

<b>APLIKAČNÍ POZNÁMKA</b>	<b>AN-LM2A-0005v120CZ</b>
Vektorové řízení s periferním enkodérem (Synchronní motor)	

<b>Typ měniče</b>	FRENIC-Lift (LM2A)
<b>Verze softwaru</b>	Všechny
<b>Požadované volitelné karty</b>	OPC-PG3 OPC-PMPG OPC-G1-PG OPC-G1-PG2
<b>Související dokumentace</b>	INR-SI47-1909-E
<b>Autor</b>	Jaume Alonso
<b>Použití</b>	Veřejné, web
<b>Datum</b>	20. 05. 2016
<b>Verze</b>	1.2.0
<b>Jazyky</b>	Angličtina

## 1. Úvod

U synchronních motorů s permanentním magnetem (PMSM) je enkodér normálně umístěn v ose hřídele motoru. To umožňuje:

- snadnou detekci polohy magnetu,
- snadnou detekci otáček motoru.

Jiní výrobci motorů však zvolili jinou strategii. Podstatou této strategie je instalace inkrementálního enkodéru vně rotoru (na kladce). Nevýhodou této metody je:

- prokluz mezi kladkou motoru a kladkou enkodéru,
- ztráta polohy magnetu,
- neexistence pevného vztahu mezi otáčkami motoru a otáčkami enkodéru.

Vzhledem k výše uvedeným nevýhodám je pro tuto konstrukci motoru nutná zvláštní metoda řízení. Touto metodou řízení je tzv. „vektorové řízení s periferním enkodérem“.

## 2. Související parametry

FRENIC-Lift (LM2A) používá makra, která přednastavují měnič v závislosti na typu motoru. Makra je možné nastavit pomocí parametru H03. Protože v tomto případě se jedná o PSMS, doporučené nastavení je H03 = 2.

Parametry a funkce, které se vztahují na vektorové řízení s periferním enkodérem, jsou uvedeny v Tab. 1:

Tab. 1 - Funkční kódy, které se vztahují k „vektorovému řízení s periferním enkodérem“.

Funkční kódy	Označení	Rozsah nastavení	Jednotky	Doporučené nastavení
C21	Volba jednotek rychlosti	0 až 3	-	2: Hz
P01	Motor (počet pólů)	2 až 100	<i>póly</i>	V závislosti na motoru
P02	Motor (jmenovitý výkon)	0,01 až 220,0	<i>kW</i>	V závislosti na motoru
P03	Motor (jmenovitý proud)	0,00 až 500,0	<i>A</i>	V závislosti na motoru
P07	Motor (%R1)	0,00 až 50,00	<i>%</i>	20
P60	Motor (odpor rotoru – Rs)	0,000 až 50,00	<i>ohm</i>	V závislosti na motoru
P62 <sup>*1</sup>	Motor (reaktance rotoru - Xs v ose q)	0,000 až 50,00	<i>ohm</i>	V závislosti na motoru
P63 <sup>*1</sup>	Motor (mezifázové indukční napětí - E)	0 až 500	<i>V</i>	V závislosti na motoru
P65 <sup>*1</sup>	Motor (induktance v ose q – korekce magnetické saturace)	0 až 100	<i>%</i>	65%
F03	Motor (jmenovitá otáčky)	30,00 až 6000,0	<i>1/min</i>	V závislosti na motoru
F04	Motor (jmenovitá frekvence)	30,00 až 6000,0	<i>Hz</i>	V závislosti na motoru
F05	Motor (jmenovitá napětí)	160 až 500	<i>V</i>	V závislosti na motoru
F42	Volba způsobu řízení motoru	0 až 2	-	1: Vektorové řízení s enkodérem (Sync)
L01	Pulzní enkodér (volba)	0 až 8	-	1: AB+Z
L02	Pulzní enkodér (rozlišení)	360 až 60000	<i>P/R</i>	V závislosti na enkodéru
L07	Volba automatického ladění pólu	0 až 4	-	4
L130	Průměr lanovnice (Ds)	0,0 až 6553,5	<i>mm</i>	V závislosti na motoru
L131	Průměr enkodéru (De)	0,0 až 6553,5	<i>mm</i>	37,2
L132	Pásmo kompenzace theta	1 až 90	<i>stupňů</i>	45
L133	Dolní hranice zisku kompenzace theta	0,0 až 1,0	-	0,2
L198	Přepínač provozního nastavení 1	0000 0000 až 1111 1111	-	0010 0000

<sup>\*1</sup> Prosím zkontrolujte popis tohoto parametru. Nastavení hodnoty závisí na verzi ROM.

