

**Nastavenie vektorového riadenia asynchrónnych motorov pre
meniče VONSCH® UNIFREM**
Verzia firmvéru 3.0xx



Obsah:

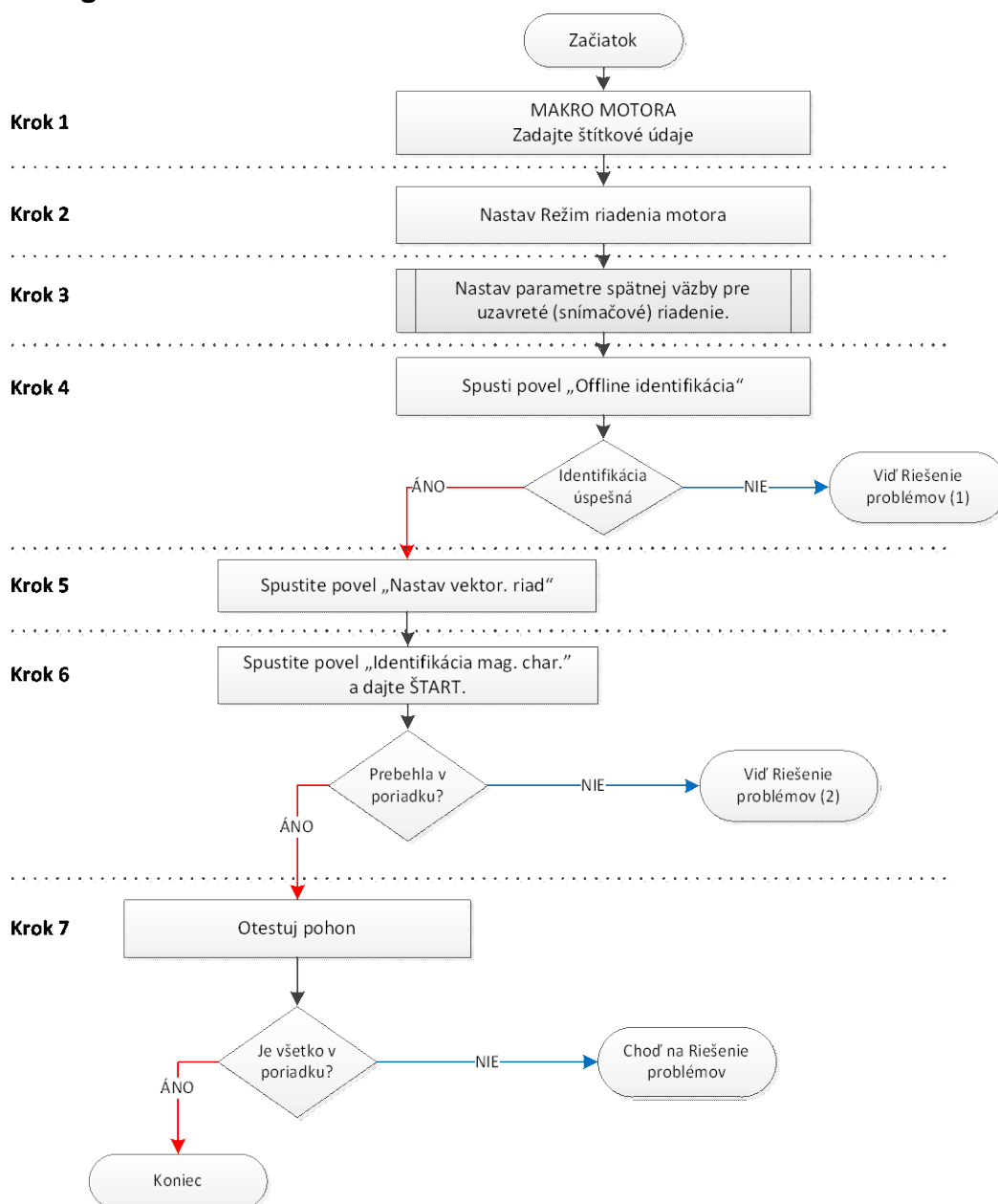
1	Postup pre nastavenie vektorového riadenia meničov VONSCH UNIFREM	3
1.1.	Diagram nastavenia vektorového riadenia.....	3
1.2.	Postup nastavenia vektorového riadenia (bez sprievodcu).....	4
1.3.	Riešenie problémov	5
1.4.	Úvod do vektorového riadenia	8
1.5.	Parametre meniča UNIFREM potrebné pre vektorové riadenie.....	8
1.6.	Nastavenie parametrov motora a parametrov identifikácie.....	8
1.6.1.	Magnetizačná charakteristika motora	11
1.7.	Nastavenie režimu riadenia a spätnej väzby	12
1.8.	Nastavenie ovládania meniča	13
1.9.	Nastavenie momentových ohraničení a rámp.....	13
1.1.1	Predkorekcia momentu	14
1.10.	Zastavovanie motora	14
1.11.	Nastavenie regulačných štruktúr.....	14
1.11.1.	Štruktúra regulátorov	14
1.11.2.	Regulátor rýchlosti	16
1.11.3.	Regulátor polohy.....	17

1 Postup pre nastavenie vektorového riadenia meničov VONSCH UNIFREM

Tento návod obsahuje postup pre nastavenie uzavretého (so spätnou väzbou od snímača IRC/Resolver) aj otvoreného (bez snímania otáčok) vektorového riadenia asynchrónnych motorov meničov UNIFREM.

Pre nastavenie vektorového riadenia je možné použiť aj „Sprievodcu nastavením“, ktorá mnohé nižšie uvedené kroky vykoná automaticky. Pre použitie sprievodcu nasledujte dokument „Návod na diagnostiku, obsluhu a nastavenie meničov frekvencie UNIFREM“.

1.1. Diagram nastavenia vektorového riadenia



Obrázok 1 – Diagram nastavenia vektorového riadenia

1.2. Postup nastavenia vektorového riadenia (bez sprievodcu)

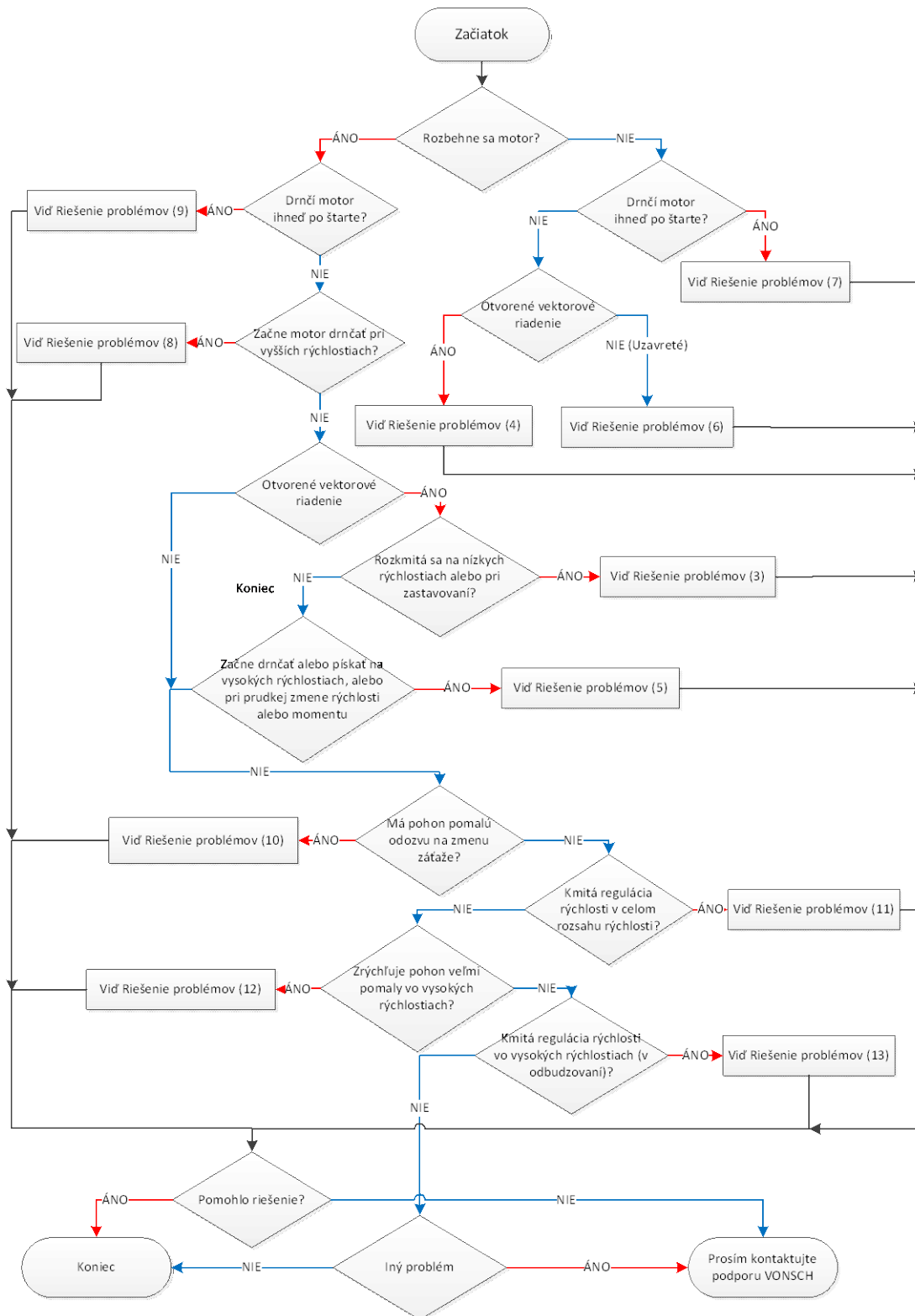
Základné nastavenie:

