

CNC

CNC stroj není CNC strojař. Myslet za tebe nebude.

Co nedělat:



- Neodpojovat motory když je k jednotce připojený napájení
- Nezapínat řídicí jednotku když nejsou připojený motory
- Pokud arduino neblíka po připojení k USB, tak nepřipojuj napájení motoru. Je tam asi zkrat.
- Nepřipojovat napájení motorů, pokud arduino nemá 5V z USB.
- Netočit manuálně s motorem moc rychle (generuje napětí?)
- Nešahat na žádný kontakty na arduinu
- Nenajízdet do kraju, zatím nejsou nainstalovány koncové spinace
- Nenamoč dřevotřískovou desku na CNC
- Nezapomeň vynulovat souřadnice před posláním G-kódu do stroje
- Neposílej do stroje G-kód, který sis předtím pořádně neprohlídl/nevyzkoušel ve vzduchu (rozměry, rychlosti, atd...)
- Neutahuj při upínání šrouby do insertů moc hluboko nebo velkou silou. Neutahuj je ani proti šikmejím plochám!
- Nenastavuj nic na VFD invertoru vřetena!! Da se tak spálit inverter i s motorem.
- Neutahuj klestinu vřetene moc velkou silou (cím delší klic tím snazší je to přehnat). Vřeteno pak ztratí přesnost a je po srande.
- Klestinu vždycky nejprve zacvakni do matky, než do ní dáš frezu, nebo než ji začneš sroubovat do vřetene.
- Nenapínej řemeny silou. Šroub napínáku je velké převod, takže bez námahy řemen přetrhne.
- Frezy skladuj tak, aby se nemohly otresama mlatit o sebe (treba v jedné krabici nebo v pytli). Jsou křehké a vzájemně se ostipou a ztupí.

Programy pro obsluhu CNC

• Moje současný workflow

- **2D:** LibreCAD → export do formátu DXF → bCNC → UGS-platform
- **3D:** OpenSCAD → export do formátu STL → Kiri:Moto → UGS-platform
- **PCB:** gEDA/PCB (má export přímo do g-code) → UGS-platform
- **PCB:** KiCAD/pcbnew → export do gerberu (soubor → kreslit) → FlatCAM → bCNC (s autolevelingem)
- **V-Carving:** F-Engrave (+pypy) → UGS-platform

• Ovládání CNC

- Universal G-Code Sender https://winder.github.io/ugs_website/ (doporučuju verzi ugs-platform)
- bCNC <https://github.com/vlachoudis/bCNC> (Švýcarský nůž pro CNC, má autoleveling, probing, umí i generovat G-Kód z DXF výkresů, CAM funkcionality, generování overcutů, umí upravovat a dlaždicovat g-kod, generovat krabice, ozubená kola a další tvary, trochu

nepřehledný pro začátečníky)

- ChiliPeppr <http://chilipeppr.com/grbl> (běží z prohlížeče přes json→serial server nainstalované na localhostu. Potřebuje WebGL.)

- **2D CAM (Generování g-kódu)**

- Potřebujete vykres v **DXF** nebo v horsím případě **SVG**
- bCNC (viz. vyše)
- <http://jscut.org/jscut.html> (alternativa makercamu, 3D simulace nefunguje bez WebGL, umí navíc v-bit gravírování! taby umí generovat jen po přípravě v SVG)
- <http://www.makercam.com/> <http://partkart.com/> (základní generování z SVG křivek)
- <https://laserweb.github.io/LaserWeb4/dist/> (nástupce jsCutu, bohužel jsem do něj zatím neprošel. nefunguje bez WebGL. settings→application→cnc mode)

- **3D CAM (Generování 3D g-kódu)**

- Potřebujete **STL** model z **OpenSCADu**, nebo FreeCADu <http://www.openscad.org/> <https://www.freecadweb.org/>
- <https://grid.space/> (3D CAM v browseru, je to zároveň slicer pro 3D tisk a laserové řezání)
- <https://partmill.com/> (3D CAM v browseru, beta verze toho umí tak málo, že je téměř nepoužitelná, třeba se časem zlepši)
- <http://pycam.sourceforge.net/>
- <https://github.com/vilemnovak/blendercam> <http://blendercam.blogspot.cz/>
- <https://www.freecadweb.org/> FreeCAD Path Workbench
- <https://sites.google.com/site/heekscad/> (není úplně zadarmo, ale vypadá docela šikovně)

