

# UNIMA-KS

- vývoj a výroba měřicí a řídicí techniky
- SW pro vizualizaci, měření a regulaci
- [WWW.UNIMA-KS.CZ](http://WWW.UNIMA-KS.CZ)

**Ing. Z.Královský**

Nová Ves 41  
675 21 OKŘÍŠKY

Tel.: 568 870982

Fax: 568 870982

e-mail: [Unima-ks@volny.cz](mailto:Unima-ks@volny.cz)

**Ing. Petr Štol**

Okrajová 1356  
674 01 TŘEBÍČ

Tel.: 568 848179

777 753753

e-mail: [petr.stol@volny.cz](mailto:petr.stol@volny.cz)

## Specifikace regulátoru otáček

### SPEEDCON



15.6.2005

## OBSAH:

<b>1. Účel zařízení.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Provozní podmínky .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Mechanické provedení .....</b>	<b>2</b>
<b>4. Elektrické provedení .....</b>	<b>3</b>
4.1 Konektor S1 .....	4
4.2 Konektor S2 .....	5
4.3 Kalibrace analogových vstupů .....	6
4.4 RS-232.....	7
<b>5. Mapování.....</b>	<b>8</b>
<b>6. Binární vstupy.....</b>	<b>8</b>
6.1 Fyzické binární vstupy .....	8
6.2 Logické binární vstupy .....	8
6.2.1 <i>Start/Stop</i> .....	8
6.2.2 <i>Idle/Rated</i> .....	8
6.2.3 <i>Paralel</i> .....	8
6.2.4 <i>PID A/B</i> .....	8
6.2.5 <i>Rpm Down</i> .....	8
6.2.6 <i>Rpm Up</i> .....	9
<b>7. Dvuhodnotové výstupy.....</b>	<b>10</b>
7.1 Fyzické binární výstupy.....	10
7.2 Logické binární výstupy .....	10
7.2.1 <i>Act.Backloop</i> .....	10
7.2.2 <i>Act.Limit</i> .....	10
7.2.3 <i>Rpm Error</i> .....	10
<b>8. Analogové vstupy.....</b>	<b>11</b>
8.1 Ostatní analogové vstupy .....	11
8.1.1 <i>Rpm 20mA</i> .....	11
8.1.2 <i>Rpm Pot</i> .....	11
<b>9. Popis funkce .....</b>	<b>12</b>
9.1 Startovací fáze.....	12
9.2 Provoz regulátoru.....	12
9.3 Nastavení regulátoru.....	13
9.4 Stavový diagram regulátoru .....	14
<b>10. Modifikace SW ŘS.....</b>	<b>15</b>

## 1. Účel zařízení

Úkolem popisované řídicí jednotky Speedcon (dále SP) je regulace otáček spalovacího motoru.