- Krok 1.** Vybrať z *makier motora* motor, ktorý je najbližší cieľovému motoru (*NASTAVENIE/ MOTOR/ MAKRÁ MOTORA*) a doladiť štítkové údaje motora (*NASTAVENIE/ MOTOR*).
- Krok 2.** Nastaviť režim riadenia, *Riadenie motora [451]* a *Typ riadenia [835]*. Pre viac informácií navštívte kapitolu 1.7 Nastavenie režimu riadenia a spätnej väzby.
- Krok 3.** Ak sa jedná o uzavreté (snímačové) riadenie, je potrebné nastaviť zdroj spätnej väzby IRC. Jedná sa o parameter *Zdroj rýchlosti [1000]* a skupinu parametrov *NASTAVENIE/VSTUPY A VÝSTUPY/IRC1 [435]* resp. *IRC2 [826]*. Viac o nastavení spätnej väzby je v kapitole 1.7 Nastavenie režimu riadenia a spätnej väzby.
- Krok 4.** Spustiť Offline identifikáciu parametrov motora (*NASTAVENIE/ MOTOR/ IDENTIFIKÁCIA /Offline Identifikácia [992]*). Tento povel zmeria a nastaví základné parametre motora.
- Krok 5.** Následne je vhodné prednastaviť regulačné štruktúry vektorového riadenie pomocou príkazu „Nastav vektor. riad.“, (*NASTAVENIE/ MOTOR/ IDENTIFIKÁCIA / Nastav vektor. riad. – [991]*).
- Krok 6.** Pre kvalitné riadenie v širokom rozsahu rýchlosti sa odporúča vykonať ešte identifikáciu magnetizačnej charakteristiky. „Identifikácia mag. char.“ (*NASTAVENIE/ MOTOR/ IDENTIFIKÁCIA / Identifikácia mag. char. [1157]*) alebo jej skrátenú verziu „Ident. Lm (krátka)“ (*NASTAVENIE/ MOTOR/ IDENTIFIKÁCIA / Ident. Lm (krátka) [1498]*). Po spustení povelu identifikácie je do 60 sekúnd potrebné zadať ŠTART. Identifikácia by mala prebiehať pri nízkej záťaži („naprázdno“), do zaťaženia 20% nominálneho momentu motora. Preto je potrebné znížiť záťaž pre motor tak ako je to len možné.
- Krok 7.** Otestovať pohon a v prípade že niečo nepracuje správne, postupovať podľa kapitoly 1.3 Riešenie problémov.

Možné dodatočné nastavenie

1. Nastavenie vzorkovacej frekvencie. Pre kvalitnú reguláciu prúdu sú doporučené tzv. synchronne vzorkovacie frekvencie: 1.25, 2.5, 5 a 10 kHz. Pre motory s väčším výkonom sa odporúča 2.5 kHz, ak je potrebná obzvlášť vysoká dynamika, 5 kHz je lepšia voľba. Pre menšie motory je odporúčaná hodnota 5 kHz. Od verzie softvéru 2.271 je možné vybrať všetky vzorkovacie frekvencie, nie len synchronne.
2. Nastavenie hraníc prúdu – *NASTAVENIE/ RIADENIE A REGULÁCIA/ Maxim. prúd M. [5]* a *Maxim. prúd G. [549]*. Pre bežné aplikácie, bez výkonového preťaženia sa odporúča rovnaká hodnota ako v parametri *NASTAVENIE/ MOTOR/ MAKRÁ MOTORA/ Maxim. prúd M. [549]*.

1.3. Riešenie problémov



Obrázok 2 – Diagram riešenia problémov pohonu s vektorovým riadením

Číslo: 1 Kategória: Offline identifikácia

Problém: Offline identifikácia zlyhala (Chyba: *E53-Chyba identifikácie*)

Riešenie: Pravdepodobne je pripojený motor ktorý ma nominálny výkon omnoho menší ako nominálny výkon meniča, alebo môže ísť o poruchu v meraní prúdov. Prosím kontaktujte podporu VONSCH.

Číslo: 2 Kategória: Identifikácia magnetizačnej charakteristiky

Problém: Identifikácia magnetizačnej charakteristiky neúspešná

Riešenie: Identifikácia bola pravdepodobne neúspešná z dôvodu vysokého zaťaženia motora, pretože identifikácia magnetizačnej charakteristiky vyžaduje veľmi nízku záťaž. Keďže identifikácia magnetizačnej charakteristiky sa vykonáva počas behu vektorového riadenia, identifikácia môže zlyhať aj z iných dôvodov (viď body 3 až 13). V prípade že identifikácia bola neúspešná, treba skontrolovať dôvod vzniku chyby v parametri *Chyba identifikácie [1093]*. Príčinou môže byť nedosiahnutá rýchlosť pre identifikáciu, t.j. ak sa nedosiahne želaná hodnota 30 Hz za 60 sekúnd (príznak *Rýchlosť nedosiahnutá*), alebo nie je možné spoľahlivo identifikovať magnetizačnú charakteristiku z dôvodu vysokého momentu motora (príznak *Vysoká záťaž*).

Číslo: 3 Kategória: Otvorené vektorové riadenie

Problém: Motor sa rozbehne, ale pri nízkych rýchlostiach alebo pri zastavovaní sa rozkmitá, alebo sa nasýti prúd.

Riešenie: Toto je spôsobené nesprávnou kompenzáciou mŕtvych dôb alebo vysokou hodnotu statorového odporu R_s . Ak je zapnutá online identifikácia R_s , tento efekt je pravdepodobne spôsobený nedostatočnou kompenzáciou mŕtvych dôb. Skúste zvýšiť hodnotu parametra *NASTAVENIE/ SERVIS/ MŔTVE DOBY/ Korekcia mŕtvych dôb [202]* o 0.1-0.4. Pozor na správne zvýšenie hodnoty pri záporných číslach! V prípade že do tejto skupiny parametrov nemáte prístup, skúste znížiť *Odpor statora* o 10-30% a vypnúť online identifikáciu odporu statora R_s .

Číslo: 4 Kategória: Otvorené vektorové riadenie

Problém: Motor sa nerozbehne, prúd sa nasýti.

Riešenie: Toto je taktiež spôsobené nesprávnou kompenzáciou mŕtvych dôb alebo vysokou hodnotu statorového odporu R_s . Ak je zapnutá online identifikácia R_s , tento efekt je pravdepodobne spôsobený nedostatočnou kompenzáciou mŕtvych dôb. Skúste zvýšiť hodnotu parametra *NASTAVENIE/ SERVIS/ MŔTVE DOBY/ Korekcia mŕtvych dôb [202]* o 0.1-0.4. Pozor na správne zvýšenie hodnoty pri záporných číslach! V prípade že do tejto skupiny nemáte prístup, skúste znížiť *Odpor statora* o 10-30%.

Číslo: 5 Kategória: Otvorené vektorové riadenie

Problém: Pri veľmi vysokej rýchlosti, alebo pri prudkej zmene želanej rýchlosti alebo momentu sa z motora ozve písknutie, prípadne motor začne drnčať.

Riešenie: Jedná sa o nedobre nastavenú adaptačnú slučku matematického modelu uhlovej rýchlosti. Skúste zmeniť nastavenie *Time adaptácie [470]* alebo *Dynamika adaptácie [469]*.

Číslo: 6 Kategória: Uzavreté vektorové riadenie

Problém: Motor sa nerozbehne, prúd sa nasýti.

Riešenie: Tento problém je pravdepodobne spôsobený nesprávnym nastavením spätnej väzby. Skontrolujte či má motor správne nastavené *Otáčky motora [356]* podľa štítkových údajov, ďalej skontrolujte či nastavené rozlíšenie snímača korešponduje so skutočným rozlíšením snímača. Ak menič zobrazuje *Warning W58-Nesprávny smer IRC*, otočte smer IRC. Pre viac informácií pozrite [1.7 Nastavenie režimu riadenia a spätnej väzby](#).

Číslo: 7 Kategória: Spoločné

Problém: Motor sa nerozbehne, výrazne hučí, drnčí.

Riešenie: Pravdepodobne pôjde o nesprávne identifikovanú hodnotu rozptylovej indukčnosti. Skúste ju mierne zvýšiť (v krokoch o 10%), ak sa správanie horší, skúste ju naopak znížiť. V prípade že správanie je už dobré, túto hodnotu ponechajte. V prípade že sa to zmenou rozptylovej indukčnosti nepodarilo vyriešiť, skúste znížiť dynamiku regulátora rýchlosti *RR. dyn. 1 [457]* alebo *RR. dyn. 2 [1128]*), podľa nastavenia *Zlomu dynamiky [1129]*. Pre viac informácií o nastavení regulátora rýchlosti vidte kapitolu [1.11.2 Regulátor rýchlosti](#).

Číslo: 8 Kategória: Spoločné

Problém: Na malých rýchlostiach sa pohon správa dobre, čím sa ide do vyšších rýchlostí, pohon sa správa horšie, jeho hlučnosť sa zvyšuje.

Riešenie: Ak pohon ešte nie je v oblasti odbudzovania, pravdepodobne pôjde o nesprávne identifikovanú hodnotu rozptylovej indukčnosti. Skúste ju mierne zvýšiť (v krokoch o 10%), ak sa správanie horší, skúste ju naopak znížiť. V prípade že správanie je už dobré, túto hodnotu ponechajte.

Číslo: 9 Kategória: Spoločné

Problém: Pohon príliš hučí, nepokojne sa správa aj pri ustálenej záťaži.