- **V-carve**

- F-Engrave <http://www.scorchworks.com/Fengrave/fengrave.html>
- jscut (viz. vyše)

- **PCB do g-kódu**

- gEDA/PCB (má export přímo do g-code)
- <http://flatcam.org/>
- <http://copper.carbide3d.com/> <http://carbide3d.com/apps/pcb/>
- <https://github.com/Traumflug/Visolate> vtipně zjednodušuje pcb pomocí voronoi

- **Webovky s jednoúčelovým generátorem G-kódu**

- <http://www.thuijzer.nl/image2gcode/> (zpracování veškeré mapy do 3D g-kódu. přidat příkaz na feedrate, např.: F1000)
- https://www.shapeoko.com/wiki/index.php/Interactive_G-Code_Generators (různé jednoúčelové generátory)
- <http://www.intuwiz.com/engraving-rectangle-grid.html> (generator mřížky)
- <https://sct-usa.com/thread-mill-code-generator/> (generator závitu)

- **Optimalizace g-kódu** (není potřeba, ale mám pocit že to není úplně blbě napad vzhledem k tomu co občas leze z CAMu...)

- Neosvědčilo se na 3D, je potřeba kód po optimalizaci zkontrolovat!
- bCNC (viz. vyše)
- <https://github.com/alsliahona/gcode-optimizer>
- <https://github.com/runeSal/OPTI-G>

- **Simulatory G-kódu**

- http://www.cncwebtools.com/Apps/GCode_Simulator/index.html (potřebuje WebGL, mě chodí jen ve Firefoxu)
- <http://camotics.org> (Dříve OpenSCAM)
- FreeCAD (viz. vyše)

- **3D scan**

- Pomocí sondy
 - bCNC

- Rekonstrukce z fotek [Photogrammetry 3D scanning on Linux](#)
- **Vykresy ke stazeni**
 - <https://grabcad.com/library>
 - <http://www.thingiverse.com/>
 - <http://www.makercase.com/> (generátor krabic)
 - <http://terrain.party/> (topograficky mapy cely planety ke stazeni)
- **Ostatní**
 - <http://www.flatfab.com/> Software na generování 3D koster z desek

Nástroje

- **Fréza** = ostrý nástroj, **Frézka** = obráběcí stroj do kterýho se fréza upíná
- Odkazy
 - <https://www.shapeoko.com/wiki/index.php/Endmills>
 - <http://makezine.com/2015/12/03/6-essential-end-mills-for-your-cnc-machine/>
- Nejběžnější frézy
 - Podle materiálu
 - **carbide**, karbid wolframu, slinutý karbid, tungsten carbide, widium (Momentálně nejoblíbenější. Je extrémně tvrdý, vydrží dýl ostrý, není potřeba moc chladit, ale je křehký.) Dělají se z něj špičky vrtáků do zdi (aka "widiáky").
 - **HSS**, high speed steel, vysokorychlostní ocel. Nejvíc obyč materiál, měkčí než karbid, snáží se tupí a přehřívá (=pozor na otáčky), ale hůř se láme. Je levnější a na měkčí materiály stačí. Dělají se z něj obyč černý vrtáky na ocel.
 - Podle průměru dříku
 - **1/8" = 3.175mm** = Jediný druh co lze dát do Dremelu. Do vřetena máme taky 1/8" kleštinu.
 - Délka ostří 22mm nejlevnější, 32mm, 42mm, 52mm předražený
 - **1/4"** i tuhle kleštinu máme, zatím ale s takhle velkejma frézama nemám moc zkušenosti
 - Podle tvaru
 - **end mill**, flat (česky **čelní fréza**) (běžné řezání, frézování, drážkování, vrtání)
 - **Ball head end mill** (endmill s hezcím finišem na 3D věci, muze rychleji odebírat material, nema namahanej roh)
 - **Tapered Ball Nose** (jako normalni ball nose, ale ke spicce se zuzuje, takže se s nim daj delat drobnejsi detaily, ale zaroven je pevnejsi)
 - **Rounded/radiused head/bull nose end mill** (zaoblený endmill, nemá namáhanou hranu, takže víc vydrží)
 - **V-Bit** různé úhly a velikosti, 30°, 60°, 90° (gravírování, výroba plošňáků, srazení hran, drazkovani desek k ohybu)
 - **Half straight** (plasty, pěna, dibond, preklizka,...)
 - Podle počtu ostří
 - Dual flute (dřevo)
 - Single flute (plasty, hliník?)
 - 3-flute (jako 2-flute, ale tuzsi s mirne lepsim finisem, pokud nevadi vetsi pocet zubu za minutu)
 - 4-flute (hezci finis)
 - Podle spirály
 - **Upcut** (spirála jako vrták, lépe odklízí třísky, ale škube okraje)
 - **Straight** (hůř odklízí třísky, ale dělá hezcí hrany)
 - **Downcut** (opak upcutu, naopak ještě tlačí třísky zpátky do řezu, jen pro speciální

