

# Vzduchová levitace míčku Air Levitation of Ball



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta mechatroniky, informatiky  
a mezioborových studií

Bc. Lukáš Čermák  
Ing. Petr Školník, Ph.D.  
FM, ústav NTI

## ABSTRAKT

The aim of this thesis was to design the construct and create realistic model of air levitation ball that will be used for teaching continuous control in the laboratory and in the laboratory iLab with remote access.

The additional requirement of the model was to make and implement a mechanism with a stack of balls that will be able to automatically change the balls of different weight.

## CÍL

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout konstrukci a vytvořit reálný model vzduchové levitace míčku, který bude používán při výuce v laboratoři spojitého řízení a laboratoři iLab se vzdáleným přístupem. Dílčím požadavkem modelu, bylo vymyslet a implementovat mechanismus se zásobníkem míčků, který bude umět automaticky měnit míčky různé hmotnosti.

## VSTUP DO PROBLEMATIKY

Řízení a regulace je nedílnou součástí dnešní doby. Objevuje se v průmyslu, ale také v normálním životě každého z nás. Na reálném modelu si pak student může v praxi vyzkoušet teoretické znalosti, které získal na přednáškách. Právě tato možnost je hlavním důvodem realizace tohoto modelu, který bude sloužit ve výuce spojitého nebo logického řízení na fakultě Mechatroniky.

Požadavky na model:

- Zásobník pro 4 pingpongové míčky různé hmotnosti, který se bude umět automaticky otáčet.
- Z laboratoře iLab bude možné model řídit prostřednictvím vzdáleného počítače připojeného k internetu a kvůli tomu bude model konstruován jako bezobslužný.

## METODIKA

Před samotným návrhem konstrukce jsem se seznámil s funkcí jednotlivých součástí a prvků, které jsem později použil při realizaci modelu. Na základě těchto poznatků jsem pořídil nebo sám vyrobil veškeré potřebné součástky a díly. Z této součástkové základny jsem poté celý model zrealizoval (Tabulka 1).

Pro měření vzdálenosti míčku v trubce jsem pořídil infračervený snímač vzdálenosti, u kterého jsem měřením otestoval výstupní charakteristiku udávanou výrobcem. Charakteristika je nelineární a proto byla linearizována inverzní funkcí.

$$U = 1/(L + 0,42) \quad (1)$$

U je výstupní napětí ze snímače; L vzdálenost míčku od snímače

- Pro sestavení zásobníku jsem pořídil stavebnici železniční točny, na které jsem postavil celý mechanismus automatického otáčení.
- Pro řízení proudu vzduchu jsem pořídil stejnosměrný motor, který se přidělal na dmychadlo.
- K řízení otáček motoru jsem vytvořil řídicí obvod s mikroprocesorem.
- Veškerá ovládací elektronika byla přizpůsobena tak, aby bylo možné ji napájet pouze jedním napájecím zdrojem.

Tabulka 1 - seznam použitých součástí

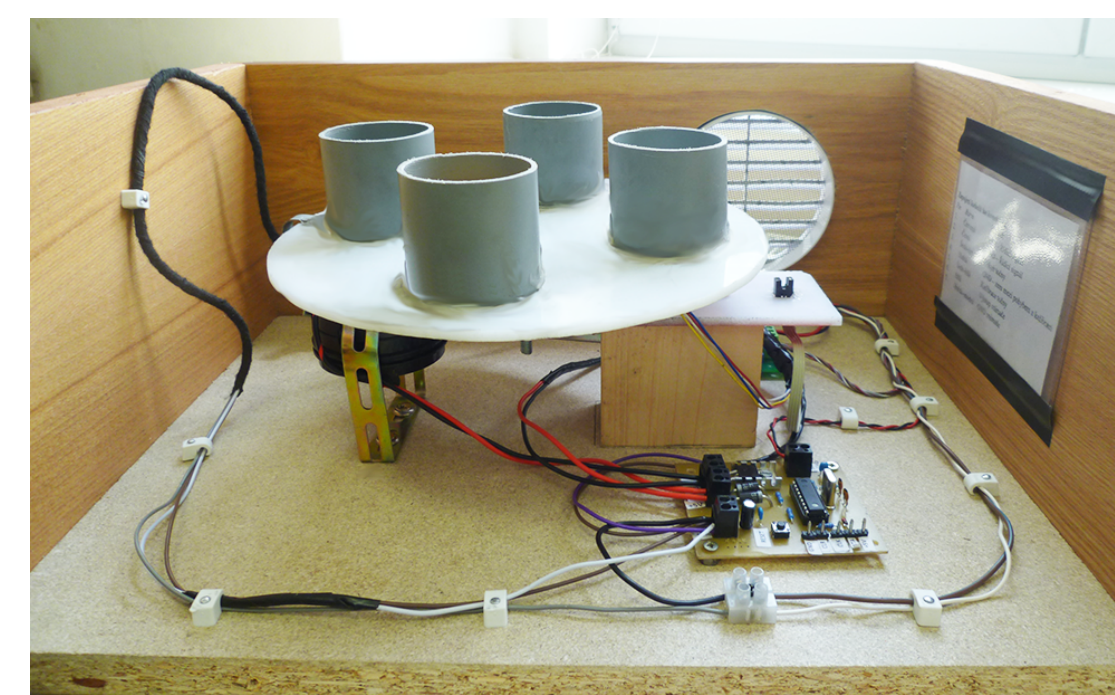
Modelářské dmychadlo (XPower XFAN 56)  
Stejnosemýrný motor GRAUPNER SPEED 300 7,2 V  
Součástky a díly řídicího obvodu dmychadla  
Snímač vzdálenosti Sharp GP2D12  
Stavebnice železniční točny s řídicím obvodem  
Plexisklo trubka čírá (50 cm)  
Potřebný materiál (kabeláž, šrouby, svorky, dřevo atd.)

## VÝSLEDKY

Výsledkem praktické části je navržený a zkonstruovaný model vzduchové levitace míčku, který má vestavěný elektronicky ovládaný zásobník na čtyři pingpongové míčky různé hmotnosti. Díky této implementaci je model variabilnější a může měnit dynamické vlastnosti.

Dále jsem připravil podklady pro dvě varianty úloh, které mohou studenti na reálném modelu realizovat.

Vytvořil jsem jednoduchý PID regulátor, který měl ověřit funkčnost realizovaného modelu.



Obr. 1 - Vyrobený zásobník s mechanismem



Obr. 2 - Model vzduchové levitace

## DISKUSE, ZÁVĚRY

Na zrealizovaný model byl navržen PID regulátor a z výsledného průběhu regulace je patrné, že model, který jsem zkonstruoval je plně funkční.

Při tomto pokusu však aktuální hodnota systému kmitala v rozsahu cca 5 cm od hodnoty požadované. Na regulaci míčku v trubce mají velký vliv vířivé proudy za míčkem a měnící se tlak v trubce. Pokud se zvyšuje výkon motoru, míček nejprve zůstává na nulové výšce a poté náhle vyletí nahoru.

Po odstranění trubky by míček při daných otáčkách měl pravděpodobně zůstat v dané výšce.

## REFERENCE

- [1] prof. ing. MAYER, Daniel, DrSc. Magnetická levitace a její využití. *Elektro* [online]. 2003, č. 1 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/download/el010304.pdf>
- [2] IR Rangers Information. *Acroname Robotics* [online]. © 1994-2012 [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.acroname.com/robotics/info/articles/sharp/sharp.html#e8>
- [3] Obtékání těles reálnou tekutinou. *Encyklopedie fyziky* [online]. © 2006 - 2013 [cit. 2013-01-18]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/127-obtekani-teles-realnou-tekutinou>
- [4] ROUBÍČEK, Miroslav. *Vzduchová levitace – projektová studie*. Liberec, 2012. Magisterský projekt. Technická Univerzita v Liberci. Vedoucí práce Ing. Lukáš Hubka, Ph.D.
- [5] BUDASZ, Jiří a Jakub NEČÁSEK. *Renovace laboratorní úlohy „Letadlo“*. Liberec, 2010. Bakalářský projekt. Technická Univerzita v Liberci. Vedoucí práce Ing. Petr Školník.

## KONTAKT

Bc. Lukáš Čermák  
E-mail: [lukasermak@volny.cz](mailto:lukasermak@volny.cz)

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2013.