

APPLIANCE FOR AUTOMATIC DISINFECTION OF INTERIORS

Alexander Korotynskiy

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xkorot01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Petyovsky

E-mail: petyovsky@feec.vutbr.cz

Abstract: The work mainly deals with existing solutions for interior disinfection, their analysis and selection of a suitable situation. This article also deals with the appropriate selection of components for the implementation of mobile disinfection appliance. Subsequently, an analysis of the electrical connection of the driver for the DC motor is performed. Part of the article is also acquaintance with the programming language Rust, in which the firmware for the DC motor driver is created.

Keywords: Disinfection, Fogging, DC motor, Driver.

1 ÚVOD

V souvislosti s aktuální situací okolo COVID-19 a dalších virů je hodně zvýšen požadavek na dezinfekci, a to včetně dezinfekci vnitřních prostor. V kancelářích, školách, úřadech, hotelích a jiných prostorách jsou vyžadovány každodenní dezinfekční procedury. Dezinfekce ve vnitřních prostorech nedává stoprocentní jistotu, že v prostoru se nenachází vir, ale je to jedna z cest, která obecně pomáhá v boji s nákazami.

V dnešní době dezinfekci vnitřních prostor většinou provádí člověk nebo zařízení, které člověk ovládá. Tyto zařízení nejsou plně automatizované. Tato práce se zabývá návrhem na plně automatizované mobilní zařízení pro dezinfekci vnitřních prostor.

Tato práce nejprve popisuje existující řešení pro dezinfekce vnitřních prostor a dále se zaměřuje na jejich analýzu a výběr vhodného řešení. Práce se také zabývá vhodným výběrem komponent pro realizaci mobilního dezinfekčního zařízení. Následně je uveden krátký popis elektrického zapojení driveru pro stejnosměrný motor, který bude sloužit jako aktuátor pro realizaci mobilní robotické platformy. V rámci práce jsem se také seznámil s programovacím jazykem Rust, ve kterém je tvořen firmware pro driver DC motoru.

2 NÁVRH DEZINFEKČNÍHO ZAŘÍZENÍ

2.1 ZPŮSOBY DEZINFEKCI

Dezinfekci vnitřních prostor lze provést pomocí několik metod, zejména pomocí ultrafialového záření, pomocí ozonu a také pomocí dezinfekčního aerosolu distribuovaného do prostoru formou studené nebo teplé mlhy. Dezinfekci pomocí ultrafialového záření byla odmítnuta, a to z důvodu, že vlny záření se nedostanou za překážku. Ozonová dezinfekce byla také zamítnuta z důvodu oxidačních vlastností ozonu – plyn je nebezpečný a jedovatý pro člověka a zvířata.

Princip dezinfekce studenou mlhou spočívá v tom, že z dezinfekční chemické kapaliny se udělá aerosol pomocí generátoru studené mlhy. Výhoda dezinfekce pomocí studené mlhy spočívá v tom, že na výstupu z generátoru dostaneme malé částice rozměrem 20-50 μm , které se dostanou všude v prostoru. Další výhodou je to, že studená mlha dezinfikuje vzduch a povrch. Také dezinfekce pomocí studené mlhy se může provádět za přítomnosti lidí, zvířat a rostlin za podmínky, pokud je

vyfukována látka bezpečná. Nevýhodou je to, že po dezinfekci studenou mlhou se zvýší vlhkost v prostoru. Může také vzniknout kondenzát na stole, podlaze, což by znamenalo uklízení stolů od papírů, elektroniky a dalšího vybavení, které jsou citlivé na mlhu, před zapnutím dezinfekčního zařízení. Na rozdíl od UV a ozonové dezinfekce je potřeba více času po dezinfekci, až se všude látka usadí a projeví své dezinfekční schopnosti. V praxi by to znamenalo zapnutí zařízení v noci v pracovních místnostech a také v domácnosti, pokud člověk není doma. Vyfukování látky ve vnitřních prostorech se doporučuje provádět 1,5-2 metry nad podlahou pod úhlem směrem nahoru, a to z důvodu pokrytí dezinfekční kapalinou celého objemu prostoru. Pro neměnnost chemických vlastností dezinfekční kapaliny teplota vzduchu je doporučena v rozsahu 18-29 °C, což se má kontrolovat snímačem teploty. [1][2]