situace, při vrtání snadno zapálí dřevo)

- **Compression** (kombinace upcut/downcut, speciální)
- Podle coatingu

Materiály

- Plasty
 - Lepší
 - Acetal, Delrin, POM
 - HDPE
 - PVC
 - Horší
 - ABS
- Kompozity
 - Dibond (hliník na plastu)

Parametry pro materiály

- http://carbide3d.com/files/Nomad883_feeds_125.jpg
- https://www.shapeoko.com/wiki/index.php/Materials#Nomad_883

Co jsem používal

Material	Freza	Hloubka řezu	Stepover	Posuv XY /min (feed)	Posuv Z /min (plunge)	Vřeteno	RPM	Pozn.
Dřevotříska	3.175mm, 2 břity	1mm		1000mm	500mm	Dremel 3000	Max	
Překližka	3.175mm, 1 břit	1mm		700mm	300mm	Dremel 3000	Max	místama to skákalo
Hliník	3.175mm, 1 břit	0.1mm		150mm	30mm	Dremel 3000	Max	
Hliník	3.175mm, 1 břit	0.5mm		240mm	124mm	lidl	10k??	Salam23
Dibond	3.175mm, 1 břit	1mm		250mm (400mm?)	250mm	lidl	20k??	Salam23
Dibond	3.175mm, 1 břit "half straight" na plast	1mm		250mm (400mm?)	100mm?	China 1.5kW VFD	17k	rychle projit hliníkem (= ne zdlouhavej helix), taby ~3mm
Hliník	3.175mm, 1 břit	0.25mm		300mm	70mm	China 1.5kW VFD	10k	1mm2 taby, helical, gandalf podložky
Překližka	3.175mm, 2 břity straight	1mm		1500mm	600mm	China 1.5kW VFD	6000	climb způsobuje deflekcí! velký otáčky taky.

Material	Freza	Hloubka řezu	Stepover	Posuv XY /min (feed)	Posuv Z /min (plunge)	Vřeteno	RPM	Pozn.
Překližka	3.175mm, 1 břit half straight	1mm		1500mm	600mm	China 1.5kW VFD	12000	lepší než s dvoubřitkou, ale možná bych ještě snížil otáčky...
HDPE	3.175mm, 1 břit straight	1mm		2000mm	500mm	China 1.5kW VFD	7200	
gutta hobbycolor 3mm pěnová PVC deska	3.175mm, 1 břit	1.5mm		4000mm	2000mm	China 1.5kW VFD	7200	
Plexisklo PMMA (acrylic)	3.175mm, 1 břit	0.5mm		1000mm	250mm	China 1.5kW VFD	9000	pomaha mazat (staci WD40), obcas skakalo
Recyklát / Traplast	3.175mm, 1 břit	1mm		4000mm	2000mm	China 1.5kW VFD	7200	Problémy s backlashem při CCW?? Half straight jsem zlomil kvůli nevyklizenejm triskam v hloubce. Chce to upcut nebo polovicni feedrate?
PCB	0.8mm, 2 břity	0.6mm		400mm	400mm	China 1.5kW VFD	24000	
Dřevo (práh)	0.8mm, 2 břity	0.5mm	0.4	400mm	400mm	China 1.5kW VFD	24000	
Smrk	30mm planer, 2 břity	3mm	50%	1000mm	0	China 1.5kW VFD	7200	
Smrk	30mm planer, 2 břity	5mm	100%	1000mm	0	China 1.5kW VFD	24000	Už je trochu děsivý u toho stát, jestli něco odletí, tak tě to nejspíš zastřelí

