

# TOP 5 ZMIEN PARAMETROV MENIČOV FREKVENCIE ČO POTREBUJETE NASTAVIŤ A PREČO



*Meniče frekvencie zlepšujú účinnosť systému a často poskytujú návratnosť investície za menej ako rok.*



*Vo väčšine prípadov postačí pre vašu aplikáciu predvolené nastavenie meniča frekvencie.*

*Pokiaľ je nastavenie nutné, obvykle sa pre aplikáciu neupraví viac ako 12 parametrov.*

**Tento dokument podrobne popisuje 5 hlavných zmien parametrov vykonávaných montérmi meničov kmitočtu, aby ste lepšie porozumeli ich dôležitosti.**

## ÚVOD

Frekvenčné meniče (VFD) sú elektronické zariadenia využívajúce rýchlo pôsobiace spínače (tranzistory IGBT) na prevod trojfázového vstupného napájania na výstup s premenlivou frekvenciou a napätím na riadenie otáčok motora.

Prostredníctvom VFD je možné elektromotory používať na prevádzkovanie širokej škály aplikácií, aby sa dosiahlo ovládanie, ktoré nie je možné klasickými spôsobmi riadenia alebo mechanickými prostriedkami realizovať. Pomocou motorov riadených VFD môžu užívatelia optimalizovať účinnosť systému prispôbením otáčok motora tak, aby boli dodržané presné požiadavky systému.

Väčšina aplikácií VFD zlepšuje účinnosť systému a poskytuje návratnosť investícií do meničov kmitočtu v úsporách energie obvykle za menej ako jeden rok.

Rovnako ako všetka elektronika aj VFD pokročili počas svojej dlhej histórie v schopnostiach a funkciách a ponúkajú viac systémového riadenia, ktoré pomáha eliminovať externé zariadenia a integrovať programovateľné logické automaty (PLC).

Vzhľadom k týmto inováciám je úplne pochopiteľné, že môžete byť prekvapení možnosťami programovania VFD pre vašu aplikáciu. Avšak väčšina aplikácií vyžaduje pre riadenie motora iba najzákladnejšie nastavenie. Je to preto, že VFD sú navrhnuté a skonštruované tak, aby zložité bolo jednoduché. Môžu dokonca používať integrovaných sprievodcov nastavením, aby vás rýchlo previedli procesom uvedenia do prevádzky.

Vo väčšine prípadov bude predvolené nastavenie VFD postačovať pre vašu aplikáciu a nebude vyžadovať žiadne úpravy. Pre aplikáciu nie je obvykle upravených viac ako 12 parametrov. Tento článok podrobne popisuje zoznam 5 hlavných nastavení parametrov programovaných techniky VFD, aby to užívateľom pomohlo lepšie pochopiť, aké majú nastavenia a prečo.



Obrázok 1 - VFD umožňujú užívateľom rýchle uvedenie do prevádzky pomocou integrovaných sprievodcov nastavením.

# TOP 5 ZMIEN PARAMETROV MENIČOV FREKVENCIE ČO POTREBUJETE NASTAVIŤ A PREČO

Existujú tri klasifikácie základných metód riadenia:

- U/f riadenie
- Vektorové riadenie s otvorenou slučkou
- Vektorové riadenie s uzavretou slučkou

Riadenie U/f sa bežne používa pre aplikácie ventilátorov a čerpadiel, kde nie je vyžadovaná presná regulácia otáčok.

## 1) METÓDA RIADENIA

Prvé nastavenie, ktoré montéri VFD bežne nastavujú, je metóda riadenia.

