



Agentúra  
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR  
pre štrukturálne fondy EÚ



# FREKVENČNÉ MENIČE



**Názov projektu**  
Informačné technológie  
Efektívny nástroj  
v Odbornom výcviku

**ITMS kód projektu:**  
26110130129

**Operačný program vzdelávania**  
Moderné vzdelávanie pre vedomostnú  
spoločnosť /Projekt je spolufinancovaný  
zo zdrojov EÚ.  
Dopytovo orientovaný projekt



Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu  
Slovenskej republiky

Agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR  
pre štrukturálne fondy EÚ



Prioritná os:	1. Reforma systému vzdelávania a odbornej prípravy
Opatrenie:	1.1 Premena tradičnej školy na modernú
Prijímateľ:	Spojená škola
Názov projektu:	Informačné technológie – efektívny nástroj v odbornom výcviku
Kód ITMS projektu:	26110130129
Aktivita, resp. názov seminára	4.1.4. Tvorca študijných materiálov <b>Frekvenčné meniče, ich využitie na pohony</b>

## **FREKVENČNÉ MENIČE, ICH VYUŽITIE NA POHONY**

1. Definícia pojmu frekvenčný menič
2. Použitie frekvenčných meničov
3. Princíp činnosti frekvenčných meničov
4. Blokova schéma frekvenčného meniča
5. Popis vstupov a výstupov frekvenčného meniča
6. Popis vstupov a výstupov frekvenčného meniča
7. Programovanie frekvenčného meniča
8. Programovania frekvenčného meniča
9. Využitie frekvenčných meničov v automatizačnej technike
10. Využitie frekvenčných meničov v automatizačnej technike

Motory sú posledným článkom elektrického pohonu, preto je potrebné venovať pozornosť optimálnemu výberu motora na danú aplikáciu. Najpoužívanejšími motormi v priemysle sú asynchrónne motory, pre ich jednoduchosť, spoľahlivosť a v neposlednej rade aj cenu. Kvôli týmto vlastnostiam sa vývoj regulovaných pohonov upriamil na frekvenčné meniče, ktoré spolu s asynchrónnym motorom dosiahli také vlastnosti, že z priemyslu vytlačujú jednosmerné pohony aj z tých najtradičnejších oblastí ako sú papierne, metalurgia, chémia (extrúдеры). Náhrade jestvujúceho pohonu za regulovaný pohon treba venovať zvláštnu pozornosť, pretože sa neraz stáva, že zdanlivo jednoduchá náhrada (rovnaký výkon, kus za kus) vedie buď k poddimenzovaniu, alebo predimenzovaniu pohonu. Okrem regulovaných pohonov sa v priemysle stále najviac požadujú motory neregulované, alebo motory viacotáčkové. Špeciálnu skupinu motorov tvoria motory synchrónne vysokovýkonné, ktorých dôležitosť spravidla vedie k špeciálnemu prístupu k jeho špecifikácii. Nemenej dôležitú skupinu motorov tvoria servomotory, ktorých dôležitosť rastie spolu s úrovňou automatizácie a robotizácie výroby.

## **Meniče.**

Menič mení jednosmerný prúd na striedavý. Hoci menič spotrebováva istú časť energie na svoju prevádzku, takto vyrobená elektrina má rovnaké vlastnosti ako elektrina z verejnej elektrickej siete.

Menič je zariadenie, ktoré mení jednosmerný prúd z batérie na striedavý (230V,50Hz resp. iné hodnoty.) Meniče sú dodávané v rôznych veľkostiach podľa svojho výkonu od asi 250W až po viac ako 8000W. Moderné meniče sú schopné dodávať elektrickú energiu oveľa lepšej kvality ako bežné elektrárne a prenosová sústava. Menej kvalitné meniče však môžu spôsobovať šum v niektorých elektronických prístrojoch. Sú tiež schopné pracovať ako „bufe“ medzi solárnym (domácim) systémom a rozvodnou sieťou, tak umožniť predávanie nadbytočnej elektriny do siete.

Meniče napätia a frekvencie sa v elektrických pohonoch používajú vtedy, ak potrebujeme zmeniť napäťové alebo frekvenčné parametre siete, ktorú máme k dispozícii.

Statické meniče napätia a frekvencie sa skladajú s tyristorov, riadiacich a komutačných obvodov. Riadiace obvody umožňujú automatické riadenie celého pohonu. Komutačné obvody umožňujú zapínanie a vypínanie tyristorov. Menič napätia s fázovým riadením sa napája striedavým napätím a mení jeho veľkosť pomocou fázového posunu spúšťacích impulzov. Možnosť riadiť veľkosť napätia sa využíva napr. pri stmievačoch žiaroviek. Impulzné meniče sa využívajú napr. v pohonoch električiek na takmer bezstratové riadenie rýchlosti jazdy.

### **Podľa vyhotovenia ich rozdeľujeme na:**

- točivé
- statické

Statické meniče napätia a frekvencie sa skladajú s tyristorov, riadiacich a komutačných obvodov. Riadiace obvody umožňujú automatické riadenie celého pohonu. Komutačné obvody umožňujú zapínanie a vypínanie tyristorov.

Na bezstarostné riadenie menších striedavých prúdov sa používajú triaky, ktorých vlastnosti zodpovedajú vlastnostiam dvoch antiparalelne spojených tyristorov.

Menič napätia s fázovým riadením sa napája striedavým napätím a mení jeho veľkosť pomocou fázového posunu spúšťacích impulzov. Možnosť riadiť veľkosť napätia sa využíva napr. pri stmievačoch žiaroviek, na riadenie jednofázových komutátorových motorov vo vysávačoch, vrtáčkach.

I impulzné meniče sa využívajú napr. v pohonoch električiek na takmer bezstratové riadenie rýchlosti jazdy.

**Meniče frekvencie** rozdeľujeme na:

- priame – cyklo konvertory
- nepriame - usmerňovače so striedačmi

Priamy menič frekvencie vytvára výstupné napätie využitím časti sínusoíd striedavého napätia.

V nepriamom sa najskôr usmerní v usmerňovači a potom polovodičovým striedačom zmení na striedavý priebeh s požadovanými parametrami.

### Tyristorové meniče

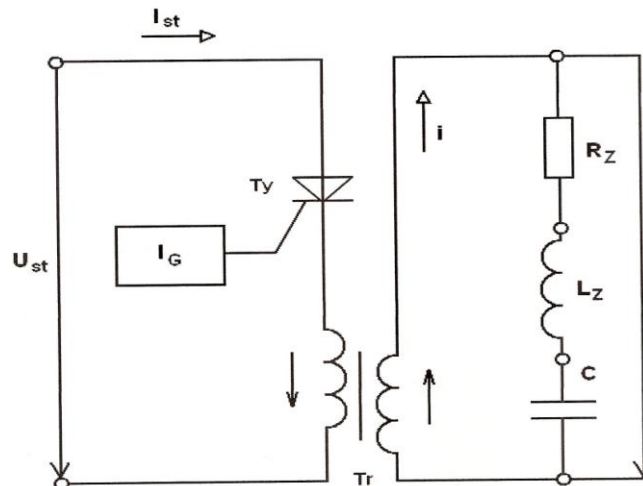
Predstavujú nelineárnu záťaž, preto spätne ovplyvňujú napájaciu sieť vyššími harmonickými frekvenciami. Toto ovplyvňovanie má za následok zväčšovanie strát v rozvodných sieťach a rádiové rušenie. Každé zariadenie využívajúce polovodičové meniče sa musí odrušiť.

Používajú sa filtre harmonických, skladajúce sa zo sériovej kombinácie tlmiviek a kondenzátorov, naladených na rezonanciu určitej harmonickej zložky. V tyristorových meničoch nastáva často rušenie rozhlasu následkom rýchlej zmeny napätia. Odstraňuje sa vysokofrekvenčnými filtermi.

### Striedavé meniče

Striedavý menič premieňa striedavý prúd daných parametrov na striedavý prúd iných parametrov.

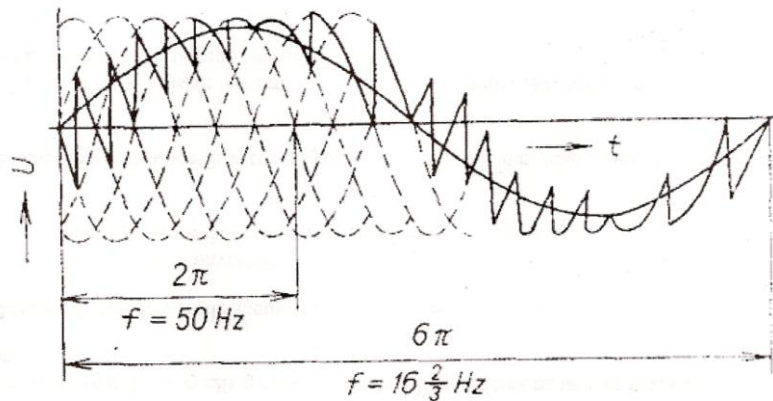
a) **Striedavý menič s vonkajšou záťažovou komutáciou** pre napájanie jednofázových spotrebičov je schematicky znázornená na obr. Záťaž sa musí doplniť kondenzátorom C na rezonančný obvod. Kapacitu kondenzátora určíme z Thomsonovho vzorca pre požadovanú rezonančnú frekvenciu.



Obr..Princíp jednofázového striedavého meniča s vonkajšou komutáciou

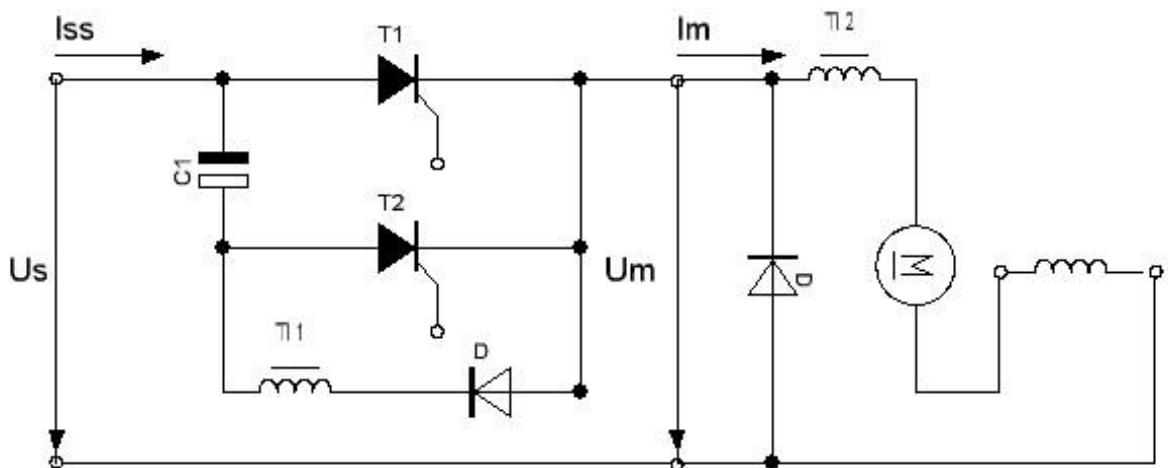
b) **Priamy menič frekvencie** je spravidla trojfázový šesťstupňový menič, pričom jeho každá fáza je tvarovaná dvoma tyristormi zapojenými proti sebe. Frekvencia výstupného napätia je vždy menšia, než frekvencia napájacieho napätia. Priebeh a tvar výstupného napätia z meniča frekvencie je na obr .





### Jednosmerné meniče

Sú určené k premene strednej hodnoty jednosmerného prúdu. Základná schéma jednosmerného meniča s pulzným ovládaním otáčok jednosmerného motoru so sériovým budením je na obr. Princíp riadenia je v tom, že motor periodicky pripájame k meniču jednosmerného napätia. Menič sa skladá z dvoch tyristorov Ty1 a Ty2, komutačného kondenzátora C, diódy D a tlmivky Tl1. Kondenzátor s tlmivkou tvoria oscilačný obvod. Predpokladajme, že pri počiatocnom stave sú oba tyristory zavreté a kondenzátor nabitý. Polarita je na obr. vyznačená. Privedieme teda prúdový impulz IG na riadiacu elektródu tyristora Ty1, tyristor sa otvorí a kondenzátor sa môže cez tyristor, diódu D a tlmivku Tl1 vybiť. Po prvom kmitnutí sa kondenzátor nabije na opačnú polaritu, ale ďalšiemu kmitu bráni dióda, a preto kondenzátor s touto polaritou zostane nabitý. Prúd prechádza do motoru tyristorom Ty1 po dobu, pokiaľ neprivedieme prúdový impulz na riadiacu elektródu tyristora Ty2. Ako náhle sa tyristor Ty2 otvorí, kondenzátor sa začne vybíjať cez doteraz otvorený tyristor Ty1 a znižuje prúd až sa Ty1 uzavrie. Potom sa kondenzátor cez tyristor Ty2 a motor opäť nabije na východziu polaritu. Po ukončení nabití sa tyristor Ty2 zavrie a oba tyristory zostanú zatvorené až po dobu, pokiaľ sa nevyšle ďalší riadiaci impulz tyristoru Ty1.



Princíp pulzného riadenia otáčok jednosmerného motoru so sériovým riadením jednosmerným meničom.

### Frekvenčný menič

Frekvenčné meniče konvertujú jednofázový alebo trojfázový napájací zdroj s konštantným napätím a frekvenciou na nový trojfázový zdroj napätia, jeho napätie a frekvencia sú premenné.

Toto riadenie napätia frekvencie umožňuje plynulé riadenie rýchlosti trojfázových motorov. Pohon môže byť prevádzkovaný s menovitým zaťažovaným momentom pri nízkych rýchlostiach.

