

## Elektronika

Řídící elektronika osazovacího automatu má za úkol obstarávat následující funkce:

- komunikace s počítačem přes USB rozhraní
- řízení motorů pro osy X, Y, Z, R (rotace)
- řízení a měření vakua

Horní a spodní kamera se připojuje přes USB rozhraní přímo do počítače nezávisle.

Jelikož je osazovací automat koncipován spíše na prototypovou výrobu, případně na první série DPS, není rychlost osazování kritická. I přesto byl ale kladen důraz na dosažení co největší osazovací rychlosti.

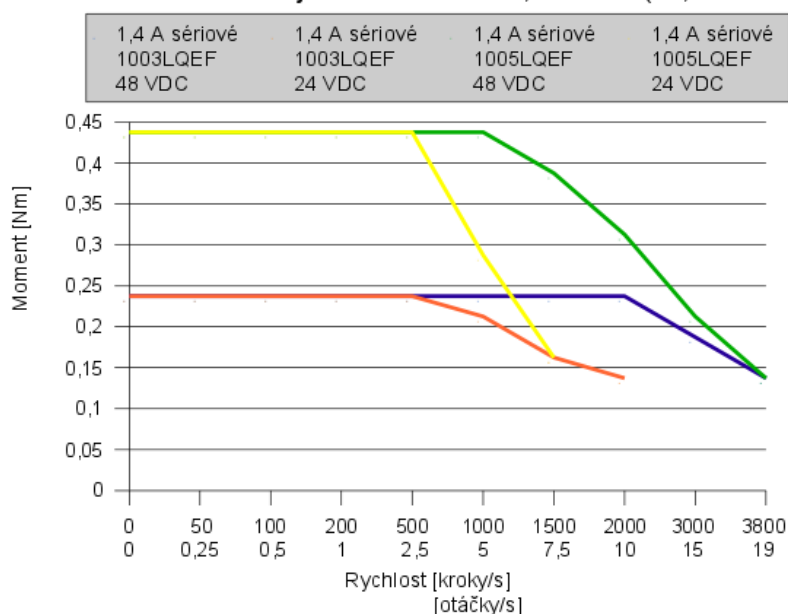
Jako vhodný typ motorů připadaly v úvahu krokové motory a servo motory. Servo motory by dozajista byly lepší volbou pro svůj velký krouticí moment a uzavřenou smyčku řízení. Oproti krokovým motorům jsou ale náročnější na řízení a mají vyšší cenu.

Volba tak padla na krokové motory u kterých je řízení jednodušší. Za použití driveru je lze ovládat jen pomocí signálu Krok a Směr (STEP a DIRECTION). Řízení je pak otevřenou smyčkou, krokový motor nemá žádnou zpětnou vazbu.

Může řídit jen zátěž, která je v rozsahu na kterou byl dimenzován. V opačném případě dochází ke ztrátě kroku a tím i pozice.

U krokového motoru se vzrůstající rychlostí rotace klesá krouticí moment. Od jakých otáček dochází k poklesu je ale závislé na napájecím napětí. To je názorně vidět na momentové charakteristice pro motor SX17-1005LQEF od české firmy Microcon. Právě tento motor byl do konstrukce použit.