Tieto možnosti riadenia sa dajú rozdeliť do troch skupín:

- U/f riadenie
- Vektorové riadenie s otvorenou slučkou (bez enkodéra)
- Vektorové riadenie s uzavretou slučkou (s enkodérom)

U/f riadenie je najbežnejšie používanou metódou riadenia motora. Je to najzákladnejšie riadenie z troch topológií. Riadenie U/f stanovuje výstup meniča na preddefinovanú krivku napätia a frekvencie, ktorú má motor sledovať podľa toho, ako sa mení príkaz rýchlosti meniča. Tieto U/f krivky je možné upraviť tak, aby poskytovali vysoký rozbehový moment alebo ich je možné znížiť pre optimalizáciu účinnosti pri záťažach s premenlivým momentom, ktoré nevyžadujú konštantný pomer napätia a frekvencie.

Vektorové riadenie s otvorenou slučkou je metóda riadenia, ktorá poskytuje presnejšie ovládanie rýchlosti motora. Frekvenčné meniče môžu implementovať toto riadenie pomocou mnohých rôznych a komplikovaných schém riadenia. V podstate sa na sledovanie, interpretáciu a reakciu na prúdovú spätnú väzbu používajú zložité algoritmy, aby bolo zaistené presné riadenie motora. Najjednoduchší spôsob, ako nazerať na túto metódu riadenia, je pozeráť na ňu ako na presné riadenie motora bez potreby enkodéra.

Vektorové riadenie s uzavretou slučkou je najpokročilejší dostupný spôsob riadenia motora. Ako jeho názov napovedá, vektorové riadenie s uzavretou slučkou využíva enkodér motora (snímač otáčok), ktorý poskytuje presnú spätnú väzbu rýchlosti a eliminuje akúkoľvek chybu v riadení VFD generovanú jednoduchou reakciou na prúdovú spätnú väzbu. Pridaním enkodéra je meniču presne oznamované, čo motor robí a ako reaguje na záťaž.

### Prečo by som mal nastavovať metódu riadenia?

Nastavenie metódy riadenia je v podstate funkciou uspokojenia potrieb vašej aplikácie.

Niektoré aplikácie sú jednoduché a musia bežať len na približných otáčkach, zatiaľ čo iné potrebujú presné a dynamické riadenie motora.

Každá z troch schém riadenia spĺňa požiadavky aplikácie alebo obmedzuje programovanie potrebné na uvedenie systému do prevádzky.

### U/f riadenie (V/Hz)

Riadenie U/f sa bežne používa u systémov, ktoré nevyžadujú presné riadenie otáčok, ako sú ventilátory alebo čerpadlá.

# TOP 5 ZMIEN PARAMETROV MENIČOV FREKVENCIE ČO POTREBUJETE NASTAVIŤ A PREČO

V najzákladnejších metódach U/f riadenia je motoru umožnené sklízuť (driftovať) mimo žiadanú rýchlosť. Mierna zmena rýchlosti neovplyvní celkový výkon systému, pretože ďalšie nastavenia meniča upravia rýchlosť tak, aby bola zachovaná požiadavka systému. Inými slovami, ak je požiadavka na ventilátor, aby bežal na polovičných otáčkach a nemôže túto požiadavku udržať, potom celková konfigurácia systému, prostredníctvom slučky PI (proporcionálne integračné) meniča alebo s externým zariadením, zosilní žiadanú rýchlosť tak, aby boli zaistené otáčky motora potrebné k uspokojeniu požiadavky.

Riadenie U/f je najbežnejšie používanou metódou riadenia, pretože jeho implementácia vyžaduje len málo alebo žiadne programovanie.

Väčšina výrobcov meničov má vďaka dlhoročným skúsenostiam s aplikáciami svoje východiskové nastavenia už optimálne nakonfigurované pre väčšinu aplikácií ventilátorov a čerpadiel. Tieto predvolené hodnoty ponúkajú optimálne úspory energie s malými alebo žiadnymi požiadavkami na programovanie.

Dokonca aj aplikácie s konštantným krútiacim momentom, ako je kompresor, môžu využívať výhody U/f riadenia pre jednoduché nastavenie.

## Vektorové riadenie s otvorenou slučkou

Metódy vektorového riadenia s otvorenou slučkou zlepšujú riadenie procesu a znižujú údržbu.

