

Design of an Innovative Triple-Shaft Sports Sequential Gearbox with Tandem Electronic Shifting

Výstup: D7_1- Funkčná riadiaca jednotka s príslušným softvérom.

Pracovný balík: WP7

Číslo projektu: 09I03-03-V04-00644



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



ÚRAD VLÁDY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

„Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V04-00644“.

1 Predmet a rozsah výstupu

Výstup D7_1 dokumentuje realizáciu funkčného prototypu riadenia elektromechanického radenia športovej sekvenčnej prevodovky TRI-GEAR TES. Dokument preukazuje zostavenie základného riadiaceho reťazca, realizáciu zapojenia, vytvorenie počítateľného programu a funkčné rozpohybovanie lineárneho aktuátora. Rozsah overenia zodpovedá laboratórnemu prototypu. Overený bol riadiaci kanál v otvorenej slučke- snímanie skutočnej polohy, koordinácia viacerých aktuátorov, diagnostika a odolnosť vozidlového vyhotovenia zostávajú predmetom ďalšieho rozvoja a nadväzujúceho výstupu D7_2.

Tabuľka 1 Rozsah funkčného prototypu a stav overenia

Stupeň	Stav doložený podkladom	Hodnotenie
Koncepcia	Arduino UNO - M542 - lineárny krokový aktuátor	Navrhnuté a zostavené
Elektrické zapojenie	Riadiace signály STEP/DIR a samostatné výkonové napájanie	Realizované na skúšobnom pracovisku
Softvér	Sériové povely, počítanie krokov, kalibrácia, EEPROM, rampa	Funkčne overený princíp opísaný v práci
Pohyb	Oba smery a presun do referenčných polôh	Základné overenie vykonané

2 Architektúra riadiaceho systému

Riadiaci reťazec tvoria štyri základné bloky: používateľský povel zo sériového monitora, mikrokontrolérová doska Arduino UNO, výkonový modul M542 a lineárny aktuátor LC-4128-048-03-E06008-25N. Arduino generuje digitálne impulzy STEP a smerový signál DIR. M542 prevádza nízkoúrovňové povely na prúdové budenie vinutí krokového motora. Samostatný napájací zdroj dodáva energiu výkonovej časti.

