

# Rychlostní regulátor krokového motoru

Ing. Ivo Stražil

Rychlostní regulátor krokového motoru je zařízení, které slouží k regulaci rychlosti otáčení pohonu s krokovým motorem na základě zpětné vazby z inkrementálního snímače otáčení. Potřebná regulační smyčka je realizována softwarově mikrokontrolérem.

## Technické parametry

Napájecí ss napětí: 10 až 30 V.  
Odběr proudu: asi 0,1 A.  
Rozměry: 130 x 80 x 55 mm.  
Provozní teplota: 0 až 50 °C.

## Koncepce

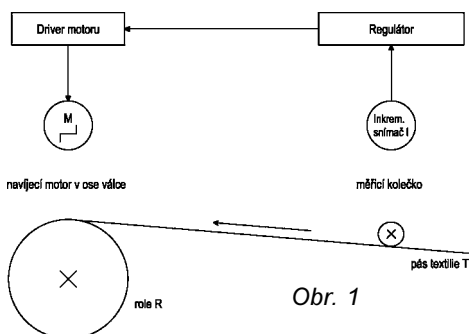
Rychlostní regulátor byl vyvinut pro aplikaci navijení netkané textilie, naznačenou na obr. 1. Pro daný technologický proces bylo nutné udržovat stálou rychlost pohybu pásu textilie T, přičemž motor navijení pohání osu role R. S průběhem času se role R zvětšuje a pro dosažení stálé rychlosti odvíjení je tedy nutné snížit rychlost otáčení navijecího motoru M. Zpětnou vazbu pro regulátor zajišťuje inkrementální snímač I.

V tomto článku se budeme zabývat pouze konstrukcí samotného regulátoru. Jako výkonový stupeň motoru (driver) je možné zakoupit mnoho standardních výrobků různých výrobců a nemá smysl popisovat použité konkrétní řešení, které je závislé na zvoleném motoru převodovce.

## Popis zapojení

Regulátor tedy udržuje změnou rychlosti pohybu motoru M konstantní rychlost otáčení inkrementálního snímače I. Nejprve si popíšeme vstupní a výstupní signály regulátoru.

Krokové motory a průmyslové servomotory se zpravidla instalují spolu s výkonovým stupněm (tzv. driverem), který zajišťuje napájení motoru a jeho nadproudovou a někdy i tepelnou ochranu. Tyto výkonové stupně se ovládají pomocí trojice signálů:



signálu „STEP“ („KROK“, „PULS“), který dává svou hranou pohonu pokyn k pohybu o jeden krok, signálu „DIR“ („SMĚR“), udávající směr pohybu pohonu, a signálu „ENABLE“, který zapíná výkonový stupeň. Námí použitý výkonový stupeň akceptuje vstupní signály v úrovních TTL.

Použitý rotační inkrementální snímač Hengstler RI32-O/1000ER má dva výstupy (A, B) s fázově posunutými 1000 impulsy na otáčku hřídele snímače a indexový výstup (X) s jedním impulsem na otáčku. Vzhledem k tomu, že v naší aplikaci předpokládáme pouze jednosměrný pohyb textilie, je využit pouze jediný výstup snímače (A). Snímač je napájen napětím 10 až 30 V a jeho výstupní buďiče jsou v provedení „push-pull“; úrovně výstupních signálů jsou blízké 0 V a napájecímu napětí.

Srdcem regulátoru (viz schéma na obr. 2) je mikrokontrolér Atmel AVR ATmega16A (IC1) s taktem 16 MHz. IC1 je možné programovat v aplikaci rozhraním ISP (SV1).

Jako uživatelské rozhraní slouží multiplexovaný pětimístný displej LED (H1, H2) spolu se čtveřicí diod LED LED1 až LED4, dvojicí tlačítek (S1, S2) a rotačním enkodérem (S3).

Výstupní puls (signál „STEP“) pro výkonový stupeň pohonu generuje IC1 na vodič MOTOR-PULSY s hardwarovou podporou svého vnitřního čítače/časovače 0. IC1 také zapíná výkonový stupeň pohonu signálem MOTOR-ENABLE. Zmíněné dva signály pro pohon jsou po oddělení invertory IC3 vyvedeny na svorkovnici X1. Regulátor neovládá vstup „DIR“ výkonového stupně, protože je předpokládán pouze jednosměrný pohyb pohonu.