Vektorové riadenie s otvorenou slučkou napríklad reguluje otáčky motora v rozsahu 1:200 menovitých otáčok motora, umožňuje dynamické riadenie rýchlosti, vysoký rozbehový moment až do nízkych otáčok a obmedzuje prúd a krútiaci moment bez nutnosti externých zariadení.

Na zabezpečenie týchto pokročilých schopností vyžaduje VFD špecifické informácie o vlastnostiach motora, ako je prúd motora naprázdno, odpor vinutia a indukčnosti.

Na získanie týchto kľúčových informácií by mal menič prejsť jednoduchým ladením vyžadujúcim základné údaje z typového štítku motora, ako je menovitý prúd, napätie a otáčky, ktoré je potrebné zadať pomocou klávesnice.

Medzi aplikácie, ktoré z tohto riadenia ťažia najviac patria mixéry, práčky a dierovacie/raziace lisy.

## Vektorové riadenie s uzavretou slučkou

Vektorové riadenie s uzavretou slučkou pridáva signál spätnej väzby rýchlosti pre maximalizáciu riadenia procesu a minimalizáciu údržby, dovoľujúce presné riadenie rýchlosti až na jednu otáčku za minútu, vysoký rozbehový moment pri nulových otáčkach, riadenie nulových otáčok (pozičné riadenie v nule) a reguláciu krútiaceho momentu.

*Vektorové riadenie s otvorenou slučkou:*

- *Reguluje otáčky motora v rozsahu 1:200 menovitých otáčok motora*
- *Poskytuje dynamickú reguláciu otáčok a vysoký rozbehový moment*
- *Obmedzuje prúd a moment bez externých zariadení*

# TOP 5 ZMIEN PARAMETROV MENIČOV FREKVENCIE ČO POTREBUJETE NASTAVIŤ A PREČO

*Vektorové riadenie s uzavretou slučkou umožňuje:*

- *Presnú reguláciu rýchlosti až do 1 ot/min*
- *Vysoký rozbehový moment pri nulových otáčkach*
- *Krátky čas ustálenia*
- *Kratší čas pracovného cyklu*
- *Nižšie náklady na stroj a dobu návratnosti*
- *Nižšiu konštrukčnú zložitosť stroja*

Tieto funkcie sa používajú v aplikáciách, ktoré sa nemôžu odchyliť o viac ako niekoľko otáčok za minútu, inak by výstupný produkt nemusel spĺňať jeho navrhnuté špecifikácie.

Veľa extrudérov napríklad využíva spätnú väzbu enkodéra na udržanie rýchlosti motora podľa presných požiadaviek, aby sa zabezpečilo, že produkt bude spĺňať jeho špecifikácie. Spätná väzba enkodéra taktiež zaisťuje presné monitorovanie krútiaceho momentu, čo umožňuje meniču okamžite reagovať na podmienky vysokého krútiaceho momentu, ktoré môžu upchať alebo poškodiť stroj.

Rovnaké požiadavky na ladenie motora ako pri vektorovom riadení s otvorenou slučkou sú vyžadované aj pri vektorovom riadení s uzavretou slučkou, aby sa optimalizovalo riadenie motora a znížila potrebná kompenzácia spätnou väzbou motora.

Čím lepšie menič rozumie vlastnostiam motora, tým lepšie môže motor poháňať. To platí s alebo bez spätnej väzby motora.

Výhody vektorového riadenia s uzavretou slučkou využívajú aplikácie, ako sú extrudéry, vysokorýchlostné vretená (výmeny nástrojov v nulových otáčkach) a odvíjačky / navíjačky s konštantným ťahom.

## 2) PRÚD MOTORA PRI PLNOM ZAŤAŽENÍ

Vzhľadom k tomu, že väčšinou je nastavenie metód riadenia VFD už prednastavené pre ich najbežnejšie aplikácie, skutočne prvým nastavením, ktoré zvyčajne programuje každý technik VFD, je nastavenie prúdu pri plnom zaťažení motora (FLA) alebo menovitého prúdu motora.