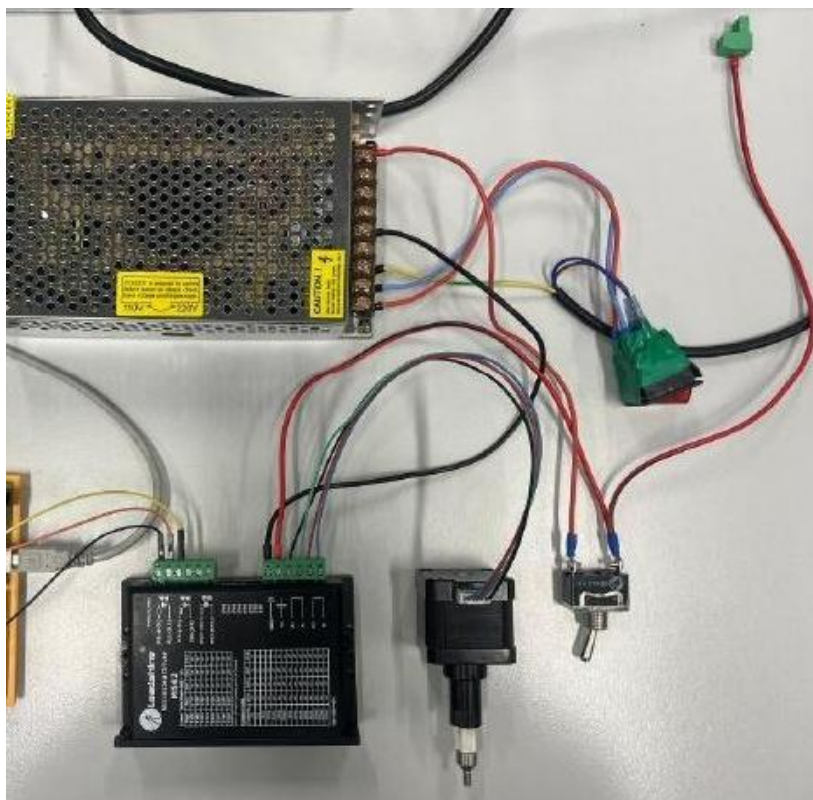


Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



ÚRAD VLÁDY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



Obrázok 1 Základné hardvérové prvky riadiaceho systému

Tabuľka 2 Funkcie prvkov prototypu

Prvok	Funkcia	Kľúčová poznámka
Arduino UNO	Spracovanie povelov, počítanie krokov, generovanie STEP/DIR	Vývojová platforma pre laboratórny prototyp
M542	Výkonové riadenie krokového motora	Pred skúškou nastaviť prúd a mikro-krokovanie
LC-4128-048-03-E06008-25N	Premena krokov motora na lineárny posuv	Stúpanie skrutky 0,7874 mm/otáčku podľa práce
Napájací zdroj	Napájanie výkonovej vetvy	Oddeliť výkonové a riadiace vedenie-spojiť referenčný potenciál podľa zapojenia

3 Elektrické zapojenie

Zapojenie používa dvojicu povelov STEP a DIR medzi Arduino UNO a modulom M542. Každý impulz STEP predstavuje jeden nastavený krok alebo mikrokrok; logická úroveň DIR určuje smer. Vývody vinutí aktuátora sa pripájajú na výkonové svorky modulu. Napájací zdroj napája M542 a motorovú časť. Pred uvedením do prevádzky treba overiť polaritu, správne párovanie vinutí, spoločnú referenciu signálov, prúdový limit a režim krokovania.

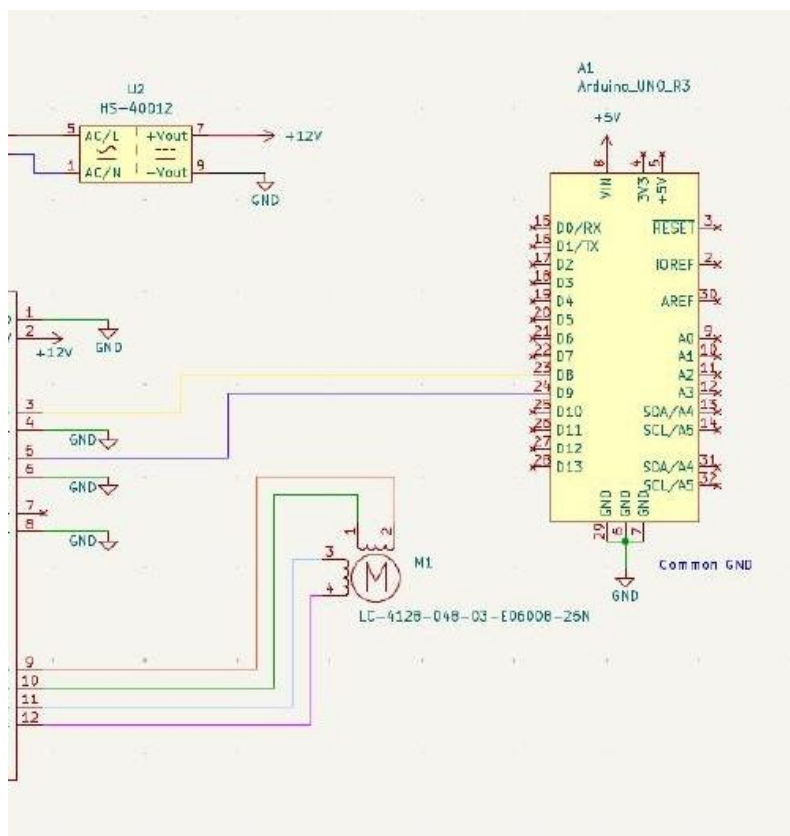


Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



ÚRAD VLÁDY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



Obrázok 2 Schéma elektrického zapojenia prototypu prevzatá z diplomovej práce

Schéma dokumentuje laboratórne zapojenie. Pre vozidlové vyhotovenie musí byť doplnená poistka, reverzná a prepäťová ochrana, núdzové vypnutie výkonovej vetvy, tienenie a odľahčenie káblov, konektory s mechanickým zaistením a definované správanie po strate napájania alebo komunikácie.