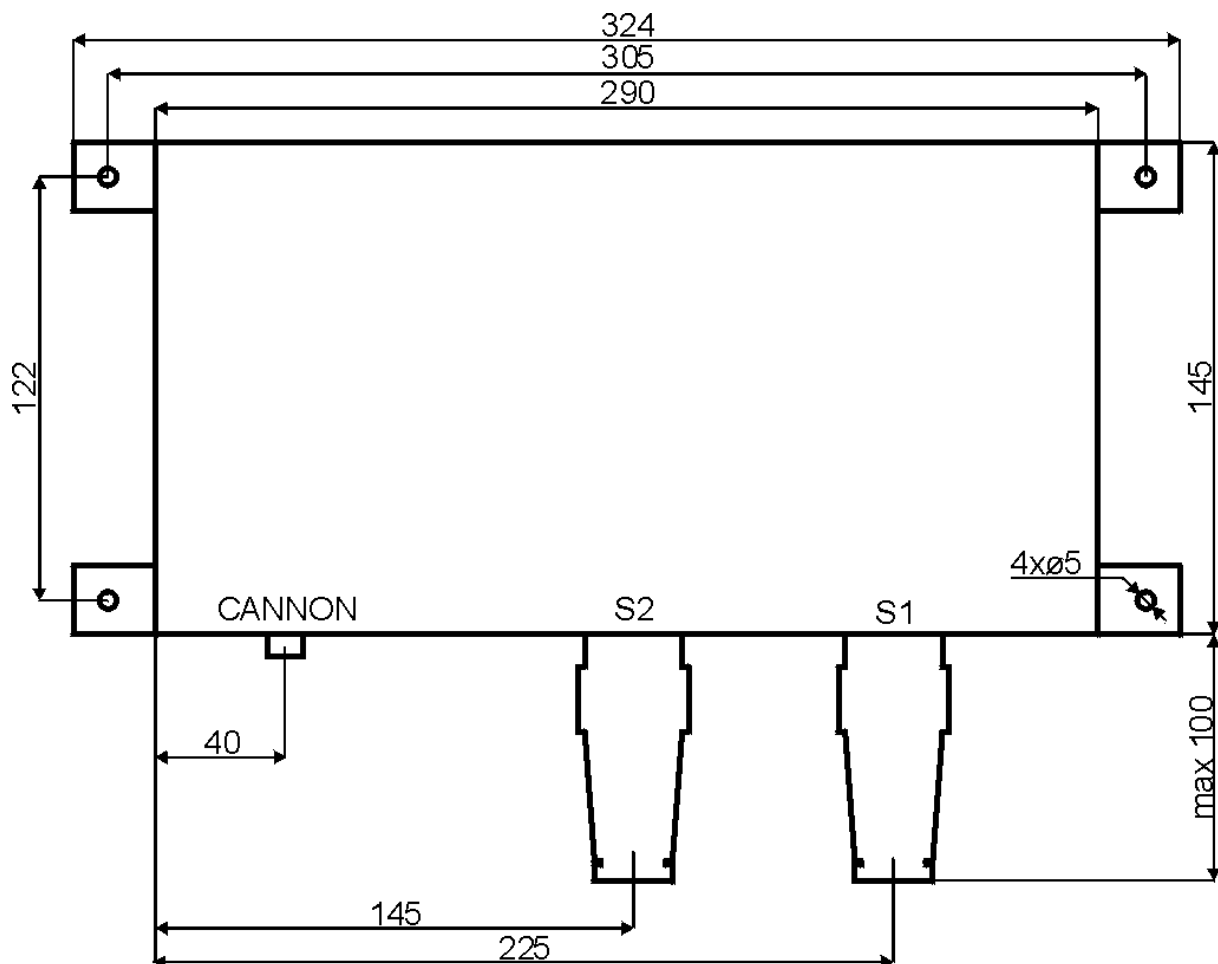
## 2. Provozní podmínky

Pro správný provoz SP je nutné dodržet základní provozní podmínky, které jsou definovány v následujících kapitolách:

- správné připojení vstupně-výstupních konektorů
- napájení SP splňující dané tolerance ( $\pm 10\pm 33V$ )
- správné nastavení parametrů řídicího SW
- dodržení provozní teploty okolního prostředí do  $60^{\circ}C$

## 3. Mechanické provedení

SP je umístěn v samostatné kovové skříňce o rozměrech 324x145mm (montážní otvory 305x122mm o průměru 5mm), výška 57mm, krytí IP65. Boční strana obsahuje dva konektory typu Amphenol C164 pro připojení akčního členu (dále AČ) a vstupních signálů a konektor CANNON.