Funkční kódy, které se vztahují na „vektorové řízení s periferním enkodérem“, jsou podrobněji vysvětleny níže:

- Volba jednotek rychlosti  
(Funkční kód **C21**)

Jednotku rychlosti je možné volit m/min, ot/min, Hz nebo mm/s.  
Doporučuje se pracovat s volbou Hz.  
Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Motor (počet pólů)  
(Funkční kód **P01**)

Tímto funkčním kódem se nastavuje celkový počet pólů motoru. Počet pólů závisí na typu motoru. Za normálních okolností je nutné tuto hodnotu vypočítat, protože není uvedena na typovém štítku motoru.  
Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Motor (jmenovitý výkon)  
(Funkční kód **P02**)

Tímto funkčním kódem se nastavuje jmenovitý výkon motoru.  
Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Motor (jmenovitý proud)  
(Funkční kód **P03**)

Tímto funkčním kódem se nastavuje jmenovitý proud motoru.  
Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Motor (%R1)  
(Funkční kód **P07**)

Tento funkční kód nastavte na 20%. Nepoužívejte jiná než doporučená nastavení.

- Motor (odpor rotoru – Rs)  
(Funkční kód **P60**)

Tímto funkčním kódem se nastavuje odpor rotoru.  
Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Motor (reaktance rotoru - Xs v ose q)  
(Funkční kód **P62**)

Tímto funkčním kódem se nastavuje hodnota reaktance rotoru.  
Je-li verze ROM řídicí desky měniče 600 nebo nižší, použijte vzorec  
 $P63 = \text{Reaktance rotoru} \times 0,6$ .  
Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Motor (mezifázové indukční napětí - E)  
(Funkční kód **P63**)

Tímto funkčním kódem se nastavuje hodnota mezifázového indukčního napětí. Je-li verze ROM řídicí desky měniče 600 nebo nižší, použijte vzorec

$P63 = \text{Mezifázové indukční napětí} \times 0,58.$

Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Motor (induktance v ose q – korekce magnetické saturace)  
(Funkční kód **P65**)

Nastavte tento funkční kód na 65%. Prosím nepoužívejte jiné než doporučené nastavení.

Je-li verze ROM řídicí desky měniče 600 nebo nižší, tento parametr neexistuje.

- Motor (jmenovité otáčky)  
(Funkční kód **F03**)

Tímto funkčním kódem se nastavují jmenovité otáčky motoru (v ot/min).  
Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Motor (jmenovitá frekvence)  
(Funkční kód **F04**)

Tímto funkčním kódem se nastavuje jmenovitá frekvence motoru (v Hz).  
Hodnota závisí na jednotce otáček, zvolené v **C21**, proto je nutné **F04** přizpůsobit, pokud je **C21** nastavena na jinou než doporučenou hodnotu.  
Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Motor (jmenovité napětí)  
(Funkční kód **F05**)

Tímto funkčním kódem se nastavuje jmenovité napětí motoru (ve V).  
Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Motor (volba způsobu řízení)  
(Funkční kód **F42**)

Pro řízení PMSM s enkodérem je nutné F42 nastavit na 1: Vektorové řízení s periferním enkodérem (synchronní). Nepoužívejte jiná než doporučená nastavení.

- Výběr pulzního enkodéru  
(Funkční kód **L01**)

Tímto funkčním kódem se volí typ enkodéru. Pro tento způsob řízení se používá typ 1, proto je třeba L01 nastavit na 1: se signálem ABS (12/15V)

doplňkových / otevřený kolektor / linkový řadič 5V / fáze Z). Nepoužívejte jiná než doporučená nastavení.