4 Riadiaci softvér

Softvér bol vytvorený v Arduino IDE 2. Poloha sa v počiatočnej verzii určuje počtom vykonaných krokov. Program ukladá minimálnu a maximálnu referenčnú polohu a stav kalibrácie do pamäte EEPROM. Neutrálna poloha sa vypočíta ako stred medzi krajnými polohami. Pohyb sa spúšťa znakmi zo sériového monitora a jeho rýchlosť sa upravuje časovaním impulzov- rozbeh a dobeh využívajú rampu na obmedzenie rázov.

Tabuľka 3 Funkcie riadiaceho programu

Funkcia	Vstup	Výstup alebo stav
Manuálny posuv	Povel pre kladný alebo záporný smer	Definovaný počet STEP impulzov
Kalibrácia MIN	Aktuálna mechanická krajná poloha	Uloženie minimálnej hodnoty do EEPROM
Kalibrácia MAX	Aktuálna mechanická krajná poloha	Uloženie maximálnej hodnoty do EEPROM
Neutrál	Povel po platnej kalibrácii	Presun na (MIN + MAX)/2



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



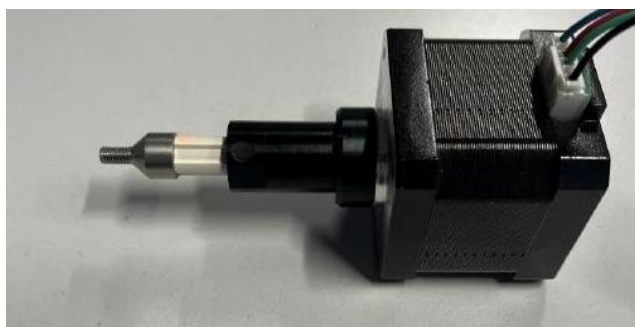
ÚRAD VLÁDY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Funkcia	Vstup	Výstup alebo stav
Rampa	Počet krokov od začiatku a konca pohybu	Postupná zmena intervalu impulzov
Stavový výpis	Povel cez sériový monitor	Aktuálna a referenčné polohy

5 Postup oživenia a kalibrácie

Tabuľka 4 Odporúčaný postup uvedenia prototypu do prevádzky

Krok	Úkon	Kritérium
1	Odpojiť mechanické zaťaženie alebo zaistiť voľný bezpečný zdvih	Bez možnosti nárazu do dorazu
2	Skontrolovať vodiče vinutí, STEP/DIR, ENABLE a napájanie	Zhoda so schémou a údajmi výrobcu
3	Nastaviť nízky prúd a konzervatívnu rýchlosť	Motor sa neprehrieva, pohyb je plynulý
4	Overiť krátky pohyb v oboch smeroch	Smer zodpovedá povelu, bez straty krokov
5	Manuálne dosiahnuť MIN a uložiť hodnotu	Poloha je reprodukovateľná bez mechanického nárazu
6	Manuálne dosiahnuť MAX a uložiť hodnotu	Platí MAX > MIN
7	Vyvolať neutrálnu polohu	Mechanizmus dosiahne stred pracovného rozsahu
8	Opakovať cyklus a porovnať skutočnú polohu	Odchýlku zaznamenať - pri strate krokov skúšku zastaviť



Obrázok 3 Lineárny aktuátor nastavený do strednej neutrálnej polohy



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



ÚRAD VLÁDY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Záver

Výsledky potvrdzujú vytvorenie a základné oživenie riadiacej jednotky s príslušným softvérom pre lineárny aktuátor. Funkčný reťazec Arduino UNO - M542 - LC-4128-048-03-E06008-25N vykonal pohyb v oboch smeroch, umožnil kalibráciu pracovného rozsahu a presun do referenčných polôh. Tým bol vytvorený funkčný prototypový základ WP7. Overenie súčasne preukázalo, že počítanie krokov bez snímačnej spätnej väzby neposkytuje potrebnú istotu skutočnej polohy. Pre nasadenie v kompletnej prevodovke je potrebné doplniť meranie polohy, limity, diagnostiku, koordináciu všetkých aktuátorov a skúšku sekvencie radenia.



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



ÚRAD VLÁDY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY