

Oponentský posudok

k dizertačnej práci za účelom získania akademického titulu „philosophiae doctor“

Názov práce: Návrh digitálneho dvojčete obrábacieho stroja

Autor (Študent): Ing. Jiří Kroupa

Školiteľ: doc. Ing. Vladislav Singule, CSc.

Oponent: doc. Ing. Radovan Holubek, PhD.

Pracovisko opONENTA: Materiálovotechnologická fakulta STU so sídlom v Trnave

Oponentský posudok na písomnú dizertačnú prácu doktoranda Ing. Jiřího Kroupy, s názvom „Návrh digitálneho dvojčete obrábacieho stroja“ som vypracoval na základe menovania ako opONENTA záverečnej dizertačnej práce vypracovanej na Vysokém Učení Technickém V Brně, Fakulta Strojního Inženýrství, Ústav Výrobních Strojů, Systémů A Robotiky zastúpená dekanom fakulty: doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.. a riaditeľom Ústav Výrobních Strojů, Systémů A Robotiky, kde sa dizertačná práca vypracovávala: doc. Ing. Petrom Blechom, Ph.D.

AKTUÁLNOST ZVOLENEJ TÉMY DIZERTAČNEJ PRÁCE

Doktorandská dizertačná práca sa zaoberá problematikou teoretických a praktických poznatkov z oblasti návrhu digitálneho dvojčata. Opisuje význam týkajúci sa veľmi aktuálnej a rýchlo rozvíjajúcej sa oblasti problematiky tvorby digitálneho dvojčata a kyber-fyzikálnych systémov, kde doktorand na základe vhodne spracovanej rešeršnej časti v podobe viacerých analýz z tejto oblasti výskumu získal viaceré poznatky, z ktorých je zjavné, že následne z nich formuloval aj jednotlivé stanovené dielčie ciele predmetnej dizertačnej práce. Predmetná dizertačná práca sa zameriava na analytickú, ako aj metodickú, návrhovú a aplikačnú časť, ktorá sa venuje východiskám a postupom integrácie samotného návrhu digitálneho dvojčata obrábacieho stroja. Tému, ako aj stanovené ciele dizertačnej práce považujem za vysoko aktuálne, nakoľko problematika tvorby a návrhu digitálneho dvojčata sa čo raz viac dostáva do popredia najmä v oblasti výskumu, vývoja a inovácií. Samotná téma dizertačnej práce sa opiera o stratégiu problematiky implementácie Industry 4.0, kde má návrh digitálneho dvojčata, ako aj oblasť využitia novodobých technológií v podobe virtuálnej a rozšírenej reality neoddeliteľné zastúpenie.

METÓDY SPRACOVANIA DIZERTAČNEJ PRÁCE

Samotná dizertačná práca je spracovaná na 91 stranách. Je rozdelená do ôsmich ucelených bodov, ktoré na seba vhodne a koncepcne nadväzujú a prepájajú analytickú časť práce s návrhovou a implementačnou časťou.

Prvé tri body dizertačnej práce je možné považovať za spracovanie analytickej časti práce, kde sa autor zaoberá:

- úvodom do problematiky - motiváciou,
- súčasným stavom poznania v danej problematike,

- formuluje problematiku v podobne neexistujúcej jednotnej metodiky,
- stanovuje ciele práce,
- zaoberá sa analýzou a syntézou aspektov poznatkov vplývajúcich na návrh digitálneho dvojčata,

Ďalšie dva body dizertačnej práce považujem za veľmi dôležité z hľadiska prínosu a návrhu samotnej metodiky a to konkrétne:

- v štvrtom bode dizertačnej práce je spracovaný systémový prístup samotnej návrhovej časti digitálneho dvojčata, kde je vytvorená metodika pre návrh digitálneho dvojčata
- v piatom bode sa doktorand fokusuje na aplikáciu navrhutej metodiky pre návrh digitálneho dvojčata už na existujúce vybavenie výrobnéj bunky integrovanej na UVSSR.

V posledných troch bodoch práce sa autor zameriava na implementačnú časť digitálneho dvojčata výrobnéj bunky UVSSR cell, ako aj zhodnotenie prínosov a samotného záver.

DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY DIZERTAČNEJ PRÁCE VZHLADOM NA STANOVENÉ CIELE A KONKRÉTNY PRÍNOS DOKTORANDA

Na základe dosiahnutých výsledkov a stanovených cieľov v dizertačnej práci môžem konštatovať, že stanovené ciele práce boli naplnené v plnom rozsahu, ba dokonca z môjho pohľadu aj prevyšujú pôvodne stanovené ciele, čo je podložené aplikáciou navrhutej metodiky v rámci výrobnéj bunky UVSSR cell.