Na druhé straně fáze Z enkodéru (PZ nebo PZ+ a PZ-) nemusí být zapojena.

- Pulzní enkodér (rozlišení)  
(Funkční kód **L02**)

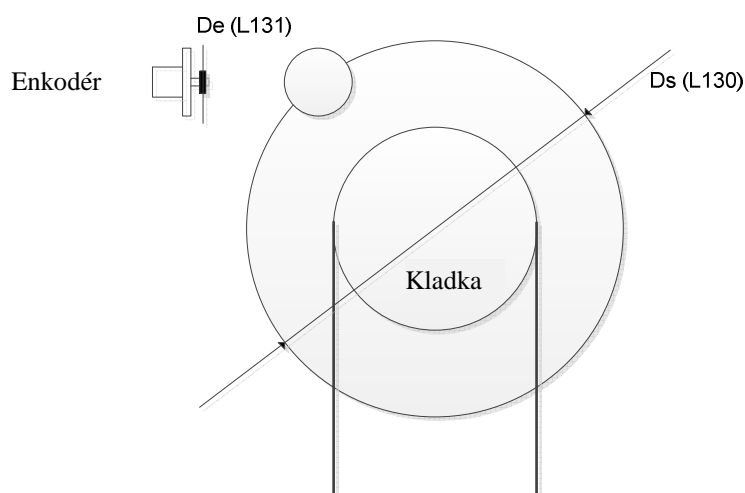
Tímto funkčním kódem se nastavuje počet pulzů enkodéru na jednu otáčku. Doporučuje se použít enkodér s 1024 pulzů/otáčku nebo vyšší rozlišení. Čím vyšší je rozlišení, tím snadnější je řídit rollback (návrat).

- Volba automatického ladění pólu  
(Funkční kód **L07**)

Tento parametr se použije v případě, kdy se použije/nepoužije automatické ladění pólu. Nepoužívejte jiná než doporučená nastavení.

- Průměr lanovnice (Ds)  
(Funkční kód **L130**)
- Průměr enkodéru (De)  
(Funkční kód **L131**)

Tyto funkční kódy se použijí k nastavení průměru lanovnice motoru a průměru enkodéru. Na Obr. 1 je uvedeno, jaký průměr je třeba vzít v úvahu.



Obr. 1 - Použité průměry L130 a L131

Obr. 1 obsahuje základní diagram motoru a enkodéru. Jak je patrné, je třeba měřit vnější průměr, který je na straně motoru (**L130**), nezaměřovat za kladku (která drží lana). Průměr lanovnice závisí na typu motoru. Průměr, který je třeba měřit na enkodéru, je průměr odpovídající pryžovému kolečku (**L131**). Tento průměr je normálně 37,2 mm, proto neměňte doporučené nastavení.

Pryžová kolečka se během času opotřebovávají. Je proto nutné udržovat průměr pryžového kolečka na hodnotě 37,2 mm, jinak může měnič ztratit řízení motoru.

Další informace jsou uvedeny v Kapitole 3 - Funkční kódy motoru.

- Pásmo kompenzace theta  
(Funkční kód **L132**)
- Dolní hranice zisku kompenzace theta  
(Funkční kód **L133**)

Nepoužívejte jiná než doporučená nastavení.

- Přepínač provozního nastavení 1  
(Funkční kód **L198**)

Bit 5 funkčního kódu **L198** určuje, zda se ladění pólů provádí pouze při prvním povelu RUN po spuštění, nebo po každém povelu RUN.

Bit 5 funkčního kódu L198 = 0: Automatické ladění pólů za určitých podmínek

Bit 5 funkčního kódu L198 = 1: Automatické ladění pólů se provádí při každém povelu RUN.