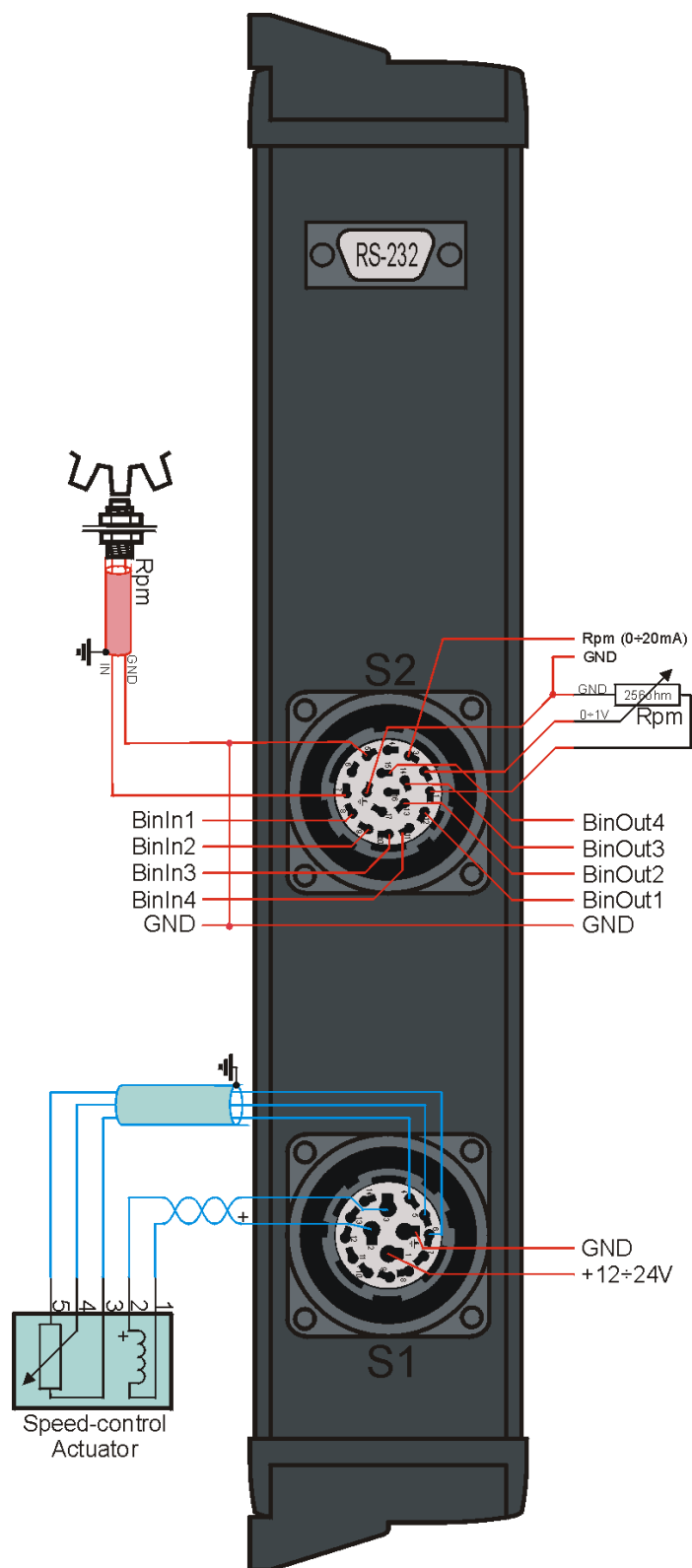
## 4. Elektrické provedení

SP je k rozvaděči připojen pomocí dvou konektorů S1 (silový konektor) a S2 (signálový konektor).

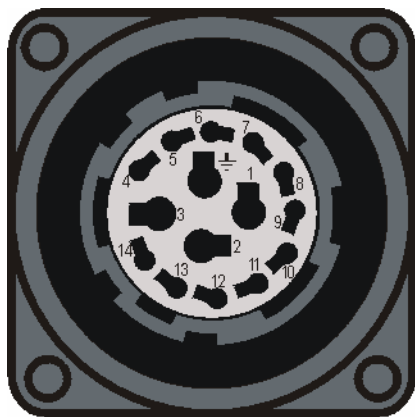
SP je napájen (konektor S1) stejnosměrným napětím 10÷33V DC, spotřeba (při napájení 24V) 130mA při deaktivovaném regulátoru, 800mA (špičkově až 2A) při regulaci (platí pro AČ Heinzmann StG 2010.20-KV-SC, pro jiné AČ se může změnit spotřeba při provozu, spotřeba v klidu nebo špičková není typem AČ ovlivněna).

Konektor CANNON slouží pro připojení SP k PC (monitorování, nastavení diagnostika).

