

Riadenie 3D CNC zariadenia s dávkovačom pasty

Búry Jozef · Elektrotechnika, Študentské práce

10.12.2012

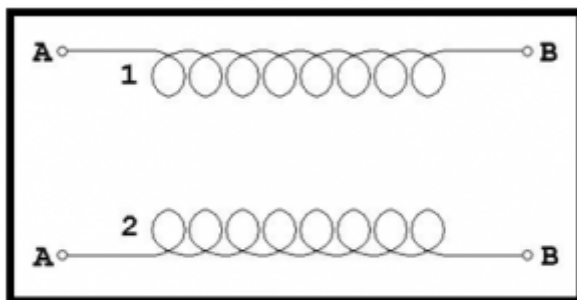


V dnešnej dobe automatizácie a regulácie sa v priemyselnej sfére čoraz viac využívajú CNC riadiace stroje a zariadenia na obrábanie, rezanie, vŕtanie, pílenie a zváranie rôznych druhov výrobkov, či už dennej potreby, alebo pre priemyselné účely. S rozvojom informatiky a hardvérových prostriedkov sa zjednodušili možnosti riadenia takýchto CNC zariadení, čím sa tieto stroje, v menších rozmeroch, rozšírili aj v hobby sfére. Článok rieši návrh a výrobu elektrickej a mechanickej časti CNC zariadenia doplneného o dávkovač spájkovacej pasty, ktorý je potrebný pri osádzaní SMD súčiastok.

Taktiež je možné týmto dávkovačom nanášať lep na lepenie SMD súčiastok, ktoré sú určené na spájkovanie v cínovej vlne. Spájkovacia pasta sa nanesie na jednotlivé plošky na doske plošného spoja, kde sa potom presne umiestni SMD súčiastka (rezistor, kondenzátor, integrovaný obvod, atď.). Takto pripravená osadená doska sa potom vkladá do pece, kde sa spájkovacia pasta roztaví a prispájkuje súčiastku. Z toho vyplýva, že spájkovacia pasta musí byť presne umiestnená, aby po roztavení cínu nevznikli nežiaduce spoje. To isté platí v prípade lepidla, kde sa lepidlo nanesie na miesto určené pre SMD súčiastku, ktorá sa potom osadí na lep a vloží do pece, kde lep vytvrdne. Následne sa doska nechá prejsť ponad cínovú vlnu, kde sa súčiastky prispájkujú.

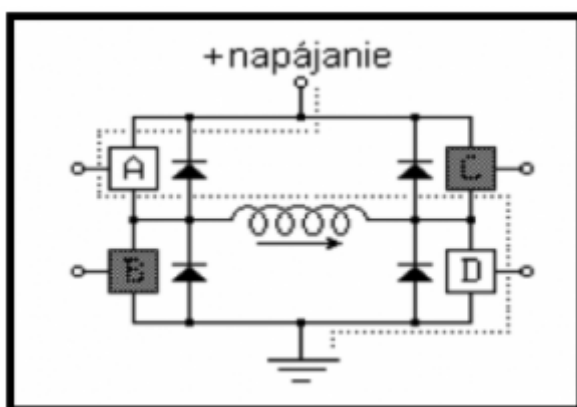
1. Riadenie bipolárnych krokových motorov

Bipolárne krokové motory, ktoré som použil sú z hľadiska fyzického vyhotovenia veľmi podobné unipolárnym, okrem faktu, že nemajú vývod, ktorý vychádza zo stredu cievky medzi jej jedným a druhým koncom (Obr.1.). Kvôli tejto odlišnosti potrebujú bipolárne motory iný typ riadenia. Je tu potrebné zabezpečiť zmenu toku prúdu cievkami a to zmenou polaroty. Z tohto vlastne vyplýva aj názov bipolárne. Keďže bipolárne motory využívajú celú cievku, majú schopnosť dosiahnuť väčší moment. U unipolárneho riadenia je možné dosiahnuť moment rovnakej veľkosti v režime štvortaktného riadenia - napájané dve cievky.[1][2]



Obr.1. Zapojenie cievok bipolárneho krokového motora

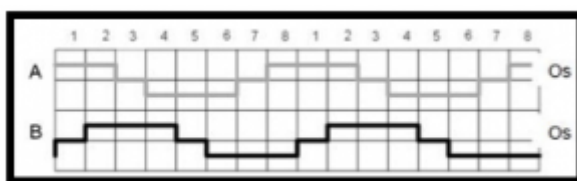
Ako už bolo spomenuté, je potrebné zabezpečiť zmenu polaritu napätia tak, aby prúd v cievke mohol tiecť oboma smermi. Zapojenie ktoré toto umožňuje sa nazýva tzv. H - most. H - most preto, lebo pripomína písmeno H (Obr.2.).