Pokud vybereme automatické ladění pólů za určitých podmínek (Bit5= 0), měnič automatidky naladí póly v následujících případech:

ROM verze je 600 nebo nižší:

- Během prvního příkazu RUN po Power ON

ROM verze je 800 nebo vyšší:

- Během prvního příkazu RUN po Power ON
- Po alarmu (Platí jen pro: OCx, OS, PG)
- Motor se hýbe (byly detekovány pulzy), a přitom je měnič ve STOP módu

### 3. Funkční kódy motoru

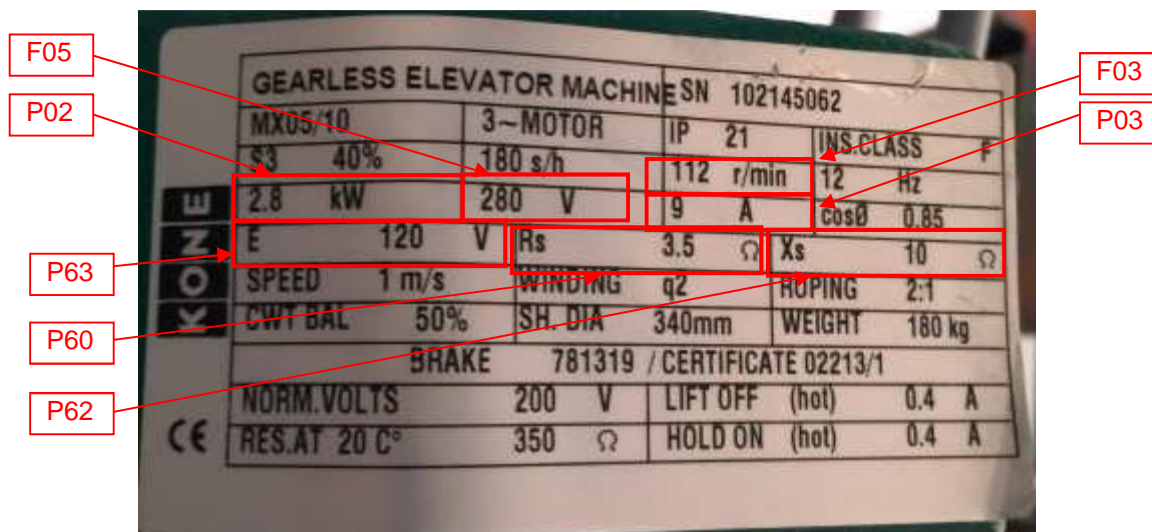
Některé motory již byly úspěšně testovány. Tab. 2 ukazuje správné parametry, které je nutné nastavit pro každý typ motoru.

Tab. 2 - Doporučená nastavení v závislosti na typu motoru

Typ motoru	MX05	MX05/10	MX05/10	MX06	MX06/10
Výrobce	KONE	KONE	KONE	KONE	KONE
P01	20	14	14	24	16
P02	2,8 kW	2,8 kW	2,8 kW	3,7 kW	3,7 kW
P03	8 A	9 A	9 A	11 A	11 A
P07	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %
P60	3,5 Ω	3,5 Ω	3,5 Ω	2,2 Ω	2,2 Ω
P62 <sup>*1</sup>	6,3 / 10,5 Ω	6 / 10 Ω	5,3 / 8,8 Ω	4,8 / 8,0 Ω	4,8 / 8,0 Ω
P63 <sup>*1</sup>	69 / 120 V	69 / 120 V	120 / 208 V	69 / 120 V	69 / 120 V
F03	112 ot/min	112 ot/min	112 ot/min	95 ot/min	95 ot/min
F04	19 Hz	13 Hz	13,1 Hz	19 Hz	12,7 Hz
F05	280 V	280 V	305 V	280 V	280 V
L130	530 mm	530 mm	530 mm	630 mm	630 mm

\*1 Hodnota závisí na ROM verzi. První číslo odpovídá ROM verzi 0600 nebo nižší, druhé verzi 0800 a vyšší. Druhé číslo odpovídá hodnotě, která je na štítku motoru.

Obr. 2 ukazuje, kde jsou informace uloženy na typovém štítku motoru.