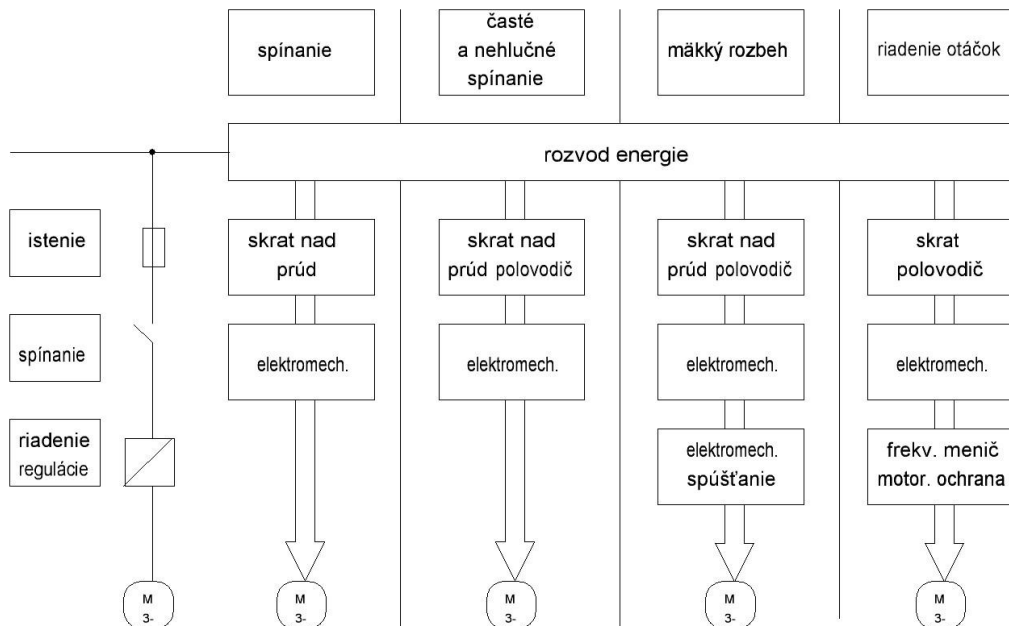
### **Vektorové frekvenčné meniče**

Zatiaľ čo frekvenčné meniče trojfázového motora sú ovládané prostredníctvom charakteristiky  $U/F$  (napätie/frekvencia), u vektorových frekvenčných meničov sa toto ovládanie uskutočňuje pomocou bez senzorového prúdovo orientovaného regulačného magnetického pola v motore. Regulovanou veličinou je prúd motora. Vďaka tomu je motor optimálne riadený pre náročné aplikácie ( miešadlá, výtlačné lisy, dopravné a dopravníkové zariadenia ).

## Kompletný program pre motorový vývod

Aplikácie najrôznejšieho druhu kladú tiež najrôznejšie požiadavky na elektrické pohony. V najjednoduchšom prípade je motor spustený pomocou elektromechanického stykača. Kombinácia s ochrannou motora a výkonovou ochranou sa označuje ako spúšťací motor. Požiadavky na časté alebo nehučné spínanie splňujú bezkontaktné polovodičové stykače. Vedľa klasickej ochrany vedenia, ochrany proti skratu a ochrane proti preťaženiu sa v závislosti na spôsobe priradenia 1 alebo 2 používajú sa super rýchle polovodičové poistky. U priameho spustenia ( hviezda – trojuholník, reverzačný spúšťáč, prepínanie pólov) vznikajú rušivé prúdové špičky a momentové rázy. Pozvoľný štart šetrný k sieti zaisťujú v tomto prípade softštartéry.

Požiadavky na plynulé nastavenie otáčok alebo prispôsobenie točivého momentu v závislosti na podmienkach aplikácie splňuje v dnešnej dobe frekvenčný menič ( menič U/f vektorový, frekvenčný servo menič)



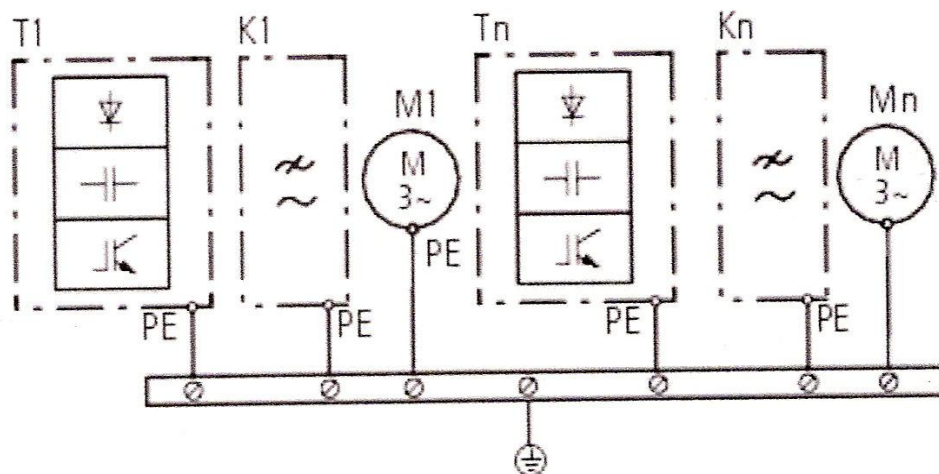
Obecne platí: Pohon je definovaný konkrétnymi aplikáciami .



## Opatrenie z hľadiska uzemnenia

Sú nutné pre splnenie zákonných predpisov a pre vytvorenie predpokladu pre účinné použitie ostatných opatrení, ako sú filtre a tienenie. Všetky vodivé kovové časti krytu musia byť vodivo spojené s potenciálom zeme. Pre konkrétne opatrenie EMC pritom nie je rozhodujúci prierez vodiča, ale plocha, na ktorú môže odtekať vysokofrekvenčný prúd.

Všetky body uzemnenia musia byť vedné – alebo možno s malým odporom a dobrou vodivosťou – priamo na centrálny bod uzemnenia (pripojnice hlavného pospojovania, hviezdicový systém uzemnenia). Kontaktné miesta musia byť bezfarebné a bez korózie (používajte pozinkované montážne dosky a materiály).

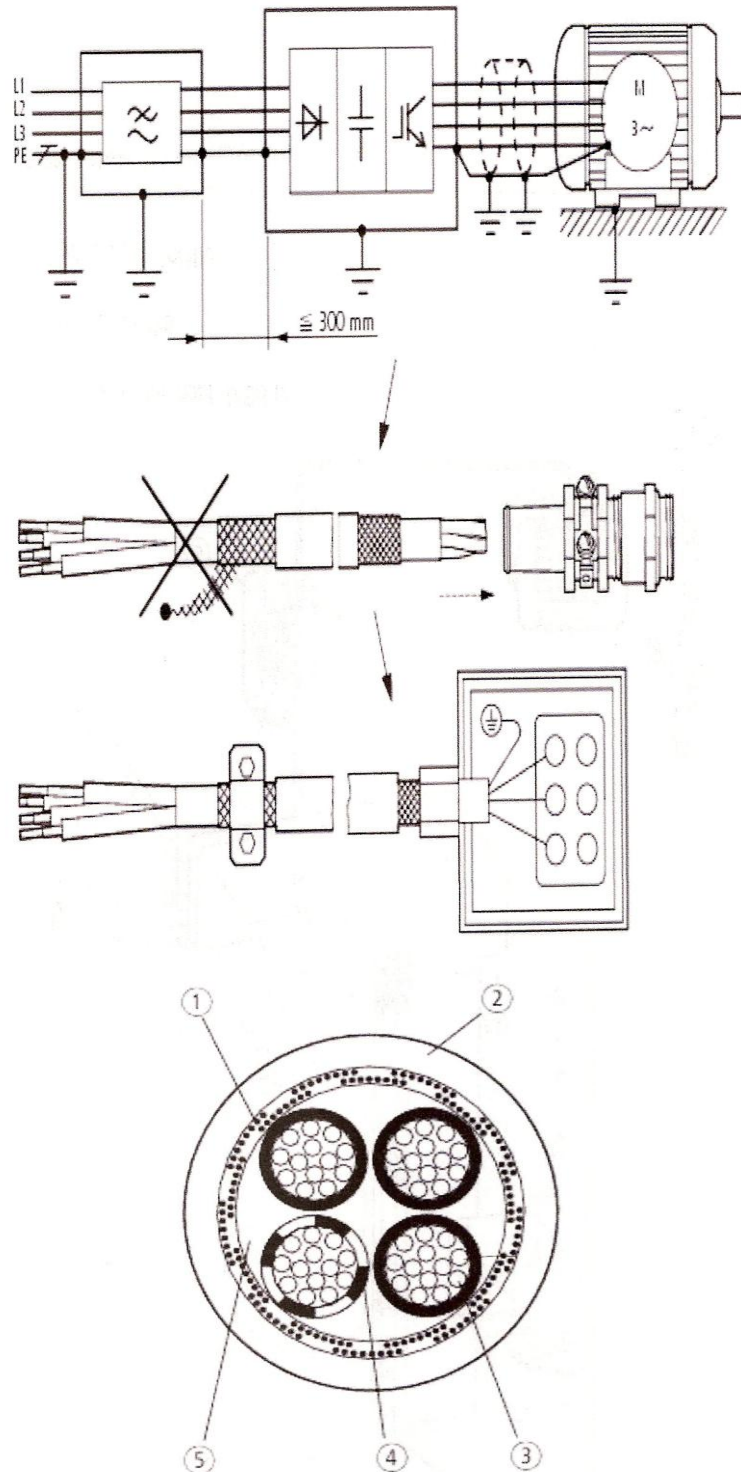


## Opatrenia v oblasti EMC

Elektromagnetická zlučiteľnosť EMV (Elektro – Magnetische - Verträglichkeit) označuje schopnosť prístroja odolávať elektrickému rušeniu (imunita) a súčasne nezaťažovať svoje okolie vyžarovaním (emisiami) rušenia. Opatrenie pre inštaláciu v súlade s požiadavkami EMC zahŕňujú:

- opatrenie z hľadiska uzemnenia
- opatrenie z hľadiska tienenia
- opatrenie z hľadiska filtrovania
- tlmenie

## Opatrenie z hľadiska tienenia

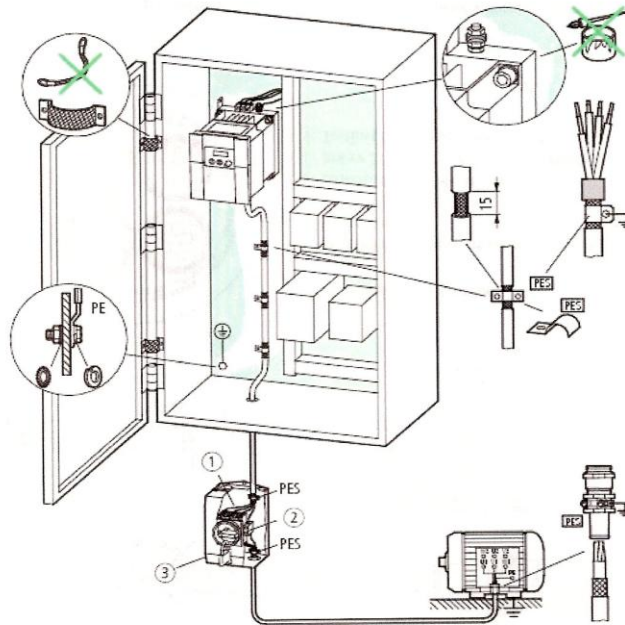


- (1) Tieniace pletivo Cu, uzemniť na obidvoch stranách
- (2) Vonkajší plášť PVC
- (3) Lanko (medené drôty, U, V, W, PE)
- (4) Izolácia žíl z PVC 3x čierna, 1x zelenožltá
- (5) Textilný pásik a vnútorný materiál z PVC

Opatrenie z hľadiska tienenia slúži k zníženiu vyžarovanej rušivej energie (odolnosť okolitých systémov a prístrojov proti rušeniu a vplyvu z vonku). Vedenie a káble medzi frekvenčným meničom a motorom musia byť položené ako tienené. Tienenie nesmie byť nahradené vodičom PE. Doporučujú sa štvoržilové káble motora (tri fázy+PE), ich tienenie je

z oboch strán veľkoplošne položené na potenciál zeme (PES). Tienenie nesmie byť pokladané cez pripojovacie drôty (pig tails). Každé prerušenie tienenia, napr. pri svorkách, stýkačov, tlmiviek, atd., musí byť premostené veľkoplošne s nízkym odporom. Za týmto účelom je treba prerušiť tienenie v blízkosti daného modulu a spojiť tienenie veľkoplošne s potenciálom zeme (PES, tieniaca svorka). Voľné netienené vedenia a káble by mali byť dlhšie než cca 100mm.

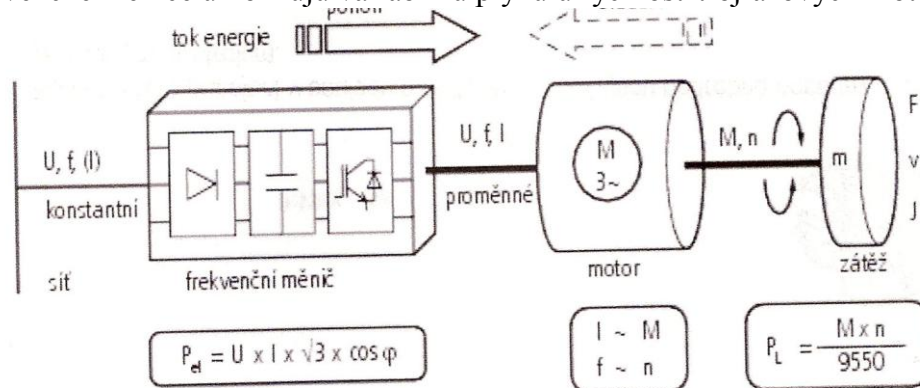
### Konštrukcia a zapojenie v súlade s požiadavkami EMC.



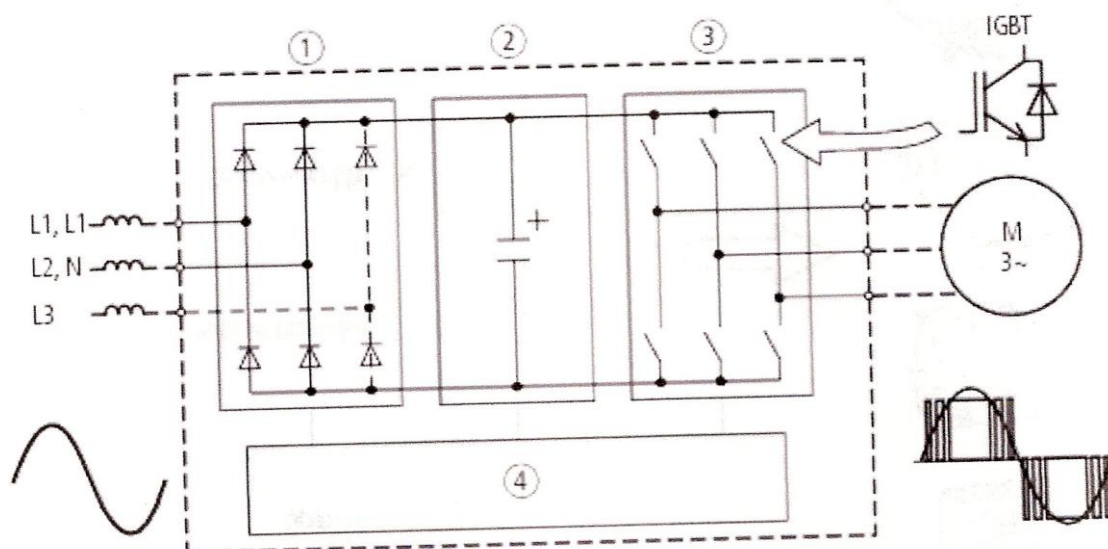
**1.Kovová doska,2.zemniaca svorka,3.vypínač pre údržbu.**

## Usporiadanie a princíp činnosti frekvenčných meničov.

Frekvenčné meniče umožňujú variabilnú plynulú rýchlosť trojfázových motorov.