Riešenie: Pravdepodobne sa jedná o vysokú dynamiku Regulátora rýchlostí. Skúste znížiť dynamiku regulátora rýchlostí *RR. dyn. 1 [457]* alebo *RR. dyn 2 [1128]*, podľa nastavenia *Zlomu dynamiky [1129]*. Prípadne môžete upraviť tlmenie regulátora rýchlostí. Pre viac informácií o nastavení regulátora rýchlostí viďte kapitolu [1.11.2 Regulátor rýchlostí](#).

Číslo: 10 Kategória: Spoločné

Problém: Pohon má veľmi pomalú odozvu, pomaly reaguje na skoky záťaže.

Riešenie: Skúste zvýšiť dynamiku regulátora rýchlostí *RR. dyn. 1 [457]* alebo *RR. dyn 2 [1128]*, podľa nastavenia *Zlomu dynamiky [1129]*. Prípadne môžete upraviť tlmenie regulátora rýchlostí. Pre viac informácií o nastavení regulátora rýchlostí viďte kapitolu [1.11.2 Regulátor rýchlostí](#).

Číslo: 11 Kategória: Spoločné

Problém: Regulácia rýchlostí veľmi kmitá, alebo má veľký prekmit.

Riešenie: Skúste upraviť tlmenie regulátora rýchlostí (*RR. Tlmenie [449]*), alebo zmeniť *Moment zotrvačnosti [442]*. Pre viac informácií o nastavení regulátora rýchlostí viďte kapitolu [1.11.2 Regulátor rýchlostí](#).

Číslo: 12 Kategória: Spoločné

Problém: Motor vo vysokých rýchlostiach zrýchľuje veľmi pomaly.

Riešenie: Pravdepodobne sa jedná o nízku dynamiku Regulátora maximálneho napätia. Skúste zvýšiť hodnotu parametra *RMN. Dynamika [476]*.

Číslo: 13 Kategória: Spoločné

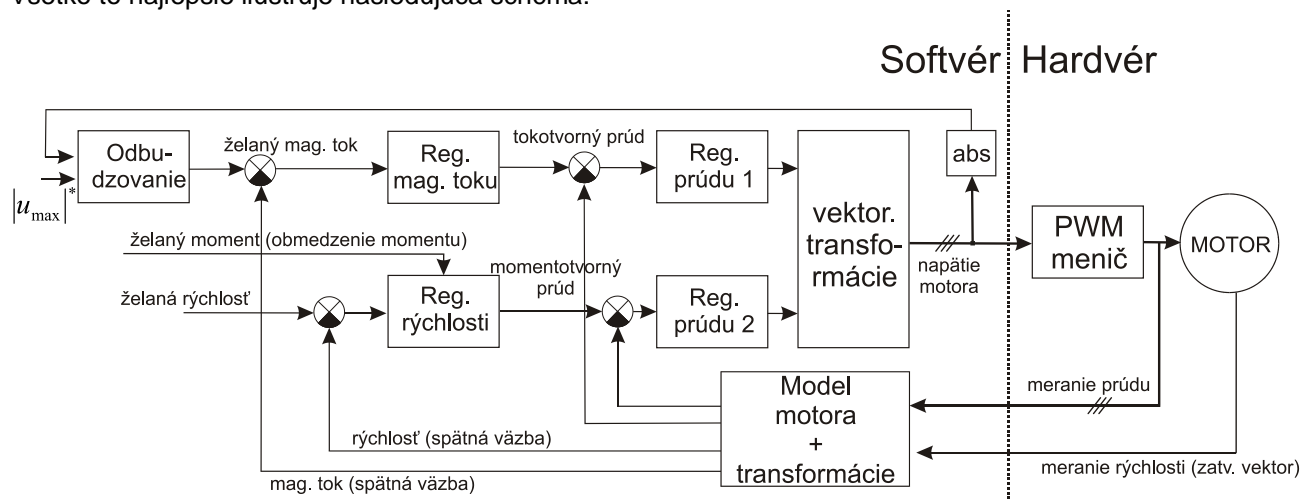
Problém: Motor vo vysokých rýchlostiach (v oblasti odbudzovania) veľmi kmitá.

Riešenie: Hodnota vzájomnej indukčnosti je s veľkou pravdepodobnosťou nesprávna. Spravte identifikáciu magnetizačnej charakteristiky pomocou povelu *Identifikácia magnetizačnej charakteristiky [1157]* alebo jej skrátenu verziu pomocou povelu *Ident. Lm (krátka) [1498]*.

1.4. Úvod do vektorového riadenia

Vektorové riadenie vzniklo za účelom riadenia striedavých motorov podobne ako riadenia jednosmerných motorov, teda že magnetický tok aj moment sa riadi nezávisle. Vektorové riadenie teda umožňuje presné riadenie momentu, rýchlosti či polohy. Jeho veľkou výhodou je že sa riadi prúd, výsledné napätie je len dôsledkom – výstupom dvoch regulátorov prúdu. Jeden regulátor prúdu riadi zložku prúdu ktorá sa podieľa výlučne na tvorbe magnetického toku, druhá riadi zložku prúdu ktorá sa podieľa výlučne na tvorbe momentu. Regulátory prúdu majú vysokú dynamiku, uvažuje sa že prúd je vyregulovaný na želanú hodnotu v priebehu niekoľko milisekúnd. Nad prvým regulátorom prúdu (regulátor tokotvorného prúdu) pracuje regulátor magnetického toku (prípadne regulátor napätia v oblasti odbudzovania). Vstupom pre druhý regulátor (regulátor momentotvorného prúdu) je výstup regulátora rýchlosti/polohy.

Všetko to najlepšie ilustruje nasledujúca schéma:



Obrázok 3 – všeobecná schéma vektorového riadenia

1.5. Parametre meniča UNIFREM potrebné pre vektorové riadenie

Nastavenie vektorového riadenia pre meniče UNIFREM pozostáva z nastavenia 4 skupín parametrov:

- Nastavenie parametrov motora a parametrov identifikácie
- Nastavenie režimu riadenia a spätnej väzby
- Nastavenie ovládania meniča - Želaná rýchlosť, želaný moment
- Nastavenie regulačných štruktúr vektorového riadenia

1.6. Nastavenie parametrov motora a parametrov identifikácie

Nastavenie motora a identifikácie prebieha v skupine *NASTAVENIE/MOTOR*. Podľa štítkových údajov je potrebné nastaviť všetky nasledovné parametre: *Nom. výkon*, *Nom. napätie*, *Nom. frekvencia*, *Prúd motora*, *Otáčky motora* a *Účinník motora*. V špeciálnych prípadoch môže byť potrebné zadať aj ďalšie parametre (*Prevod prevodovky* a *Sled výstupných fáz*).

V tejto skupine by bolo vhodné zaradiť aj parameter *Vzorkov. Frekvencia* [6]. Vektorové riadenie umožňuje riadenie len pri periódach vzorkovania 1.25kHz, 2.5kHz, 5 kHz a 10 kHz.

Elektrické a mechanické parametre motora sú v skupine parametrov *NASTAVENIE/MOTOR/SPECIÁLNE PARAMETRE*. Parametre identifikácie sú v skupine *NASTAVENIE/MOTOR/IDENTIFIKÁCIA*. Pre identifikáciu parametrov slúžia 3 povely a jeden parameter.

Offline identifikácia (POVEL) [992]

Tento povel okamžite spustí identifikáciu *Odporu statora* [345] a *Rozptylovej indukčnosti* [440]. Parametre *Odpor rotora* [439] a *Vzájomná indukčnosť* [441] sú v tomto stave len odhadnuté, pretože spoľahlivá identifikácia týchto parametrov nie je možná v stave nulovej rýchlosti.

Odpor rotora je počítaný ako 0.8 násobok odporu statora. Vzájomná indukčnosť je počítaná pomocou vypočítaného nominálneho magnetizačného prúdu a nominálneho magnetického toku.

Táto identifikácia prebieha pri nulovej rýchlosti motora, motor sa neroztočí. Vplyvom nabudenia a odbudenia motora sa síce rotor môže mierne pohnúť, ide ale len o parazitný moment. Pri tejto identifikácii sa brzda neodbrzdí, môže byť teda bez obáv použitá aj v prevádzke, napr. na žeriavoch alebo na iných strojoch bez potreby odpájania záťaže.

Nastav vektor. riad (POVEL) [991]

Po úspešnom vykonaní offline identifikácie je vhodné prednastaviť regulačné štruktúry vektorového riadenie pomocou príkazu „Nastav vektor. riad.“. Tento povel prednastaví regulačné štruktúry pre vektorové riadenie, podľa výkonu motora, *Tabuľka 2* a od parametra *Vzorkov. frekvencia* [6], viď *Tabuľka 1*. Takéto prednastavené riadenie by malo byť vhodné pre jednoduchšie aplikácie, je ale cieľene pomalšie, mäkšie, často ho bude treba ešte manuálne pritvrdiť (zvýšiť dynamiku).