**Momentová charakteristika motoru SX17-1003LQEF,  
SX17-1005LQEF s jednotkami CD30x, CD30M (24; 48 VDC)**



<http://microcon.cz/pdf2015/21-22.pdf>

<http://microcon.cz/pdf2015/30.pdf>

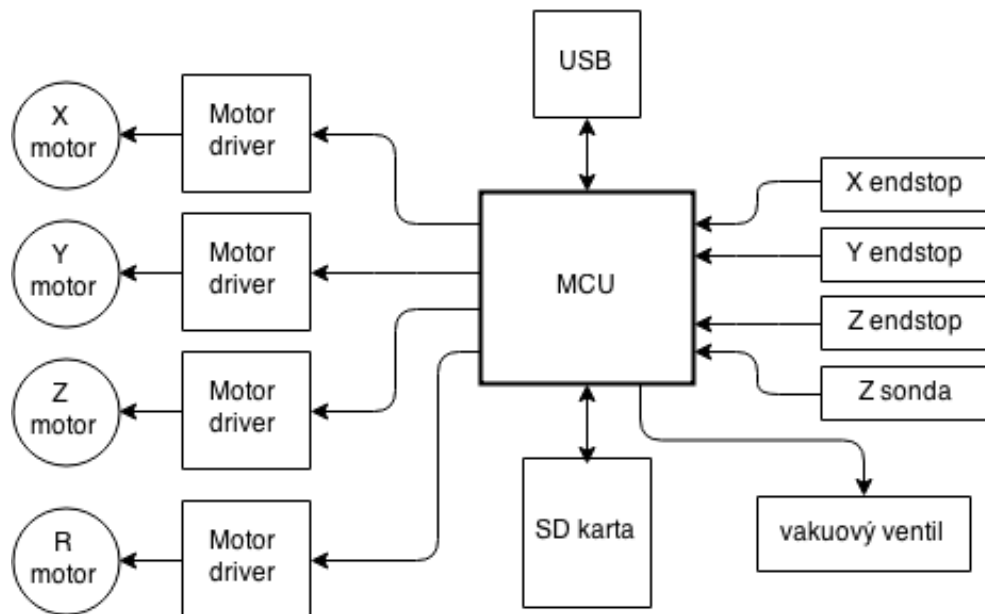
Statický moment [Nm]	Příruba	Jmenovitý proud [A]	Krok [°]
----------------------	---------	---------------------	----------

0,51	Nema 17	1,0	1,8
------	---------	-----	-----

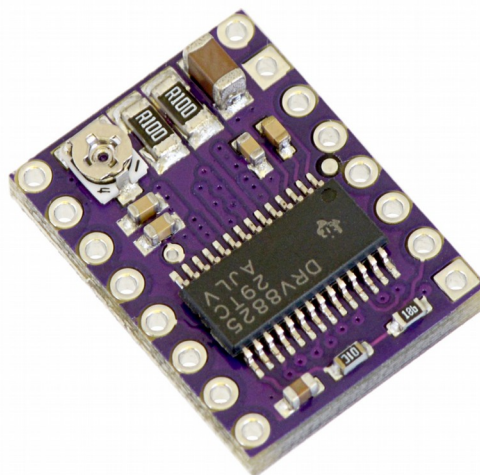
Katalogové parametry motoru SX17-1005LQEF

<http://microcon.cz/prodej.asp>

Konečná volba napájecího napětí byla dána s ohledem na vakuové ventily. Ty potřebují pro spolehlivý provoz napájení 24V, viz kapitola Vakuum. Celé zařízení tedy bude používat jednotné napájení 24V, aby odpadla nutnost mít dva různé napájecí zdroje.



Pro řízení motorů byl použit Pololu driver s integrovaným obvodem DRV8825 od Texas instruments. Driver je schpný bez aktivního chlazení do motoru dodávat až 1.5A při napájecím napětí do 45V. Plně tak vyhovuje pro použití s vybraným typem motoru SX17-1005. Navíc disponuje variabilně nastavitelným mikrokrokováním os 1/2 až do 1/32. Zvolený motor má krok 1.8° což odpovídá 200 krokům na otáčku. Na volbě mikrokroků tak bude záviset teoretická přesnost pozicování.