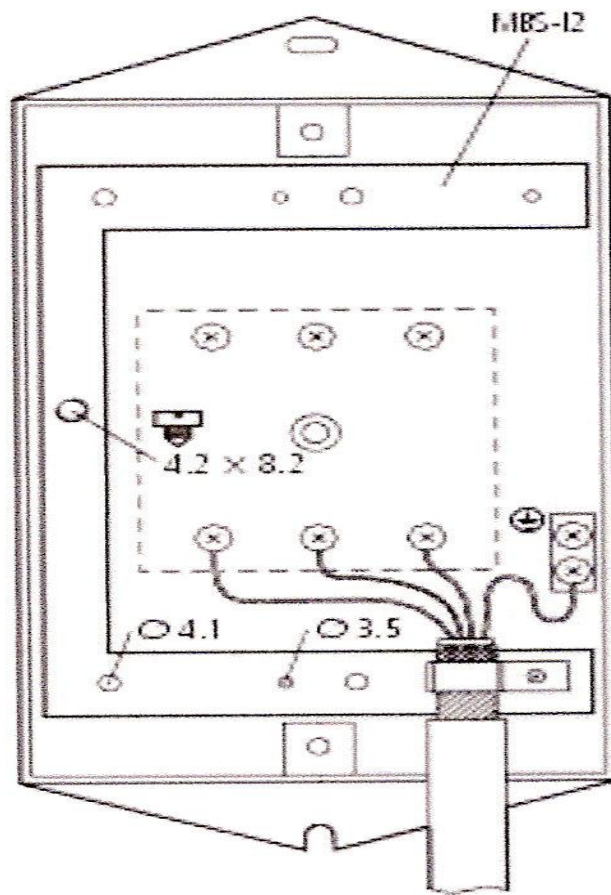
Frekvenčný menič mení konštantnú napätie siete na jednosmerné napätie. Z jednosmerného napätia vytvára pre trojfázový motor novú trojfázovú sieť s premenlivým napätím a premenlivou frekvenciou. Pri tom frekvenčný výkon odoberá z napájacej siete prakticky len činný výkon ( $\cos \Phi \sim 1$ ). Jalový výkon potrebný pre chod motora dodáva medziobvod jednosmerné napätie. Vďaka tomu je možné upustiť od kompenzačných prístrojov  $\cos \Phi$  na strane sieťového napájania.



- (1) Usmerňovač
- (2) Medzi obvod jednosmerného napätia
- (3) Menič s IGBT
- (4) Riadenie/regulácia

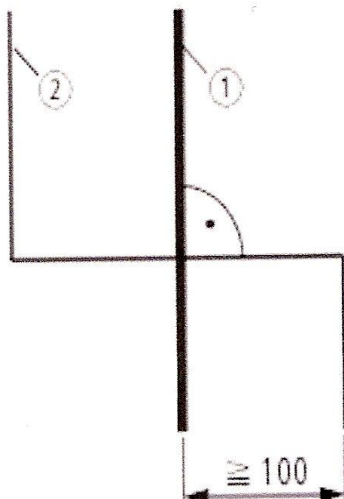
Trojfázový motor s reguláciou frekvencie je v súčasnosti štandardným modulom pre plynulú reguláciu rýchlosti a krútiaceho momentu, ktorý je ekonomický a úsporný z energického hľadiska a ktorý sa používa ako individuálny pohon alebo ako automatizovaný systém. Možnosti individuálneho, resp. konkrétneho priradenia podľa špecifických potrieb inštalácie preto určuje špecifikácia meniča a metóda modulácie.

Prevedenie tienenia pre spínač pre údržbu.

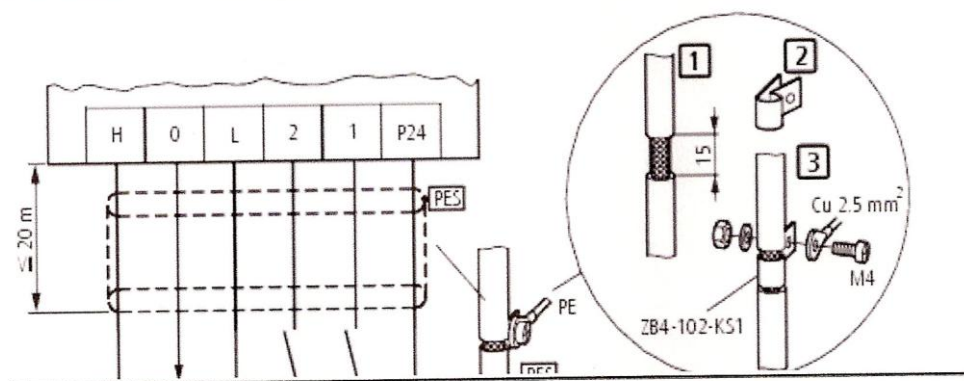


## Upozornenie

Spínače na údržbu umiestnené na vývode frekvenčných meničov môžu byť ovládané len v bez prúdovom stave. Riadiace a signalizačné vedenie by malo byť krútené a môže byť použité s dvojitým tienením. Vnútorne tienenie je pri tom na zdroj napätia uložené na jednej strane, vonkajšie tienenie na oboch stranách. Káble motora musia byť priestorovo oddelené od riadiaceho a signalizačného vedenia (>10 cm) a nesmú byť položené paralelne k sieťovému vedeniu.



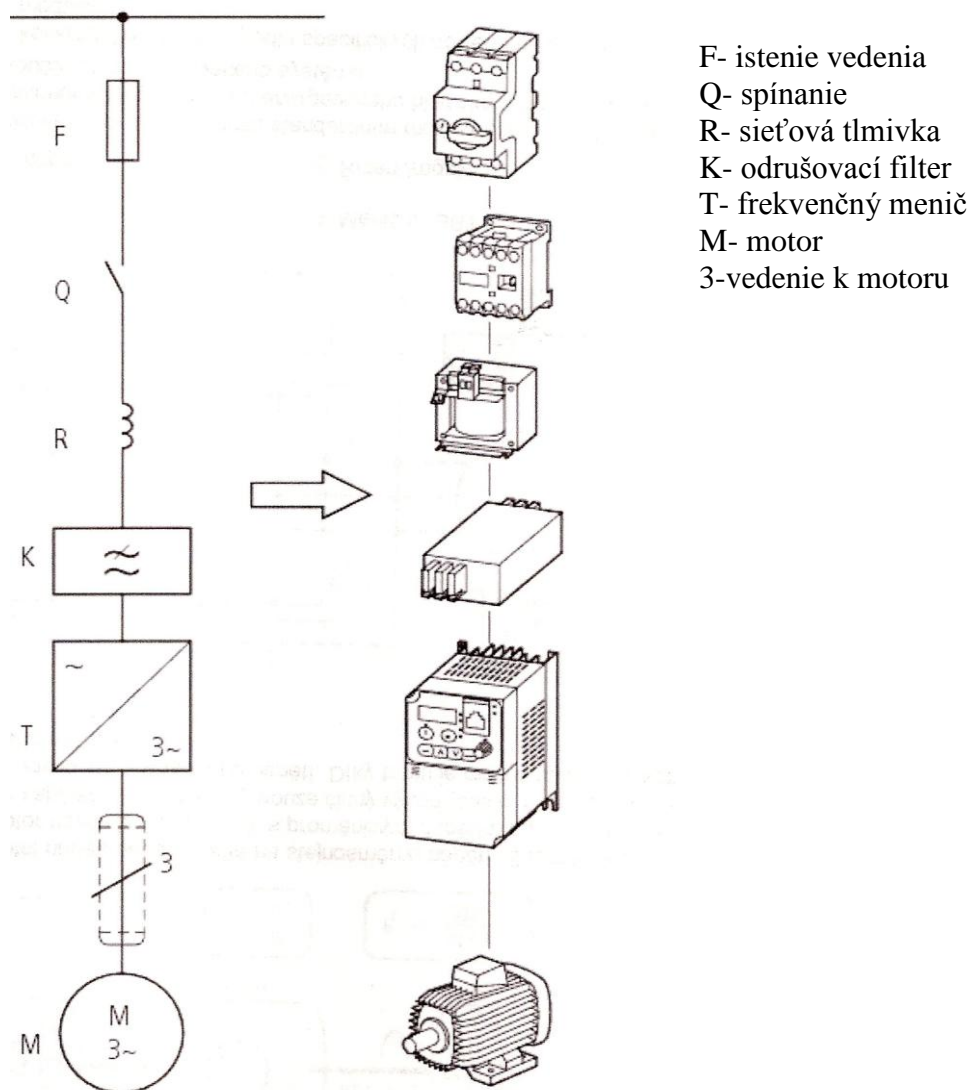
- (1) Výkonové vedenie: napájanie, motor, medzi obvod DC, brzdivý odpor
- (2) Signalizačné vedenie: analógové a digitálne riadiace signály Aj vo vnútri rozvádzača by mali byť káble s dĺžkou väčšou než 30 cm tienenia.





## Pripojenie frekvenčných meničov v súlade s požiadavkami EMC.

Konštrukcie a pripojenia v súlade s požiadavkami EMC sú podrobne popísané v príručkách k jednotlivým prístrojom.





## **Nepriame frekvenčné meniče**

Princíp činnosti frekvenčného meniča s jednosmerným medziobvodom: U týchto meničov sa najprv vstupné striedavé napätie frekvencie usmerní a potom v striedači ST sa zmení na striedavé napätie frekvencie motora. Tieto meniče sú viac rozšírené než cyklokonvertory. Ich dôležitou súčasťou je buď neriadený (NU), alebo riadený (RU) usmerňovač. Všetky meniče frekvencie majú jedno spoločné: v riadiacom obvode pôsobí jednak signál XU, určujúci amplitúdu výstupného napätia meniča frekvencie, jednak signál Xf, ktorý stanoví frekvenciu tohto napätia

## **Princíp činnosti frekvenčných meničov s jednosmerným medzi obvodom, osadený tranzistorovým striedačom**

Hlavný rozdiel medzi tranzistormi a tyristormi spočíva v spôsobe ich riadenia. Riadiaci obvod tranzistora môže spojitou zmenou riadiaceho signálu meniť spojitú vodivosť tranzistora, a tým i predchádzajúci prúd na výstupe tranzistora. Tyristor naproti tomu pracuje v podstate ako spínač ktorý je schopný obvod len zapnúť, ale bez použitia obvodu vlastnej komutácie nedokáže ho rozpojiť. Pre nasadenie tranzistorov v obvodoch striedačov však tento zásadný rozdiel medzi obidvomi súčiastkami sa stráca, pretože i tranzistory pracujú v striedačoch v spínacom režime, čím sa dosiahne väčšieho výstupného výkonu meniča. V striedačoch pôsobia tyristori a tranzistory rovnakým spôsobom: zapínajú a vypínajú isté časti jeho výkonového obvodu. Rozdiel nájdeme v časovom priebehu riadiacich signálov obidvoch súčiastok. Ak má tranzistor pracovať v zapnutom stave, musí jeho riadiacou elektródou (pri zapojení so spoločným emitorom je to báza) prechádza neustále dostatočný prúd (IB). Ak tento prúd zmenšíme skokom na nulu, tranzistor sa okamžite vypne. Časový priebeh riadiaceho prúdu tranzistora v striedačoch má preto obdĺžnikový charakter. Naproti tomu u tyristorov stačí krátkodobý riadiaci impulz prúdu IG k tomu, aby sa tyristor zapol. Veľkou výhodou tranzistorov je ich schopnosť pracovať s ďaleko vyššími frekvenciami než tyristory. Táto vlastnosť sa zvlášť hodí pre riadenie napätia pomocou šírkovej pulznej modulácia, kde nosná frekvencia môže byť mnohonásobne väčšia (radovo desiatok kHz) než frekvencia pracovná.

## **Tranzistorový menič napájaný jednofázovým napätím**

Striedač ST sa napája zo striedavej siete cez neriadený usmerňovač US, na jeho výstupe je zapojený kondenzátor pre filtráciu napätia. Mostíkové zapojenie meniča sa skladá zo šiestich tranzistorov a spätných diód.

### **Striedač je riadený napätím uk, ktoré privádzame na dva obvody**

Na obvod napät'ového riadenia (regulátor napätia,) a obvod riadenia frekvencie (blok prevodníku napätie / frekvencie a blok, ktorý určuje frekvenciu napájacieho napätia motoru podľa určenej závislosti na veľkosti napätia). Regulátor napätia moduluje cez generátor impulzov a modulátorov dĺžku riadiaceho prúdu tranzistorov. Pracuje s nosnou frekvenciou, ktorá je šesťdesiat násobkom frekvencie výstupného napätia striedača. Pre riadenie frekvencie tohoto napätia sa nosná frekvencia znižuje desať krát v deliči frekvencie, z neho sa signál vedie na kruhový čítač a na modulátor. V bloku sa porovná vzťahné napätie nosnej frekvencie s napätím pracovnej frekvencie motora.

### **Tranzistorový menič napájaný trojfázovým napätím:**

Menič je napájaný z trojfázovej siete. Striedavé napätie je usmernené vstupným usmerňovačom a vyfiltrované elektrolytickými kondenzátormi v jednosmernom napät'ovom medzi obvode. Požadovanú frekvenciu a priebeh výstupného napätia pre napájanie elektromotora zabezpečujú tranzistory v striedači. Znamená to, že na svorky motora môže byť zapojených päť rozličných úrovní združeného napätia. Toto jemné odstupňované spínanie vytvára spolu s výkonným riadením a impulznou moduláciou optimalizovanou na čo najnižšie straty motora v zásade sínusový priebeh prúdu motora. Znamená to minimálnu pulzáciu točivého momentu na hriadelí motora a nízke straty motora.