Obr.2. Schéma zapojenia riadenia pre jedno vinutie bipolárneho krokového motora

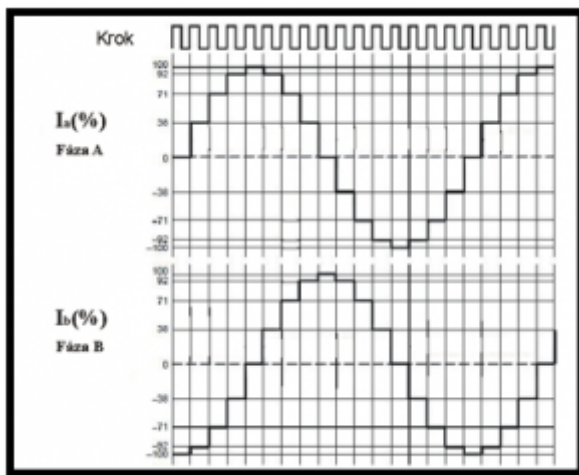
3. Mikrokrokovanie

Mikrokrokovanie sa využíva tam, kde je potrebná vyššia jemnosť pohybu a predné polohovanie, ako je to napr. v prípade CNC zariadení. Je to v podstate podobné riadenie ako osemtaktné (Obr.3.), ale tu sa snažíme prúdové priebehy vytvarovať do sínusových, ktoré spôsobia plynulejší chod krokového motora (Obr.4.). [3]



Obr.3. Osemtaktné riadenie KM

Pri obvode, ktorý som zvolil, existuje delenie kroku 2-mi, 4-mi a 16-mi, kde prúd nadobúda hodnoty v rozsahu 0 až 100% maximálneho prúdu. Pri takomto riadení sa využíva PWM (pulzne šírková modulácia), ktorou sa spínajú členy A, B, C, D (Obr.2.). Na Obr.4. vidíme príklad riadenia bipolárneho krokového motora. V hornej časti je priebeh prúdu 1. fázy a v dolnej časti 2. fázy. Ide o delenia kroku štyrmi. V takomto prípade prúd nadobúda hodnoty 0%, 38%, 71%, 92% a 100% a fázy sú navzájom posunuté o 90°.



Obr.4. Mikrokrokovanie s delením kroku štyrmi

4. Blokové zapojenie elektroniky pre CNC zariadenie

Elektronika pre CNC zariadenie umožňuje:

- 4x riadenie krokového motora
- prevádzka bez aj s PC - použitie ATmega32
- ošetrovanie koncových stavov osí (spínače)
- tlačidlové vstupy (voľba režimu riadenia, test)
- signalizačné prvky (SMD LED)
- možnosť modifikácie na vŕtacie/frézovanie zariadenie.

Blokové zapojenie elektroniky je na obrázku Obr.1P., kde sú zahrnuté všetky požiadavky, na riadenie CNC zariadenia.

5. Hardvér pre krokový motor

Na riadenie krokového motora je použitý integrovaný obvod A3986 od firmy Allegro[5]. Schéma zapojenia elektroniky použitej na riadenie jedného motora je na obrázku Obr.2P

6. Riadenie CNC zariadenia

Riadenie krokových stupňov je možné realizovať dvomi spôsobmi:

1. Pomocou mikroprocesora ATmega32,
2. Pomocou LPT portu PC a softvéru na riadenie CNC zariadení (napr. Mach3mill.exe).

Schéma zapojenia riadiacej časti CNC zariadenia je na Obr.3P. Voľba režimu riadenia sa uskutočňuje tlačidlom sw2. SMD LED dióda D10 slúži na signalizáciu voľby režimu riadenia. Ak svieti, aktívny je režim riadenia pomocou mikroprocesora. V opačnom prípade ide o riadenie cez paralelný port. Hlavnou časťou je už spomínaný mikroprocesor ATmega32, ktorým je možné riadiť koncové krokové stupne X, Y, Z a Disp. Ako je vidieť na schéme zapojenia, riadiace piny sú združované hradlami OR, kde je potrebné zabezpečiť, aby bol vždy aktívny len jeden vstup, z dôvodu aby nedochádzalo ku strate krokov a nesprávnej činnosti pohybom jednotlivých osí.