Motory sú navrhnuté tak, aby umožňovali nepretržitú prevádzku pri menovitých prúdoch uvedených na štítku pri prevádzke s menovitým výkonom a menovitým napätím. Naprogramovanie parametra meniča pre menovitý prúd motora konfiguruje do meniča elektronické tepelné preťaženie pre motor v chode.

### Prečo by som mal nastaviť menovitý prúd motora?

Napriek tomu, že sú VFD prirodzené softštartéry, môžu krátkodobu prekročiť svoje menovité prúdy, napríklad počas štartu, nárazovom zaťažení, rýchlym zrýchlení/spomalení alebo pri nadmernom cyklovaní aplikácie.

Vysoké prúdy po dlhú dobu však povedú k nadmernému zahrievaniu motora, čo môže viesť k zníženiu životnosti a predčasnej poruche.

Prípadne môže dôjsť k zablokovaniu rotora v dôsledku mechanického poškodenia záťaže alebo spojky. A napokon, v priebehu času môže opotrebovanie záťaže viesť k zvýšenému odberu prúdu, ktorý môže prekračovať menovitý prúd motora.

# TOP 5 ZMIEN PARAMETROV MENIČOV FREKVENCIE ČO POTREBUJETE NASTAVIŤ A PREČO

Mnoho motorov čerpadiel a ventilátorov je navrhnutých na zaťaženie s premenlivým momentom, čo znamená, že nie sú navrhnuté pre menovitý prúd pri znížených otáčkach.

Znížená úroveň trvalého preťaženia redukuje nároky na údržbu a zaisťuje maximálnu prevádzkovú životnosť motora.

Aby sa predišlo poruche motora, mal by byť menovitý prúd motora nastavený v meniči tak, aby aktivácia zabudovaného elektronického tepelného preťaženia v meniči spĺňala požiadavku na ochranu motora proti preťaženiu vyžadovanú národnými a miestnymi predpismi.

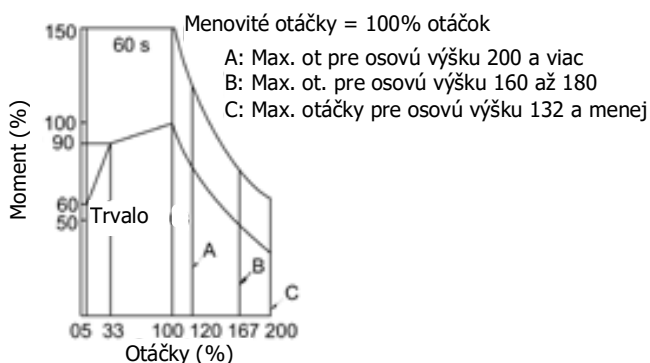
Použitie elektronického tepelného preťaženia VFD umožňuje užívateľovi eliminovať mechanické preťaženie motora, čo eliminuje náklady, potenciálne miesto poruchy a akékoľvek požiadavky na údržbu spojené s udržiavaním funkčnosti klasických ochrán proti preťaženiu.

Funkcia elektronickej ochrany meniča proti preťaženiu odhaduje úroveň preťaženia motora na základe výstupného prúdu, výstupnej frekvencie, tepelných charakteristík motora a času. Hneď ako menič detekuje preťaženie motora, aktivuje sa porucha a výstup meniča sa vypne, aby bol tak motor chránený pred tepelným poškodením.

Tieto krivky preťaženia je možné nastaviť podľa schopností motora. Mnoho motorov ventilátorov a čerpadiel je navrhnutých na zaťaženie s premenlivým krútiacim momentom, čo znamená, že nie sú navrhnuté pre menovitý prúd pri znížených otáčkach. Preto je zaistené zníženie úrovne trvalého preťaženia, aby sa obmedzila údržba a zabezpečila maximálna prevádzková životnosť motora.