## Efektívna náhrada vstupného usmerňovača frekvenčného meniča:

Inou možnosťou je náhrada diódového usmerňovača tzv. štvorkvadrantovým meničom, niekedy označovaným tiež pojmom kompatibilný usmerňovač alebo AFE Active Front End, ide v podstate o striedači pracujúci so šírkovou impulznou moduláciou prevažne v usmerňovačovom režime, doplnený vstupným filtrom označeným ako „Clean Power Filter“. Výhodou tohto meniča je nielen možnosť vracať energiu do siete, ale najmä schopnosť obmedziť jalový výkon usmerňovača so sínusovým priebehom prúdu, ktorý je odoberaný zo siete. Prúd odoberaný zo siete je totiž len veľmi málo zaťažený vyššími harmonickými. Cena frekvenčného meniča s uvedeným vstupným usmerňovačom je však podstatne vyššia ako cena meniča so vstupným diódovým usmerňovačom.

## Moderné spôsoby riadenia otáčok asynchrónneho motora s kotvou nakrátko

Asynchrónne motory v technologických procesoch sú využívané vo väčšine prípadov na zabezpečenie žiadanej hodnoty uhlovej rýchlosti rotačných mechanizmov. Môže pritom ísť o rôzne kinematicko-automatizačné úlohy vo forme zabezpečenia konštantných otáčok ventilátorov, rotačných kompresorov, vretien obrábacích strojov ako aj konštantnej posuvnej rýchlosti pásových dopravníkov či návinku papiera v papierenskom priemysle.

Základné spôsoby riadenia otáčok asynchrónneho motora priamo vyplývajú z rovnice vyjadrujúcej veľkosť uhlovej rýchlosti (otáčok) motora podľa vzťahu

$$n = \frac{f}{p} (1 - s)$$

ako aj z kvadratického tvaru momentovej charakteristiky asynchrónneho motora

$$M_m = f(p', U_s^2, \text{par})$$

pri konštantnej frekvencii  $f$  siete, pričom  $p'$  resp.  $s$  udávajú počet pólových dvojíc resp. sklz motora,  $U_s$  je trojfázové statorové napätie,  $\text{par}$  vyjadruje súbor parametrov motora nezávislých od otáčok. Klasifikáciu riadenia uhlovej rýchlosti asynchrónnych motorov je možné uskutočniť z rozličných hľadísk.

Klasické jednoduché „skokové“ riadenie otáčok predpokladá špeciálnu konštrukciu asynchrónneho motora s prepínateľným počtom pólových párov, ktoré sa používa v automatických práčkach, miešačkách a pod. v menej náročných aplikáciách z hľadiska presnosti riadenia otáčok asynchrónnych motorov. Zvýšením počtu pólových párov docielime zníženie otáčok motora podľa ich vzájomnej nepriamej závislosti vyplývajúcej z rovnice (1).

Modernejším spôsobom riadenia uhlovej rýchlosti asynchrónnych motorov je pomocou zmeny amplitúdy statorového napätia  $U_s$ . Riadiace algoritmy na báze zmien  $U_s$  sa využívajú na mäkký rozbeh a dobeh asynchrónnych motorov. Softštartéry využívajúce tento druh riadenia asynchrónneho motora redukujú záberový prúd motora cca. o 50-55 % oproti priamemu spúšťaniu, zvyšujúc tým elektrickú trvanlivosť výkonových spínacích stupňov daného motora so súčasným znížením nárokov na ochranu daného motora ako aj na energetickú sieť, odkiaľ je daný motor napájaný.

Nakoľko využívajú systém vnútorného merania a kontrolovania fázových prúdov motora počas riadenia, rozbehu a dobehu, nutnosť použitia tepelnej ochrany motorov odpadá.

Najčastejšie sa používajú na riadenie otáčok, rozbehu a dobehu miešadiel, pásových dopravníkov, dúchadiel, čerpadiel a ventilátorov.

Najmodernejší spôsob riadenia uhlovej rýchlosti motorov ponúka priama závislosť otáčok od frekvencie statorového napätia. Frekvenčné meniče ponúkajú riešenie aj náročných riadiacich funkcií čo sa týka presnosti a kvality riadenia uhlovej rýchlosti.

Základnou myšlienkou frekvenčného meniča je transformácia trojfázového sieťového napájacieho napätia asynchrónneho motora na postupnosť napätových impulzov

s premenlivou amplitúdou a šírkou (šírkovo-impulznou moduláciou), pričom tieto sú závislé na požadovanej hodnote (priebehu) otáčok motora.

V oblasti priemyselnej automatizácie frekvenčné meniče predstavujú systém pozostávajúci z viacstupeňového usmerňovača trojfázového sieťového napätia, ktorý sa po filtrácii dostáva do tranzistorového striedača frekvencie. Zapalovacie impulzy vysoko-výkonových IGBT tranzistorov striedača určujú výstupný priebeh satorového napätia motora na základe regulačného obvodu otáčok motora.

Vysoká presnosť riadenia je dosiahnutá viacúrovňovou koncepciou riadiacej štruktúry, pričom regulačný obvod otáčok motora je nadradený nad generátor momentu asynchrónneho motora syntetizovaného na nižšej úrovni regulačnej štruktúry. Rýchly generátor momentu zabezpečuje invariantnosť pohonného systému voči zmenám technologických veličín a pôsobiacim poruchám, t. j. vysokú robustnosť regulačného obvodu. Asynchrónny motor pri priamom spúšťaní sa vyznačuje vysokou hodnotou záberového prúdu presahujúcou až osemnásobok menovitej hodnoty prúdu motora po jeho rozbehu. Bez generátora momentu riadenie otáčok motora je možné až po rozbehu asynchrónneho motora, čo spôsobuje stratu dynamiky regulácie rýchlosti.

Generátor momentu pracuje na princípe čo najrýchlejšieho nasýtenia magnetického toku rotora  $\Psi$ , satorovým (fázovým) prúdom  $i_s$  motora, maximálny krútiaci moment motora  $M_m$  sa dosiahne v prípade vzájomnej kolmosti vektorov oboch veličín rotujúcich v čase. Ak vektor satorového prúdu  $i_s$  rozložíme na dve zložky, pričom jedna zložka bude mať smer vektora magnetického toku rotora (tokotvorná zložka satorového prúdu) a druhá zložka bude kolmá na tento smer (momentotvorná zložka satorového prúdu), potom úlohu riadenia generátora momentu asynchrónneho motora sme transformovali na riadenie tzv. tokotvorných a momentotvorných zložiek fázových prúdov motora. Je to fiktívny zložkový tvar satorového prúdu vyjadrujúci analogický model riadenia asynchrónneho motora ako pre jednosmerný motor s cudzím budením. Pritom podľa tejto analógie tokotvorná zložka  $i_{s1}$  predstavuje budiaci prúd  $i_b$  jednosmerného motora, momentotvorná zložka  $i_{s2}$  prúd kotvy  $i_m$  jednosmerného motora. Pojem „vektorové riadenie“ priamo vyplýva z rozloženia vektora satorového prúdu na tokotvornú a momentotvornú zložku.

Pri riadení asynchrónnych motorov frekvenciou využívame dva základné princípy:

- Priame riadenie momentu a magnetického toku asynchrónneho motora (DTFC – riadenie = Direct Torque and stator Flux Control)
- Vektorové riadenie asynchrónneho motora.

### **Priame riadenie elektromagnetického momentu a magnetického toku asynchrónneho motora – DTFC riadenie.**

Základná myšlienka DTFC riadenia vychádza z toho, že elektromagnetický moment a magnetický tok asynchrónneho motora nie sú riadené prostredníctvom tokotvornej a momentotvornej zložky prúdu ako pri vyššie opísanom vektorovom riadení. Generátor elektromagnetického momentu asynchrónneho motora obsahuje hysterézne regulátory elektromagnetického momentu RM a magnetického toku RT pre riadenie veľkosti vektora magnetického toku  $\Psi_s$  a elektromagnetického momentu motora  $M_m$ .

Cieľom DTFC riadenia je vytvorenie otáčavého magnetického poľa statora asynchrónneho motora pomocou spínaných vektorov jednotlivých fáz satorového napätia, pomocou riadiacej prepínacej tabuľky na základe výstupných úrovní hysteréznych regulátorov momentu a magnetického toku a uhlu natočenia vektora satorového magnetického toku  $\mathbf{v}_k$ .

Riadiaca prepínacia tabuľka stavov na základe výstupných úrovní hysteréznych regulátorov momentu a magnetického toku a uhlu natočenia vektora statorového magnetického toku určuje spínací stav striedača, ktorý je súčasťou tranzistorového meniča frekvencie a spína jednotlivé fázy asynchrónneho motora. Riadiaca prepínacia tabuľka v spolupráci s tranzistorovým meničom frekvencie TMF umožňuje nárast momentu motora, kedy smer otáčania vektora magnetického toku statora je totožný so smerom otáčania hriadeľa motora a naopak, pokles momentu je dosiahnutá, kedy sa vektor magnetického toku statora otáča proti smeru otáčania hriadeľa.

Nakoľko regulačná štruktúra obsahuje hysterézne regulátory elektromagnetického momentu  $M_m$  a magnetického toku  $\Psi_s$  a predpokladáme priamu merateľnosť fázových prúdov  $i_s$  a uhlu natočenia hriadeľa  $\zeta$ , v regulačnej štruktúre je potrebná estimácia (pozorovanie) veľkosti elektromagnetického momentu a vektora magnetického toku statora, ktoré sú použité ako spätné väzby do hysteréznych regulátorov momentu a magnetického toku.

Z pozorovania magnetického toku je vygenerovaná aj veľkosť uhla natočenia vektora statorového magnetického toku pre sektorovač, ktorý rozhoduje, v ktorom sektore sa vektor magnetického toku statora nachádza a na základe toho pre konkrétny sektor sa nastavuje spínací stav striedača pre požiadavku poklesu resp. nárastu momentu a magnetického toku motora.

V prípade rýchlostného servo systému s požiadavkou zabezpečenia žiadanej uhlovej rýchlosti motora rýchlosti je nadradený nad hysterézny regulátor elektromagnetického momentu, táto riadiaca štruktúra zabezpečujúci požadované dynamické vlastnosti ako aj robustnosť rýchlostného systému voči prípadným zmenám alebo poruchám počas riadenia.

## **Frekvenčný menič firmy Vacon.**

### **Jednoduchá montáž a ešte jednoduchšie spustenie**

Vacon NXL je výkonný a kompaktný frekvenčný menič pre všeobecné použitie v priemysle a komunálnej sfére s rozsahom výkonov 0,25 až 30 kW. Vďaka knihovnému (štíhlemu) prevedeniu s vysokými stupňami krytia, univerzálnemu spôsobu ovládania a programovania ponúka optimálne riešenie pre všetky prevádzkové podmienky.

Inštalácia, zapojenie a uvedenie do prevádzky je zo stručným návodom pripevnený na meniči mimoriadne rýchle a praktické.

Vďaka efektívnej konštrukcii, je všetko obsiahnuté ako štandard. Meniče môžu byť nainštalované na stene bez rozvádzačov, pretože majú vysoké stupne krytia.

Odušovacie filtre a brzdné striedače sú vždy integrované. Štandardné jednotky sú vhodné pre priemyselnú a komunálnu sféru. Integrovaná trojfázová vstupná tlmivka je najefektívnejším spôsobom ochrany meniča proti prepätiam a obmedzuje vplyv meniča na napájací transformátor, káble a poistky.

### **Praktická inštalácia programovania.**

Inštalácia a uvedenie do prevádzky je s pomocou stručného návodu vo formáte kreditnej karty mimoriadne rýchle a praktické. Pri programovaní často stačí vybrať typ záťaže a nastaviť nominálny prúd a otáčky motora.

Hoci má Vacon NXL jednoduchú konštrukciu, v porovnaní s inými typmi z radu NX, je to najflexibilnejší frekvenčný menič vo svojej triede.

Flexibilita znamená široké možnosti ovládania, programovateľné funkcie, možnosti inštalácie a modularitu. Jednoducho použiteľné nástroje pre PC môžu byť využité na programovanie a kopírovanie parametrov.

Niekedy je zo systému možné vypustiť PLC, pridaním potrebnej logiky do meniča s nástrojom NC 1131 – 3.

Možnosť použitia Vacon NXL pre ľahkú a ťažkú záťaž spolu s dynamickým vektorovým riadením bez otáčkovej spätnej väzby, robia NXL ideálnou voľbou pre všetky druhy záťaží, od jednoduchých čerpadiel a ventilátorov až po náročnejšie aplikácie manipulácie materiálov. Hluk motora má mimoriadne nízku úroveň vďaka vysokej spínacej frekvencii a takmer sínusovému prúdu.

### **Viac funkcií, viac výkonu**

- Nie je potrebný ďalší rozvádzač
- Všetko integrované ako štandard (ochrana proti prachu a vode, EMC filter, vstupné tlmivky, brzdný striedač)
- Jednoduchá inštalácia a použitie
- Nízka hlučnosť (menič aj motor)
- Veľa možností ovládania (cez I/O, priemyselné zbernice alebo ovládací panel)
- Veľké množstvo funkcií (plne programovateľné I/O, identifikácia, PID regulátor, letný štart)
- Vysoká výkonnosť

**Obr. Frekvenčný menič Vacon**



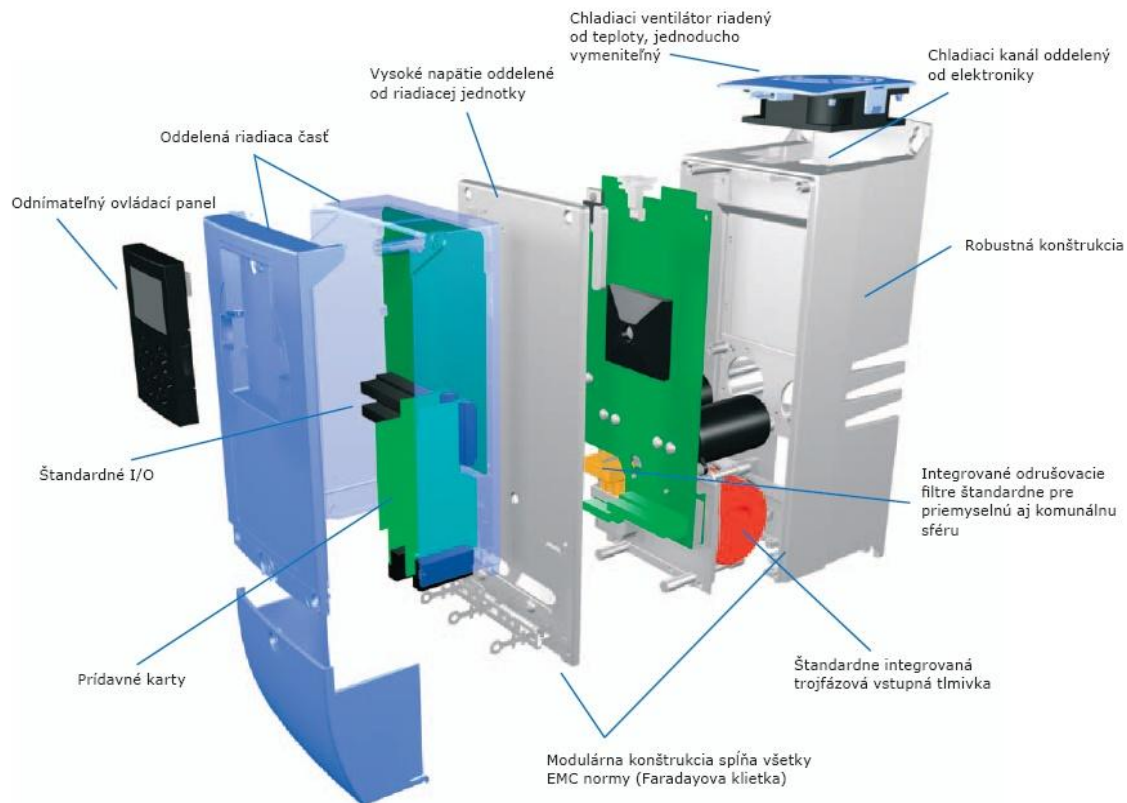


## Návrh a rozmery.

Mechanický návrh je mimoriadne kompaktný. Najmä jednotky v krytí IP54 sú najmenšími frekvenčnými meničmi na trhu. Všetky jednotky sú vhodné na montáž na stenu a do rozvádzača a majú všetky nevyhnutné komponenty: integrované odrušovacie filtre, vstupné tlmivky, ochranu káblov, ochranu proti prachu a vode.