6.1. Riadenie mikroprocesorom ATMega32

Na riadenie CNC zariadenia pomocou mikroprocesora je vytvorený komunikačný protokol, pomocou ktorého mikroprocesor komunikuje s PC cez USB port, čo prináša výhody hlavne pre notebooky, ktoré nemajú hardvérový paralelný port. Tento procesor je taktovaný na frekvenciu 16MHz, čo postačuje na riadenie 4 osí s dostatočnými rýchlosťami posunov.[6] Opis riadených pinov Allegro A3986:

STEP:

Nábežná hrana na tomto vstupe do sekvencie prekladača pripočíta motoru jeden inkrement. Prekladač ovláda smer prietoku prúdu v jednotlivých vinutiach. Veľkosť prírastku sa určuje podľa nastavenia mikrokrokovania (vstupy MSx- Tab.1.).

Tab.1. Popis vstupov MSx

| MS2 | MS1 | Mikrokrokový rozklad | Mikrokroky na otáčku |
|-----|-----|----------------------|----------------------|
| 0 | 0 | plný krok | 200 |
| 0 | 1 | polovičný krok | 400 |
| 1 | 0 | štvrt krok | 800 |
| 1 | 1 | šestnástina kroku | 3200 |

DIR:

Vstup ktorý riadi smer otáčania motora. Signál DIR treba nastaviť pred tým, ako sa začne privádzať signál na vstup STEP, z dôvodu zamedzenia straty kroku.

PFD1 a PFD2:

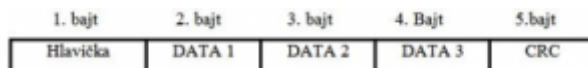
Sú vstupy popísané v tabuľke Tab.2. Použitím kombinácie 0% bude efektívne udržaný H-most v kludovom stave. Táto voľba môže byť použitá, z dôvodu minimálneho prúdového zvlnenia, keď je motor v stacionárnom stave alebo sa veľmi pomaly otáča. Pomocou PFDx sa dosiahne taktiež zníženie hlučnosti krokového motora.

Tab. 2. Popis pinov PFDx

| PFD2 | PFD1 | Percento prídržného momentu |
|------|------|-----------------------------|
| 0 | 0 | 0% (≡ pomalý rozklad) |
| 0 | 1 | 8% (7 cyklov) |
| 1 | 0 | 26% (23 cyklov) |
| 1 | 1 | 100% (≡ rýchly rozklad) |

ENABLE:

Negovaný vstup slúžiaci na pripojenie externých MOSFET tranzistorov. Aktívne sú pri logickej „0“ a deaktivované sú pri logickej '1'. Vstupy STEP, DIR, MS1 a MS2 sú nezávislé od stavu ENABLE. Na Obr.5. je znázornený komunikačný paket, ktorý je prijatý z PC cez USB port.[7]



Obr.5. Komunikačný paket

Tento paket je nutné na strane PC vytvoriť užívateľom, čo dovoľuje istú voľnosť pri riadení zariadenia. Hlavička tohto paketu (Obr.6.) obsahuje príznaky:



Obr.6. Hlavička paketu

ACK - požiadavka na potvrdenie správneho príjmu dát, ID - identifikačné číslo dátovej časti paketu (Tab.3.), a/i - formát súradníc, 0 - absolútne, 1 - inkrementálne, s - smer otáčania motora

OS - identifikačné číslo osi (Tab.4.)

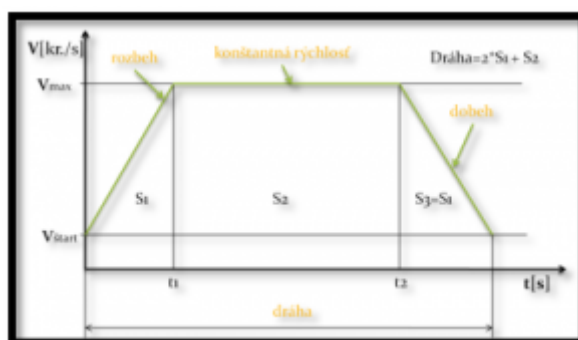
Tab. 3. Význam ID časti

| ID | Význam |
|----|---|
| 1 | Dátová časť paketu obsahuje parametre pre os „OS“ (rozbeh dobeh rýchlosť) |
| 2 | Dátová časť obsahuje súradnicu na ktorú sa má presunúť os „OS“ |
| 3 | Príkaz na nastavenie nulovej súradnice pre os „OS“ |

Tab. 4. Dátová časť OS

| OS | Význam |
|----|-----------|
| 0 | Os „X“ |
| 1 | Os „Y“ |
| 2 | Os „Z“ |
| 3 | Os „Disp“ |

Pre správnu činnosť krokových motorov je nutné dodržať diagram riadenia (Obr.7.), aby nedochádzalo ku zbytočným stratám krokov, keďže ide o otvorený systém (bez spätnej väzby).