Tabuľka 1 – Závislosť od vzorkovacej frekvencie PWM

Vzorkovacia frek. PWM	1.250 kHz	2.500 kHz	5,10 kHz
Dynamika [Hz]	45	65	95

Tlmenie je pre všetky varianty prednastavené na 1.3

Tabuľka 2 – Závislosť prednastavených parametrov od výkonu motora

	Reg. mag. toku [448,456]	Reg. rýchlosti / Polohy [449,457,1128]	Reg. max. napätia [474,476]	Otv. Vektor [470,469]
P < 5kW	1.3,10Hz	4.0,1.0Hz, 2.0Hz	3.0,1,1Hz	1.2,45Hz
P < 15kW	1.3,8Hz	4.0,0.8Hz, 1.6Hz	3.0,1.0Hz	1.2,38Hz
P < 50kW	1.3,7Hz	4.0,0.6Hz, 1.2Hz	3.0,0.9Hz	1.2,28Hz
P < 100kW	1.3,6Hz	4.0,0.5Hz, 1.0Hz	3.0,0.7Hz	1.2,23Hz
P ≥ 100kW	1.3,4Hz	4.0,0.4Hz, 0.8Hz	3.0,0.5Hz	1.2,20Hz

Online identifikácia [993]

Tento parameter slúži pre nastavenie priebežnej identifikácie parametrov pohonu, za plnej prevádzky motora. Obsahuje 6 položiek:

Odpor rotora R_r – veľmi dôležitý parameter pre výpočet časovej konštanty rotora, má veľký vplyv na generovanie momentu v dynamických stavoch. Jeho identifikácia pri otvorenom bezsnímačovom riadení je ale problematická, preto pri otvorenom vektorovom riadení hodnota odporu rotora kopíruje zmeny odporu statora, tak aby pomer medzi nimi bol zachovaný. Identifikácia odporu rotora štandardne prebieha v stave vysokej záťaže, 50 až 70 percent z nominálneho momentu motora a za stredných alebo vyšších rýchlostí.

Odpor statora R_s – kľúčový parameter pre kvalitu riadenia a stabilitu v oblasti nízkych rýchlostí v otvorenom vektorovom riadení. V uzavretom riadení je jeho dôležitosť výrazne nižšia. Správna hodnota odporu statora je dôležitá aj pri identifikácii vzájomnej indukčnosti a identifikácii magnetizačnej charakteristiky motora. Potreba presnosti odporu statora sa ale znižuje s rastúcimi otáčkami motora. Identifikácia odporu statora prebieha maximálne pri frekvencii meniča do 2.5Hz.

Vzájomná indukčnosť L_m – tento parameter určuje (okrem iného) nabudenie motora. Magnetizačný (tokotvorný) prúd sa počíta ako podiel magnetického toku rotora a vzájomnej indukčnosti. Upozornenie: hodnota vzájomnej indukčnosti je závislá od aktuálneho magnetického toku motora. Preto pri odbudení

motora (napr. vplyvom odbudzovania vo vyšších rýchlostiach) predtým správne identifikovaná hodnota už nemusí byť správna. Tento parameter sa môže v rôznych prevádzkových stavoch líšiť aj 3-4 násobne, preto je táto identifikácia vhodná iba pre motory ktoré nedosahujú vysoké rýchlosti pri ktorých dochádza k odbudzovaniu motora. Pre pokrytie vysokého rozsahu rýchlosti a toku prosím použite Magnetizačnú krivku motora (Vid' Obrázok 4).

Rozptylová indukčnosť sigmaLs – slúži hlavne na výpočet regulátora prúdu. Nesprávna hodnota rozptylovej indukčnosti má za následok rozkmitaný prúd, čo má za následok aj vysoký akustický hluk motora. Niekedy sa to prejaví až pri vyšších rýchlostiach. Rozptylová indukčnosť je často ale spoľahlivo identifikovaná už pri Offline identifikácii, preto je vhodné ju ponechať vypnutú a tým ušetriť procesoru výpočtový výkon.

Moment zotrvačnosti J – slúži pre korektné nastavenie regulátora rýchlosti, polohy. V súčasnom stave ale táto identifikácia je zablokovaná, preto nastavenie tohto príznaku nemá žiadny vplyv.

Ukladanie parametrov – V prípade že je táto voľba zapnutá, identifikované hodnoty sa uložia do štruktúry parametrov, čím sú uchované aj po vypnutí meniča. V prípade hardvérovej poruchy alebo niektorých ťažko definovateľných stavoch, by mohlo dôjsť k rozladieniu pohonu – výsledok identifikácie by mohol byť nesprávna hodnota a pohon by musel byť manuálne opätovne nastavený. **Upozornenie:** táto voľba je prítomná vo verzii firmvéru 2.070 a vyššie. V nižších verziách bolo ukladanie zapnuté, a nebolo ho možné vypnúť.

Chyba identifikácie [1093]

V prípade že zlyhala Offline identifikácia, alebo identifikácia magnetizačnej charakteristiky, dôvod chyby je uložený do parametra **Chyba identifikácie [1093]**.

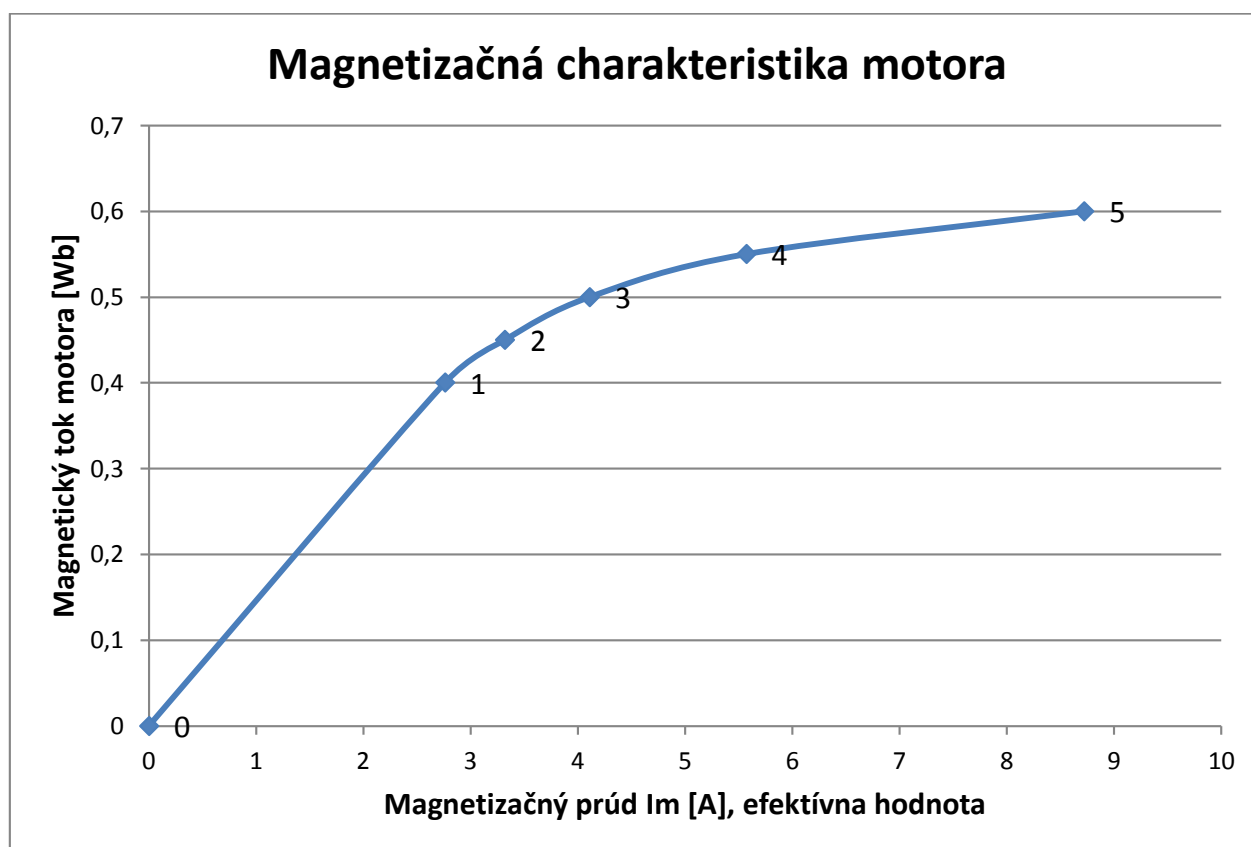
Pri offline identifikácii je potrebné sledovať príznak 0 - *Rs mimo rozsah* a príznak 3 - *Lss mimo rozsah*. V prípade identifikácie magnetizačnej charakteristiky môže byť nedosiahnutá rýchlosť pre identifikáciu, ak sa nedosiahne želaná hodnota 30 Hz počas 60 sekúnd (príznak 7 - *Rýchlosť nedosiahnutá*), alebo nie je možné spoľahlivo identifikovať magnetizačnú charakteristiku z dôvodu vysokého momentu motora (príznak 8 - *Vysoká záťaž*).

Stav identifikácie [994]

Popisuje aktuálny priebeh identifikácie motora. Ukazuje ktoré parametre sú nastavené manuálne, ktoré sú identifikované, či bola Offline identifikácia úspešná a podobne. Postup nahadzovania bitov popisuje Príloha 1 – Príznaky parametra Stav identifikácie [994].

1.6.1. Magnetizačná charakteristika motora

Magnetizačná charakteristika motora popisuje závislosť magnetického toku od magnetizačného prúdu. Vplyvom nasýtenia rotorového obvodu, magnetickej hysterézy a ďalších súvislostí, závislosť medzi magnetickým tokom a magnetizačným prúdom nie je lineárna. Ako dôsledok, hodnota vzájomnej indukčnosti sa môže vplyvom rozdielneho magnetického toku, napríklad v odbudzovaní líšiť aj niekoľkonásobne, preto konštantná hodnota tohto parametra často nestačí. Jej nastavenie prebieha pomocou 5 bodov, v skupine *NASTAVENIE/MOTOR/MAG. CHARAKTERISTIKA* - parametre *M.CH: Tok 1* až *M.CH: Tok 5* a *M.CH: Prúd 1* až *M.CH: Prúd 5*. Z danej závislosti sa počíta vzájomná indukčnosť motora, ktorej aktuálna hodnota je použitá pre riadenie motora, a v prípade že **Online identifikácia [993]**: *Ukladanie parametrov* je zapnuté, aktuálna hodnota sa zobrazí v parametri *Vzájomná indukčnosť [441]*.