Obecný princip dezinfekci pomocí teplé mlhy je stejný jako u studené – z chemické kapaliny se udělá teplá mlha pomocí generátoru teplé mlhy, generátor je termomechanického typu. Dezinfekční kapalina se zahřívá v generátoru a stává se plynem, následně se vyfukuje plynová směs. Teplá mlha má lepší vlastnosti než studená mlha. Na výstupu z generátoru dostaneme menší částice, rozměrem 0,5-20 µm, které se dostanou všude a déle se drží ve vzduchu než částice studené mlhy. Na rozdíl od studené mlhy, teplá mlha může pokrývat nejen vodorovné povrchy ale i svislé. Nevýhodou je, že teplou mlhu není doporučeno používat za přítomnosti lidí, zvířat a rostlin v nezávislosti na dezinfekční kapalině. Další nevýhodou je to, že není doporučeno používat jakékoliv dezinfekční kapalinu, jelikož po zahřátí některé mohou ztrácet své dezinfekční schopnosti, dokonce mohou být i škodlivé. Po dezinfekci teplou mlhou se zvýší vlhkost a dochází ke kondenzátu stejně jako u studené mlhy. Po dezinfekci teplou mlhou, stejně jako studenou, je potřeba počkat několik hodin, v závislosti na rozměru prostoru, až látka projeví své dezinfekční schopnosti a následně vyvětrat. Generátory teplé mlhy jsou nebezpečné, jelikož může nastat požár nebo výbuch. Proto je doporučeno použití generátoru ve vnějších prostorech, ne ve vnitřních. Jelikož na výstupu z generátoru dostaneme plyn, tak nemusíme foukat pod úhlem nahoru, jako u studené mlhy, ale kondenzát může vznikat nejen na stole, ale i na stropě. Generátor teplé mlhy představuje zařízení s vyšší hmotností a vyššími pořizovacími náklady než generátor studené mlhy. [3][4]

Ve výsledku porovnání výhod a nevýhod dezinfekci pomocí studené a teplé mlhy bylo rozhodnuto pro dezinfekci studenou mlhou, a to z důvodu lepší bezpečnosti než u dezinfekci teplou mlhou, i když teplá mlha má lepší dezinfekční vlastnosti. Studenou mlhu je možné získat pomocí několika typů generátoru: pneumatického, diskového a ultrazvukového. Byl vybrán ultrazvukový generátor studené mlhy kvůli tomu, že má nejlepší vlastnosti, zejména je lehký, tichý a nejrychlejší a také je jednodušší v realizaci, než pneumatické a diskové generátory. Ultrazvukový generátor se umístí do nádoby s dezinfekční kapalinou a následně přes dvě trubky pod úhlem nahoru pomocí ventilátorů se studená mlha na výstupu vyfukuje do prostoru. Zpětná vazba o množství vyfukované kapaliny se dostává ze snímače výšky hladiny. Generátor má spotřebu 7 kg/h a napájí se 48 V DC a má výkon 250 W.

2.2 GENERÁTORY MLHY SPOLEČNOSTI IGEBA

Německá společnost IGEBA je orientována na vývoj a výrobou nových modelů generátoru teplé a studené mlhy. Většina jejich generátorů není vhodná pro vnitřní prostory, ale pro dezinfekci v průmyslu.

ULV (ultra-low volume) pneumatický generátor studené mlhy UNIPRO 40-T je nejnovější verzí generátoru společnosti IGEBA a je určen pro použití ve sklenících. Generátor má 4 trysky, které se dají manuálně výškově regulovat od 1,79 m do 4,3 m a také manuální otáčení o 360°. Má barvenou indikaci stavů, nastavení časovače pro dezinfekci a dálkový ovladač. Doporučený výkon generátoru je 42 l/h, maximální – 73 l/h. Studená mlha může být vyfukovaná dálkově až na 120 m. [5]

Generátor teplé mlhy TF 160 HD je nejnovějším modelem společnosti IGEBA. Takový generátor se dá použít stacionárně ve vnitřních prostorech nebo ve vnějších prostorech. Generátor TF 160 HD váží 65 kg, což pro ruční použití není vhodné. Objem benzinové nádrže je 10 litrů a nádrže s dezin-

fekční kapalinou až 60 litrů. Tento generátor se nabíjí 12 V DC. Takové zařízení není nějakým způsobem automatizováno, má jenom tlačítka zapnout/vypnout na generátoru. [6]

2.3 VYBRANÉ KOMPONENTY

Hlavní řídicí jednotka bude zpracovávat signály ze snímačů a následně řídit pohyb celého zařízení a vyfukování dezinfekční kapaliny. Jako hlavní řídicí jednotka celého zařízení byl vybrán jednodeskový počítač Raspberry Pi 4.

Pro vyfukování studené mlhy ze zařízení bylo rozhodnuto použít průmyslový ventilátor Sunon MagLev, který se umístí do trubky. Jeho rozměry jsou 80x80x25 mm a pro jeho napájení je potřeba 24 V DC. Ventilátor má ložisko, které zaručuje nízkou hlučnost a je schopen vyfukovat průtok vzduchu 56,1 m³/h.