Obr.7. Diagram riadenia KM

Krokový motor sa začne otáčať začiatočnou rýchlosťou v_{start} , ktorá sa lineárne zvyšuje až na maximálnu zadanú rýchlosť v_{max} . Tento úsek má počet krokov S_1 . Najčastejšie chyby, ktoré vznikajú sú nedodržanie linearity tejto nábežnej hrany, čo môže viesť ku strate

kroku. Strmost nábežnej hrany predstavuje zrýchlenie motora. Ďalšia časť je dráha s konštantnou rýchlosťou a s počtom krokov S_2 . Posledná časť je dobeh motora, kedy nie je možné zastaviť motor v momente, vzhľadom na zotrvačnosť rotora a ďalšej mechaniky, ktorú motor poháňa. Táto časť je tiež lineárna a v počte krokov je totožná s počtom krokov rozbehu, $S_3=S_1$. Celková dráha je súčtom krokov jednotlivých úsekov.[8]

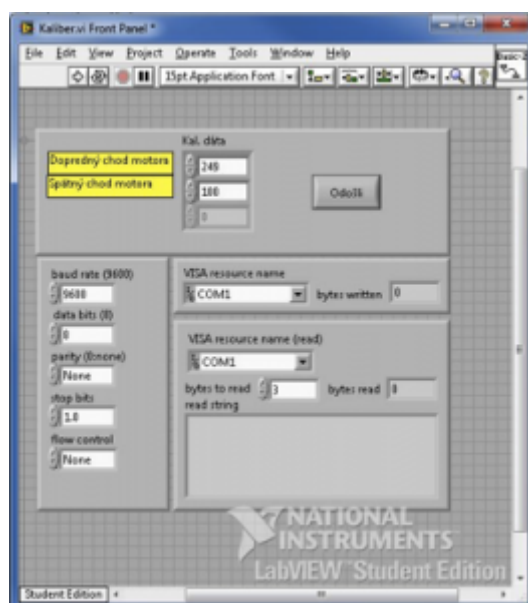
6.2. Riadenie pomocou LPT(paralelného) PC

Druhý spôsob riadenia je pomocou paralelného portu PC s použitím riadiaceho softvéru. Mne sa najlepšie osvedčil program Mach3mill.exe, ktorý využíva paralelný port PC na komunikáciu s krokovými drajvermi. V tomto programe je potrebné nakonfigurovať piny paralelného portu podľa zapojenia Obr.3P. Tento program pracuje s G kódmi, ktoré sú typické pre CNC stroje.

7. Dávkovač spájkovacej pasty

Ako už bolo spomenuté v úvode, tento dávkovač má využitie pri nanášaní spájkovacej pasty, alebo lepu pri osádzaní SMD súčiastok. Na tento účel slúži 4. os (Dispenser). Mechanické riešenie pozostáva z krokového motora a návojom, ktorý tlačí piestik tuby, čím sa dosiahne nanosenie pasty/lepu konkrétnej veľkosti na danú plošku. Tu je potrebné dodržať isté kritéria a fyzikálne podstaty. Krokový motor musí pritlačiť piestik tuby tak, aby množstvo vytlačenej pasty nepresiahlo potrebné množstvo na danú plošku a následne musí byť tento tlak v tube minimalizovaný, čo sa dosiahne spätným chodom motora.

Na tieto pokusy som vytvoril program v prostredí LabView (Obr.8.), kde je možné kalibrovať, testovať správnosť dávkovania pasty/lepu. Množstvo pasty/lepu udáva prvý parameter (Dopredný chod motora). Toto číslo udáva počet krokov,(resp. mikrokrokov) krokového motora. Druhý parameter udáva počet krokov v opačnom smere, čo zabezpečí redukciu tlaku v tube na takú mieru, kedy už pasta nieje vytláčaná hrotom tuby. Testami je veľmi rýchlo možné dosiahnuť optimum parametrov 1 a 2.