Obrázok 4 – Príklad magnetizačnej charakteristiky

Identifikácia magnetizačnej charakteristiky (POVEL) [1157]

Tento povel slúži na automatickú identifikáciu magnetizačnej charakteristiky motora. Po spustení povelu sa zobrazí *Warning F58-Identifikácia*. Po zadaní povelu ŠTART sa motor roztočí vo vektorovom riadení na 30Hz, v želanom smere, a začne meniť magnetický tok motora. Povel ŠTART sa musí zadať manuálne, podľa nastaveného ovládania. Táto identifikácia reaguje na povel STOP, takže sa dá kedykoľvek vypnúť. Nasledujúci štart už pôjde na želanú hodnotu. Identifikácia si mení magnetický tok na 8 prednastavených hodnôt – 1.1, 1.0, 0.95, 0.8, 0.7, 0.6 a 0.5 násobok prednastaveného magnetického toku (parameter *Žel. Mag. Tok [452]*). Ak sa motor neuvedie do štartu do 60 sekúnd od zadania povelu, povel sa automaticky deaktivuje a nasledujúci štart bude normálny. Zároveň je maximálny čas pre identifikáciu 60 sekúnd pre každý tok, a 60 sekúnd počítaných od povelu štart na dosiahnutie tejto rýchlosti. **Upozornenie: identifikácia by mala prebiehať v stave bez záťaže. (Záťaž do 20% z nominálneho momentu motora).** V prípade že táto podmienka nie je splnená, systém

vyhodí *chybovú hlášku* a identifikácia je považovaná za neúspešnú. Neúspešná identifikácia ale nebráni ďalšej prevádzke riadenia, nastavenie riadenia ale nemusí byť optimálne.

Ident. Lm (krátka) (POVEL) [1498]

Táto identifikácia pracuje rovnako ako Identifikácia magnetizačnej charakteristiky [1157], s jediným rozdielom že identifikácia si **nemení** magnetický tok, ale používa napevno prednastavenú hodnotu magnetického toku (parameter Žel. Mag. Tok [452]).

1.7. Nastavenie režimu riadenia a spätnej väzby

Pod pojmom režim riadenia sa myslí hodnota parametra *NASTAVENIE/RIADENIE A REGULÁCIA/RIADIACI REŽIM/Riadenie motora* [451]. Voľby *U/F otv.*, *U/F uzav.* slúžia pre skalárne riadenie. Vektorové riadenie pre asynchrónne motory sa nastaví vybraním voľby *VAM uzav.* (uzavreté, snímačové riadenie), alebo *VAM otv.*, (otvorené, bezsnímačové riadenie). Voľba *V-SMPM* je rezervovaná pre vektorové riadenie synchronných motorov.

Parameter *Typ riadenia* [835] slúži na výber typu riadenia. Obsahuje 4 voľby:

Polohové - hlavnou regulovanou veličinou je poloha rotora, želaná rýchlosť a želaný moment v tomto prípade slúžia ako obmedzenie maximálnej rýchlosti resp. momentu regulácie.

Rýchlostné - hlavnou regulovanou veličinou je rotorová rýchlosť. Želaný moment slúži pre obmedzenie maximálneho momentu v regulácii. Znamienko momentu sa tu neuplatňuje, obmedzenie momentu je symetrické.

Momentové - hlavnou regulovanou veličinou je moment motora. Želaná rýchlosť slúži na obmedzenie maximálnej rýchlosti. Obmedzenie rýchlosti pracuje na princípe znižovania momentu motora (napriek momentovému typu riadenia). V prípade že na udržanie maximálnej rýchlosti je potrebné vyvinúť vyšší moment ako je moment želaný, maximálnu rýchlosť **nie** je možné udržať. Znamienko (smer) rýchlosti sa neuplatňuje, obmedzenie rýchlosti je symetrické.

Upozornenie: Napriek tomu že je možné použiť momentové riadenie pri otvorenom vektorovom riadení, táto kombinácia je silne neodporúčaná!

Pomocou parametra *Zdroj rýchlosti* [1000] sa dá nastaviť zdroj spätnej väzby rýchlosti. Na výber sú inkrementálne snímače IRC1, IRC2, ich kombinácie, alebo špeciálny zdroj (*Špeciálna rýchlosť* [1002]). Zdroj spätnej väzby sa používa pre riadenie rýchlosti pri uzavretom riadení, a ako zdroj rýchlosti pre nafázovanie pri otvorenom riadení, ak je nafázovanie vypnuté (*NASTAVENIE/RIADENIE A REGULÁCIA/NAFÁZOVANIE/Nafázovanie* [374]). Pri otvorenom riadení zdroj rýchlosti nemá po prebehnutí nafázovania žiadny vplyv na riadenie.

Zdroje spätnej väzby (polohy) a jej kalibrácia pre polohové riadenie, sú v skupine parametrov (*NASTAVENIE/RIADENIE A REGULÁCIA/VEKTOR. RIADENIE/POLOHOVANIE*, [832]).

V prípade že je použitý inkrementálny snímač (IRC), môže sa parametrizovať v skupine parametrov *NASTAVENIE/VSTUPY A VÝSTUPY/IRC1* [435] resp. *IRC2* [826].

Parameter *Počet. imp IRC* definuje mechanické rozlíšenie inkrementálneho snímača v impulzoch na otáčku.

Parameter *Periódá výpočtu rých.* definuje periódu vzorkovania výpočtu rýchlosti z inkrementálneho snímača a rovnako aj vzorkovanie regulátora rýchlosti alebo polohy. Periódá vzorkovania IRC sa počíta ako: $T_{IRC} = k_{IRC} \cdot k_{PWM} \cdot 200 \mu s$, kde k_{IRC} je hodnota parametra *Periódá výpočtu rých.* a k_{PWM} je

konštanta závislá od *Vzorkov. Frekvencie (ID: 6) PWM* ($k_{PWM} = 1$ pre 5kHz a 10kHz, $k_{PWM} = 2$ pre 2.5kHz a $k_{PWM} = 4$ pre 1.25kHz. Vyššia hodnota predstavuje nižší kvantizačný šum, tým aj nižšie harmonické skreslenie. Vyššia hodnota ale predstavuje aj vyššie oneskorenie vo výpočte rýchlosti, čo nepriaznivo pôsobí v dynamických stavoch. Preto odporúčená hodnota je z intervalu 1-10 (default: 5). Parameter *Smer otáčania IRC* slúži na otočenie smeru výpočtu rýchlosti v prípade že kladný smer IRC nekorešponduje s kladnou frekvenciou na výstupe meniča.

1.8. Nastavenie ovládania meniča

Ovládanie meniča je podrobne popísané v *Návode na diagnostiku, obsluhu a nastavenie meničov frekvencie UNIFREM 400*. V súvislosti s vektorovým riadením treba upozorniť na správne nastavenie želaného momentu - skupina parametrov (*NASTAVENIE/OVLÁDANIE/ŽELANÝ MOMENT [575]*). Defaultná hodnota želaného momentu je maximum, ktoré je definované v skupine parametrov (*NASTAVENIE/ RIADENIE A REGULÁCIA /VEKTOR. RIADENIE/ REG. MOMENTU [477]*).

V prípade že sa jedná o polohové riadenie, je potrebné správne nastaviť aj skupinu parametrov (*NASTAVENIE/OVLÁDANIE/ŽELANÁ POLOHA, [1135]*).

1.9. Nastavenie momentových ohraničení a rámp

Okrem štandardných a dobre známych rámp rýchlosti sa pre všetky typy vektorového riadenia (polohové, rýchlostné, momentové) uplatňujú aj rampy momentu. Nastavujú sa v skupine parametrov (*NASTAVENIE/ RIADENIE A REGULÁCIA/VEKTOR. RIADENIE/ REG. MOMENTU [477]*). Parameter *Max. moment [481]* slúži ako najvyššie horné ohraničenie momentu. Pozor, maximálny moment v regulácii môže byť nižší ako táto hodnota, podľa nastavenia parametrov v skupine *ŽELANÝ MOMENT [575]*.

Minimálny moment [482] označuje minimálnu hodnotu pre obmedzenie želaného momentu pre momentové riadenie, pre ostatné typy riadenia je tento parameter neprístupný, a jeho hodnota nemá žiadny vplyv na riadenie.

Parametrom *Mmax gen./mot. [484]* sa označuje pomer medzi maximálnym ohraničením generátorického momentu oproti motorickému. Napríklad, pri trakčnom pohone elektrickej lokomotívy hodnotou tohto parametra menšou ako jedna dosiahneme zníženie brzdných síl oproti ťažnej sile.

Parametrami *Rampa zvyš. mom. [838]* a *Rampa zniž. mom. [839]* sa nastavuje čas nárastu či klesania momentu. Hodnota spomínaných parametrov je interpretovaná ako čas potrebný na zmenu momentu o veľkosti maximálneho momentu, nastaveným parametrom *[481]*. Interpretácia pojmov *Zvyšovanie* a *Znižovanie* momentu je nastaviteľná v *Režim rámp mom. [1052]*:

- Režim 1 - Zvyšovanie a znižovanie momentu sa týka jeho reálnej hodnoty závisle od jeho znamienka.
- Režim 2 - Zvyšovanie a znižovanie momentu sa týka jeho absolútnej hodnoty nezávisle od jeho znamienka.