Gravírování PCB

- 0.2mm 30° (nebo ostřejší) v-bit, 10-24 kRPM?, 400mm/min?
- Cuprexit přilepenej oboustrankou = nejsou potřeba taby!
- FlatCAM
 - nastavit větší bit než je na něm napsáno (0.3-0.4mm, asi by bylo dobré si říznout caru a zmerit to pod mikroskopem, bohužel je tu ještě backlash...)
 - vic passu (do strany, ne do hloubky) třeba 3? můžeš i víc. spis s velkým překryvem

- (50-60%)
 - hloubka rezu se osvedčila 0.01mm (ale asi zaleží na tloušťce medi)
 - 0mm bylo málo a 0.1mm bylo HOODNE MOC (=je to pak nepoužitelné otrhání)
 - rozhodně dělat korekci v setinách nebo tisícinách, nikdy ne po desetínách!
 - Možná by dávalo smysl nastavit v CAMu hloubku rezu 0 a posunout si origin o cca 0.01mm dolů až v senderu, protože to stejně pak doladuju na místě...
- bCNC
 - Autolevel! Bez toho to asi ani nemá cenu zkoušet. Sit měřených bodů s rozestupem 1cm nebo mén. Probe feed cca 70mm/min.
 - Z0 jsem stanovoval taky pomocí kontaktního sondování přímo frezou (potom jsem ho posunul níž o požadovanou hloubku rezu)
- Odsávat vysavačem a štětečkem
- Při návrhu desky použít co nejširší možný trasy/pady. s výsledkem jsem byl spokojenější, SO8 smd pouzdra se dají s přehledem osazovat.

Fyzické vlastnosti stroje

- Rozměry pracovního kvádru
 - X 830 mm
 - Y 1340 mm
 - Z 95 mm
- Rohy
 - X0 Y0 Z0
 - X800 Y1300 Z90
- Možné upgrady
 - 15W Laser
<https://www.aliexpress.com/item/15W-Laser-Module-High-Power-15000mw-Blue-Color-Laser-Head-DIY-Metal-Engraving-450nm-Lasers-DIY/32807747581.html>
 - 10w Laser
<https://www.aliexpress.com/item/Freeshipping-10-watts-10-000-MW-of-high-power-laser-engraving-laser-module-450nm-blue-laser/32797447168.html>

Prislusenstvi

- klic 17 - na matku vřetena er11-a
- klic 13 - na osíčku vřetena er11
- klic 10 - na matku klestiny na dřevu

Ridici firmware

- GRBL (používáme, 3osy, freza, laser)
- TinyG (6 os)
- Smoothieboard (6 os, umí i nekartézsky roboty, kromě CNC a laseru i 3d tisk, vyžaduje 32b mikroprocesor)
- GNEA (budoucí port GRBL na silnější mikroprocesor)

Microstepping

A4988 (8-35V, 1A bez chlazení, 2A s chlazením)

MS1	MS2	MS3	Microstep Resolution
Low	Low	Low	Full step
High	Low	Low	Half step
Low	High	Low	Quarter step
High	High	Low	Eighth step
High	High	High	Sixteenth step

DRV8825 (8.2-45V, 1.5A bez chlazení, 2.2A s chlazením)