Frekvenčné meniče majú predkonfigurované preťaženia, ktoré zohľadňujú mnoho rôznych typov motorov, vrátane záťaží v rozsahu otáčok 40:1, záťaží s konštantným momentom v rozsahu 100:1 a dokonca aj nekonvenčné motory, ako sú motory s permanentnými magnetmi.

Vysoké prúdy po dlhú dobu však povedú k nadmernému zahrievaniu motora, čo môže viesť k zníženiu životnosti a predčasnej poruche.



Obrázok 2 - Typické momentové krivky zobrazujúce podmienky preťaženia

### 3) DOBY ROZBEHU & DOBEHU

Vzhľadom na to, že meniče frekvencie sú prirodzenými softštartérmi, výrazne znižujú nábohovú prúd pri zmene rýchlosti. Na dosiahnutie tohto cieľa menič spúšťa a zastavuje motor na základe naprogramovaných časov rozbehu a dobehu. Tieto časy alebo rýchlosti rámp definujú, ako dlho bude meniči trvať, než sa dostane z nulovej rýchlosti na maximálnu frekvenciu.

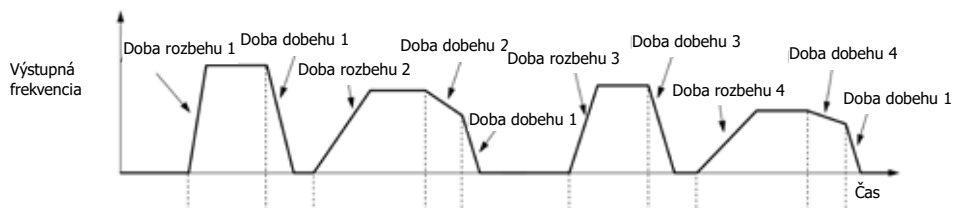
# TOP 5 ZMIEN PARAMETROV MENIČOV FREKVENCIE ČO POTREBUJETE NASTAVIŤ A PREČO

*Kľúčové body na krivke zrýchlenia/spomalenia sa vyskytujú na začiatku a na konci každej rampy. Tu je potrebný najväčší krútiaci moment alebo prúd na vykonanie požadovaného pohybu motora.*

Môžu existovať pevné rampy alebo viac sád rämp, ktoré sa upravujú na základe prevádzkových podmienok alebo prostredníctvom príkazov odoslaných do VFD.

## Prečo nastaviť dobu rozbehu a dobehu?

Použitie vhodnej doby rozbehu a dobehu výrazne zníži záberný prúd pri štarte a prúdové rázy pri zmenách rýchlosti. To vedie k zvýšeniu využiteľného výkonu motora (menej tepla) a životnosti hnacieho ústrojenstva (menej dynamických zmien s vysokým krútiacim momentom).



Obrázek 3 - Výstupná frekvencia vs. čas zobrazujúci doby rozbehu a dobehu

Okrem toho VFD oddeľuje tieto prúdy od vedenia. Napájací transformátor teda nemusí dodávať žiadne veľké rázy, ktoré by mohli spôsobiť zbytočné zahrievanie alebo ovplyvniť jeho napájacie napätie, čo môže mať vplyv na výkon meniča alebo iných zát'aží v systéme.

A nakoniec, nižšie záberné prúdy znamenajú, že sú eliminované poplatky zo strany poskytovateľa energie v dôsledku prúdových/výkonových rázov. Meniče kmitočtu sú štandardne prednastavené na najbežnejšie používané doby rozbehu a dobehu na základe ich zamýšľanej aplikácie.