Dosiahnuté výsledky v teoretickej ako aj praktickej časti riešenia oponovanej dizertačnej práce **vyhovujú** požiadavkám kladených na tento typ práce.

Konkrétny prínos doktoranda vidím vo všetkých oblastiach ako sú :

- **pedagogický** - odovzdávanie vedomostí študentom v rámci výučbového procesu na viacerým predmetom realizovaných na UVSSR,
- **vedecký** – v rámci štandardizácie problematiky digitálneho dvojčata a na základe ktorého bola vytvorená a overená metodika návrhu digitálneho dvojčata na konkrétnom zariadení,
- **praktický** – zavedenie metodiky návrhu digitálneho dvojčata v priemyselnej praxi, kde sa táto metodika na základe uvedených faktov v dizertačnej práci využíva vo viacerých priemyselných odvetviach.

PRÍNOS PRE PRAX A VEDNÝ ODBOR

Najväčším prínosom dizertačnej práce pre vedu a techniku je z môjho pohľadu návrh metodiky pre tvorbu digitálneho dvojčata, ktorú aplikoval pri tvorbe DT pre výrobnú bunku UVSSR Cell, ktorá má skladbu sústavy: robot – obrábací stroj a meracia stanica s cieľom čo najširšej integrácie DT aj s kooperáciou užívateľa v rámci celkového výrobného procesu.

Takto zvolený prístup k tejto problematike tvorby a samotného návrhu konceptu „Digital Twin“ je podľa môjho názoru veľmi vhodný, nakoľko ukazuje budúci trend pre priemyselnú oblasť a celkovo prax ako aj vedný odbor.

PRIPOMIENKY A POZNÁMKY K DIZERTAČNEJ PRÁCI

Doktorand v práci citoval 88 literárnych zdrojov z ktorých väčšina sa opiera o zahraničnú literatúru, čo je z môjho pohľadu v rámci udržateľnosti konkurencieschopnosti najmä v oblasti implementácie I4.0 so zameraním sa na digitálne dvojča veľmi dobré a preto to hodnotím veľmi kladne.

Práca je spracovaná na veľmi vysokej formálnej a grafickej a jazykovej úrovni. Po podrobnejšom preštudovaní dizertačnej práce som nenašiel žiadne väčšie nedostatky, ktoré by znižovali celkovo veľmi dobre spracovanú dizertačnú prácu.

OTÁZKY K RIEŠENEJ PROBLEMATIKE

1. Ako vidíte a vnímate možné vznikajúce problémy a úskalia vami navrhutej metodiky v rámci softvérovej a hardvérovej implementácie jednotlivých častí digitálneho dvojčata v rámci komunikačného reťazca?
2. Ktorý z prínosov dizertačnej práce považuje doktorand za najdôležitejší pre rozvoj odboru v ktorom sa dizertačná práca realizovala a prečo?
3. Akým smerom sa podľa Vášho názoru bude uberať vývoj a trend v nových výrobných systémoch z pohľadu digitálneho dvojčata a nasadzovania novodobých technológií v podobe zobrazovania v imerzívnom prostredí virtuálnej reality a rozšírenej reality s ohľadom na výrobný proces?
4. Má doktorand predstavu ako by sa mohlo do budúcnosti pokračovať v danej výskumnej oblasti v nadväznosti na jeho dizertačnú prácu?

CELKOVÉ ZHODNOTENIE DIZERTAČNEJ A ZÁVER

Doktorand spracoval dizertačnú prácu na veľmi dobrej grafickej úrovni. Grafická úprava práce je vhodne spracovaná, čo vo finálnom zhodnotení práce pôsobí veľmi pozitívne a zvyšuje tak celkový dojem na oponovanú dizertačnú prácu.

V závere celkového zhodnotenia môžem konštatovať, že predložená dizertačná práca autora Ing. Jiřího Kroupy na tému „Návrh digitálneho dvojčete obrábacieho stroja“ spĺňa podmienky kladené na tento typ práce a preto ju **ODPORÚČAM** prijať k obhajobe a po jej obhájení **doporučujem udeliť doktorandovi akademický titul "philosophiae doctor (Ph.D.)"**

Vyjadrenie sa k predloženým tézam

Teze je spracovaná v prehľadnej forme a ucelenej štruktúre podľa požiadaviek v podobe:

- Úvod do problematiky,
- Obsah práce,
- Analýza súčasného stavu riešenej problematiky,
- Ciele dizertačnej práce,
- Zvolená metóda spracovania problematiky v podobe systémového prístupu pre návrh digitálneho dvojčat'a
- Hlavného ako aj aplikačného výsledku práce,
- Prínosu pre pedagogiku, vedu a prax,
- Vhodne koncipovaného záveru,
- Uvedenej literatúry,
- Životopisu.

V Trnave, dňa 28.04.2022

doc. Ing. Radovan Holubek, PhD.