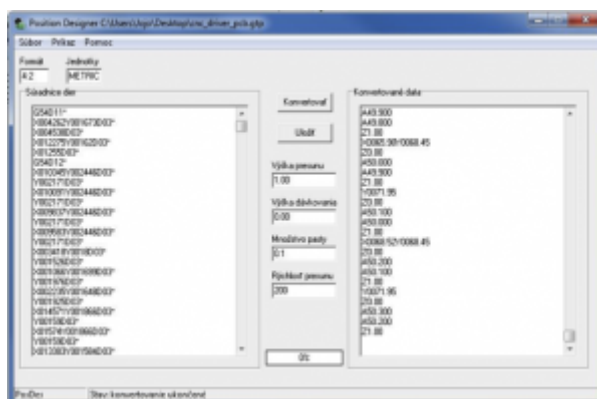
Obr.8. Program Kaliber

8. Program Position Designer

Program Position Designer som vytvoril z dôvodu nedostatku podobného softvéru. Je určený na konvertovanie gerber súborov so súradnicami plôšok SMD súčiastok na G kódy, ktoré sú určené pre CNC stroje (Obr.9.). V tomto programe je možné konvertovať súbory *.gtp a *.gtp, ktoré sú výstupmi s CAD programov určených na návrh DPS. V CAD programu stačí vyexportovať súbor so súradnicami plôšok SMD súčiastok a tento súbor otvoriť v programe Position Designer. Dáta sa zobrazia v ľavej časti. Po nastavení potrebných parametrov, ako sú:

1. výška presunu nad DPS,
2. výška dávkovania,
3. množstvo pasty,
4. rýchlosť presunu,

stačí stlačiť tlačidlo „Konvertovať“ a výsledok vygenerovaného súboru sa zobrazí v pravej časti. Tento súbor stačí uložiť a následne otvoriť v programe MACH3mill, ktorý bude podľa toho navádzať dávkovač a dávkovať potrebné množstvo pasty na určené súradnice.

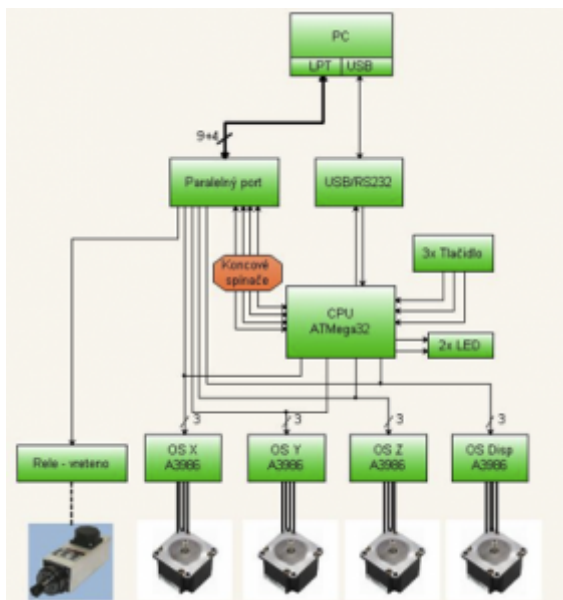


Obr.9. Softvér Position Designer

9. Použitá literatúra

1. Rydlo Pavel: Krokové motory a ich riadenie, učebné texty, Liberec 2000
2. Žalman, M.: Akčné členy, STU, Bratislava 2003
3. Martinček J.: Univerzálny riadiaci systém pre použitie v robotike, [online] Publikované máj 2007
4. "N-CHANNEL POWER MOSFETS IRF530", katalógový list, ST
5. "Dual Full-Bridge MOSFET Driver A3986", katalógový list, Allegro MicroSystems, Inc.
6. "8-bit AVR Microcontroller ATmega32", katalógový list, Atmel Corporation, Inc. 2010
7. "FT-232RL Drivers/Receivers USB<->RS232", katalógový list, FTDI
8. Novák P.: Mobilní roboty, BEN, Praha 2007