Rozmístění konektorů:



## 4.1 Konektor S1

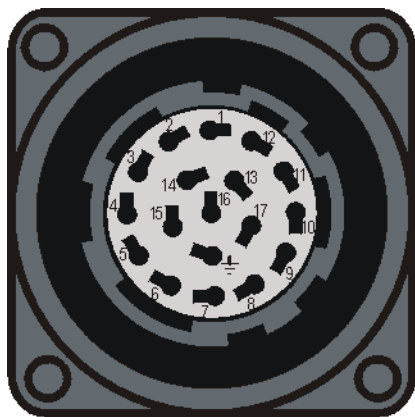


Pin	Jméno	Popis	Vodič	
GND	GND	Napájení regulátoru	A*	
S1-1	=10÷33V			
S1-2	Actl+	Budící proud do akčního členu	Svorka 2 AČ	A*
S1-3	Actl-		Svorka 1 AČ	A*
S1-4	Act8V	Snímání polohy akčního členu	Svorka 3 AČ	B*
S1-5	ActPos		Svorka 4 AČ	B*
S1-6	ActGND		Svorka 5 AČ	B*
S1-7	NC			
S1-8	NC			
S1-9	NC			
S1-10	NC			
S1-11	NC			
S1-12	NC			
S1-13	NC			
S1-14	NC			

\* Maximální a doporučený průřez přívodních vodičů:

A – maximum  $1,5\text{mm}^2$  (katalogově), doporučeno  $1,5\text{mm}^2$   
 B – maximum  $1,0\text{mm}^2$  (katalogově), doporučeno  $0,75\text{mm}^2$

## 4.2 Konektor S2



Pin	Jméno	Popis	Vodič
GND	GNDA	Analogová zem	B*
S2-1	RpmPotA	Napájení potenciometru pro korekci otáček	B*
S2-2	RpmPotB	Jezdec potenciometru pro korekci otáček	B*
S2-3	Rpm20mA	Proudový vstup pro korekci otáček	B*
S2-4	NC		B*
S2-5	GNDD	Digitální zem	B*
S2-6	NC		B*
S2-7	Rpm	Otáčkové čidlo	B*
S2-8	BinIn1	Konfigurovatelné fyzické binární vstupy	B*
S2-9	BinIn2		
S2-10	BinIn3		
S2-11	BinIn4		
S2-12	BinOut1	Konfigurovatelné fyzické binární výstupy	B*
S2-13	BinOut2		
S2-14	BinOut3		
S2-15	BinOut8		
S2-16	NC		B*
S2-17	NC		

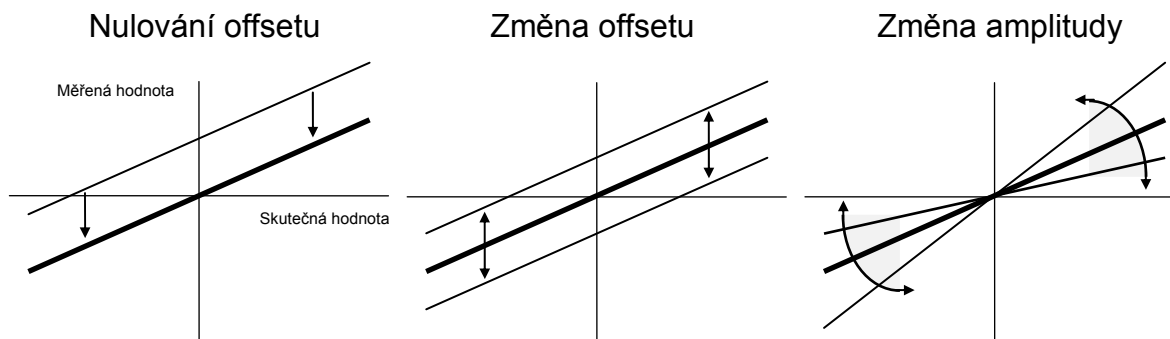
\* Maximální a doporučený průřez přírodních vodičů:

B – maximum 1,0mm<sup>2</sup> (katalogově), doporučeno 0,75mm<sup>2</sup>

### 4.3 Kalibrace analogových vstupů

Všechny analogové vstupy (potenciometr, 20mA, poloha AČ) lze digitálně kalibrovat bez nutnosti zásahu do SP (nastavování trimrů).