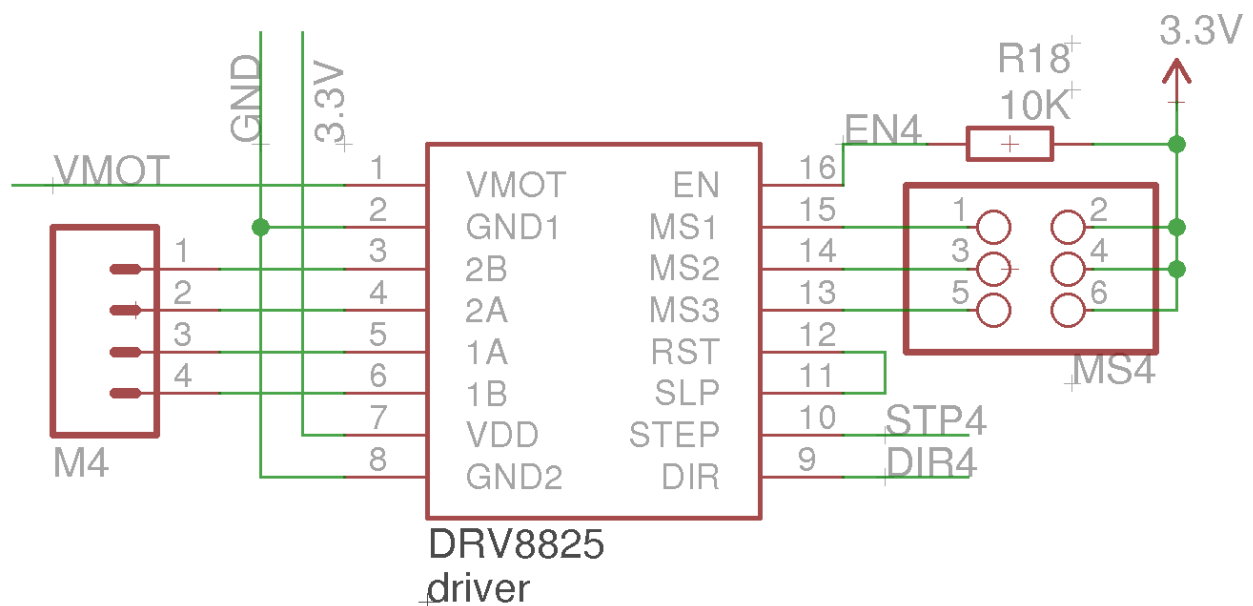
<https://www.pololu.com/product/2133/specs>

Jednoduchým výpočtem pak zjistíme, kolik kroků bude potřeba pro pohyb dané osy na jeden mm a teoretickou přesnost pozicování. Parametry kroky/mm je později použit na klabraci os.

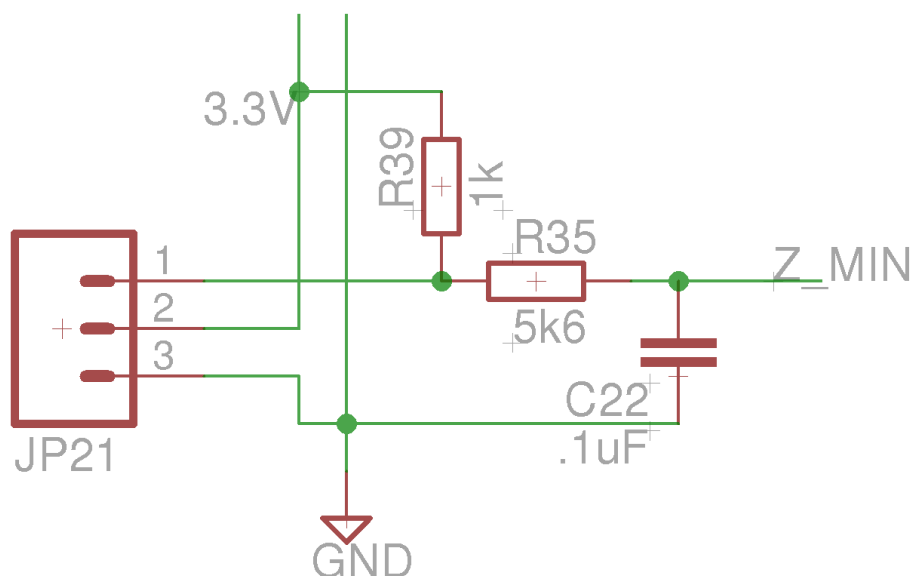
Použitý řemen GT2 má rozteč 2mm a řemenice má 20 zubů – viz kapitola o mechanické konstrukci. Krok na mm = (kroků na otáčku \* mikrokroky) / (rozteč zubů řemenu \* počet zubů řemenice) přesnost pozicování se pak vypočte jako převrácená hodnota počtu kroků na mm.

Mikrokrokování	Kroků na mm	Přesnost pozicování [um]
1 – celý krok	5	200
1/2	10	100
1/4	20	50
1/8	40	25
1/16	80	12,5
1/32	160	<b>6.25</b>

Jak vyplývá z tabulky, pro režim mikrokrokování 1/32 vychází teoretická přesnost 6,25 um. Co nejpřesnější pozicování je při osazování součástek žádoucí, proto byl driver nakonfigurován do tohoto režimu pomocí jumperů na konektoru MS4. Pro režim 1/32 se signály MS1, MS2 a MS3 připojují na Log 1. Driver je ovládán signály EN – aktivace driveru, STEP - krok a DIR – směr přímo z procesoru. Konektor M4 pak slouží pro připojení krokového motoru. Význam a konfiguraci dalších pinů driveru lze najít v datasheetu.