Napájení regulátoru z vnějšího zdroje 10 až 30 V je připojeno ke svorkovnici X1. Spínaný stabilizátor IC2 (LM2574N-5) zajišťuje napájení elektroniky regulátoru napětím 5 V.

Inkrementální snímač Hengstler je připojen na svorkovnici X2 a napájen z větve +12 V. Odporový dělič R19/R21 přizpůsobuje spolu s ochrannou diodou D5 výstupní úroveň snímače do logických úrovní CMOS 5 V; kondenzátor C11 filtruje sporadické ruši-



vé pulsy. Invertory se Schmittovým klopným obvodem (IC3A, IC3F) tvarují signál ze snímače před přivedením na vstup ICP mikrokontroléru IC1.

## Mechanická konstrukce

Všechny součástky regulátoru jsou umístěny na jedné oboustranné desce s plošnými spoji (obr. 3 až 6).

Displeje LED zasuneme do objímek. Vývody rotačního enkodéru je nutné nastavit asi o 12 mm, aby byly zobrazovací plochy displejů LED v úrovni s horní plochou těla enkodéru.

Rozměry desky a otvory pro šrouby jsou umístěny tak, aby ji bylo možné umístit do přístrojové krabičky FIBOX ABS100/35LT s průhledným víkem, které po přelepení samolepícím štítkem s vyřiznutými otvory tvoří průhled pro diody LED a displej zařízení. Ve víku krabičky vyvrtáme otvory pro tlačítka a pro hřídel rotačního enkodéru.

V levé bočnici krabičky vyvrtáme dvě díry pro průchodky velikosti Pg9 pro kabel k inkrementálnímu snímači a pro společný napájecí a signální kabel k výkonovému stupni motoru.