Kalibrace se provádí připojením SP k PC pomocí RS-232. Volbou menu „Servis / Calibration“ v programu „MANAGER.EXE“ se zobrazí dialogové okno pro kalibraci. Tlačítka pro změnu offsetu a amplitudy lze zvolený parametr přesně nastavit na požadovanou hodnotu:



Doporučený postup při kalibraci:

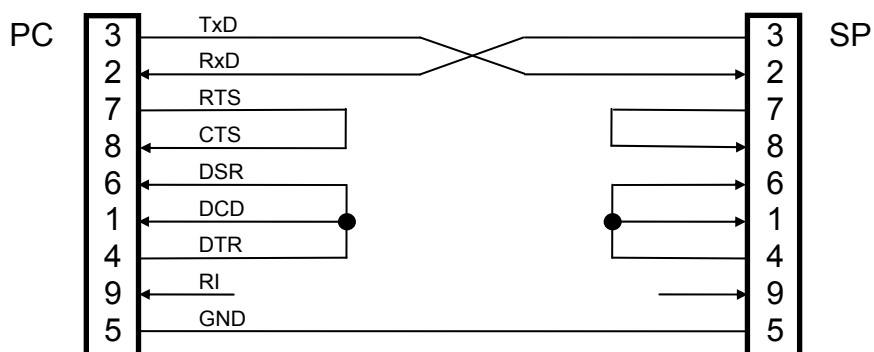
- a) Odpojení (nulování) kalibrovaného vstupu
- b) Nulování offsetu tlačítkem „Offset 0“
- c) Připojení vstupu na definovanou hodnotu
- d) Nastavení požadované hodnoty tlačítka „Amplituda +“ a „Amplituda -“

#### 4.4 RS-232

Komunikace SP s PC je realizována pomocí sériového rozhraní RS-232. Pro připojení k tomuto rozhraní slouží 9-pinový konektor CANNON.

Připojením SP k PC sériovým kabelem a spuštěním programu „MANAGER.EXE“ je možné monitorovat provoz SP, nastavovat parametry SP, kalibrovat analogové vstupy.

Zapojení kabelu pro připojení SP k PC:



## 5. Mapování

Přiřazení logickým vstupům fyzický vstup (fyzickým výstupům logický výstup) dále Mapování.

Jedním fyzickým vstupem lze ovládat několik logických vstupů.

## 6. Binární vstupy

### 6.1 Fyzické binární vstupy

Fyzické binární vstupy BinIn1÷BinIn4 odrážejí stav zkratování (rozpojení) vstupních svorek SP S2-8÷S2-11. Zkratování svorky aktivuje příslušný fyzický vstup.

### 6.2 Logické binární vstupy

Logické binární vstupy jsou binární veličiny ovlivňující algoritmus SP. Pomocí Mapování lze definovat, jakým způsobem jsou tyto binární veličiny ovládány (fyzickým vstupem, jinou binární veličinou, případně je lze trvale nastavit do aktivní nebo neaktivní úrovně).

#### 6.2.1 Start/Stop

Logický binární vstup „Start/Stop“ aktivuje regulátor otáček. Aktivací vstupu dojde ke spuštění startovací fáze regulátoru otáček. Nástupná hrana signálu také odkvituje předešlé chyby v SP.

#### 6.2.2 Idle/Rated

Logický vstup ovládá otáčky motoru. Aktivace vstupu způsobí provoz motoru na volnoběžných otáčkách. Není-li vstup aktivní, motor jede na jmenovitých otáčkách.

Po ukončení startovací fáze regulátoru otáček zůstává motor definovanou dobu na volnoběžných otáčkách (bez ohledu na stav vstupu), poté přechází na jmenovité otáčky (není-li vstup aktivní). Aktivací vstupu lze tedy prodloužit provoz motoru na volnoběžných otáčkách po startu nebo zajistit přechod na volnoběžné otáčky před zastavením motoru.

#### 6.2.3 Paralel

Aktivace logického vstupu přepne regulátor otáček z regulace otáček na regulaci výkonu (pomocí Droop) v paralelním provozu se sítí. Tento vstup může být přímo ovládán stykačem sítě připojeným k definovanému fyzickému vstupu.

#### 6.2.4 PID A/B

Volba sady PID parametrů regulátoru otáček. Je-li vstup neaktivní, uplatňuje se sada A, aktivací vstupu se zvolí sada B.

#### 6.2.5 Rpm Down

Jede-li motor na jmenovitých otáčkách v režimu regulace otáček (signály „Idle/Rated“ a „Paralel“ nejsou aktivní) a je parametrem aktivována korekce požadovaných otáček bin.signály, velikost otáček lze působením tohoto signálu snižovat. Rychlost snižování otáček (změna požadovaných otáček při vstupním impulsu trvajícím 1s) je daná parametrem „DecSpeed“, nemůže být ovšem vyšší než rychlost "DecelSpeed". Při dosažení otáček "MinRpm" (nebo je-li poloha akčního členu na dolním limitu "MinFuel") nedochází ke snižování otáček i při trvajícím signálu "Rpm Down".