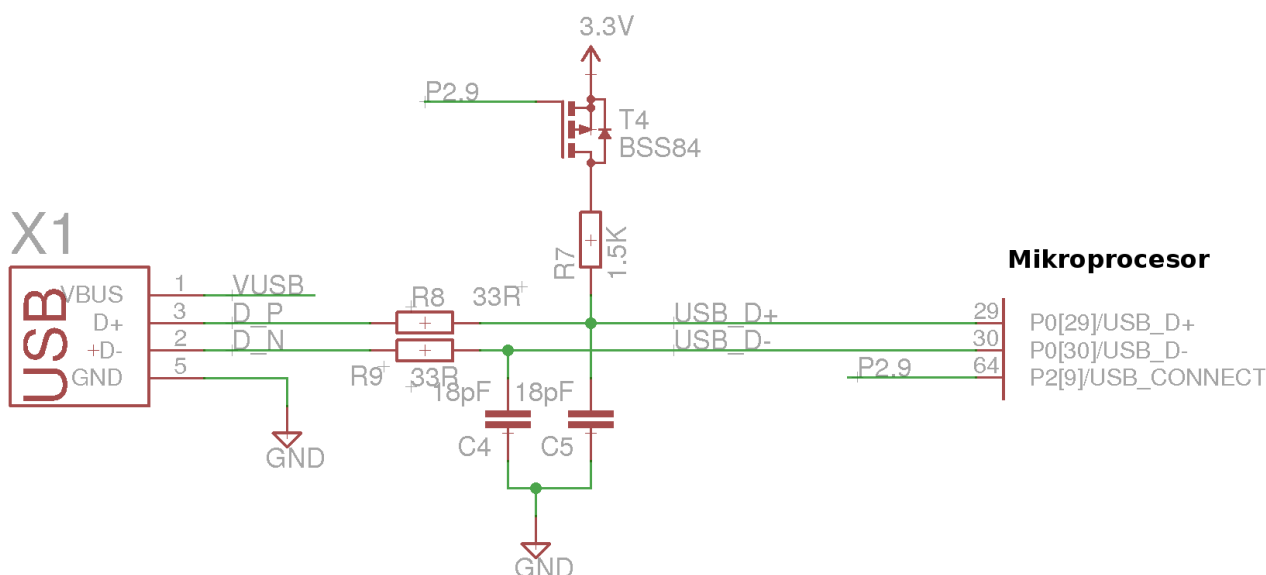


## Koncové dorazy



## USB a elektromagnetická kompatibilita.

Mikrokontrolér má nativní podporu USB protokolu verze 2.0, nebylo tak nutno žádných externích převodníků. Zapojení vychází z katalogového doporučení od výrobce mikrokontroléru. Odpory R8 a R9 na impedanční přizpůsobení, kondenzátory C4 a C5 na potlačení rušivých vysokofrekvenčních sgnálů.



[http://www.usb.org/developers/docs/hs\\_usb\\_pdg\\_r1\\_0.pdf](http://www.usb.org/developers/docs/hs_usb_pdg_r1_0.pdf)

[http://www.ftdichip.com/Support/Documents/AppNotes/AN\\_146\\_USB\\_Hardware\\_Design\\_Guidelines\\_for\\_FTDI\\_ICs.pdf](http://www.ftdichip.com/Support/Documents/AppNotes/AN_146_USB_Hardware_Design_Guidelines_for_FTDI_ICs.pdf)