V tejto skupine parametrov je ešte možné nastaviť *Dynamiku regulácie momentu [1052]*, ktorá slúži na spresnenie regulovaného momentu pre rýchlosti od 10Hz vyššie. Keďže výstup tohto regulátora sa pričítava k priamo vypočítanej hodnote želaného momentu, pre presnosť úplne stačí nízka dynamika (Hodnota parametra *[1052]* je v rozsahu 0.1-2 Hz).

Pre zrýchlenie nábehu momentu hneď po štarte slúži parameter *Počiatkový moment [1194]*. Je to hodnota momentu, uplatnená okamžite po nabudení motora. Počíta sa ako percentuálna hodnota z *Max. momentu [481]*.

1.1.1 Predkorekcia momentu

Od verzie 3.000 pribudla funkcia predkorekcie momentu. Predkorekcia momentu slúži na zníženie regulačnej odchýlky rýchlosti v dynamických stavoch.

Predkor. žel. mom [1526]

V momentovom režime riadenia umožňuje priamo generovať želaný moment, obchádza sa dynamika regulátora rýchlosti, čo umožní rýchlu a presnú reguláciu momentu aj v blízkosti obmedzenia rýchlosti.

Zdroj predk. mom. [1538]

V ľubovoľnom režime riadenia umožní vybrať zdroj predkorekcie momentu. Táto predkorekcia je priamo úmerná zrýchleniu, čiže derivácii rýchlosti.

Dolad. predk. mom [1151]

Proporcionálne zosilnenie predkorekcie momentu definované parametrom *Zdroj predk. mom [1538]*.

Dyn. predkorekcie mom. [1527]

Dynamika predkorekcie momentu - frekvenčné pásmo priepustnosti pozorovateľa zrýchlenia (derivácie rýchlosti). Vyššia hodnota znamená slabšiu filtráciu derivácie rýchlosti. Ak je ale vybrané polohové riadenie a *Rozbehový člen [1523]* je zapnutý, želaný moment je braný z mastra.

1.10. Zastavovanie motora

Zastavovanie motora pri vektorovom riadení sa nastavuje v skupine *Zastavovanie [1215]*. Meniče UNIFREM dovoľujú 3 režimy stopu, podľa parametra *Typ stopu [836]*:

- Rampa do 0 - Motor dobehne po prednastavenej rampe až na nulovú rýchlosť. Toto je defaultné nastavenie pre rýchlostné a polohové riadenie.
- Skok do 0 - Motor zastane za najkratší čas ako je to možné. Želaná hodnota na výstupe rampy sa po povelu STOP okamžite nastaví na nulu.
- Nulový moment - Menič okamžite vypne napájanie motora, bez ohľadu na rýchlosť rotora. Táto voľba je defaultné nastavenie pre momentové riadenie.

Pre bezpečnosť a zaručenie zastavenia sa pre vektorové riadenie používa parameter *Timeout pre STOP [926]*.

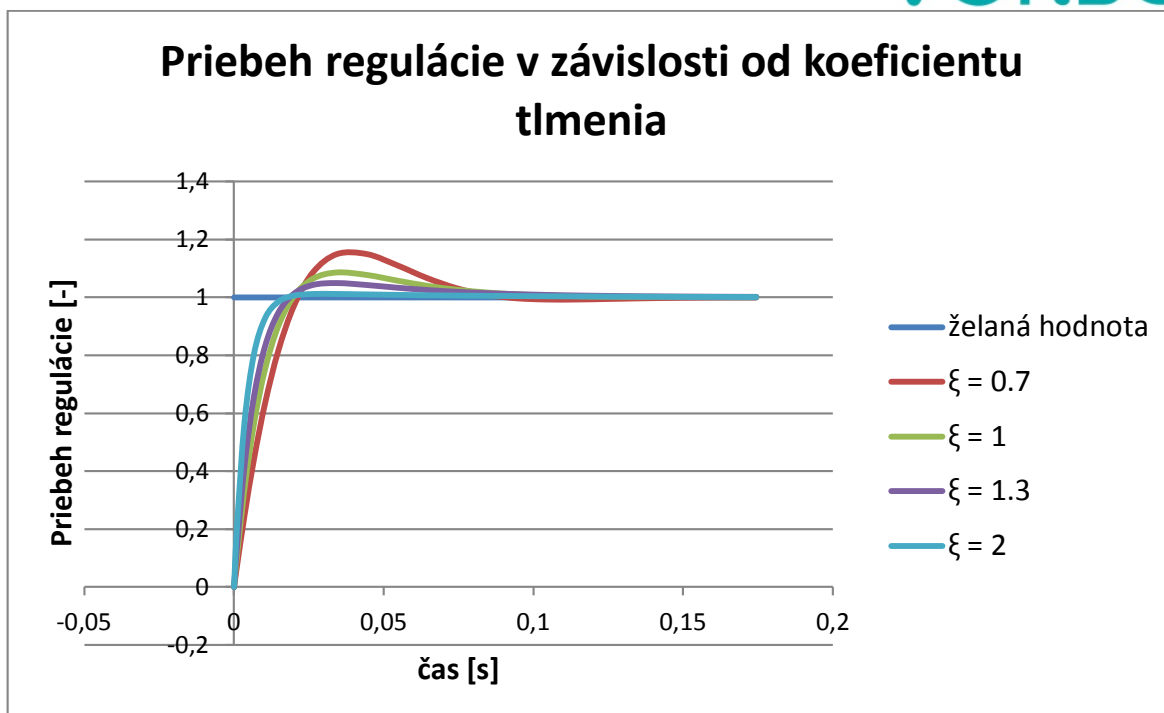
Je to timeout pre vypnutie meniča pri povelu STOP a zapnutom režime dobehu do nulovej rýchlosti („Rampa do 0“, alebo „Skok do 0“), ale jej nedosiahnutí. Zjednodušene sa to dá interpretovať ako čas do ktorého po povelu STOP menič určite prestane napájať a poháňať motor. Dôvod pre implementáciu tohto parametra je že nie vždy sa podarí motor rýchlo zastaviť, problém môže byť napr. vo veľkej záťaži generátorického typu.

1.11. Nastavenie regulačných štruktúr

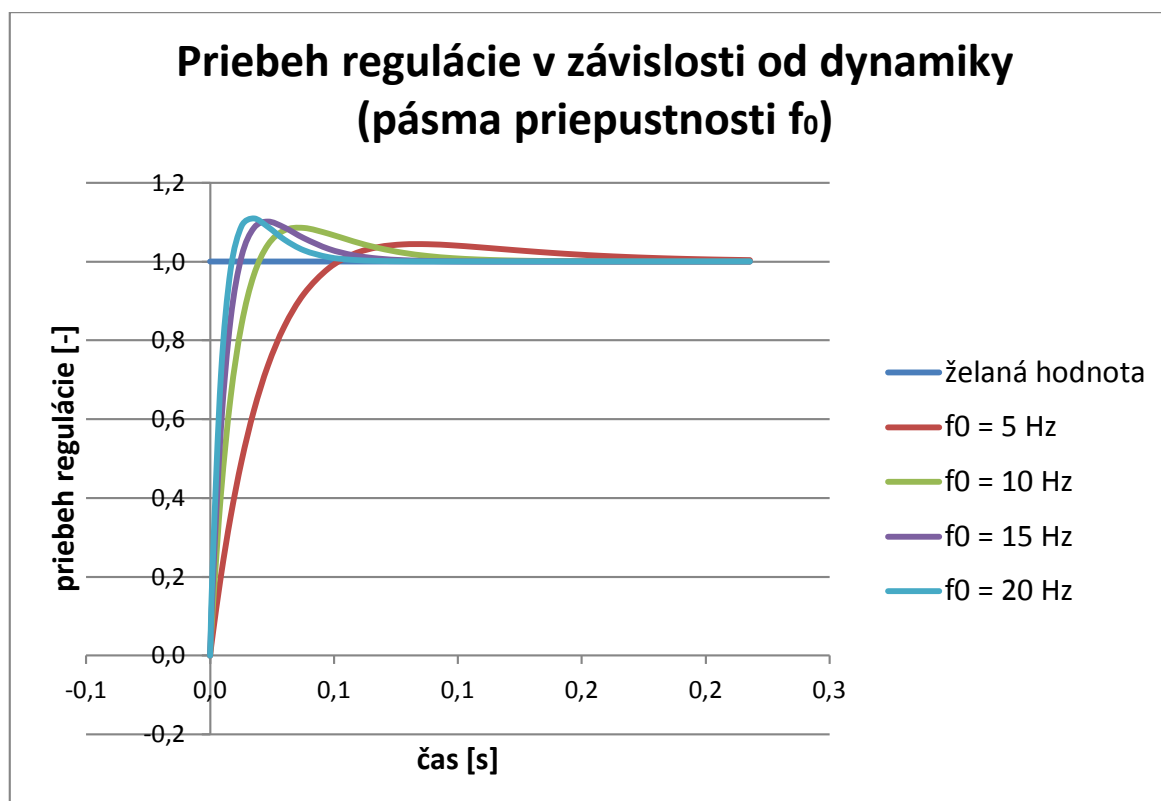
1.11.1. Štruktúra regulátorov

Všetky regulátory majú PI alebo PID štruktúru a sú počítané metódou Pole-placement (metóda umiestňovania pólov systému), a preto majú miesto obvyklých PI zložiek, parametre **Dynamika** a **Tlmenie**. **Dynamika** zodpovedá frekvenčnému pásmu priepustnosti - frekvencii ktorú dokáže daný regulačný obvod preniesť s útlmom 3dB. Na obrázkoch Obrázok 5 a Obrázok 6 vidieť na príklade nastavenia regulátora magnetického toku pre 3kW motor vplyv dynamiky a tlmenia regulátora.