Jede-li motor v režimu regulace výkonu (signál „Paralel“ je aktivní) a je parametrem aktivována korekce požadovaných otáček bin.signály, lze působením

tohoto signálu snižovat výkon. Požadované otáčky (ovládané stejně jako v režimu regulace otáček) jsou přes parametr „Droop“ přepočteny na polohu akčního členu.

### **6.2.6 Rpm Up**

Jede-li motor na jmenovitých otáčkách v režimu regulace otáček (signály „Idle/Rated“ a „Paralel“ nejsou aktivní) a je parametrem aktivována korekce požadovaných otáček bin.signály, velikost otáček lze působením tohoto signálu zvyšovat. Rychlost zvyšování otáček (změna požadovaných otáček při vstupním impulsu trvajícím 1s) je daná parametrem „IncSpeed“, nemůže být ovšem vyšší než rychlost "AccelSpeed". Při dosažení otáček "MaxRpm" (nebo je-li poloha akčního členu na horním limitu "MaxFuel") nedochází ke snižování otáček i při trvajícím signálu "Rpm Up".

Jede-li motor v režimu regulace výkonu (signál „Paralel“ je aktivní) a je parametrem aktivována korekce požadovaných otáček bin.signály, lze působením tohoto signálu zvyšovat výkon. Požadované otáčky (ovládané stejně jako v režimu regulace otáček) jsou přes parametr „Droop“ přepočteny na polohu akčního členu.

## **7. Dvuhodnotové výstupy**

### **7.1 Fyzické binární výstupy**

Fyzické binární vstupy BinOut2÷BinOut8 ovládají spínací výstupní tranzistory na svorkách SP S2-12÷S2-15. Aktivace výstupu sepne příslušný výstupní tranzistor.

### **7.2 Logické binární výstupy**

Logické binární výstupy jsou binární veličiny generované algoritmem SP. Pomocí Mapování lze definovat, jakým způsobem tyto binární veličiny ovládají fyzické výstupy (který logický výstup ovládá který fyzický výstup).

#### **7.2.1 Act.Backloop**

Chyba zpětné vazby AČ regulátoru otáček. Regulátor otáček nemá informaci o poloze AČ a nemůže tedy regulovat jeho polohu. V takovémto stavu dojde k aktivaci tohoto výstupu a zároveň k vypnutí výkonového stupně (budícího proudu do AČ) a tedy zavření AČ. Signál se deaktivuje při novém požadavku na aktivaci (nástupnou hranou signálu „Start/Stop“).

#### **7.2.2 Act.Limit**

Regulátor aktivuje tento výstup v případě, že i přes maximální akční zásah (maximální proud do AČ) nebylo možno dosáhnout za dobu 250ms požadované polohy AČ (mechanická zábrana, koncový doraz). Proud do AČ je snížen na hodnotu přídržného proudu aby nedošlo k poškození koncového stupně a AČ (trvale maximální proud do AČ). Signál se deaktivuje, jakmile regulátor dosáhne požadované polohy.

#### **7.2.3 Rpm Error**

Chyba otáčkového čidla. Regulátor aktivuje tento výstup, klesnou-li otáčky během provozu pod hranici „ErrRpm“. Zároveň s aktivací výstupu dojde k vypnutí výkonového stupně (budícího proudu do AČ) a tedy zavření AČ. Signál se deaktivuje při novém požadavku na aktivaci (nástupnou hranou signálu „Start/Stop“).

## 8. Analogové vstupy

SP nemá konfigurovatelné analogové vstupy, pouze jednoúčelové analogové vstupy pro korekci otáček.