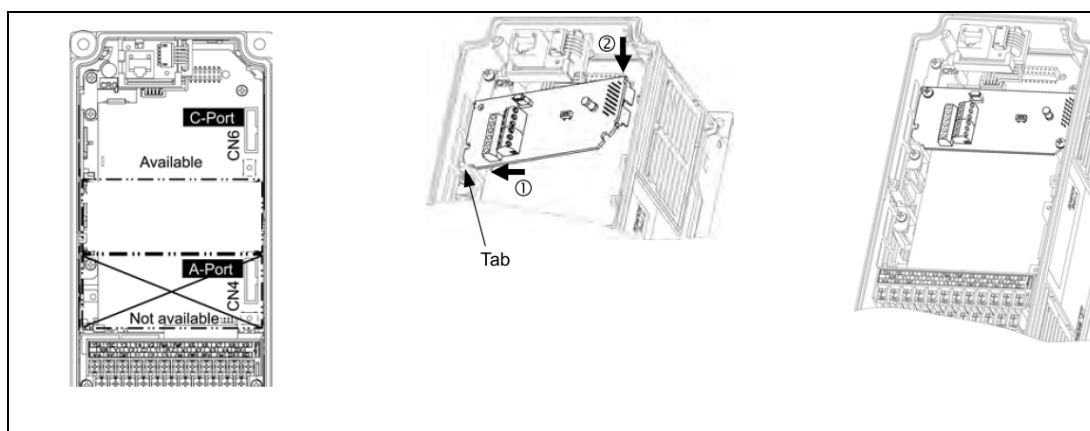
Obr. 2 - Typový štítek MX05/10

Jestliže motor, který se má řídit, není v seznamu a některá nastavení jsou nejasná, je třeba se obrátit na zástupce Fuji Electric.

### 4. Volitelná karta enkodéru

Jsou k dispozici čtyři volitelné karty v závislosti na typu enkodéru (otevřený kolektor nebo linkový ovladač). Tyto volitelné karty se označují OPC-G1-PG

nebo OPC-PG3, resp. OPC-G1-PG2 nebo OPC-PMPG. Kartu enkodéru je možné zapojit pouze na port C, jak je uvedeno na Obr. 3.



Obr. 3 - Použitelný port a instalace volitelné karty

#### 4.1 Volitelná karta OPC-PG3/OPC-G1-PG

Volitelná karta OPC-PG3 (nebo OPC-G1-PG) je specifická karta k připojení standardního enkodéru HTL (standardní napájecí napětí v rozsahu 10~30 VDC). Připojený enkodér musí splňovat technické požadavky stanovené v Tab. 3.

Tab. 3 - Technické požadavky enkodéru HTL.

Vlastnost	Specifikace	
Požadované napájení enkodéru	+12 VDC $\pm$ 10 %, 120 mA (SW1=12 V) +15 VDC $\pm$ 10 %, 120 mA (SW1=15 V)	
Práh vstupních pulzů	Horní $\geq$ 8 VDC, dolní $\leq$ 3 VDC (SW1=12 V) Horní $\geq$ 10 VDC, dolní $\leq$ 3 VDC (SW1=15 V)	
Výstupní signál	Otevřený kolektor	Push-pull (doplňkový)
Maximální vstupní frekvence	30 kHz	100 kHz
Maximální délka kabelu	20 m	100 m

Zapojení tohoto typu enkodéru k OPC- PG3 je patrné z Obr. 4 a z Tab. 4 níže.

Table 4. Připojení na kartě a signály enkodéru

Signál	Připojení na kartě	Význam
+ VDC	PO	Napájecí zdroj
A phase	PA	Pulsy fáze A
B phase	PB	Pulzy fáze B posunuty o 90°
0 VDC	CM	Společné napětí 0 V