Nominálne parametre motora			Vlastnosti Vacon NXL								
U Napätie (V)	Výkon Tážiaca zát'az P <sub>H</sub> (kW)	Výkon Ľahká zát'az P <sub>L</sub> (kW)	Napájacie napätie (V)	UEMC	Krytie	Rozmery Š x V x H (mm)	Hmot.(kg)	Integrovaný brzdny striedač	Integrovaná vstupná tlmivka	Mech. veľkosť	
400 500	0,75...4 1,1...5,5	1,1...5,5 1,5...7,5	380...500 380...500	H/T,C H/T,C	IP21/IP54 IP21/IP54	128x292x190 128x292x190	5 5	Štandardne Štandardne	Štandardne Štandardne	MF4 MF4	
400 500	5,5...11 7,5...15	7,5...15 11...18,5	380...500 380...500	H/T,C H/T,C	IP21/IP54 IP21/IP54	144x391x214 144x391x214	8,1 8,1	Štandardne Štandardne	Štandardne Štandardne	MF5 MF5	
400 500	15...22 18,5...30	18,5...30 22...37	380...500 380...500	H/T,C H/T,C	IP21/IP54 IP21/IP54	195x519x237 195x519x237	18,5 18,5	Štandardne Štandardne	Štandardne Štandardne	MF6 MF6	

Efektívny princíp super – chladenia umožňuje prevádzku pri vysokej okolitej teplote a vysokých spínacích frekvenciách bez znižovania výkonu.



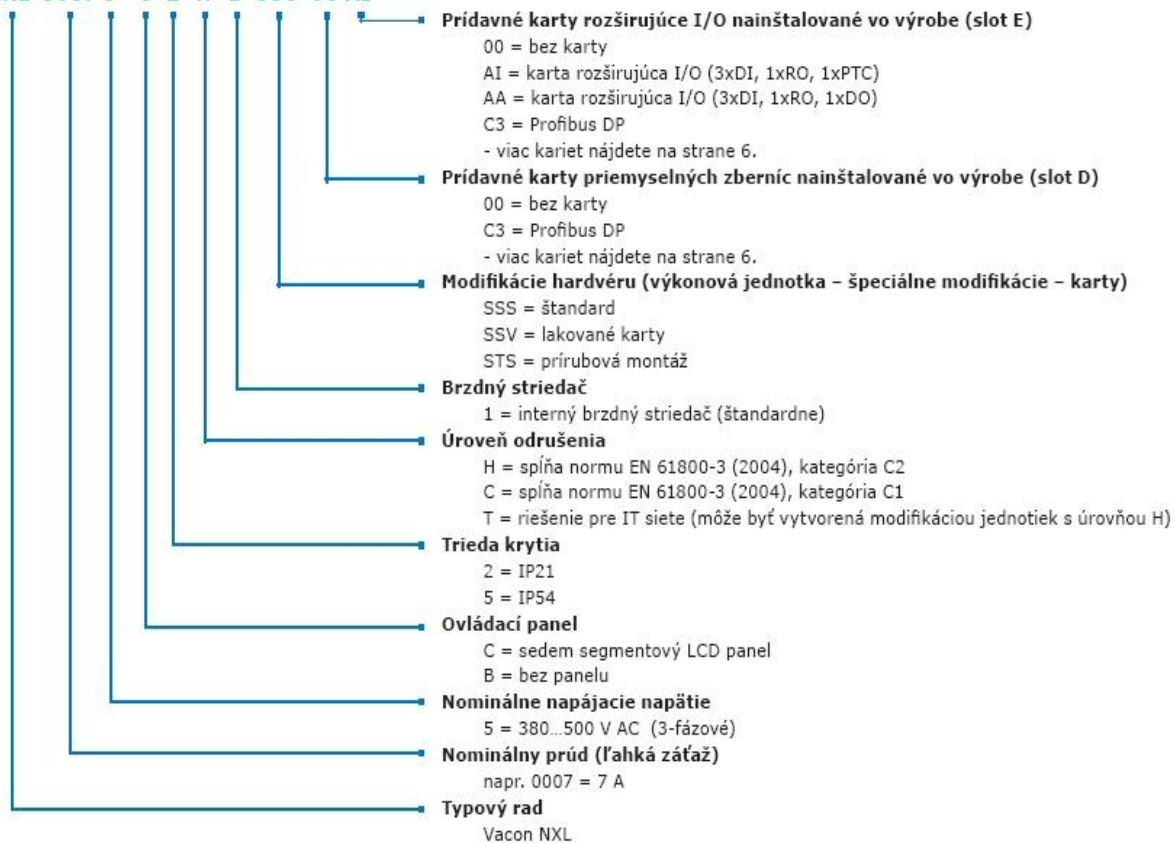
## Napájacie napätie 380 – 500 V, 50/60 Hz, 3 ~, trieda krytia IP21/IP54, trieda EMC H

Typ meniča	Záťaž				Výkon motora			Veľkosť
	Lahká		Ťažká		Maximálny prúd I <sub>s</sub>	400 V napájanie		
	Nominálny trvalý prúd I <sub>L</sub> (A)	10% prúd preťaženia (A)	Nominálny trvalý prúd I <sub>H</sub> (A)	50% prúd preťaženia (A)		10% preťaženie 40° C P(kW)	50% preťaženie 50° C P(kW)	
NXL 0003 5 C 2 H 1	3,3	3,6	2,2	3,3	4,4	1,1	0,75	MF4
NXL 0004 5 C 2 H 1	4,3	4,7	3,3	5,0	6,2	1,5	1,1	MF4
NXL 0005 5 C 2 H 1	5,6	6,2	4,3	6,5	8,6	2,2	1,5	MF4
NXL 0007 5 C 2 H 1	7,6	8,4	5,6	8,4	10,8	3	2,2	MF4
NXL 0009 5 C 2 H 1	9	9,9	7,6	11,4	14	4	3	MF4
NXL 0012 5 C 2 H 1	12	13,2	9	13,5	18	5,5	4	MF4
NXL 0016 5 C 2 H 1	16	17,6	12	18,0	24	7,5	5,5	MF5
NXL 0023 5 C 2 H 1	23	25,3	16	24,0	32	11	7,5	MF5
NXL 0031 5 C 2 H 1	31	34	23	35	46	15	11	MF5
NXL 0038 5 C 2 H 1	38	42	31	47	62	18,5	15	MF6
NXL 0046 5 C 2 H 1	46	51	38	57	76	22	18,5	MF6
NXL 0061 5 C 2 H 1	61	67	46	69	92	30	22	MF6

\* Typový kód jednotky s krytím IP21. Kód meniča s krytím IP54 vytvoríte nahradením '2' s '5'; napr.: NXL 0003 5C5H1

## Kód označenia typu Vacon NXL MF4 – MF6

NXL 0007 5 C 2 H 1 SSS 00 AI



## Kompaktný a stále výkonný

Typový rad Vacon NXL ponúka tiež kompaktné jednotky na menšie výkony motorov, určené na montáž do rozvádzača. Veľkosti MF2 a MF3 sú vhodné pre napájacie napätia 208 – 230 V a 380 – 500 do výkonu 2,2 kW.

Kompaktné rozmery a flexibilné možnosti inštalácie robia Vacon NXL vhodným pre inštalácie, kde je priestor na prvom mieste. Štandardné ovládacie I/O môžu byť rozšírené jednou I/O prídavnou kartou alebo jednou kartou na komunikáciu po priemyselnej zbernici.

### Vlastnosti

- Malé rozmery
  - Flexibilná inštalácia (zozadu alebo zboku, skrutkami alebo na DIN lištu)
  - Jednoduchá inštalácia a použitie
  - Nízka hlučnosť (menič aj motor)
  - Veľa možností ovládania (cez I/O, priemyselné zbernice alebo ovládací panel)
  - Veľké množstvo funkcií (plne programovateľné I/O, identifikácia, PID regulátor, letný štart
  - Vysoká výkonnosť
- Odušovacie filtre a vstupná tlmivka je k dispozícii ako voliteľná výbava

Typ meniča	Záťaž					Výkon motora		Veľkosť a rozmery (Š x V x H)
	Lahká		Ťažká		Maximálny prúd I <sub>s</sub>	400 V napájanie		
	Nominálny trvalý prúd I <sub>L</sub> (A)	10% prúd preťaženia (A)	Nominálny trvalý prúd I <sub>H</sub> (A)	50 % prúd preťaženia (A)		10 % preťaženie 40°C P (kW)	50% preťaženie 50°C P (kW)	
NXL 0001 5 C 1 N	1,9	2,1	1,3	2,0	2,6	0,55	0,37	MF2/60x130x150
NXL 0002 5 C 1 N	2,4	2,6	1,9	2,9	3,8	0,75	0,55	MF2/60X130X150
NXL 0003 5 C 1 N 1	3,3	3,6	2,4	3,6	4,8	1,1	0,75	MF3/84X184X172
NXL 0004 5 C 1 N 1	4,3	4,7	3,3	5,0	6,6	1,5	1,1	MF3/84X184X172

NXL 0005 5 C 1 N 1	5,4	5,9	4,3	6,5	8,6	2,2	1,5	MF3/84X184X172
--------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----------------

Napájacie napätie 380 – 500 V, 50/60 Hz, 3 ~, trieda krytia IP20, trieda EMC N

### Riadiaca jednotka Vacon NXL

Štandardné ovládacie I/O Vacon NXL boli optimalizované pre typické požiadavky na ovládanie. Okrem digitálnych a analógových vstupov a výstupov má štandardne integrované rozhranie RS485. Všetky vstupy a výstupy štandardných I/O a prídavných kariet sú voľne programovateľné.

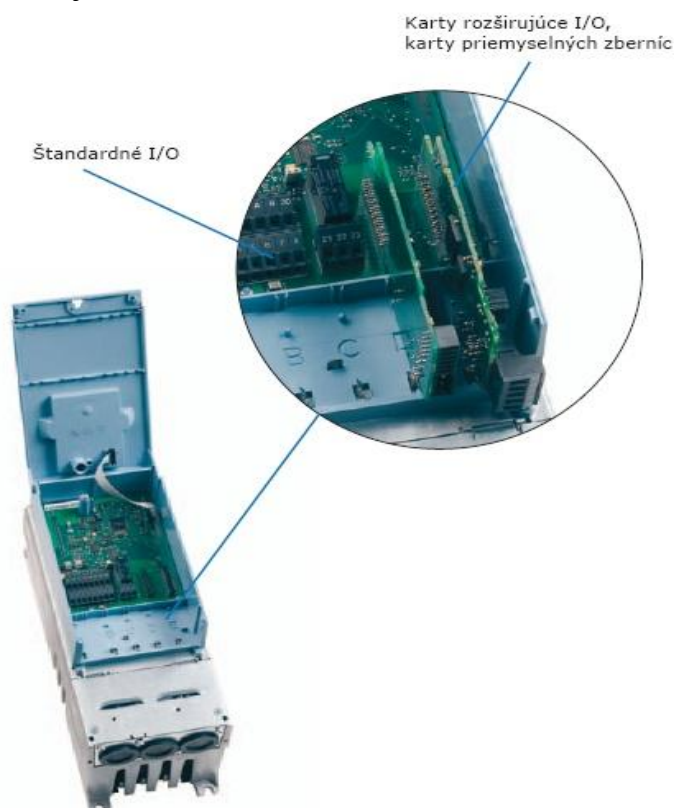
Obidva analógové vstupy môžu byť nastavené ako 0...10 V alebo 0 (4) ... 20 mA. Vstup AI1 môže byť naprogramovaný ako digitálny vstup.

Štandardné I/O môžu byť, ak je to potrebné, jednoducho a cenovo prístupne rozšírené kartami OPT – AA alebo OPT-AI je používaná, keď je potrebný galvanický oddelený vstup pre termistor motora. Tieto karty je možné nainštalovať do slotu E.

Vacon NXL je možné ovládať cez rôzne typy priemyselných zberníc pomocou kariet typu OPT-C. Karty rozširujúce I/O a karty pre priemyselné zbernice sú rovnaké pre všetky produkty z radu NX.


Komunikačné karty sa obyčajne inštalujú do slotu D alebo E.

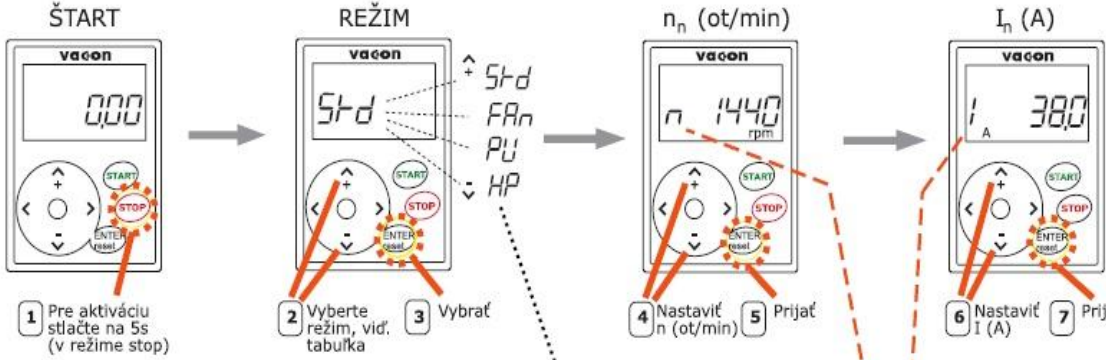
K dispozícii je množstvo prídavných kariet typu OPT-B. Napríklad, ak je potrebné, je možné pridať viac reléových výstupov kartou OPT-B5. Karty typu OPT-B sa obyčajne inštalujú do slotu E.