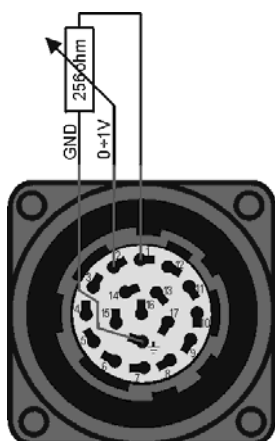
### 8.1 Ostatní analogové vstupy

#### 8.1.1 Rpm 20mA

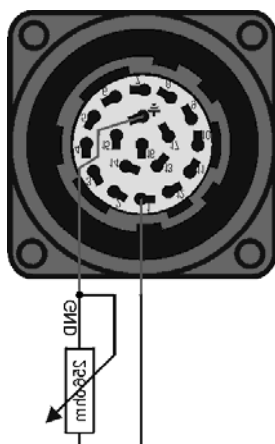
Proudový vstup 0÷20mA slouží ke korekci velikosti požadovaných otáček (regulaci výkonu). Jaký proud odpovídá jakým požadovaným otáčkám lze definovat parametry „AnlMinRpm“ a „AnlMaxRpm“, minimální hodnota požadovaných otáček je ovšem omezena na „MinRpm“, maximální hodnota na „MaxRpm“. Při skokové změně vstupního analogového signálu se požadované otáčky nemění skokově, ale sledují vstupní požadavek rychlostí „AccelSpeed“, „DecelSpeed“. Aby bylo možné otáčky SP korigovat pomocí proudové smyčky, musí být parametr „RqRpm“ nastaven na hodnotu „Anl.signálem 0÷20mA“.

#### 8.1.2 Rpm Pot

Otáčky SP (výkon) lze také korigovat pomocí potenciometru nebo reostatu 256Ω. Podobně jako u proudové smyčky lze parametrem definovat, jaký odpor odpovídá jakým otáčkám. Potenciometr je možné připojit k SP dvouvodičově i třívodičově:



Při třívodičovém zapojení musí být parametr „RqRpm“ nastaven na hodnotu „Potenciometrem 0÷256ohm“. Otáčky je možné při tomto nastavení také ovládat přímo napětím 0÷1V.

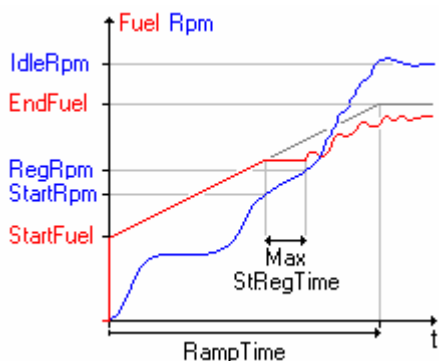


Při dvouvodičovém zapojení musí být parametr „RqRpm“ nastaven na hodnotu „Reostatem 0÷256ohm“.

## 9. Popis funkce

### 9.1 Startovací fáze

Aktivací binárního vstupu "Start/Stop" (a překročením poruchových otáček) se spustí startovací fáze. Regulátor nastaví akční člen do výchozí startovací polohy



klapky "StartFuel" a lineárně s časem akční člen otvírá až do koncové polohy "EndFuel". Pokud se motor nerozběhne (otáčky nepřekročí "StartRpm"), je dosaženo koncové polohy akčního členu za dobu "RampTime", kde se otvírání zastaví. Pokud jsou překročeny otáčky "StartRpm", je zastaveno otvírání akčního členu ještě před dosažením koncové polohy. Poloha akčního členu setrvává v dosažené poloze až do okamžiku, kdy otáčky překročí hodnotu "RegRpm", kdy dojde ke spuštění regulace otáček. Ke spuštění regulace otáček dojde i v případě, že otáčky hodnoty „RegRpm“ nedosáhnou za maximální dobu „StRegTime“.

Po spuštění regulace otáček se požadované otáčky lineárně s časem zvyšují (rychlost je daná parametrem „AccelSpeed“) z hodnoty aktuálních otáček (blízkých "RegRpm") až na hodnotu volnoběžných otáček "IdleRpm", kdy je startovací fáze ukončena.

Po ukončení startovací fáze motor jede minimálně po dobu "IdleTime" na volnoběžných otáčkách bez ohledu na stav binárního signálu "Idle/Rated". Po ukončení této doby pokračuje motor na volnoběžných otáčkách, je-li signál "Idle/Rated" aktivní. Není-li "Idle/Rated" aktivní, motor přechází na jmenovité otáčky.