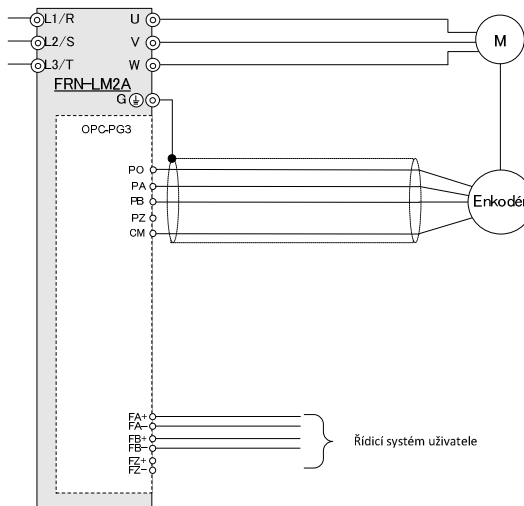


Figure 4. Encoder's connection



Pozn. 1: OPC-G1-PG nemá Fxx svorku (opakování enkodéru pro řídicí systém)

Pozn. 2: Svorky OPC-G1-PG pro fáze A a B jsou označeny YA and YB.

Pozn. 3: Pro použití OPC-PG3 musí být ROM verze měniče 0600 nebo vyšší.

## 4.2 Volitelná karta OPC-PMPG/OPC-G1-PG2

Volitelná karta **OPC-PMPG (nebo OPC-G1-PG2)** je specifická karta připojení standardního enkodéru s linkovým výstupem (diferenční signál +5 VDC). Připojený enkodér musí splňovat technické požadavky stanovené v Tab. 5.

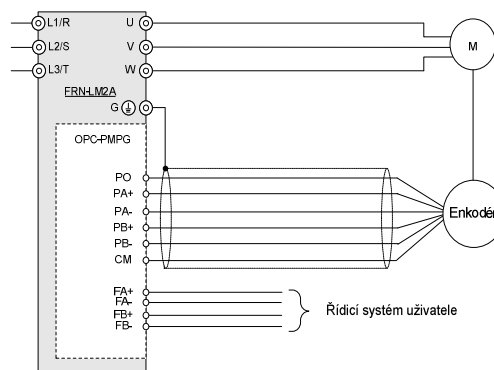
Tab. 5 - Technické požadavky enkodéru s linkovým výstupem

Vlastnost	Specifikace
Požadované napájení enkodéru	+5 VDC $\pm$ 10%, 200 mA
Výstupní signál	Linkový řadič
Maximální vstupní frekvence	100 kHz
Maximální délka kabelu	100 m

Zapojení tohoto typu enkodéru OPC-G1-PG2 je patrné z Obr. 5 a z Tab. 6 níže.

Tab. 6 - Připojení na kartě a signály enkodéru

Signál	Připojení na kartě	Význam
+ VDC	PO	Napájecí zdroj
Fáze A	PA+	Pulsy fáze A
Fáze /A	PA-	Pulsy f. A invertovány
Fáze B	PB+	Pulzy fB posunuty o 90°
Fáze /B	PB-	Pulzy fB invertovány a posunuty o 90°
0 VDC	CM	Společné napětí 0 V



Obr. 5 - Připojení enkodéru

## 5. Postup při ladění pólů

Před povelu RUN pro motor je nutné provést ladění pólů, aby bylo možné detekovat polohu magnetu v rotoru. K tom je třeba provést níže uvedený postup.

Postup ladění pólů v 6 krocích:

1. Zkontrolujte, že motor a enkodér jsou správně připojeni k měniči.
2. Zapněte napájení výtahu.
3. Ujistěte se, že nastavení popsané v Kapitole 2 a 3 je řádně provedené.
4. Zkontrolujte, že měnič dostává pulzy enkodéru, následujícím postupem: V klávesnici přejít do Nabídky **3. INV Info / 2, I/O Check** a opakovaně stisknout

tlačítko „šipka dolů“ až se objeví stránka [6/6], která zobrazuje P1, Z1, P2 a Z2. Jestliže se motor nepohybuje, musí se po volbě P2 zobrazit **0 kP/s**. Uvolněte brzdu a pootočte trochu motorem. Teď by displej měl zobrazovat hodnotu jinou než 0 (kladnou nebo zápornou podle smyslu otáčení motoru). Jestliže se zobrazí **---p/s** (nebo při chodu motoru **+0 p/s**), znamená to, že z enkodéru nepřichází žádný signál. V tomto případě je třeba zkontrolovat kabel enkodéru, připojení signálů nebo instalaci volitelné karty.