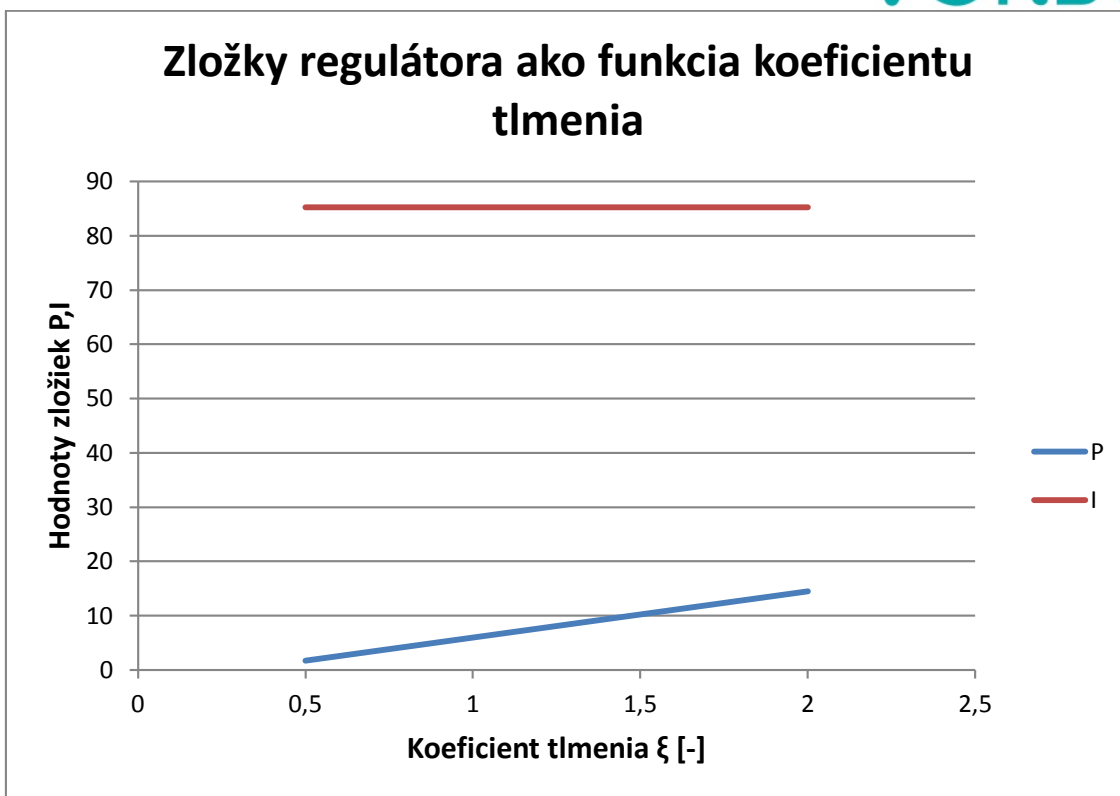
Nízke tlmenie spôsobuje väčší prekmit regulátora, za cenu nižšej tvrdosti regulátora (menšej P zložky regulátora – vid' Obrázok 5). Vyššie tlmenie spôsobuje že regulátor ma pomalšiu odozvu na poruchu, ale prekmit je znížený. V praxi je s nízkym až žiadnym prekomitom často žiaduce nastavovať regulátor rýchlosti/polohy, pretože každý prekmit je určitá strata energie. Nízka dynamika regulátora ale spôsobuje celkovú pomalú reguláciu obvodu, oneskoruje nábeh na želanú hodnotu aj potláčanie poruchy.



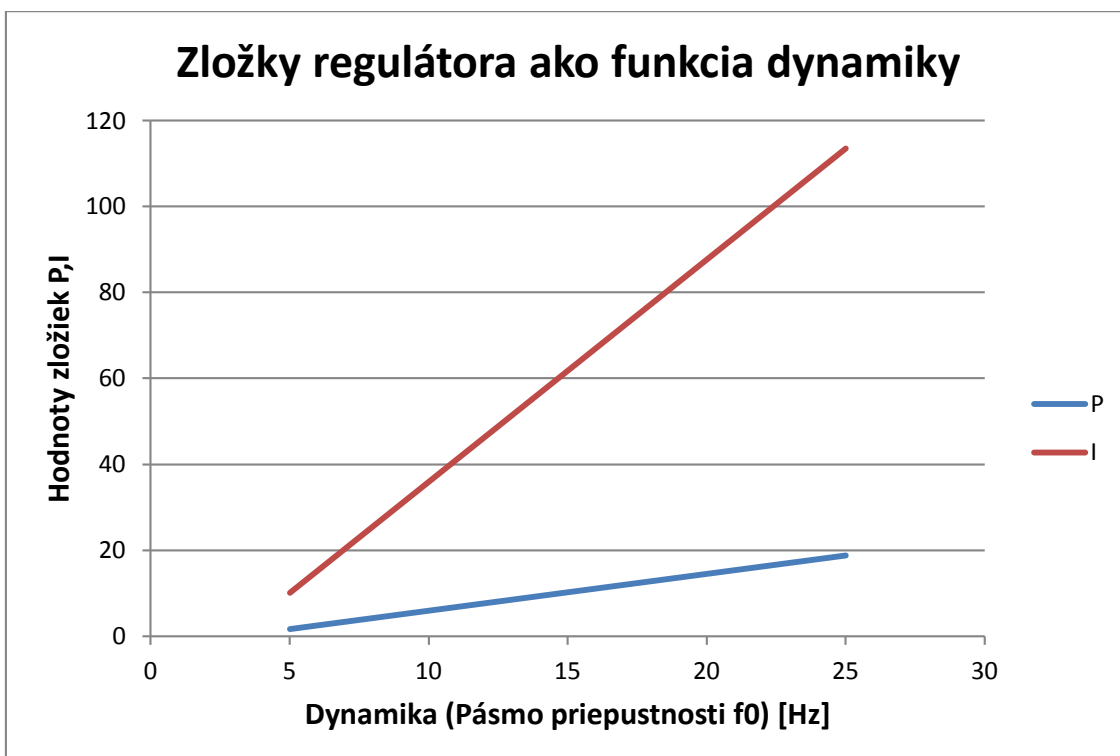
Obrázok 5– Pribeh regulácie v závislosti od koeficientu tlmenia



Obrázok 6 – Pribeh regulácie v závislosti od dynamiky regulátora



Obrázok 7 – Priebeh zložiek PI regulátora v závislosti od koeficientu tlmenia



Obrázok 8 – Priebeh zložiek PI regulátora v závislosti od dynamiky regulátora
1.11.2. Regulátor rýchlosti

Tento regulátor slúži ako regulátor rýchlosti pre potreby momentového, rýchlostného alebo polohového riadenia. riadenie. Parametre pre jeho výpočet sa prepínajú podľa toho aké riadenie je zvolené. Na rozdiel od ostatných regulátorov sa pre regulátor rýchlosti dajú nastaviť dve dynamiky: *RR. dyn. 1 [457]* alebo *RR. Dyn. 2 [1128]*. Všetky uvedené parametre sú v skupine *NASTAVENIE/RIADENIE A REGULÁCIA/VEKTOR.RIADENIE/REG. RÝCH./POL [445]*. Prvá dynamika sa uplatní pri rýchlosti do *Zlom dynamiky [1129]*. Druhá dynamika pre rýchlosti väčšie ako *Zlom dynamiky [1129]*. Pri nastavení Zlomu dynamiku na 0.0 Hz sa v celom rozsahu rýchlosti uplatní výlučne *RR. Dyn. 2 [1128]*. Prechod medzi týmito dvomi dynamikami je plynulý, nemalo by preto dochádzať k žiadnym osciláciám. Aby ale parametre ako dynamika či tlmenie regulátora rýchlosti sa správali tak ako sa očakáva, musí byť nastavený parameter *Moment zotrvačnosti [442]*, ktorý predstavuje zotrvačnosť sústavy. Tento parameter je zložité identifikovať za prevádzky, jeho hodnota sa ale dá vhodnými metódami vypočítať alebo odhadnúť. Katalógové údaje motorov často obsahujú hodnotu momentu zotrvačnosti.

Zdroj predk. rých. [1531]

Nastavenie predkorekcie rýchlosti ako derivácie želanej polohy. Používa sa pri polohovom riadení, alebo pri kopírovaní polohy alebo rýchlosti z jedného zariadenia na druhý. Predkorekcia slúži na zníženie regulačnej odchýlky v dynamických stavoch.

Dolad predk. rých [1151]

Dolaďovací koeficient pre predkorekciu želanej rýchlosti.

Dyn. predkorekcie rých. [1527]

Dynamika predkorekcie rýchlosti - frekvenčné pásmo priepustnosti pozorovateľa rýchlosti (filter 3. rádu derivácie polohy). Ak je *Zdroj predkorekcie rýchlosti [1531]* vybraný ako "Zo žel. polohy" a *Rozbehový člen [1523]* je zapnutý, tento parameter je ignorovaný.

1.11.3. Regulátor polohy

Od verzie 3.000 má UNIFREM samostatný regulátor polohy, umožňujúci polohové riadenie porovnateľné s možnosťami niektorých komerčne dostupných servosystémov.

RPOL. P zložka [1524]

P zložka (proporcionálne zosilnie) PI regulátora polohy. Väčšie zosilnenie zodpovedá vyššej dynamike regulátora.

RPOL. I zložka [1525]

I (integrálna) zložka PI regulátora polohy. Eliminuje trvalú regulačnú odchýlku pri meniacej sa polohe.

Zdroj polohy [1141]

Nastavenie spôsobu výpočtu polohy, ktorá sa použije ako signál skutočnej polohy pre reguláciu polohy.