### 9.2 Provoz regulátoru

Nepůsobí-li signál „Paralel“, regulátor pracuje v režimu regulace otáček. Dynamické vlastnosti regulace ovlivňuje nastavení PID parametrů regulátoru otáček, volbu sady PID parametrů je možné ovlivnit polohou akčního členu. Jede-li motor na jmenovité otáčky („Idle/Rated“ není aktivní), otáčky motoru je možné korigovat externími logickými signály (dle nastavení parametru „RqRpm“) RpmUp, RpmDown nebo analogově potenciometrem, reostatem, proudem 0÷20mA nebo napětím 0÷1V. Jaký impuls odpovídá jaké změně otáček respektive jaká analogová hodnota odpovídá jakým požadovaným otáčkám lze nastavit pomocí parametrů „IncSpeed“, „DecSpeed“, „AnlMinRpm“ a „AnlMaxRpm“, stejně jako pomocí parametrů „MinRpm“ a „MaxRpm“ lze nastavit maximálně dosažitelné meze požadovaných otáček při působení výše zmíněných externích signálů.

Pokud absolutní hodnota rozdílu skutečných a požadovaných otáček během regulace otáček překročí hodnotu parametru „WinRpm“, dojde k zvýšení zesílení regulátoru dle parametru „WinK“ tak, aby zvýšená odchylka byla co nejrychleji eliminována.

Pokud hodnota skutečných otáček během regulace otáček překročí dvojnásobek parametru „WinRpm“, dojde k zavření akčního členu do polohy „MinFuel“, aby se nárůst otáček co nejefektivněji zastavil. Po poklesu otáček pod dvojnásobek „WinRpm“ se obnoví regulace otáček.

Působí-li signál „Paralel“, regulátor pracuje v režimu regulace výkonu. Dynamické vlastnosti regulace již neovlivňují PID parametry, poloha akčního členu je daná pouze požadovanými otáčkami a parametrem „Droop“. Parametr udává, o kolik procent se musí změnit požadované otáčky, aby se poloha akčního členu změnila o 100%. Výchozí bod na je dán okamžikem aktivace signálu "Paralel", otevření akčního členu v tomto okamžiku je přiřazena aktuální hodnota otáček. Otevření akčního členu je limitováno minimální hodnotou "MinFuel" a maximální hodnotou "MaxFuel".

Pokud absolutní hodnota rozdílu skutečných a požadovaných otáček během regulace výkonu překročí hodnotu parametru „WinRpm“, dojde k přepnutí regulátoru na regulaci otáček. Tento stav signalizuje nesprávný provoz soustrojí, může k němu dojít např. tehdy, kdy je odpojen stykač sítě generátoru a signál „Paralel“ stále působí. Regulátor předpokládá, že nastane-li tento stav, dojde k odstavení soustrojí nebo deaktivaci signálu „Paralel“. Pokud zůstane signál „Paralel“ aktivní déle jak „RpmOutTime“, regulátor se pokusí obnovit režim regulace výkonu.

### 9.3 Nastavení regulátoru

Kromě správného nastavení parametrů je pro správný provoz regulátoru velmi důležité nastavení PID konstant. Postup nastavení PID je následující:

- Nastavení PID parametrů akčního členu. Po stisku klávesy „Actuator position..“ a klávesy „Generate test pulse“ v Monitoru regulátoru otáček dojde ke generování obdélníkového signálu požadované polohy AČ. Pomocí kláves plus a mínus lze korigovat zesílení, derivační a integrační složku PID regulátoru polohy tak, aby bylo dosaženo co nejlepší obdélníkové odezvy polohy AČ.
- Vypnutí klávesy „Generate test pulse“
- Nastavení parametrů „Pos1“, „Pos2“ a „Pos3“ na hodnotu 100%, aby se během nastavení PID uplatňovala pouze jedna sada PID.
- Spuštění motoru a jeho provoz na jmenovitých otáčkách
- Nastavení PID parametrů regulátoru otáček. Po stisku klávesy „RPM...“ a klávesy „Generate test pulse“ v Monitoru regulátoru otáček dojde ke generování obdélníkového signálu požadovaných otáček. Pomocí kláves plus a mínus lze korigovat zesílení, derivační a integrační složku PID regulátoru otáček tak, aby bylo dosaženo co nejlepší obdélníkové odezvy velikosti otáček.
- Vypnutí klávesy „Generate test pulse“

## 9.4 Stavový diagram regulátoru