5. Zadat měniči povel RUN z řídicího systému výtahu (normálně v režimu INSPECTION). Hlavní stykače se sepnou a proud začne protékat motorem, což vydává určitý akustický hluk. Tento proces potrvá několik vteřin. Jakmile je postup ukončen, výtah by se měl pohybovat inspekční rychlostí směrem nahoru nebo dolů (v závislosti na vydaném povelu RUN).
6. Provedte inspekční jízdu v celé šachtě odshora dolů a zpět. Během konstantní rychlosti (otáček) zkontrolujte, že má proud konstantní a smysluplnou hodnotu. Smysluplná hodnota normálně znamená, že je výstupní proud pod hodnotou jmenovitého proudu. Výstupní proud je možné sledovat v Nabídce **3. INV Information / 1, Op Monitor** na stránce [2/8] jako signál lout.

Jestliže během kroku 5 nebo 6 měnič vyhlásí OCx, OLU nebo Ere nebo OS okamžitě po vydání povelu RUN, je třeba nastavit H190 = 0 a opakovat postup od kroku 1.

Jestliže se v kroku 5 neprovede automaticky ladění pólů, je třeba vypnout měnič a zajistit, že je klávesnice úplně vypnutá před novým zapnutím napájení.

## 6. Detekce a oprava chyb

Výstražné hlášení Zobrazeno	Popis	Možné příčiny
OLU	Přetížení invertoru	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Jestliže se zobrazí výstražná zpráva OLU během konstantních otáček a při plném krouticím momentu (prázdná kabina jedoucí dolů), je třeba zopakovat proces ladění pólů počínaje krokem 1.</li> <li>b. Jestliže se výstražná zpráva OLU zobrazí nezávisle na zatížení, je třeba zkontrolovat, zda je enkodér správně uchycen, pryžové kolečko se dotýká lanovnice motoru a průměr pryžového kolečka je správný.</li> </ol>
OS	Překročení rychlosti	Jestliže se OS objeví během plíživých otáček, je třeba otáčky zvýšit. Doporučená hodnota plíživých otáček je 1 Hz. Jestliže měnič vypne při doporučených plíživých otáčkách, je třeba plíživé otáčky zvýšit na 2 Hz.

## 7. Vyproštění

Některé výtahy mají systém vyproštění, který spočívá v ručním uvolnění brzdy a z gravitačního pohybu kabiny. Při takovém vyproštění je třeba zajistit, aby byl

napájení bylo úplně vypnuto, a znovu je zapnout před uskutečněním jakéhokoliv standardního pohybu. V opačném případě může měnič ztratit řízení motoru.

Jestliže je nastaveno automatické ladění pólů, jak je doporučeno v této aplikační poznámce (L198 (Bit 5) = 1: Automatické ladění pólů při každém povelu RUN), není třeba napájení přerušit před provedením jakéhokoliv pohybu po záchranném provozu.

Jestliže je nastaveno L198 (Bit 5) = 0, ale ROM verze je 0800 nebo vyšší, měnič rovněž provede automatické ladění pólů; jinými slovy, není třeba odpojit měnič od napětí.

## 8. Závěr

Tato aplikační poznámka vysvětluje způsob řízení PMSM s enkodérem nainstalovaným na periférii rotoru.

## 9. Historie dokumentu

Verze	Provedené změny	Datum	Vypracoval	Kontroloval	Schválil
1.0.0	První verze (návrh)	29. 7. 2015	J. Alonso		
1.1.0	Doporučené nastavení a vysvětlení P62, P63 a L133 je upraveno v Kapitole 2 a 3. V Tab. 2 je doplněna poznámka 1.	16. 12. 2015	J. Alonso	S. Ureña	
1.2.0	Změna L198, P62 a P63. P65 doplněno. Informace o různých sw verzích. Tabulky 1, 2, 4 a 6 aktualizovány. Obrázky 2, 4 a 5 aktualizovány. Odstavec 6 aktualizován. Doplněna informace o OPC-PG3 a OPC-PMPG.				1.2.0