



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

LABORATORIUM PROBLEMOWE II

---

# Magnetyczna lewitacja

---

*Autorzy:*  
Piotr PAŁUCKI  
Filip KUBICZ

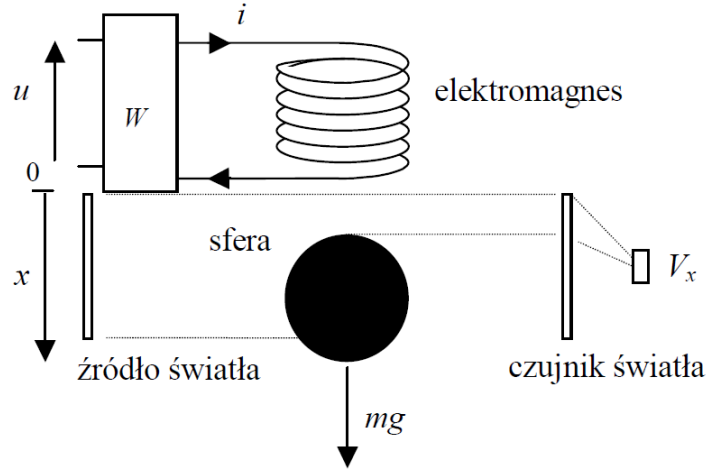
Plan działania na 9 zajęć laboratoryjnych (10 X 2016 - 12 XII 2016):

1. Identyfikacja - scenariusze badań i sygnałów sterujących
2. Optymalizacja parametryczna modelu
3. Model zlinearyzowany + LQR (model + eksperyment -i, dyskusja)
4. Dyskretny regulator (porównanie z ciągłym)
5. Dyskretny regulator - eksperymenty
6. Obserwator
7. Obserwator - eksperymenty i jakość regulacji
8. Eksperymenty
9. Prezentacja końcowa wyników pracy

# 1 Model matematyczny stanowiska MagLev

Lewitacja magnetyczna to zjawisko występujące, kiedy ferromagnetyczny obiekt znajdzie się w polu magnetycznym skierowanym pionowo w górę, na tyle silnym, że wytworzona siła zrównoważy działającą na przedmiot grawitację. Zjawisko to stosuje się obecnie w łożyskach magnetycznych w pociągach, rozwijanych głównie w Japonii (MLX01) i w Niemczech (TR-08).

W laboratorium Katedry Automatyki EAIiB AGH znajduje się stanowisko przeznaczone do badania magnetycznej lewitacji. Obiektem unoszącym się jest metalowa sfera. Pole magnetyczne jest wytwarzane przez cewkę umieszczoną ponad sferą. Dzięki pracom [?], [?] i [?] wiemy w jaki sposób modelować zachowanie układu, a także identyfikować jego parametry fizyczne.



Rysunek 1: Schemat stanowiska służący do wyznaczania równań, źródło [?]

Z prawa Faradaya, z prawa Kirchhoffa ...

$$\begin{cases} \frac{dx_1(t)}{dt} = x_2 \\ \frac{dx_2(t)}{dt} = 10^{-3}g(1 - f(x_1(t)x_3^2(t))) \\ \frac{dx_3(t)}{dt} = -\frac{1}{T}x_3(t) + \frac{k}{T}(u(t) + u_c) \end{cases} \quad (1)$$

## 2 Identyfikacja

2.1 Identyfikacja charakterystyki czujnika -  $u_x = g_1(x)$

2.2 Identyfikacja ...

2.3 Identyfikacja indukcyjności cewki  $L(x_1)$