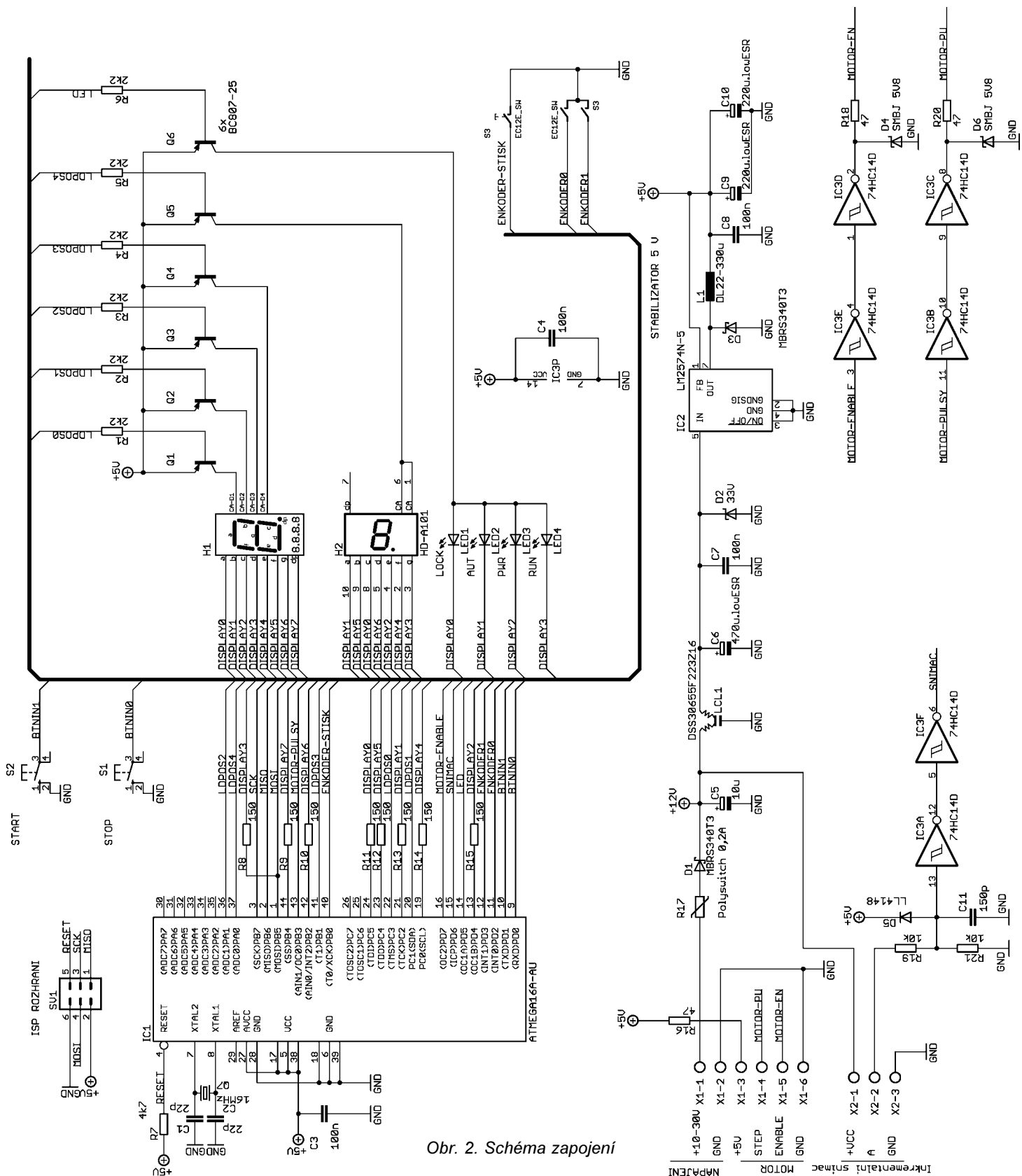
## Osazení a oživení

Vlastní osazení a oživení jednotlivých dílů zařízení nemá žádné záležitosti, jako obvykle nejprve osazujeme součástky SMD a následně pak klasické součástky.

Po připojení napájecího napětí naprogramujeme pomocí rozhraní ISP (SV1) mikrokontrolér IC1 programem, který je umístěn na internetových stránkách autora. Poté můžeme ověřit všechny funkce regulátoru.

## Popis obsluhy

Po připojení napájecího napětí se rozsvítí dioda LED „PWR“, indikující přítomnost napájecího napětí, a displej LED.



Obr. 2. Schéma zapojení

Stiskem tlačítka START (S2) spouští motor; dioda LED „RUN“ se rozsvítí. Stiskem tlačítka STOP (S1) motor zastavíme; dalším stiskem téhož tlačítka můžeme vypnout režim s automatickou regulací rychlosti (LED dioda „AUT“ zhasne).

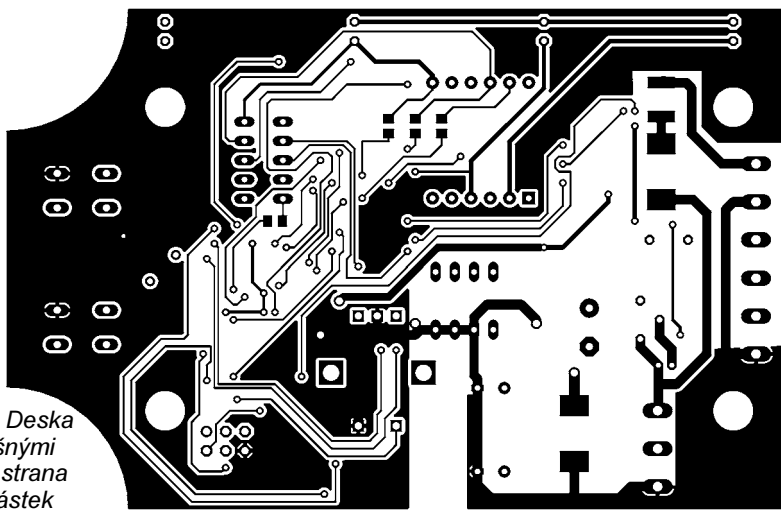
Při rozběhu motoru v režimu s automatickou regulací rychlosti se roz-

svítí dioda LED „LOCK“, pokud se skutečná rychlost pohybu liší od požadované o méně než 1 %.

