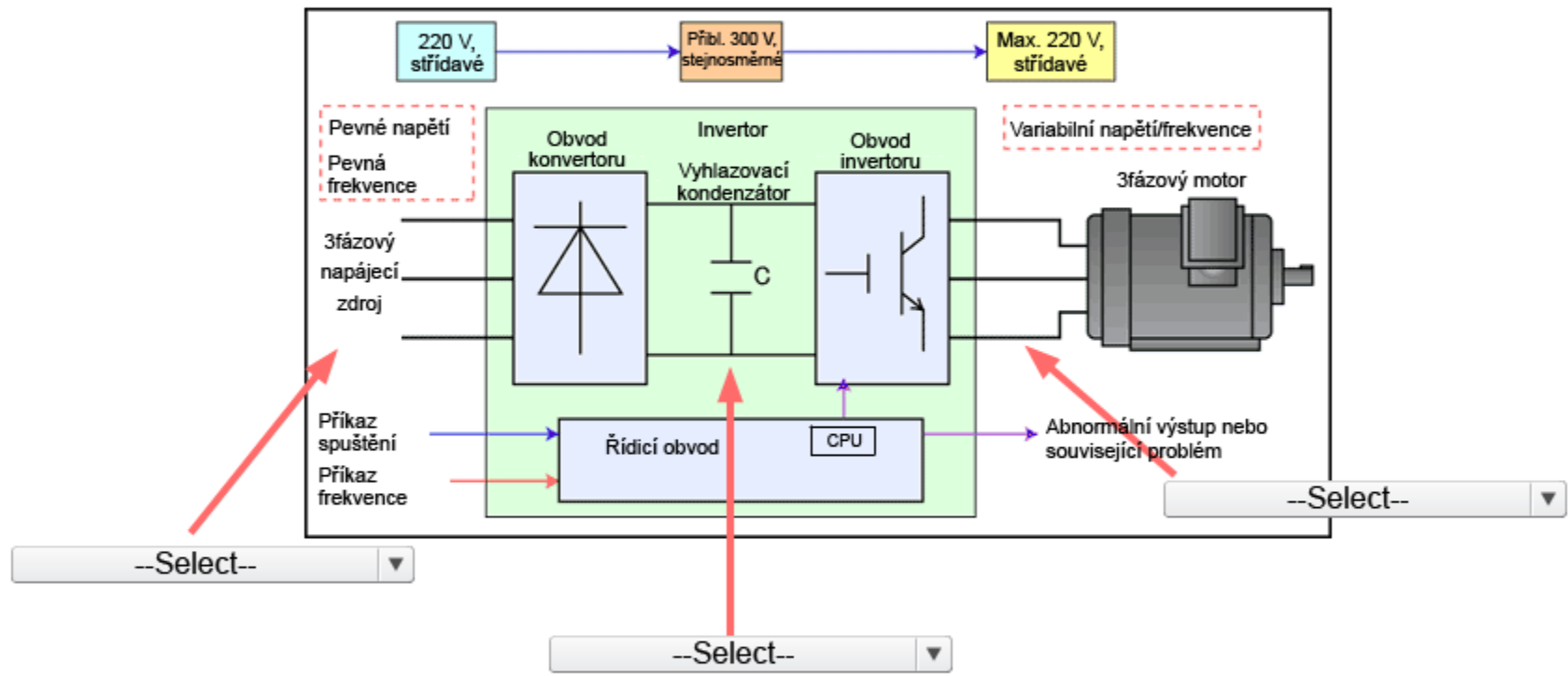
- Pro snížení objemu toku vzduchu musí být zvýšena rychlost otáčení motoru.
- Pro snížení objemu toku vzduchu musí být snížena rychlost otáčení motoru.
- Při malém objemu vzduchu dochází k úspoře energie.
- Objem toku vzduchu nemá na spotřebu energie žádný vliv.

[Skóre](#)[Zpět](#)

Test Závěrečný test, 6

Vnitřní struktura invertoru

Vyplňte prázdná místa v popisu vnitřní struktury invertoru pomocí vhodných termínů.