## Prvotriedna použiteľnosť

Základné nastavenie môže byť naprogramované jednoducho spustením Vacon NXL sprievodcu. Sú potrebné len 4 kroky a pohon je pripravený na prevádzku.

SPRIEVODCA SPUSTENÍM  = Stlačenie tlačidla



	P2.1.1	P2.1.2	P2.1.3	P2.1.4	P2.1.5	P2.1.6	P2.1.7	P2.1.11	P2.1.12	P2.1.13	P2.1.14	P2.1.21	P3.1
	Min. frekv. (Hz)	Max. frekv. (Hz)	Čas rozbehu (s)	Čas dobehu (s)	Limit prúdu (A)	Un motora (V)*	fn motora (Hz)	Spôsob štartu	Spôs. zastav.	Optimaliz. U/f	Ovl. I/O - refer.	Autom. reštart	Spôsob ovládania
<b>Std</b> Štandard	0 Hz	50 Hz	3 s	3 s	I <sub>n</sub> *1,5	400 V*	50 Hz	0= po rampe 1= voľný dobeh	0= nevyužit.	0= nevyužit.	0= AI1 0-10V	0= vypn.	1= I/O
<b>FRn</b> Ventilátor	20 Hz	50 Hz	20 s	20 s	I <sub>n</sub> *1,1	400 V*	50 Hz	0= po rampe 1= voľný dobeh	0= nevyužit.	0= nevyužit.	0= AI1 0-10V	0= vypn.	1= I/O
<b>PU</b> Čerpadlo	20 Hz	50 Hz	5 s	5 s	I <sub>n</sub> *1,1	400 V*	50 Hz	0= po rampe 1= po rampe	0= nevyužit.	0= nevyužit.	0= AI1 0-10V	0= vypn.	1= I/O
<b>HP</b> Vysoká kvalita	0 Hz	50 Hz	1 s	1 s	I <sub>n</sub> *1,8	400 V*	50 Hz	0= po rampe 1= po rampe	0= voľný dobeh	1= aut. záb. moment	0= AI1 0-10V	0= vypn.	1= I/O

Tieto nastavenia sú vykonané automaticky po výbere režimu ventilátora.

## Viacúčelové aplikačné Makro NXL

Viacúčelové aplikačné makro Vacon NXL je mimoriadne flexibilné jednoducho použiteľné. Všetky vstupy / výstupy sú programovateľné, makro má kompletnú sadu vlastností a funkcií pre riadenie systému alebo procesu ako aj funkcie ochrán.

Prednastavené parametre majú hodnoty blízko optima a pohon pracuje dostatočne presne aj bez akéhokoľvek programovania. Odporúčané je skontrolovať a presnejšie nastaviť nominálne parametre motora za účelom optimalizácie výkonnosti a ďalej nastaviť ochranné funkcie motora.

Programovanie môže byť vykonané jednoducho využitím sprievodcu spustením, nastavovaním parametrov cez ovládací panel, alebo programovaním v nástroji NCDrive. Postup je možné nájsť v stručnom návode vo veľkosti kreditnej karty.

Viacúčelové aplikačné makro NXL má dostatok parametrov a funkcií. Napríklad:

- PID regulátor
- Kaskádne riadenie maximálne štyroch motorov
- Letmý štart
- Identifikácia
- Programovanie všetkých vstupov a výstupov

- Možnosť oneskorenia signálov reléových výstupov

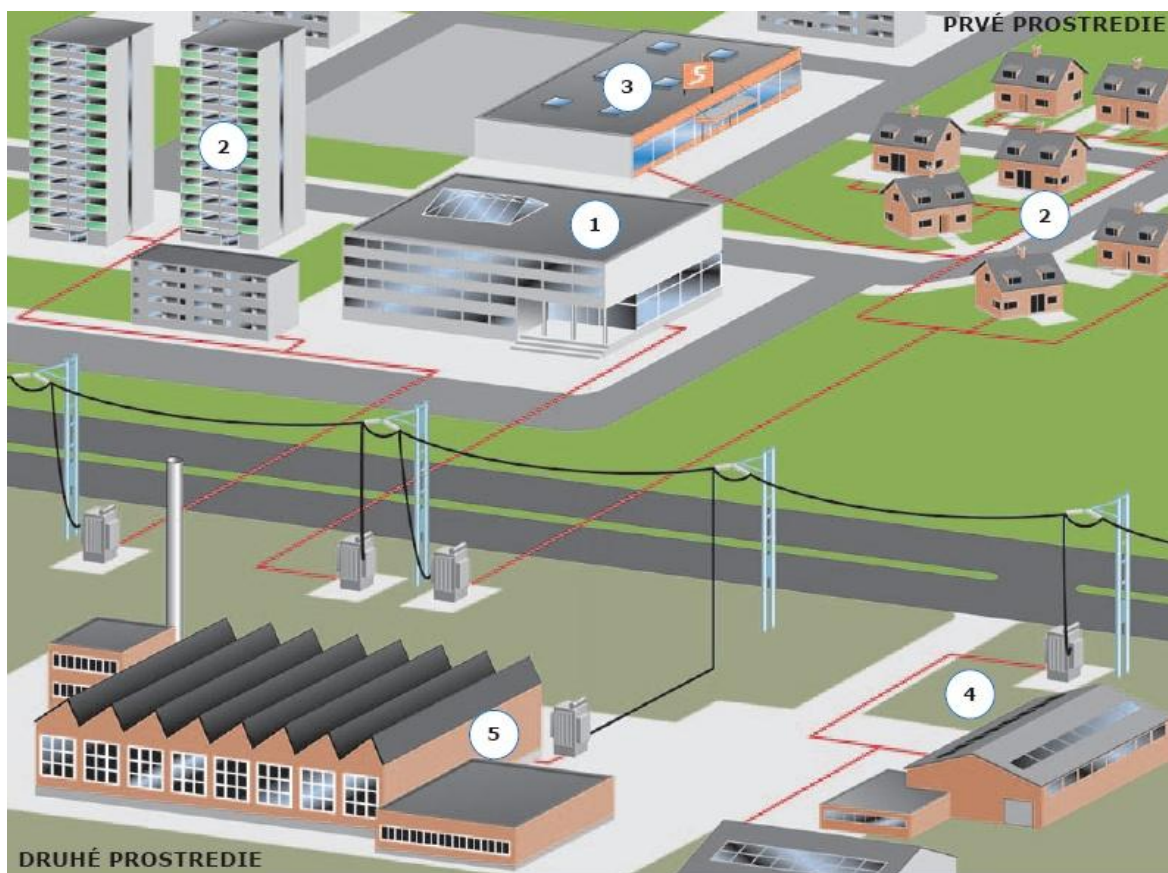
Okrem štandardného viacúčelového aplikačného makra sú dostupné aj niektoré špeciálne makrá. Pomocou inžinierskeho nástroja NC1131-3 je tiež možné vytvoriť úplne špecifické aplikačné makro šité na mieru pre konkrétnu aplikáciu a tým nahradiť PLC integrovaním potrebnej logiky do softvéru logiky do softvéru pre NXL.

K dispozícii sú aj aplikačné makrá použiteľné pri nasledovných špeciálnych požiadavkách:

- Riadenie brzdy
- Výtah
- Viac motorová aplikácia
- Posuvné dvere
- Miestne/diaľkové ovládanie
- Požiarny režim
- Viacero požiadaviek



## EMC A PROSTREDIE INŠTALÁCIE



Produktová norma EN61800-3 definuje limity pre vyžarovanie a imunitu elektromagnetického rušenia. Prostredia sú rozdelené na prvé a druhé, v praxi komunálna a priemyselná sféra.

Splnenie normy EN61800-3 si väčšinou vyžaduje použitie odrušovacích filtrov. Vo frekvenčných meničoch Vacon NXL MF4-MF6 sú tieto filtre štandardne integrované. Meniče Vacon NXL spĺňajú všetky požiadavky pre prvé a druhé prostredie (úroveň H: EN61800-3 (2004), kategórie C2). Veľkosti MF4-MF6 nevyžadujú žiadne ďalšie filtre alebo rozvádzače. Vacon NXL MF4-MF6 sú tiež dostupné s odrušovacími filtermi s extrémne malým vyžarovaním (úroveň C: EN61800-3 (2004), kategórie C1; EN55011 trieda B). Tieto filtre sú niekedy požadované vo veľmi citlivých prostrediach ako napr. nemocnice.



**Tabuľka – úrovne EMC, obmedzená distribúcia**

Vacon EMC	1 Nemocnice	2 Komunálna sféra	3 Komerčná sféra	4 Ľahký priemysel	5 Ťažký priemysel	Lodný priemysel
C	V					
H	P	P	P	V	V	
L				P	P	
T					P (IT siete)	P (IT siete)

### **Návrh ovládania asynchrónneho motora pomocou frekvenčného meniča a PC**

Pri rozvoji vysokorýchlostného obrábania (HSC – High Speed Cutting) sa logicky zvyšujú nároky na pohony týchto systémov. Ako pohon sa najčastejšie využíva asynchrónny, alebo synchronný elektromotor. Na súvislé riadenie otáčok sa tu používa metóda zmeny frekvencie napájacieho napätia pomocou frekvenčného meniča.

Pri vysokorýchlostných systémoch sú potrebné špecializované meniče umožňujúce dosahovať vysoké frekvencie napájacieho napätia.

V procese návrhu a testovania takéhoto HSC zariadenia autori riešili prepojenie jednotlivých funkčných častí k osobnému počítaču – PC. V príspevku je popísaný program navrhnutý pre riadenie pohonu HSC systému, respektíve frekvenčného meniča z PC pomocou sériovej komunikácie štandardu RS232. Tento softvérový ovládací systém umožní riadenie pohonu pomocou štandardne vyrábaného meniča, ako aj pomocou vysokofrekvenčného meniča špeciálne vyrobeného pre potreby tohto pracoviska.

Riešené zariadenie – pohon skúšobného modelu ultrazvukových (UZ) HSC elektrovretenníkov je zariadenie typické pre strojársky priemysel. Návrh elektrického pohonu a jeho riadenia je záležitosťou elektrotechnických špecialistov. V princípe existuje viacero spôsobov riadenia otáčok asynchrónneho motora, ale frekvenčné riadenie vo väčšine súčasných aplikácií vytláča ostatné metódy. Cena frekvenčných meničov sa pohybuje hodnotách od tisícov až do desaťtisícov eur, ich výhodou je, že ponúkajú súvislé riadenie otáčok v širokom rozsahu. Tieto elektronické zariadenia sú zároveň spojovacím článkom medzi samotným motorom a nadradeným riadiacim systémom.

Kvalitnejšie frekvenčné meniče sú univerzálne zariadenia s implementovanými viacerými režimami riadenia motora. Ich činnosť je možné ovládať z PC.

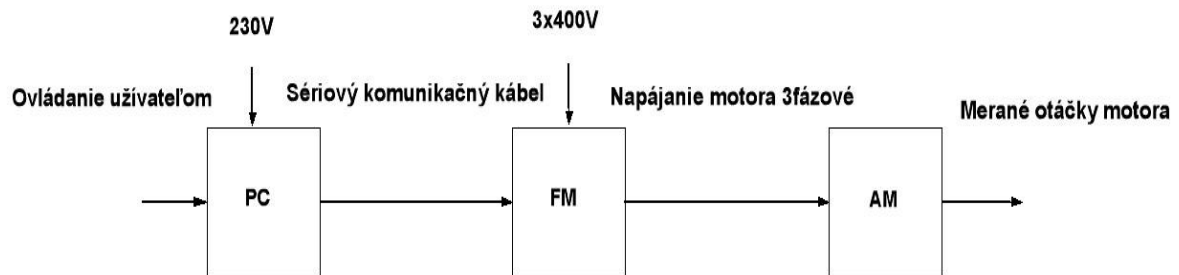
### **Požiadavky na komunikáciu a riadenie zariadenie**

Pre daný elektromechanický systém bol vytvorený riadiaci program využívajúci komunikačné funkcie meniča. Cieľom bolo vytvoriť testovacie pracovisko slúžiace pre návrh UZ HSC elektrovretenníka.

Bežne používanými komunikačným rozhraním v priemysle je asynchrónna sériová zbernica RS485. Pre laboratórne aplikácie sa ako alternatíva využíva štandard RS232. Aj

riešený menič využíva rozhranie RS232. Základný princíp komunikácie je pri oboch štandardoch zberníc rovnaký. Výhodou rozhrania RS232 je, že umožnil jednoducho pripojiť menič k počítaču, pričom aj najnovšie operačné systémy stále umožňujú relatívne jednoduché programové ovládanie sériového portu.

Komunikácia medzi PC a meničom funguje prostredníctvom komunikačného protokolu, ktorý závisí od výrobcu meniča. Napísaním a odladením softvéru v prostredí Delphi autori vytvorili komunikáciu s PC.



Obr. 1. Bloková schéma systému riadeného pohonu.

Počítačom riadené frekvenčné ovládanie motora umožnilo zmerať základnú charakteristiku pohonu – závislosť otáčok, respektíve sklzu od frekvencie elektrického signálu. Výsledky meraní vypovedajú o prednostiach frekvenčného riadenia.

## Popis použitého pohonného systému

Systém riadeného pohonu pozostáva z troch základných jednotiek (obr.1.):

- Osobný počítač (PC)
- Frekvenčný menič (FM)
- Asynchrónny motor (AM)

## Požiadavky na motor a menič

Menič potrebuje samostatné trojfázové napájanie 3 x 400/230 V AC. Špeciálny asynchrónny motor Rexroth Indramat sa napája z meniča. Bol použitý štvorpólový asynchrónny motor typu 2 AD134B-B050A1-FS06-A2N1.

Jeho chladenie je zabezpečené zabudovaným ventilátorom napájaným trojfázovým napätím 3 x 400 V AC.

K štandardne dodávanému meniču DIAX04 je motor vybavený digitálnou spätnou väzbou, ktorá umožňuje aj vektorové riadenie tohto motora.