MODE0	MODE1	MODE2	Microstep Resolution
Low	Low	Low	Full step
High	Low	Low	Half step
Low	High	Low	1/4 step
High	High	Low	1/8 step
Low	Low	High	1/16 step
High	Low	High	1/32 step
Low	High	High	1/32 step
High	High	High	1/32 step

Soucasne nastaveni ridici jednotky:

Microstepping:

XY 1/4 Z 1/2

config.h

```
#define USE_SPINDLE_DIR_AS_ENABLE_PIN
```

grbl v1.1f

```
$0 = 10      (Step pulse time, microseconds)
$1 = 25      (Step idle delay, milliseconds)
$2 = 0       (Step pulse invert, mask)
$3 = 0       (Step direction invert, mask)
$4 = 0       (Invert step enable pin, boolean)
$5 = 0       (Invert limit pins, boolean)
$6 = 0       (Invert probe pin, boolean)
$10 = 1      (Status report options, mask)
$11 = 0.010  (Junction deviation, millimeters)
$12 = 0.002  (Arc tolerance, millimeters)
$13 = 0      (Report in inches, boolean)
$20 = 0      (Soft limits enable, boolean)
```

```
$21 = 0      (Hard limits enable, boolean)
$22 = 0      (Homing cycle enable, boolean)
$23 = 0      (Homing direction invert, mask)
$24 = 25.000  (Homing locate feed rate, mm/min)
$25 = 500.000 (Homing search seek rate, mm/min)
$26 = 250     (Homing switch debounce delay, milliseconds)
$27 = 1.000   (Homing switch pull-off distance, millimeters)
$30 = 24000   (Maximum spindle speed, RPM)
$31 = 0      (Minimum spindle speed, RPM)
$32 = 0      (Laser-mode enable, boolean)
$100 = 40.000 (X-axis travel resolution, step/mm)
$101 = 39.968 (Y-axis travel resolution, step/mm)
$102 = 400.000 (Z-axis travel resolution, step/mm)
$110 = 4000.000 (X-axis maximum rate, mm/min)
$111 = 4000.000 (Y-axis maximum rate, mm/min)
$112 = 400.000 (Z-axis maximum rate, mm/min)
$120 = 200.000 (X-axis acceleration, mm/sec^2)
$121 = 200.000 (Y-axis acceleration, mm/sec^2)
$122 = 100.000 (Z-axis acceleration, mm/sec^2)
$130 = 200.000 (X-axis maximum travel, millimeters)
$131 = 200.000 (Y-axis maximum travel, millimeters)
$132 = 200.000 (Z-axis maximum travel, millimeters)
```

Kalibracni trojclenka

$\text{novy_pocet_kroku_na_mm} = \text{soucasny_pocet_kroku_na_mm} * \text{ocekavana_vzdalenost} / \text{ujeta_vzdalenost}$

Nastaveni invertoru Huanyang 1.5kW



- V tomhle se fakt radsí nehrabte, nebo to cely shori.

- Vřeteno
 - Zhong Hua Jiang
 - 1.5kW 220V 8A 400Hz
 - prumer 65*205
 - SN: 200730184245.5
- Kabel JZ-HF-CY 4G1
- Konektor GX20-4
- [huanyang_vfd_inverter_manual.pdf](#)
- <http://www.cnczone.ru/forums/index.php?act=attach&type=post&id=7154>
- <http://www.jinlantrade.com/ebay/invertermannual.pdf>
- https://hobbytronics.co.za/Content/external/1159/Spindle_Settings.pdf
- http://www.halfbakedmaker.org/blog/post_id

TODO: udajne je nas motor od 8000 otacek, zamknout nastaveni, promyslet DC brzdu napr napeti 8% z max napeti po dobu 0.5s od 10Hz

Automaticky chlazení:

Vystup:

- PD050 Multi-Output 1 □ DRV function □ Factory Setting □ 01
- PD051 Multi-Output 2 □ UPF function □ Factory Setting □ 05
- PD052 Multi-Output 3 □ FA, FB, FC function □ Factory Setting □ 02
- PD053 Multi-Output 4 □ KA, KB function □ Factory Setting □ 00