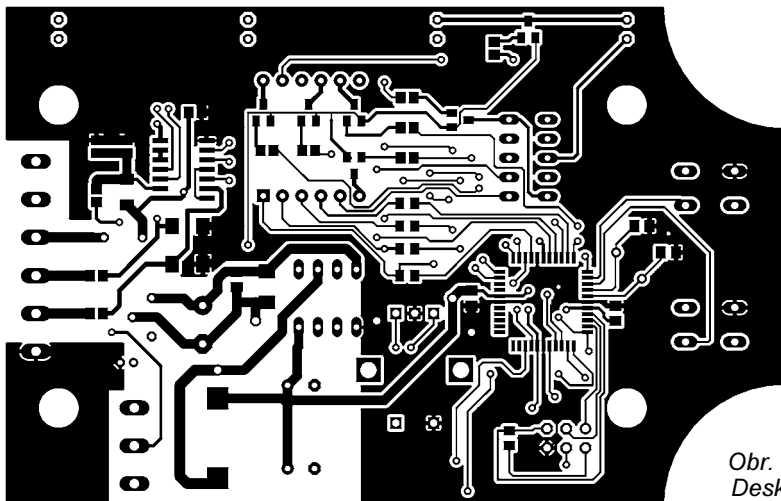
Stiskem rotačního enkodéru měníme zobrazení na displeji mezi zobrazením ujeté dráhy, požadované a skutečné rychlosti.

Vnitřní schéma zpracování dat je uvedeno na obr. 7. Srdcem firmwaru

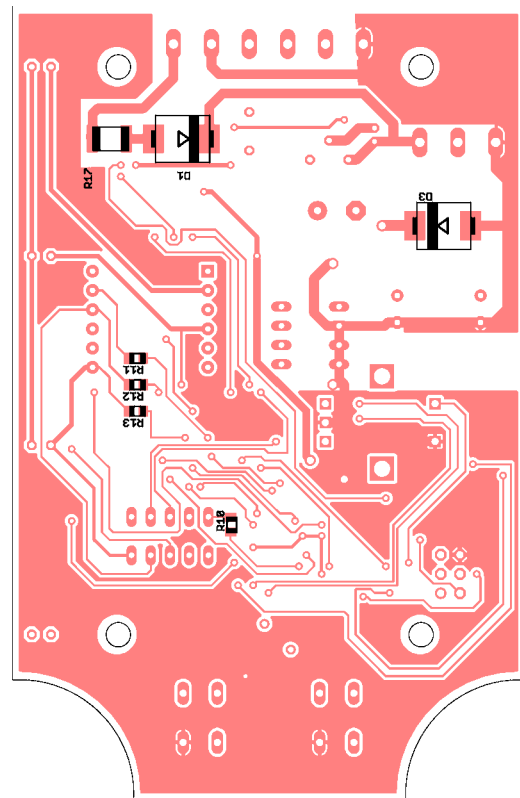
zařízení je PSD regulátor, tedy diskrétní obdoba PID regulátoru, jehož parametry je možné v širokých mezích měnit změnou konstant ve firmwaru přístroje. Vzhledem k velkému rozsahu je dokumentace pro ovládání a nastavení parametrů regulátoru umístěna na internetových stránkách autora.



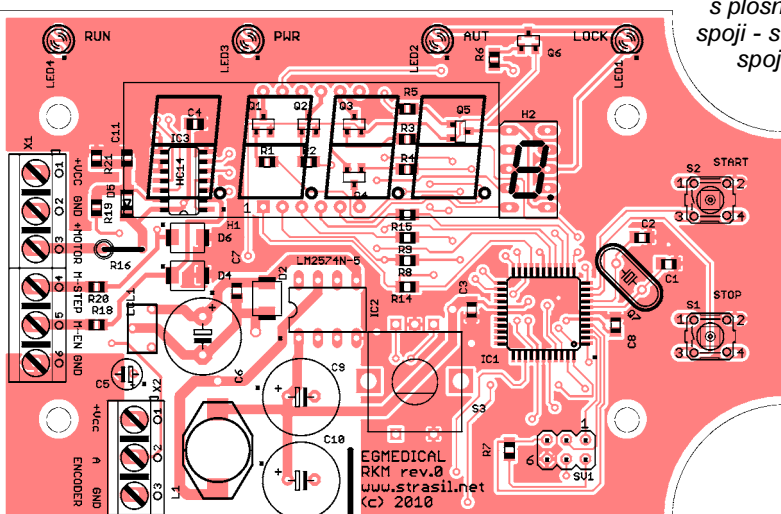
Obr. 3. Deska s plošnými spoji - strana součástek