Pohony ventilátorov a čerpadiel by mali mať dlhšie časy rämp, zatiaľ čo priemyselné pohony na všeobecné použitie vyžadujú často časy rämp kratšie. To opäť pomáha pri zjednodušení procesu inštalácie. Avšak nie všetky predvolené nastavenia fungujú pre každú aplikáciu. Úprava týchto časov rämp bude pravdepodobne potrebná, aby sa prúdy udržali v povolených medziach meniča a motora. Taktiež veľkosť momentu zotrvačnosti zát'aže bude mať vplyv na nastavenie rämp, aby sa rozbehové prúdy udržali v prúdových možnostiach meniča/motora.

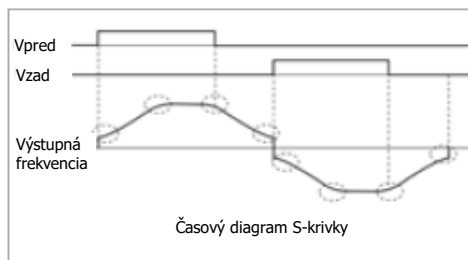
Ostré doby rozbehu a dobehu povedú k vyšším prúdom, ktoré môžu zát'ažovať menič a motor a viesť k preťaženiu alebo poruchám nadprúdu. Nastavenie vhodnej doby rozbehu a dobehu zaisť správny výkon systému a zároveň zaisť bezchybnú prevádzku.

Kľúčové body na krivke zrýchlenia/spomalenia sa vyskytujú na začiatku a na konci každej rampy. Tu je potrebný najväčší krútiaci moment alebo prúd na vykonanie požadovaného pohybu motora. Takže v situáciách, keď celkové časy rämp musia zostať nízke, je možné vykonať úpravy týchto bodov, aby sa celková doba rampy skrátala.

# TOP 5 ZMIEN PARAMETROV MENIČOV FREKVENCIE ČO POTREBUJETE NASTAVIŤ A PREČO

Tieto body sa nazývajú nastavením času S-krivky. Tieto nastavenia predlžujú dobu vo vysoko namáhaných bodoch rampy zrýchlenia alebo spomalenia, aby sa znížil dopad na celkové časy rozbehu a dobehu.

Obrázok 4 – Krivky rozbehu/dobehu



*Nastavenie rýchlosti a príkazu na chod meniča je viac o tom, ako motor beží, nie o tom, či chcete, aby motor bežal alebo nie.*

#### 4) ZDROJ ZADÁVANIA RÝCHLOSTI A CHODU

Menič frekvencie bude v každom okamihu svojej prevádzky vyžadovať dve veci:

- Príkaz na spustenie (chodu)
- Referenčnú (žiadanú) rýchlosť

Príkaz chodu hovorí meniču, že by mal riadiť motor, zatiaľ čo referenčná rýchlosť hovorí meniču, na akej frekvencii ho má prevádzkovať. Oba vstupy sú nutné pre riadenie motora. V opačnom prípade motor nepracuje.

Zlé nastavenie alebo chýbajúce nastavenie je jednou z najbežnejších žiadostí o technickú podporu, ktoré technik od meničov rieši.

#### Prečo by som mal nastaviť príkaz rýchlosti a chodu?

Nastavenie rýchlosti a príkazu na chod meniča je viac o tom, ako sa človek rozhodne spustiť motor, nie o tom, či chce, aby motor bežal alebo nie.

Väčšina výrobcov pracuje v továrenskome nastavení s digitálnymi a analógovými vstupmi. Inými slovami, kontakty a relé sú privádzané do meniča, aby aktivovali príkaz na chod meniča. Analógové vstupy sú potom používané na privádzanie referenčnej rýchlosti do meniča. Tieto analógové referencie môžu byť signály 0-10 VDC, +/- 10 VDC, 0-20 mA alebo 4-20 mA.

Každý referenčný zdroj má svoje výhody. Napät'ová referencia sa jednoducho generuje a je ľahko pochopiteľná, zatiaľ čo prúdové signály sú propagované skôr na dlhšie vzdialenosti bez toho, aby boli ľahko ovplyvnené blízkym elektromagnetickým rušením. Ďalšie spôsoby ovládania sa uskutočňujú prostredníctvom priameho ovládania z klávesnice alebo pomocou sieťovej komunikácie.