Jeho využitie je v budúcnosti možné. Nominálny výkon motora je 12 kW pri prúde 40,9 A, v režime S6 (nepretrúšaná periodická prevádzka) je výkon až 18 kW. Základné otáčky sú 1500 ot/min (pri 50 Hz) a maximálne sú 7500 min<sup>-1</sup> (pri 250 Hz).

Motor je napájaný napätím s premenlivou frekvenciou z frekvenčného meniča VONSCH VOFREM 400 037, ktorý je schopný napájať motory do nominálneho výkonu 30 kW pri prúde 63 A, (špičkový krátkodobý prúd až 126 A), pri lineárnej záťaži, kde sa zaťažovací moment v závislosti od otáčok mení lineárne.

Pri kvadratickej záťaži je menič schopný poháňať motory s nominálnym výkonom 37 kW a pri prúde až 76 A. Lineárna záťaž je typická pri obrábaní, ale aj pri textilných strojoch, typickým príkladom kvadratickej záťaže je pohon ventilátora.

Výrobca meniča udáva nominálny prúd odoberaný meničom 75 A, pri napájaní 3 x 400/230 V AC.

Výstupná frekvencia meniča sa môže pohybovať v rozsahu 0 až 400/1000 Hz podľa typu meniča. Základné zapojenie ovládacích vstupov a silových výstupov meniča je uvedené v príručke prístroja. Pre ovládanie a nastavenie parametrov meniča a režimu činnosti možno využiť displej s klávesnicou na jeho prednom paneli, alebo sériové rozhranie štandardu RS485 či RS232.

Využíva sa tu asynchrónny znakovito orientovaný komunikačný protokol SETX – 1 x start bit + 8 – bit data + 1 x stop bit.

Keďže systém sa využíval v laboratórnych podmienkach, využili sme rozhranie RS232 pre ovládanie meniča z PC. Ak by sa použilo rozhranie RS485, treba do ovládacej zbernice vradiť RS232/RS485, pričom ovládací softvér sa nemení.

## Komunikácia medzi meničom a PC

Vykonáva sa zasielaním telegramov s rôznou dĺžkou. Štruktúra komunikačného rámca pozostáva z hlavičky telegramu tvorenej tromi znakmi STX (02h) idúcimi za sebou, z dátových bytov DATA\_n, z ktorých sa vypočítava kontrolná suma posielaná hneď za dátami – CRC\_hi a CRC\_lo, a z ukončovacieho znaku ETX (03h).

Tretí používaný riadiaci znak je prefixovaný znak DLE (10h). Kontrolná suma môže byť vypočítaná jednoduchším spôsobom ako poradové CRC, alebo ako zložitejšie tabuľkové CRC, ktoré zase zaisťuje väčšiu bezpečnosť komunikácie. Dátové pole – súčasť telegramu sa líši podľa toho, či ide o pole pre čítanie dát a vykonávanie povelu, zápis dát, alebo o odpoveď meniča na zasielané dáta. V prípade povelu a čítania dát má dátové pole formu kde je najskôr posielaná adresa meniča ADRMEN\_hi a ADRMEN\_lo a následne adresa dát ADRDAT\_hi a ADRDAT\_lo. Pri zápise je

potrebné poslať aj zapisované údaje (napr. nová výstupná frekvencia). Menič odpovedá svojou adresou, adresou posielaných dát, samotnými dátami a stavovým registrom.

Pre správnu funkciu komunikácie je potrebné vopred nastaviť niektoré parametre meniča. Výber rozhrania RS232 sa uskutoční príslušnou voľbou v parametri „Rozhranie linky“, v parametri „Adresa meniča“ musíme zadať adresu, ktorá je súčasťou posielaných dát pri komunikácii. Dôležité sú tiež parametre „Typ CRC“ a „Baudova rýchlosť“, pričom je dôležité povoliť zmenu parametrov sériovou linkou („Zmena parametrov“).

### **Popis riadiaceho programu pre ovládanie frekvenčného meniča**

Program pre komunikáciu s meničom a jeho riadenie bol napísaný v jazyku Delphia a komplikovaný builderom Borland Delphi Enterprise ver. 6.0. Je určený pre platformu 32-bit Windows 95/98/Me/2k/NT/XP. Vytvorená Windows aplikácia sa skladá z výkonného modulu Frmv\_com.EXE a inicializačného textového súboru Voncom.INI formátu ASCII.

Po spustení aplikácie sa vytvorí dialógové okno obsahujúce niekoľko ovládacích panelov a stavový riadok (v dolnej časti okna), pričom počiatočné nastavenie systémových parametrov sa načíta z \*.INI súboru. Ovládací panel systémových parametrov v ľavej časti okna umožňuje voľbu komunikačného portu (COM1:/COM2:), adresy meniča (1 až 5) a typu meniča (VONSCH 1000/400). Po vykonaní prípadnej zmeny parametra je možné aktuálne nastavenie uložiť, alebo obnoviť pôvodné hodnoty s použitím tlačidiel Save/Load v paneli „Initialization file“. Panel „Frequency setting“ obsahuje editačné prvky pre nastavovanie hodnôt min/max frekvencie meniča (medzné hodnoty) a aktuálne hodnoty frekvencie. Frekvencie možno nastaviť hrubo s pomocou posuvníka a jemne s pomocou editačného prvku. Aktuálna frekvencia sa okamžite vysiela formou príslušného telegramu do meniča. Obsah telegramu vrátane odpovede meniča sa zobrazuje v dolnom riadku ovládacieho panela. Nastavenie medzných hodnôt frekvencií sa realizuje jednorázovo pomocou tlačidla Apply a je záväzná pre následné požadované hodnoty aktuálnej frekvencie.

Panel „Commands“ obsahuje tlačidlo Run pre rozbeh motora na požadovanú frekvenciu a Stop pre jeho zastavenie a prvok pre voľbu smeru otáčania - v prípade jeho potvrdenia. Povelom „Reversation“ sa motor bude otáčať opačným smerom. Zmena smeru otáčania je možná aj počas chodu motora. Treba uvážiť, či to nebude mať negatívny vplyv na prevádzkované zariadenie. Aplikácia sa ukončuje tlačidlom „Exit“ v pravej časti okna, ktoré zaistí regulárne ukončenie komunikácie medzi PC a frekvenčným meničom (vyprázdnenie komunikačných bufferov pre príjem a vysielať telegramov).

### **Experimentálne overenie systému**

Pre overenie funkčnosti popisovanej Windows aplikácie boli vykonané experimentálne merania otáčkovej charakteristiky motora 2AD134B. V budúcnosti sa uvažuje o zavedení spätnej väzby z otáčok motora využitím vnútorných snímačov v motore, čo je potrebné napr. pri vektorovom riadení motora. Testovaný režim skalárneho riadenia informáciu o hodnote otáčok motora nevyhodnocuje. Preto pre meranie otáčok motora bola použitá bezkontaktná metóda pomocou nezávislého digitálneho prístroja DT-2234A firmy ALFA Electronics. Vzhľadom k parametrom meraného AC motora (maximálne otáčky  $7500 \text{ min}^{-1}$ ), meranie prebiehalo v rozsahu frekvencií 0 až 250 Hz s krokom 5 Hz. Odchýlky od linearitu teoretického priamkového priebehu otáčkovej charakteristiky sú spôsobené ľudským faktorom – nesprávnym uhol priloženia tachometra k hriadeľu. Tento jav je ešte viac zrejmy z priebehu sklzu. Pre uskutočnenie experimentu sme mali k dispozícii 2 typy frekvenčného meniča VONSCH VQFREM 400 037, ktoré boli schopné generovať výstupné napätie 3 x 400 VAC s maximálnou frekvenciou 400 a 1000 Hz. Frekvenčné charakteristiky AC motora boli pre oba typy identické, jediný rozdiel spočíval vo formáte zasielaných telegramov pre nastavenie aktuálnej frekvencie. Parameter pre zápis požadovanej frekvencie je vo formáte WORD (maximálny rozsah 655 35), čo znamená, že pri meniči VONSCH 400 Hz sa želaná frekvencia násobí konštantou  $f_{km} = 100$ , tak možno dosiahnuť minimálnu zmenu 0,01 Hz. U meniča s frekvenciou 1000 Hz je konštanta  $f_{km} = 10$  a teda možno meniť frekvenciu s krokom 0,1 Hz.

## Záver

Ako vyplýva z dokumentácie AC motora 2AD134B, sú v ňom integrované snímače priebehov napätí spätnoväzobných obvodov, ktoré je možné využiť na priame odčítanie otáčok. Tieto priebehy sa môžu snímať pomocou A/D prevodníka a následne vyhodnocovať v riadiacom počítači. Takto získané údaje možno použiť pre zobrazovanie aktuálnej frekvencie (v režime on-line) alebo pre automatizované meranie otáčkových charakteristík s následným vyhodnocovaním (v režime off-line). Ďalej je to touto metódou možné vytvoriť uzavretý systém so spätnou väzbou riadený PID regulátorom. Pre navrhovaný spôsob riešenia máme v súčasnosti na pracovisku k dispozícii zásuvnú kartu do PC so 16-mi 14 bit A/D prevodníkmi pracujúcimi s maximálnou vzorkovacou frekvenciou 250 kHz v multiplexnom režime s interným pamäťovým bufferom 32 kWord. Karta je vybavená signálovým procesorom rady ADSP2104 s výpočtovým výkonom 20 MIPS, čo pre popisované merania postačuje. Druhým, časovo náročnejším ale systémovo výhodnejším variantom riešenia je použitie frekvenčného meniča Indramat DIAX04, ktorý obsahuje analógové vstupy priamo kompatibilné s daným typom AC motora a obsahuje aj funkčné bloky pre spätnoväzbové riadenie s PID regulátorom. Ďalším cieľom bude vytvoriť univerzálny riadiaci program fungujúci s oboma typmi frekvenčných meničov, preto je potrebné najskôr vyriešiť komunikáciu meniča Indramat s riadiacim počítačom, lebo komunikácia meničov Indramat je koncepčne úplne odlišná od komunikácie meničov VONSCH.

## **Komerčné metódy riadenia frekvenčných meničov.**

Kdispozícii máme tieto metódy riadenia:

1. Otvorená slučka, „Volt/frekvencia“ ovládanie
2. Otvorená slučka, „vektorové“ ovládanie
3. Uzavretá slučka, „vektor magnetického toku“

### **1. Otvorená slučka, „Volt/frekvencia“ ovládanie**

V tomto režime je definovaná charakteristika  $U/f$ . Výstupná frekvencia je závislá od vstupného napätia.

#### **Výhody režimu riadenia:**

Jednoduché prevedenie, nízka cena, jednoduché nastavenie. Nie je potrebné ďalšie technické vybavenie. Možnosť pripojenia viacerých motorov.

#### **Nevýhody režimu riadenia:**

Slabé dynamické vlastnosti, nízka presnosť riadenia otáčok, nie je možné riadiť krútiaci moment motora, nízka úroveň riadiacich algoritmov.

### **2. Otvorená slučka, „vektorové“ ovládanie.**

#### **Výhody režimu riadenia:**

Vysoká úroveň dynamického ovládania, dokonalý krútiaci moment pri nízkych frekvenciách, účinné prúdové riadenie. Nie je potrebné ďalšie technické vybavenie. Možnosť automatického ladenia.

#### **Nevýhody režimu riadenia:**

Neumožňuje optimálnu dynamiku, nedosahuje úplný krútiaci moment v nule, obmedzené schopnosti automatického ladenia. Pre nastavenie je potrebné poznať podrobnosti riadeného motora. Neumožňuje pripojenie viacerých motorov.

### **3. Uzavretá slučka, „vektor magnetického toku“.**

#### **Výhody režimu riadenia:**

Optimálne dynamické vlastnosti  
Plný krútiaci moment otáčok motora v nule  
Optimálne riadenie toku  
Schopnosť automatického ladenia  
Možnosť priameho automatického ladenia.

**Nevýhody režimu riadenia:**

Neumožňuje pripojenie viacerých motorov , nutné je ďalšie technické vybavenie (interaktívny snímač).

**Šírková impulzná modulácia (PWM).**

Používa sa v napäťových striedačoch frekvenčných meničov. Umožňuje v jednej výkonovej jednotke zmenu napätia aj frekvencie t.j. z jednosmerného napájacieho napätia vytvára 3F sústavu požadovaného napätia a frekvencie v určitom rozsahu. Ako výkonové spínacie prvky sa v súčasnosti hojne využívajú IGBT tranzistory. Plní funkciu riadeného spínača.

Pri zavretom tranzistore je jeho napätie na výstupe rovné nule a pri otvorení sa jeho napätie rovná približne napájaciemu napätiu. Modulačná frekvencia spínania sa pohybuje od 3 do 12kHz. Nevýhodou nízkych frekvencií je hlučný chod motora, ktorý sa prejavuje nepríjemným pískaním. Pri vysokých frekvenciách sa zase zvyšujú straty.



# FREKVENČNÝ MENIČ VARIFLEX

## VARIFLEX FREKVENČNÉ MENIČE 0,25 AŽ 4 Kw

Tieto meniče s elektronickým riadením sú určené k použitiu s príslušnými motormi, kontrolérmi, súčiastkami elektrickej ochrany a ďalším zariadením, s ním tvorí koncové produkty alebo systémy. Zhoda s predpismi o bezpečnosti a elektromagnetickej spôsobilosti závisí na správnej inštalácii a konfigurácii meničov, okrem použitia určených vstupných filtrov. Meniče musia inštalovať profesionálni montéri, ktorí poznajú požiadavku na bezpečnosť a elektromagnetickú spôsobilosť (EMC). Montér zodpovedá za zaistenie zhody koncového produktu alebo systému so všetkými zodpovedajúcimi zákonmi platnými v krajine inštalácie. Ďalšie informácie nájdete v tejto príručke VariFlex – návod k obsluhu. K dispozícii je tabuľka technických údajov poskytujúca podrobné informácie o elektromagnetickej spôsobilosti (EMC).



## INFORMÁCIE O BEZPEČNOSTI

### Varovanie, výstrahy a poznámky

- varovanie obsahuje informácie dôležité pre zabránenie vzniku bezpečnostného rizika
- výstraha obsahuje informácie nutné pre zabránenie vzniku rizika poškodenia produktu alebo iného zariadenia

### Bezpečnosť elektrických zariadení – obecné varovanie

Napätie používané v meniči môže spôsobiť úraz elektrickým prúdom a popálenie; môže viesť aj k úmrtiu. Pri práci s meničom alebo v jeho blízkosti je vždy nutná najvyššia opatnosť. Na konkrétnych miestach tejto príručky sú uvedené konkrétne varovania.