Obr. 4. Deska s plošnými spoji - strana spojů



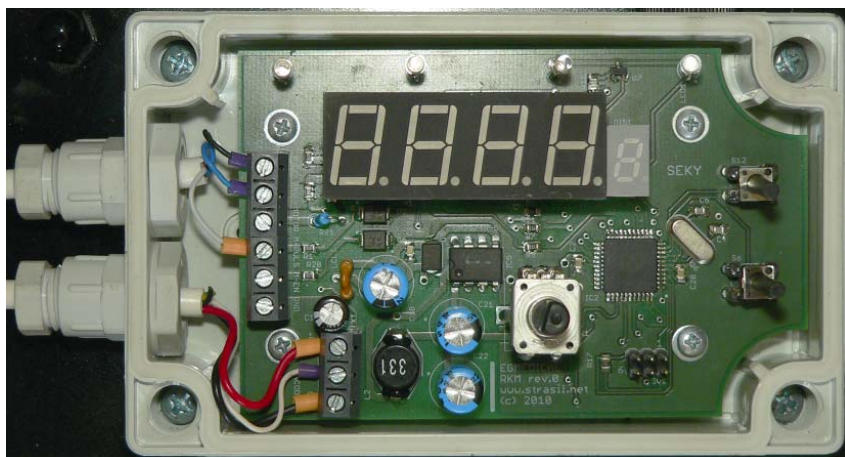
Obr. 6. Rozmístění součástek - strana spojů



Obr. 5. Rozmístění součástek - strana součástek

### Seznam součástek

R1 až R6	2,2 kΩ, SMD, 0805
R7	4,7 kΩ, SMD, 0805
R8,	
R9 až R15	150 Ω, SMD, 0805
R16	47 Ω, 0,6 W, 207
R17	Polyswitch 0,2 A
R18, R20	47 Ω, SMD, 0805
R19, R21	10 kΩ, SMD, 0805
C1, C2	22 pF, SMD, 0805
C3, C4,	
C7, C8	100 nF, SMD, 0805
C5	10 μF/63 V, 105 °C
C6	470 μF/40 V, 105 °C, impulsní
C9,	
C10	220 μF/10 V, 105 °C, impulsní
C11	150 pF, SMD 0805
D1, D3	MBRS340T3
D2	P6SMBJ33
D4, D6	P6SMBJ5.8
D5	LL4148
H1	HD-M514RD (GME)
H2	HD-A101 (GME)
IC1	ATMEGA16A-AU
IC2	LM2574N-5
IC3	74HC14D
L1	DL22-330u (TME)
LCL1	DSS30655F223Z16
LED1 až LED4	3 mm vysokosvitivá
Q1 až Q6	BC807-25
Q7	16 MHz, nízký (HC49U/S)
S1, S2	TC-0111 (GME)
S3	EC12E
SV1	pin lišta 2x 3 vývody
X1, X2	ARK550/3, 3 ks
Krabíčka FIBOX ABS100/35LT	
Objímka jednořadá precizní lámací (pod H1, H2)	
Hmatník pro S3	



Obr. 6a. Pohled do vnitřku přístroje

## Závěr

Regulátor je úspěšně používán ve speciálním zařízení, kde nahradil předchozí nespolehlivý a nákladný posuv pomocí páskového vedení a ruční navíjení odvinuté textilie.

Na závěr ještě jedno bezpečnostní upozornění: tak, jak je regulátor koncipován, nesplňuje požadavky normy

pro strojní zařízení, která mj. zakazují spuštění pohonu spojením vodiče na kostru tak, jak v našem zapojení tlačítka regulátoru S2. Pokud by nastala potřeba instalovat tento regulátor do průmyslového strojního zařízení, bylo by nutné tento obvod upravit.

*Pokud máte jakékoliv náměty, dotazy nebo připomínky, kontaktujte mě prosím na e-mailu: ivo@strasil.net.*

*Podklady pro výrobu DPS a případně doplňující informace jsou dostupné na mých internetových stránkách - <http://www.strasil.net/pe>.*

## Literatura

[1] Oplatek, F.: Automatizace a automatizační technika 4: Automatické systémy. Praha, Computer Press, 2000. 166 s. ISBN 80-7226-246-1.