Nastavit na 06 = uniform frequency reach 1

PD060, PD061 = frekvence 1 a 2

PD062 = range pro hysterezi = 1-10Hz

Preskoceni kritickejh otacek:

PD056-059

- PD130 = 1 (pocet pump)
- PD052 = 25 (pumpa 1)
- PD060 = high
- PD061 = low

Systemovy veci

PD000	1	Zamek nastaveni, 1 = zamceno, 0 = odemceno
PD013	8	Vyresetuje invertor do defaultu, v zadnym pripade potom nesmi bejt pripojenej motor
V/F Krivka		
PD003	400	Default frekvence (Hz)
PD004	400	Rated frekvence (Hz)
PD005	400	Max frekvence (Hz)
PD006	2.5	Stredni frekvence (Hz)
PD007	0.5	Min frekvence (Hz)
PD008	220	Max napeti (V)
PD009	14	Stredni napeti (V)
PD010	7	Min napeti (V)
PD011	120	Min frekvence pro vzduchem chlazeny 120Hz (=7200 RPM), vodou chlazeny 0Hz
Parametry Motoru		
PD141	220	Max napeti motoru (V)
PD142	7	Max proud motoru (A)
PD143	4	Pocet magnetickych polu motoru
PD144	3000	Otacky motoru pri 50Hz (pro motory 24000 RPM @ 400Hz je to 3000 RPM @ 50Hz)
PD145	???	Kompence kroutaku??? Nevim presne co s tim, nechal jsem default
PD146	TODO	Proud motorem bez zateze v procentech maximalniho proudu, default je 40%, asi to stahnu
Rozběh/Brždění		
PD014	2	Akcelerace #1 (s), fungovalo to i při zlomcích sekundy, ale radši jsem dal rezervu, bCNC defaultne ceká na roztoceni 3sekundy a pak začne rezat, to je potřeba stihnout

Systemovy veci		
PD015	6	Decelerace #1 (s), při 1s se to triplo, při 2s to natahovalo brždění na 5s
PD026	0	0: zpomalí do zastavení snížením frekvence, 1: necha motor volne dobehnout
PD028	default 0.5	Frekvence zastavení (Hz) Motor se pod ní nechá dotočit, nebo se zabrzdí DC brzdou
PD030	default 0	Délka DC brždění při zastavovani (s)
PD031	default 2	% z max napětí při DC brždění
Externí ovladání rychlosti (volitelně); Piny: VI, AI, ACM, RS+, RS-		
PD001	1	Run source = 0:Operator, 1:External analog terminal, 2:Serial communication port
PD002	1	Frequency source = viz. PD001
PD070	1	Analog Input Range, 0: 0~10V, 1: 0~5V, 2:0~20mA, 3:4~20mA
PD071	default 20	Analog Filtering Constant, zvysit pri problemech
PD072	400	Higher Analog Frequency (420?)
PD073	0	Lower Analog Frequency
PD074	default 0	Bias Direction at Higher Frequency
PD075	default 0	Bias Direction at Lower Frequency
PD076	default 0	Analog Negative Bias Reverse
PD163	1	RS485 slave address, 0 = disabled, 1-250 = addr
PD164	1	RS485 baudrate, 1 = 9600
PD165	3	RS485 mode, 0 = 8N1 ASCII, 3 = 8N1 RTU

Zapojení kabelu

4 LEAD WIRES

	1	2	3	4
Color Code 1	Red	Blue	Green	Black
Color Code 2	Brown	Orange	Red	Yellow
Color Code 3	Red	Red White Stripe	Green	Green White Stripe
Bipolar Driver	A	\bar{A}	B	\bar{B}

- steppery
 1. a+ red
 2. a- blue
 3. b+ green
 4. b- black
- vřeteno
 1. U
 2. V
 3. W
 4. GND

From:

<https://wiki.spoje.net/> - **SPOJE.NET**

Permanent link:

https://wiki.spoje.net/doku.php/howto/mechanical_engineering/cnc?rev=1563098263

Last update: **2019/07/14 11:57**