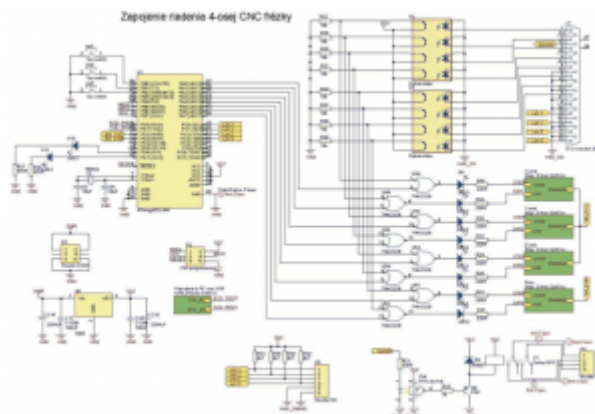
Obrázkové prílohy



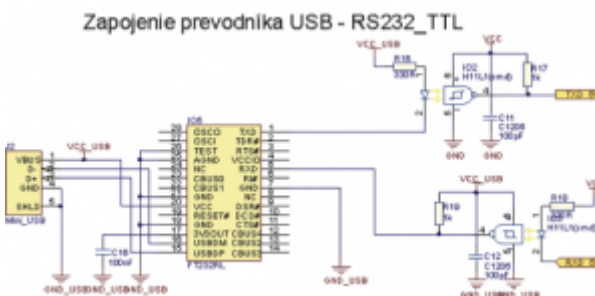
Obr.1P. Bloková schéma riadenia CNC zariadenia



Obr.2P. Zapojenia elektroniky koncového krokového stupňa



Obr.3P. Zapojenie elektroniky riadiacej časti CNC zariadenia



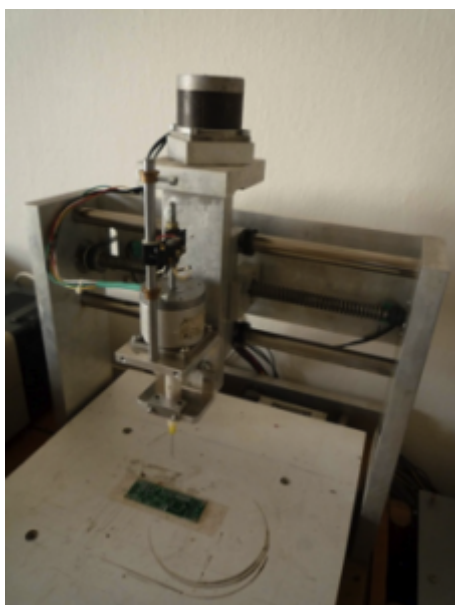
Obr.4P. Zapojenie prevodníka USB <-> RS232



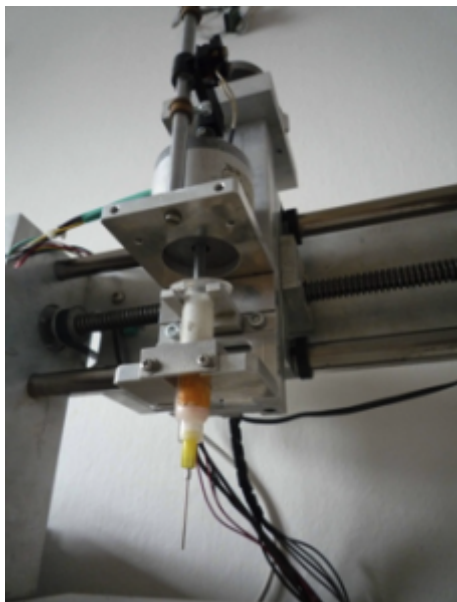
Obr.5P Elektronika riadenia CNC zariadenia



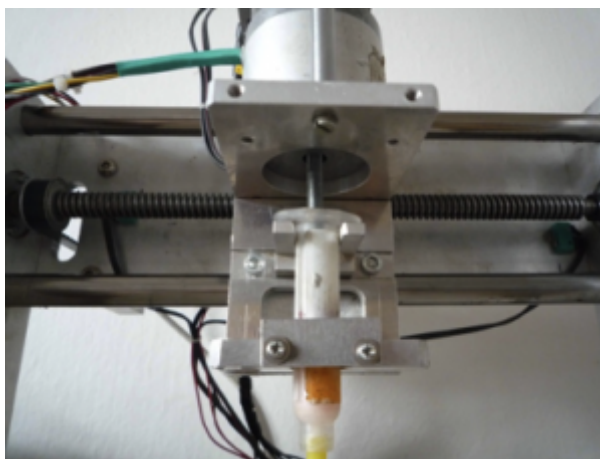
Obr.6P. Elektronika CNC zariadenia, pohľad zo spodnej časti bez chladičov



Obr.7P Dávkovač spájkovacej pasty/lepidla



Obr.8P. CNC zariadenie s dávkovačom



Obr.9P. Detail 4. osi s dávkovačom