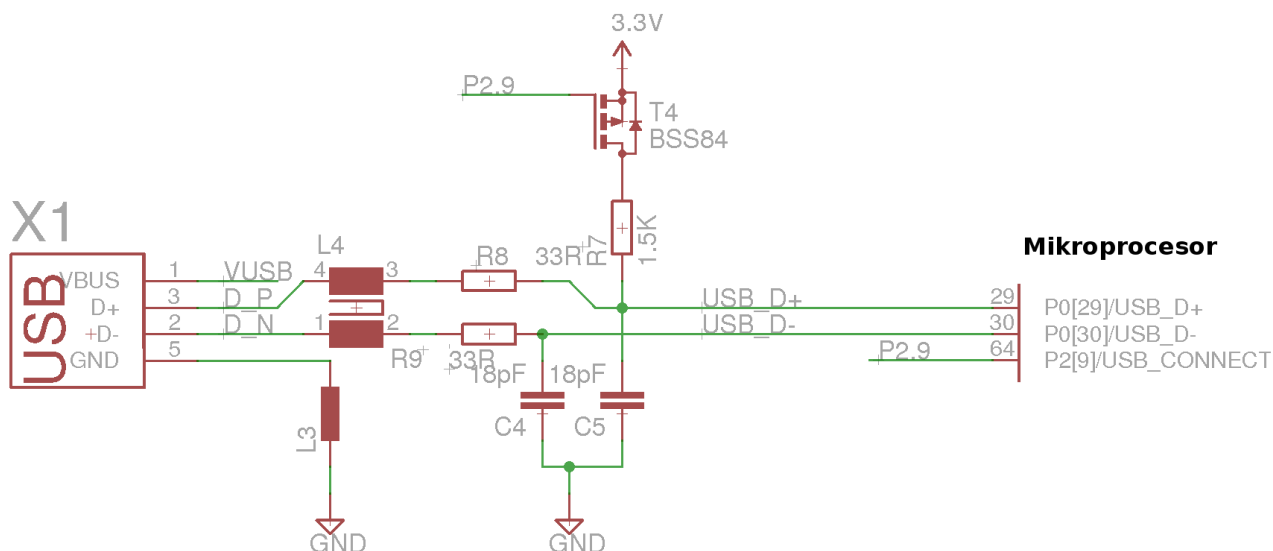
[http://www.usb.org/developers/docs/whitepapers/power\\_delivery\\_motherboards.pdf](http://www.usb.org/developers/docs/whitepapers/power_delivery_motherboards.pdf)

[http://www.nxp.com/documents/application\\_note/AN11392.pdf](http://www.nxp.com/documents/application_note/AN11392.pdf)

Na následujícím obrázku je vidět původní zapojení prototypu řídicí elektroniky. Jak bylo řečeno, vychází z doporučeného zapojení od výrobce a bylo navíc doplněno o kondenzátory C4 a C5 pro potlačení rušení dle (**Zdroj:** dle Intel reference guide.). V průběhu testování a psaní řídicího SW se ale bez zjevné příčiny stávalo, že došlo k přerušení komunikace s mikrokontrolérem. První podezření bylo na zamrzající (je to spisovný?) firmware mikrokontroléru a jeho reset. Pro ověření této domněnky byl k desce připojen externí převodník USB na sériové rozhraní. Po zamrznutí USB rozhraní se ale dalo stále připojit externím převodníkem a komunikovat s mikrokontrolérem. Problém tedy byl jen se samotným nativním USB rozhraním.

První podezření na elektromagnetickou kmpatibilitu nastalo až při zapojování vakuové pumpy do rozvodné sítě. Deska reprodukovatelně přestávala komunikovat přes USB rozhraní. Měřením na osciloskopu se neprokázalo, že by se rušení šířilo vedením – napájecími kabely. Jednalo se tedy o rušení indukované. Za použití nacvakávacích feritů byl identifikován jako hlavní zdroj rušení USB kabel. Při používání feritů je důležité umisťovat je co nejbližše koncům kabelů. Použitý propojovací USB kabel byl značky Goobay od Německého dodavatel a disponoval značkou CE. Rovněž použití jiných USB kabelů nepřinášelo bez feritu žádné zlepšení.

Pro potlačení elektromagnetické susceptibility byl obvod upraven do následující podoby. Na signálových vodičích D+ a D- byl doplněn o tzv common mode filt 744232161 od WURTH ELEKTRONIK (USB signál je diferenciální). Rovněž signálová zem USB konektoru byla připojena přes ferit. Po této úpravě začal být obvod plně spolehlivý.



V této kapitole byly vyzdvíženy jen nejdůležitější části obvodu, celé schéma zapojení je pak možné najít v příloze A

#### Zapojení konektorů