### Projektovanie meniča a bezpečnosť obsluhy

Menič je konštruovaný ako súčasť odborného začlenenia do kompletného zariadenia alebo systému. Pri nesprávnej inštalácii môže menič predstavovať bezpečnostné riziko. Menič využíva vysoké napätia a prúdy, akumuluje vysoké hodnoty elektrickej energie a používa sa k riadeniu zariadení, ktoré môžu spôsobiť zranenie.

Projekt meniča, inštalácie, spustenie a údržbu musí vykonávať personál s kompletným školením a skúsenosťami. Tieto informácie o bezpečnosti a príručka musí byť dôkladne prečítaná.

Pre zaistenie bezpečnosti personálu sa nedá spoliehať na ovládacie prvky STOP a START alebo elektrické vstupy meniča. Tieto prvky neizolujú nebezpečné napätie z výstupu meniča alebo akýchkoľvek externých voliteľných jednotiek. Pred prístupom k elektrickému pripojeniu, musí byť napájanie odpojené schváleným odpojovacím zariadením.

Menič nie je určený k použitiu s funkciami súvisiacimi s bezpečnosťou.

Je treba venovať zvýšenú pozornosť funkciám meniča, ktoré by mohli mať za následok riziko, buď následkom stanoveného správania alebo nesprávneho prevozu z dôvodu chyby. V akejkoľvek aplikácii kde by porucha meniča alebo jeho riadiaceho systému mohla viesť k poškodeniu, strate alebo zraneniu, musí byť vykonaná analýza rizík; v prípade nutnosti je potrebné vykonať ďalšie opatrenia za účelom zníženia rizika – napríklad zariadenie ochrany proti prekročeniu normálnych otáčok pri zlyhaní riadenia rýchlosti alebo bezpečnostnú mechanickú brzdu pre prípad zlyhania motorovej brzdy.

### Limity ochrany životného prostredia

Je potrebné vyhovieť pokynom uvedeným v dodaných dátach a informáciách v Príručke technických údajov VariFlex týkajúcich sa prepravy, skladovania, inštalácie a použitia meniča, vrátane uvedených limitov ochrany životného prostredia. Meniče nesmú byť namáhané nadmernou mechanickou silou.

### Prístup

Prístup musí byť obmedzený len na oprávnený personál. Je potrebné vyhovieť bezpečnostným predpisom platným v krajine použitia.

Hodnota IP krytia meniča závisí na konkrétnej inštalácii. Ďalšie informácie nájdete v Príručke technických údajov VariFlex.

## **Motor**

- Zaistíte inštaláciu motora v súlade s doporučeniami výrobcu.
- Zaistíte, aby nebol odkrytý hriadeľ motora.
- Štandardné asynchrónne motory s kotvou nakrátko sú konštruované na prevoz pri jedinej hodnote otáčok.
- Pokiaľ je požadovaný menič prevoz motora pri otáčkach nad určené maximum, dôrazne sa doporučuje najprv konzultovať túto záležitosť s výrobcom.
- Nízke rýchlosti môžu spôsobiť prehriatie motoru s dôvodu nízkej účinnosti chladiaceho ventilátora.
- Motor je potrebné vybaviť ochranným termistorom. V prípade nutnosti je potrebné použiť elektrický výtláčny ventilátor.
- Hodnoty parametrov motora nastavené v meniči ovplyvňujú ochranu motora.
- Nedá sa spoliehať na dané hodnoty v meniči.
- Je dôležité, aby bola doplnená správna hodnota do parametrov 06, menovitý prúd motora.
- Táto hodnota ovplyvňuje tepelnú ochranu motora.

## **Nastavenie parametrov**

Niektoré parametre majú výrazný efekt na prevoz meniča.

Nesmú byť menené bez dôkladného zváženia vplyvu na riadiaci systém. Je nutné vykonať opatrenia k zamedzeniu nežiaducich zmien následkom chyby alebo porúch.

## **ELEKTROINŠTÁCIA**

### **Riziko úrazu elektrickým prúdom**

Napätie prítomné v nasledujúcich miestach môžu spôsobiť vážne úrazy elektrickým prúdom i úmrtie:

- napájacie káble a pripojenia sieťového napätia
- káble a pripojenie dynamickej brzdy
- výstupné káble a pripojenie
- viaceré vnútorné časti meniča a externé voliteľné jednotky
- Nie je uvedené, že riadiace svorky sú jednoducho izolované a nesmú sa ich dotýkať.

### **Odpojenie**

Pred demontážou ľubovoľného krytu z meniča alebo pred vykonaním akýchkoľvek servisných prác musí byť od meniča odpojené sieťové napájanie pomocou schváleného odpájacieho zariadenia.

### **Funkcia zastavenia – STOP**

Funkcia STOP neodpojuje od meniča, motora ani inej externej voliteľnej jednotky nebezpečnej napätie.

### **Akumulovaný náboj**

Menič obsahuje kondenzátory, ktoré zostávajú nabité až potenciálne smrtiacim napätím aj po odpojení sieťového napájania.

Pokiaľ bol menič napájaný, musí byť sieťové napojenie pred pokračovaním práce odpojené na dobu najmenej 10 minút.

Za normálnych okolností sa kondenzátory vybíjajú vnútorným rezistorom. Za určitý neobvyklých podmienok (porucha) sa však môže stať, že sa kondenzátory nevybijú alebo bude zamietnuté ich vybitie pripojením napätia na výstupné svorky.

Pokiaľ dôjde k porušeniu meniča spôsobom, v ktorom náhle zhasne displej, je možné, že kondenzátory nebudú vybité. V takomto prípade kontaktujte spoločnosť Carlo Gavazzi alebo jej autorizovaného predajcu.

### Zariadenia napájané vidlicou zo sieťovej zásuvky

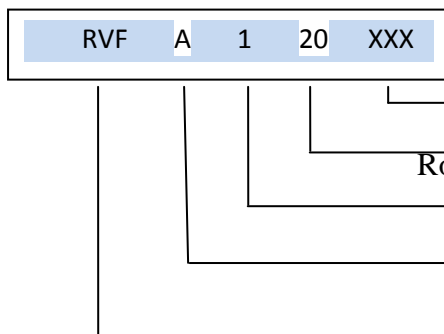
Menič je inštalovaný do zariadenia pripojeného k sieťovému napájaniu vidlicou zo sieťovej zásuvky, je treba dbať na zvýšenú pozornosť. Napájacie sieťové svorky meniča sú pripojené k interným kondenzátorom cez usmerňovacie diódy. Tieto diódy nie sú určené k zaisteniu bezpečného odpojenia. Pokiaľ existuje možnosť dotyku na vývody vidlice pri odpojovaní zo zásuvky, je nutné použiť prostriedok automatického odpojenia vidlice od meniča (napríklad samodržné relé).

### Zemniaci zvodový prúd

Menič sa dodáva s osadeným interným filtračným kondenzátorom EMC. Pokiaľ sa napájacie napätie meniča dodáva cez ELCB alebo RCD, tieto môžu následkom zemniaceho z vodového prúdu vypnúť.

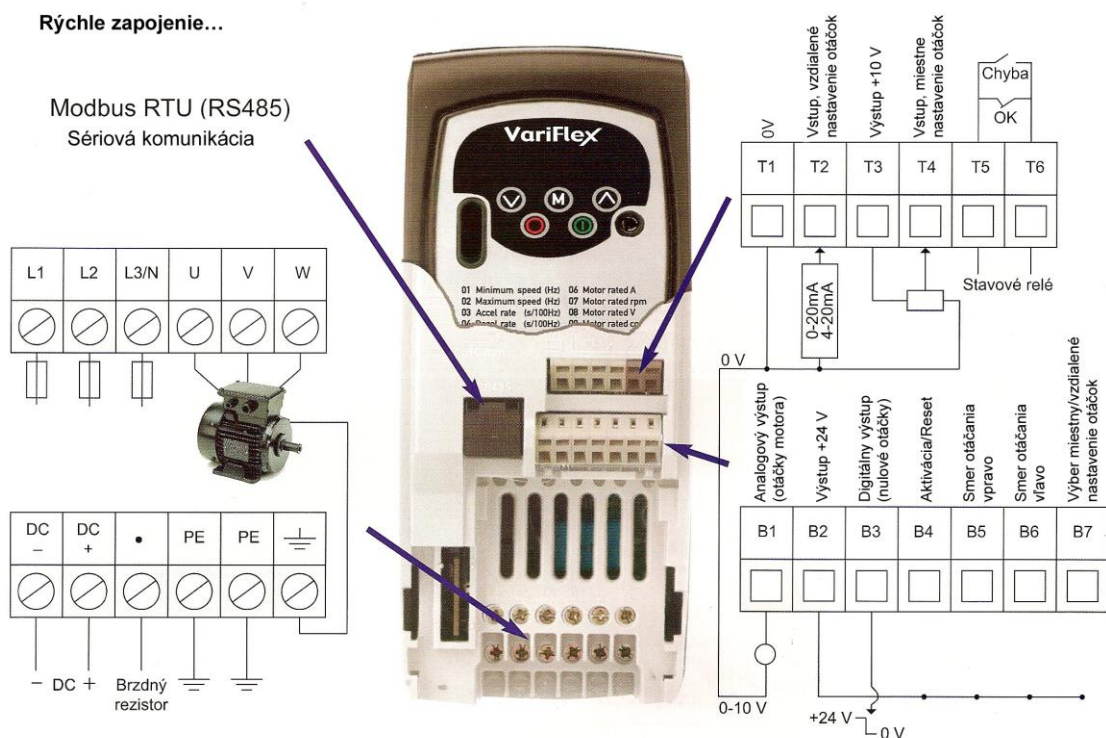
### Menovité hodnoty

Modelové vysvetlenie kódovania



Menovitá hodnota meniča-kW: 025=0,25kW  
Menovitá hodnota meniča-napätie:23=230V,40=400V  
Počet napájacích fáz:1=1 fáza,3=3 fázy,D=1 a 3 fázy  
Model: Variflex

## Zapojenie meniča



- Sieťové napájanie meniča musí byť osadené príslušnou ochranou proti preťaženiu skratom
- Nedodržaním tejto požiadavky vzniká nebezpečenstvo požiaru
- Menič musí byť uzemnený vodičom schopným preniesť eventuálny poruchový prúd v prípade chyby

### Brzdny odporník:

Môže dosahovať vysokú teplotu. Umiestnite brzdny odporník, tak aby nedošlo k poškodeniu. Použite kábel s izoláciou odolnou voči vysokým teplotám.

### Zemiaci zvodový prúd

Zemiaci zvodový prúd závisí od osadenia interného filtra EMC. Menič sa dodáva s osadením filtrom.

## Použitie prúdových chráničov

Existujú tri obvyklé typy:

- **Typ AC** detekuje poruchové prúdy sieťového napätia (striedavé)
- **Typ A** detekuje poruchové prúdy sieťového napájania (striedavého) a pulzné poruchové prúdy jednosmerného napájania (za predpokladu, že jednosmerný prúd dosiahne nulu najmenej jeden krát za každú polovicu cyklu)
- **Typ B** detekuje poruchové prúdy sieťového napájania, pulzného jednosmerného prúdu a hladkého jednosmerného prúdu
- Typ AC by sa s meničom nemal nikdy používať
- Typ A sa môže používať s jednofázovými meničmi
- Typ B je nutné používať s trojfázovými meničmi

## Interní filter EMC

Pokiaľ nie je konkrétny dôvod k odstráneniu, odporúča sa, aby bol interní filter EMC ponechaný na mieste.

Interný filter EMC redukuje vysokofrekvenčné rušenie sieťového napájania.

Pri ďalšom kábli motora naďalej filter poskytuje užitočné zníženie úrovne rušenia a pri použití s ľubovoľnou dĺžkou tieného kábla až do medznej hodnoty stanovenej pre menič je nepravdepodobné, že by mohli byť rušené blízke priemyselné zariadenia.

Odporúča sa použiť filter vo všetkých aplikáciách, pokiaľ nie je zemniaci zvodový prúd neprípustný alebo pokiaľ neplatia vyššie uvedené podmienky.

## Klávesnica a displej

Klávesnica a displej sa používa k nasledujúcim účelom

- Zobrazenie prevozného stavu meniča
- Zobrazenie kódu chyby alebo vypnutia
- Čítanie a zmeny a hodnôt parametra
- Zastavenie, spustenie a resetovanie meniča



### **Programovacie tlačítka**

REŽIM (MODE) Zmena režimu prevozu meniča.

HORE/DOLE Výber parametrov a úprava ich hodnôt.

V režime Klávesnice sa používajú k zvýšeniu a zníženiu otáčok motora.

### **Ovládacie tlačítka**

START (I) Spustenie meniča v režime Klávesnice.

STOP/RESET (0) Zastavenie a resetovanie meniča v režime Klávesnice.

Je možné ju použiť k resetovaniu meniča v režime Svorkovnice.

## Jednoduché nastavenie displeja



The diagram illustrates the steps to set a parameter on the VariFlex drive. On the left is the physical control panel with a digital display and several buttons. The display shows a sequence of screens:

- Zobrazenie stavu:** The display shows "rd 0.0". Pressing the **M** button leads to the next screen.
- Zobrazenie parametru:** The display shows "01 0.0". Pressing the **▲** button leads to the next screen.
- Parameter 02:** The display shows "02 50.0". Pressing the **M** button leads to the next screen.
- Aktuálne max. otáčky (50,0 Hz):** The display shows "02 50.0". Pressing the **▼** button leads to the next screen.
- Nové max. otáčky (45,0 Hz):** The display shows "02 45.0". Pressing the **M** button leads to the next screen.
- Návrat na zobrazenie stavu:** The display shows "rd 0.0". Pressing the **M** button leads to the next screen.

At the bottom right, there is a motor icon with the word "KONEC" (END) next to it. Below the motor icon are two buttons: a green "Run (Spustiť)" button and a red "Stop" button.



# Jednoduché ovládanie pohonu

0,25 – 4 kW...



Montáž na dosku  
(DIN lišta max. 1,5 kW)

Odpočet stavu  
motora

Štart  
Stop  
Zmeniť

Slot pre  
predvolený  
program  
(Memory Stick)

Jednoduché  
pokyny  
na nastavenie

Jasne označené  
konektory  
s praktickými  
rozmermi

**Čerpadlo**  
Presné ovládanie

**Ventilátor**  
Úspora energie

**Dopravník**  
Plynulé zrýchlenie

**Vytlačací lis**  
Spoľahlivosť

**Miešadlo**  
Jednoduchosť a ľahkosť

**Odvijanie materiálu**  
Výkon

**Pripojenie viacerých motorov**  
Otvorená slučka V/Hz