Napriek tomu cieľ zostáva rovnaký. Každá z týchto referencií poskytuje frekvenčnému meniču presnú rýchlosť potrebnú pre chod motora. Čím je presnejšia referencia meniča pre riadenie motora, tým presnejšie menič spĺňa požiadavky systému. Presné plnenie požiadaviek systému znamená vyššie úspory energie dosiahnuté meničom frekvencie. Cieľom akéhokoľvek príkazového rozhrania je dosiahnuť riadenie potrebného pre systém, ktoré maximalizuje účinnosť, kvalitu a bezpečnosť.

# TOP 5 ZMIEN PARAMETROV MENIČOV FREKVENCIE ČO POTREBUJETE NASTAVIŤ A PREČO

*Prestoje stoja peniaze a funkcie automatického resetu umožňujú systému udržiavať prevádzku v chode po udalostiach, ktoré neboli považované za potrebné na zastavenie výroby.*

## 5) RESET PORUCHY

Existuje mnoho vonkajších príčin, ktoré môžu mať za následok, že prevádzkové podmienky meniča sú mimo ich špecifikácii. Aby bola zachovaná životnosť produktu a predchádzalo sa poruchám, tak meniče obsahujú ochranné funkcie a spúšťajú poruchy, aby sa samy chránili.

Príklady podmienok, ktoré môžu spôsobiť poruchu meniča, zahŕňajú napríklad príliš krátke doby rozbehu/dobehu, straty napájania a zablokovaný rotor.

### Prečo nastavovať reset poruchy?

Veľa VFD obsahuje funkcie automatického resetu poruchy. Táto funkcia umožňuje meniču frekvencie detekovať stav mimo rozsah jeho naprogramovania a spustiť poruchu, aby tak ochránil sám seba, motor a zvyšok mechanického systému.

Funkcia resetovania (nulovania) poruchy umožňuje užívateľovi po detekovaní udalosti a odstránení príčiny resetovať menič späť do normálnej prevádzky. Účelom automatického resetu je prekonať nepríjemné poruchy a udržať nepretržitú prevádzku.

Prestoje stoja peniaze a funkcie automatického resetu umožňujú systému udržiavať prevádzku v chode po udalostiach, ktoré neboli považované za potrebné na zastavenie výroby, kým ich potom neskontrolujú zodpovední pracovníci.

Príkladom môže byť napät'ová špička spôsobená búrkou. Toto patrí medzi vzácne javy, ktoré by nemali vyžadovať ďalšiu analýzu. Menič v takom stave prestal pracovať a tým sa ochránil. Funkcia automatického resetu umožňuje, aby sa menič znovu spustil bez zásahu užívateľa, čo šetrí čas a peniaze.

## ZÁVER

### Uistite sa, že ste nastavili svojich Top 5!

Existuje mnoho spôsobov, ako implementovať technológiu meničov frekvencie na automatizáciu vašich potrieb v oblasti riadenia motora. Nastavenie VFD môže byť komplikované, ale väčšina aplikácií vyžaduje na sprevádzkovanie len pár úprav nastavenia.

Okrem toho meniče umožňujú zjednodušenie procesu uvedenia do chodu. Jedným zo spôsobov sú spúšťacie aplikačné rutiny alebo sprievodcovia nastavením. Tieto rutiny prevedú technika vykonávajúceho inštaláciu procesom programovania meniča pomocou ponúk otázok a odpovedí, aby sa zabezpečilo, že aplikácia je naprogramovaná tak, aby fungovala podľa požiadaviek.

Opäť platí, že VFD sú navrhnuté pre jednoduché použitie a maximalizáciu návratnosti investícií optimalizáciou účinnosti, kvality a bezpečnosti.