Skóre Zpět

Test

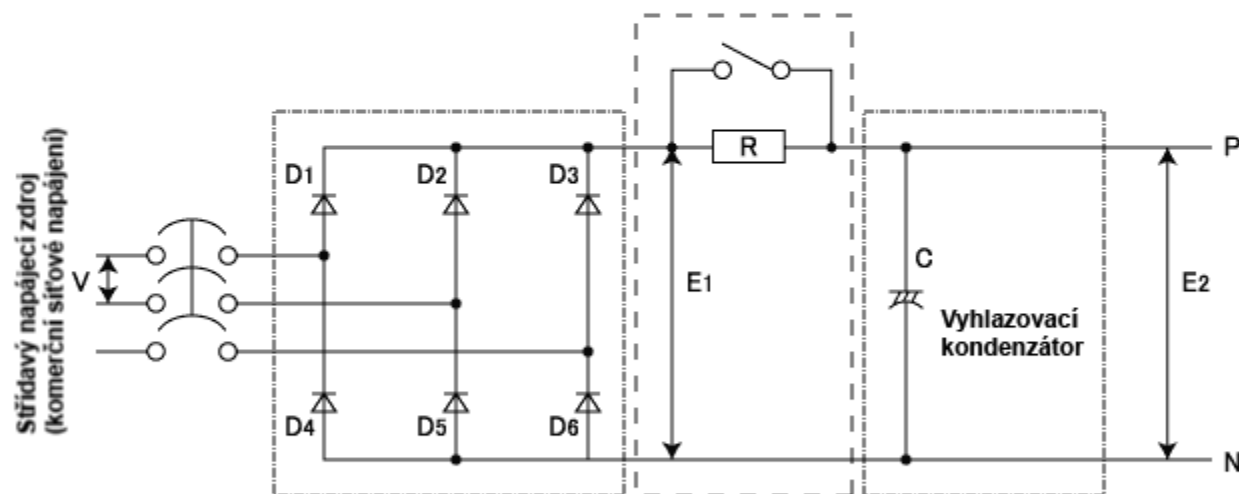
Závěrečný test, 7



Obvod používaný k převodu střídavého napětí na stejnosměrné uvnitř invertoru

Vyberte příslušný obvod z popisu obvodů použitých k převodu střídavého napětí na stejnosměrné.

- Select-- ▼ Střídavé napětí napájecího zdroje je usměrněno a převedeno na stejnosměrné.
- Select-- ▼ Impulzní komponenty zvlnění v usměrněném stejnosměrném napětí jsou odebrány.
- Select-- ▼ Při zapnutí napájecího zdroje se zabrání velkému rázovému proudu v protékání obvodem.



Skóre

Zpět

Obvod používaný k převodu stejnosměrného napětí na střídavé uvnitř invertoru

Vyberte správný výrok z popisu převodu stejnosměrného napětí na střídavé.

- Stejnosměrné napětí se ZAP./VYP. pomocí kontaktů relé.
- Stejnosměrné napětí se ZAP./VYP. pomocí polovodičových součástek (tranzistor apod.).
- Stejnosměrné napětí se ZAP./VYP. pomocí vyhlazovacích kondenzátorů.

Skóre

Zpět

Metoda použitá k převodu na střídavé napětí pomocí variabilní frekvence

Vyplňte prázdná místa správnými termíny z popisu, jak generovat střídavé napětí pomocí variabilní frekvence.

Frekvence se mění pomocí řízení ZAP./VYP. u spínačů.

Výstupní napětí se mění pomocí řízení ZAP./VYP. u spínačů.

Výhody použití invertorů

Vyberte položky týkající se výhod používání invertorů v zařízeních.

--Select--

Invertory lze používat ke snížení nákladů na energii seřízením objemu toku vzduchu a rychlosti toku.

--Select--

Použitím invertorů již nejsou potřeba mechanické díly pro změny rychlosti, jako jsou řemeny pro variabilní otáčky.

--Select--

Invertory lze používat pro zmírnění rázů na strojní zařízení při jejich zapínání/vypínání.

--Select--

Invertory lze používat v zařízeních se stávajícími motory.

Skóre

Zpět

Právě jste dokončili závěrečný test. Vaše výsledky jsou následující.
Pro ukončení závěrečného testu přejděte na další stranu.

Počet správných odpovědí: 10

Celkový počet otázek: 10

Hodnota v procentech: 100%

Pokračovat

Revidovat

Gratulujeme. Váš test byl úspěšný.

Právě jste dokončili kurz **Zařízení FA pro začátečníky (invertory)**.

Děkujeme za absolvování tohoto kurzu.

Doufáme, že se vám lekce líbily a že informace získané v tomto kurzu v budoucnu využijete ke konfiguraci systémů.

Závěrečný test můžete revidovat třeba několikrát.

Revidovat

Zavřít