Špeciálna poloha [1142]

Parameter, ktorý predstavuje špeciálny zdroj skutočnej polohy.

Pretečenie polohy [1143]

Maximálna poloha (v absolútnej hodnote) pri ktorej dochádza k pretečeniu polohy. Nastavením na nulu poloha nikdy nepretečie. Pretečenie polohy je vhodné pre aplikácie kde sa má sledovať poloha druhého zariadenia, napr. synchronizácia polôh – elektronický hriadeľ. Inak by došlo po čase k nasýteniu numerickej reprezentácie polohy.

Zdroj. kalibr. polohy [1144]

Nastavenie zdroja kalibrácie polohy. Pri nábežnej hrane kalibračného signálu sa poloha prednastaví na hodnotu parametra Kalibr. poloha [834]

Režim kalibrácie [1547]

Správanie hodnoty polohy počas kalibrácie.

Kalibr. poloha [834]

Hodnota, na ktorú sa nastaví poloha pri nábežnej hrane signálu kalibrácie polohy.

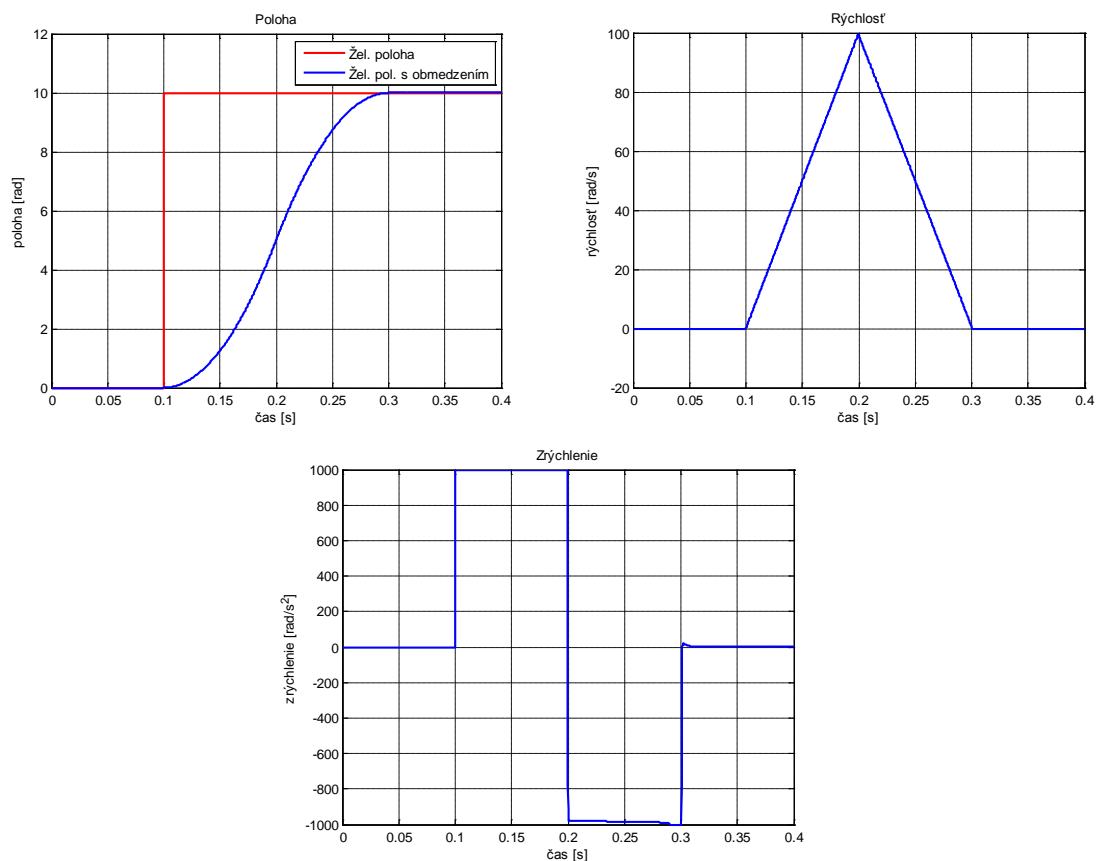
Necitlivosť stat. [1548]

Necitlivosť polohy pri nulovej rýchlosti. Slúži pre zamedzenie vibrácii pri nulovej rýchlosti v prípade že želaná poloha sa nachádza mimo rozlíšenia spätnej väzby.

Rozbehový člen [1523]

Použiť rozbehový člen na obmedzenie rýchlosti a zrýchlenia pre priebeh želanej polohy.

Rozbehový člen slúži pre obmedzenie maximálnej rýchlosti a zrýchlenia pri zmene polohy. Výstupom z neho je tiež želaná poloha, ale obmedzená tak aby jej derivácia (rýchlosť) neprekročila nastavené obmedzenie rýchlosti (*Max. frekvencia [111]*) a jej max. zrýchlenie (*Čas dobehu 1 [119]* v súvislosti s *Zlom dobehu [121]* pre spomaľovanie a *Čas rozbehu 1 [116]* v súvislosti s *Zlom rozbehu [117]* pre zrýchľovanie).



Obrázok 9 – Priebeh želanej polohy, rýchlosti a zrýchlenia pri použití rozbehového členu

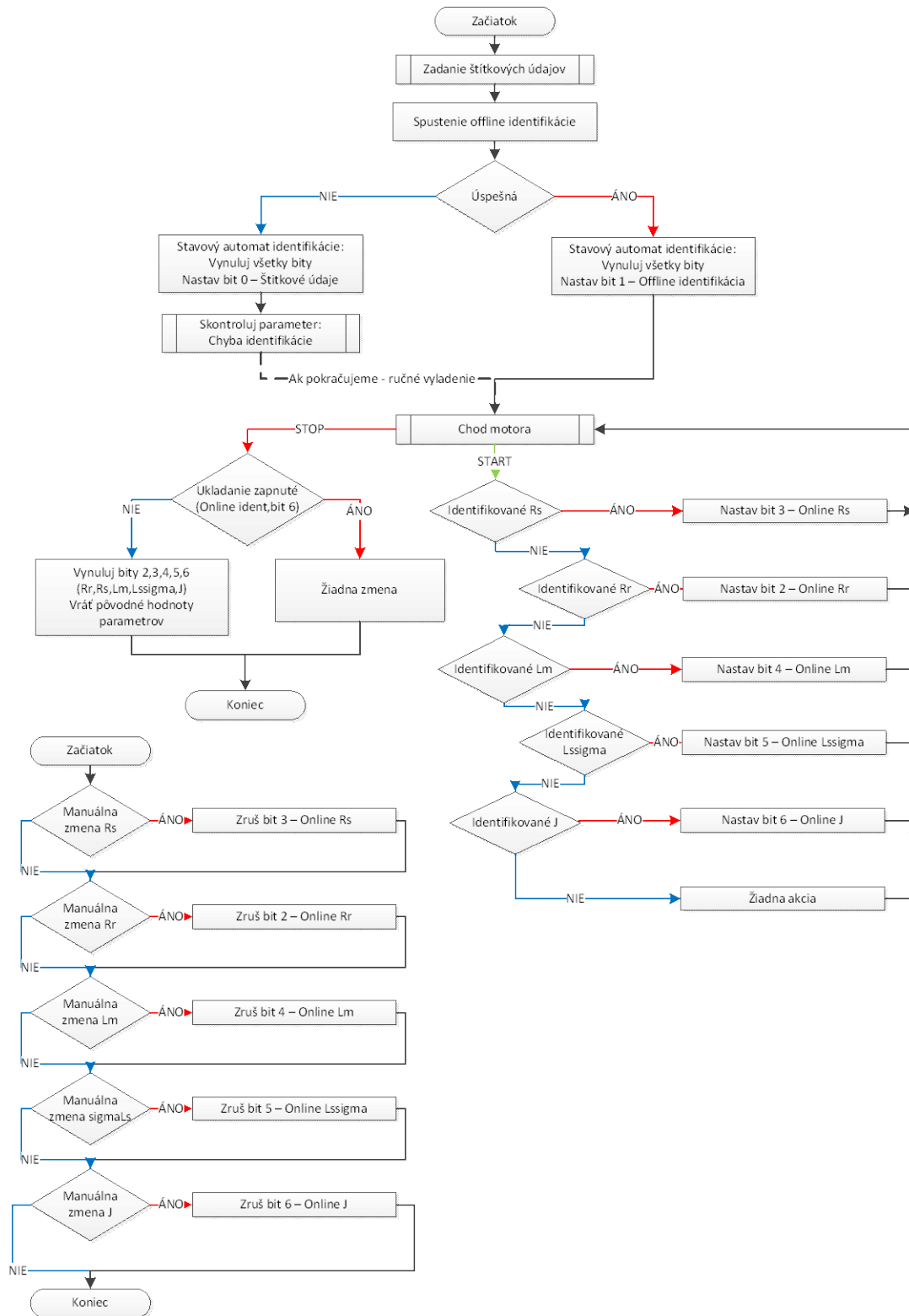
Zdroj predk. pol. [1539]

Nastavenie predkorekcie polohy. Slúži ako zdroj druhej polohy, vhodné napr. pre kopírovanie polohy z jedného zdroja, napr. zo snímača IRC2 na aktuálny pohon so spätnou väzbou zo snímača IRC1.

Dolad. predk. pol. [1543]

Doladovací koeficient pre predkorekciu želanej polohy. Slúži pre zmenu zosilnenia (vplyvu) predkorekcie.

Príloha 1 – Príznyky parametra Stav identifikácie [994]



Obrázok 10 – Diagram príznykov parametra Stav Identifikácie