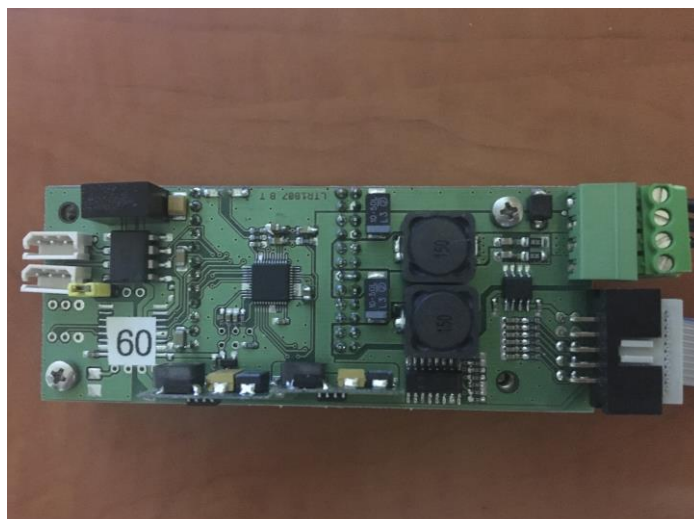
Pro mobilitu zařízení je třeba použít kolečka a byly vybrány čtyři průmyslové kolečka o průměru 100 mm a to z důvodu stability zařízení, jelikož doporučena výška při vyfukování mlhy je 150 cm. Celé zařízení bude poháněno dvěma motory, což znamená, že vepředu mají být použity 2 kolečka bez ložisek, které se upevní na motory a vzadu 2 kolečka s ložiskem.

Zařízení bude mít 7 litrů dezinfekční kapaliny a celá hmotnost zařízení bude s rezervou 15 kg. Pro pohnutí takového zařízení na základě výpočtů byl vybrán stejnosměrný motor DCX32L s převodovkou GPX32HP a enkodérem ENX16 EASY od firmy Maxon. Motor DCX32L bude napájen 12 V DC. Krouticí nominální moment celé jednotky je 3.129 N.m při 12 V DC.



Obrázek 1: Motor DCX32L s převodovkou GPX32HP a enkodérem ENX16 EASY

Pro řízení stejnosměrného motoru se používá driver, který se vyvíjí na ústavu Automatizace a měřicí techniky. Komunikace mezi Raspberry Pi a driverem bude probíhat pomocí sériové komunikační sběrnice CAN. Řídicí jednotkou driveru je 32bitový ARM procesor STM32F091CBT6 z rodiny ARM Cortex-M0 s maximální frekvencí 48 MHz. Pro získání dat z enkodéru motoru na desce je využit integrovaný obvod MC3486D, na základě kterého lze sledovat aktuální úhel natočení motoru. Stejnosměrný motor se ovládá pomocí H-můstku. Pro měření motorového proudu v H-můstku je zapojen snímač proudu ACS712ELCTR-05B-T, který umožňuje AC a DC měření proudu v rozsahu -5...+5 A.



Obrázek 2: Driver pro stejnosměrný motor

3 ZÁVĚR

Během dosavadní práce byl proveden rozbor existujících řešení pro dezinfekci a jejich analýza. Bylo rozhodnuto pro dezinfekci chladnou mlhou pomocí ultrazvukového generátoru mlhy, a to z důvodu jeho nejlepších vlastností a jednoduchosti v realizaci. Následně byly vybrány vhodné komponenty pro realizaci mobilního dezinfekčního zařízení, kde součástí také byl výpočet vhodného motoru pro pohánění takového zařízení. Byl proveden rozbor existujícího elektrického zapojení driveru pro stejnosměrný motor. Proběhlo také seznámení s programovacím jazykem Rust, ve kterém bude pokračovat vývoj firmwaru pro driver DC motoru a jeho pomocnými nástroje, bez kterých se nelze obejít. Následně práce bude zaměřená na realizaci inovace firmwaru pro driver DC motoru, zejména: proudová a teplotní ochrana měniče, offline konfigurace parametrů měniče pomocí specializovaného souboru, runtime konfigurace parametrů pomocí komunikační sběrnice CAN, realizace regulace polohy.

REFERENCE

- [1] MATHAI, C. V. Charged Fog Technology Part I: Theoretical Background and Instrumentation Development. *Journal of the Air Pollution Control Association* [online]. Pasadena, California, 2012, 7 [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1080/00022470.1983.10465624](https://doi.org/10.1080/00022470.1983.10465624)
- [2] Обработка и дезинфекция холодным туманом. *DEZTRADE* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://deztrade.ru/info/obrabotka-i-dezinfektsiya-kholodnym-tumanom/>
- [3] Обработка и дезинфекция горячим туманом. *DEZTRADE* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://deztrade.ru/info/obrabotka-i-dezinfektsiya-goryachim-tumanom/>
- [4] Thermal Fog Application – Efficiency to the last detail. *IGEBA* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.igeba.de/en/procedures/thermal-fogging/>
- [5] UNIPRO 40 - T. *IGEBA* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.igeba.de/en/products/ulv-aerosol-generators/unipro-40-t/>
- [6] TF 160. *IGEBA* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.igeba.de/en/products/thermal-fog-generators/tf-160/>