

Univerzální CNC systém

František Mejdr, Leoš Beran

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem a konstrukcí univerzálního tříosého CNC systému. Řídicí systém je realizován pomocí automatizační techniky firmy B&R. Práce zahrnuje návrh a konstrukci rozvaděče, instalaci příslušných komponent řídicího systému, návrh pohonů, výpočty technických parametrů a vytvoření elektrotechnické dokumentace. Práce dále řeší softwarovou implementaci CNC systému do PLC automatu, který na základě zadaného obráběcího programu interpoluje polohy pro všechny tři osy.

Úvod

Cílem práce bylo navrhnout a zkonstruovat univerzální CNC systém, který je možné použít pro různé aplikace, výuku a na prezentační účely Technické univerzity v Liberci.

Hlavním úkolem bylo realizovat řídicí systém pomocí automatizační techniky firmy B&R. Pro řízení pohonů se běžně používají servozsilovače ACOPOS, které jsou určeny pro střídavé synchronní motory nebo krokové motory. V našem případě však byla zvolena jiná koncepce, která je na implementaci komplikovanější, ale podstatně levnější. Použity jsou stejnosměrné motory řízené modulem obsahujícím výkonové kanály. Výhodou této koncepce je, že není nutné mít několik servozsilovačů, ale postačí jeden modul, který umožní řízení až čtyř motorů.

Experiment a metody

Součástí návrhu pohonů je výpočet požadované obráběcí síly. Existuje metoda, kterou lze obráběcí sílu určit na základě parametrů použitého nástroje a výkonu obráběcího vřetene. Výkon lze stanovit simulací obrábění. K simulaci byl použit software FeatureCAM. Výsledný výkon pro obráběcí vřeteno je 369 W. Hodnota byla upravena koeficientem bezpečnosti ($k=2,5$), z čehož vychází potřebný výkon $P_v=923$ W.

Obráběcí síla byla vypočtena ze znalosti výkonu vřetene, poloměru nástroje a otáček vřetene dle následujícího vztahu:

$$P_v = \frac{2\pi \cdot n_v \cdot F \cdot r_n}{60} \implies F = \frac{30 \cdot P_v}{\pi \cdot n_v \cdot r_n} = \frac{30 \cdot 923}{\pi \cdot 5200 \cdot 0.004} = 424 \text{ N} \quad (1)$$

P_v - výkon vřetene [W]; n_v - otáčky vřetene [min^{-1}]; r_n - poloměr nástroje [m]

Pomocí dalších vztahů pro převod rotačního pohybu na pohyb lineární byl určen požadovaný kroučící moment 383 mNm. Na základě této hodnoty byly vybrány motory MAXON RE50 s jmenovitým momentem 380 mNm. Motory jsou napojeny přímo na kuličkové šrouby lineárních posuvů a to bez použití dalších převodů. Díky tomuto řešení je možné dosáhnout vyšší přesnosti.

Řídicí systém byl sestaven z výrobků firmy B&R. Základem je průmyslový počítač PowerPanel 5PP581. Na průmyslovém PC je nainstalován operační systém Windows XP a zároveň operační systém reálného času Automation Runtime, na kterém běží PLC. Systém CNC je v PLC implementován jako software.

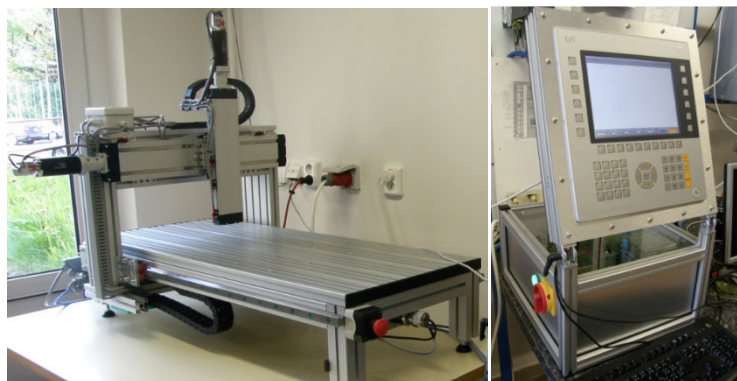
Pro řízení motorů je použit výkonový modul X20MM4456, který umožňuje řízení čtyř stejnosměrných motorů pomocí pulsně šířkové modulace včetně zpětné vazby polohy.

Výsledky a diskuze

Po dokončení konstrukce bylo provedeno měření a testování parametrů, jejichž výsledné hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 1. Výsledné parametry

vnější rozměry stroje	90 x 93 x 137 cm (š × v × d)
vnější rozměry rozvaděče	39 x 30 x 46,5 cm (š × v × h)
hmotnost stroje	83 kg
hmotnost rozvaděče	20 kg
pracovní prostor	765 × 387 × 142 mm (X × Y × Z)
rozlišení	0,01 mm
maximální povolená rychlost	200 mm.s ⁻¹
maximální povolené zrychlení	2000 mm.s ²



Obrázek 1. Zrealizované zařízení

Závěr

Výsledkem této práce je realizované funkční CNC zařízení, které splňuje všechny stanovené požadavky. Bylo navrženo základní uspořádání mechanické konstrukce, kterou dále podrobně vyřešil Jan Šotek ve své bakalářské práci. Dále byla navržena a realizována veškerá elektroinstalace. Ve vývojovém prostředí Automation Studio byl naprogramován CNC řídicí systém.

Zařízení je tedy kompletní a funkční celek. Disponuje však pouze těmi nejzákladnějšími funkcemi. Nyní je třeba rozpracovat možnosti CNC systému, které B&R nabízí. To může být předmětem navazujících prací dalších studentů. Problematika je velmi široká a zajímavá.

Zde je ukázka provozu zařízení : http://www.youtube.com/watch?v=NiV6qSN_BfM

Poděkování

Rád bych poděkoval Bc. Martinu Vojířovi, který mi poskytnul část programu, která umožňuje řízení stejnosměrných motorů. Zvláště bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Leoši Beranovi, Ph.D. za motivaci, podporu a veškeré vynaložené úsilí k realizaci celého projektu.

Práce vznikla za finanční podpory projektu Otevřená univerzita, reg.číslo CZ.1.07/2.3.00/35.0036.

Reference

- [1] ŠTULPA, Miroslav. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. Praha : BEN , 2006. 126 s. ISBN 80-7300-207-8.
- [2] DELCAM. FeatureCAM: Easy-to-use CAM software for milling machines, turning and turn/mill centres, and wire EDMs [online]. 2013 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.featurecam.com/>
- [3] B&R. B&R automatizace [online]. 2013 [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.br-automation.com/cs/>