

Physikalische Schülerversuche auf der Basis von Raspberry Pi

Aufzeichnung, Visualisierung und Auswertung der harmonischen Schwingung eines Federpendelndes mit dem VL53L0X-Sensor und Messwerterfassungssystem PhyPiDAQ

Rejestracja, wizualizacja i ocena oscylacji harmonicznycch wahadła sprężynowego za pomocą czujnika VL53L0X i systemu akwizycji danych PhyPiDAQ

Ziele:

- Bestimmung der charakteristischen Größen einer harmonischen Schwingung eines Federpendels.
- Mathematische Modellierung der Schwingungen eines realen Federpendels mit Hilfe der trigonometrischen Funktion.

Cele:

- Wyznaczanie wartości charakterystycznych drgań harmonicznycch wahadła sprężynowego.
- Modelowanie matematyczne drgań rzeczywistego wahadła sprężynowego z wykorzystaniem funkcji trygonometrycznych.

Kurze Hinweise zur Durchführung und Auswertung des Versuchs

1. Der Gewichtsteller mit Reflektor wird an einer Feder so angehängt, dass das Federpendel über dem Sensor, senkrecht zum Laserstrahl, schwingen kann (siehe die Abb.1). Das Federpendel wird vertikal so ausgelenkt, dass es nach dem Loslassen freischwingt. Damit die Schwingungen harmonisch sind, soll die Auslenkung nicht zu groß sein. Die Verformung der Feder soll innerhalb des Elastizitätsbereiches bleiben.

Krótkie uwagi dotyczące przeprowadzania i analizowania eksperymentu

1. ciężarek z reflektorem jest przymocowany do sprężyny w taki sposób, że wahadło sprężynowe może kołysać się nad czujnikiem, prostopadle do wiązki lasera (patrz rys. 1). Wahadło sprężynowe jest odchylane pionowo, dzięki czemu po zwolnieniu swobodnie się kołysze. Aby zapewnić harmonijne oscylacje, rozciągnięcie nie powinno być zbyt duże. Odkształcenie sprężyny powinno pozostać w zakresie sprężystości.

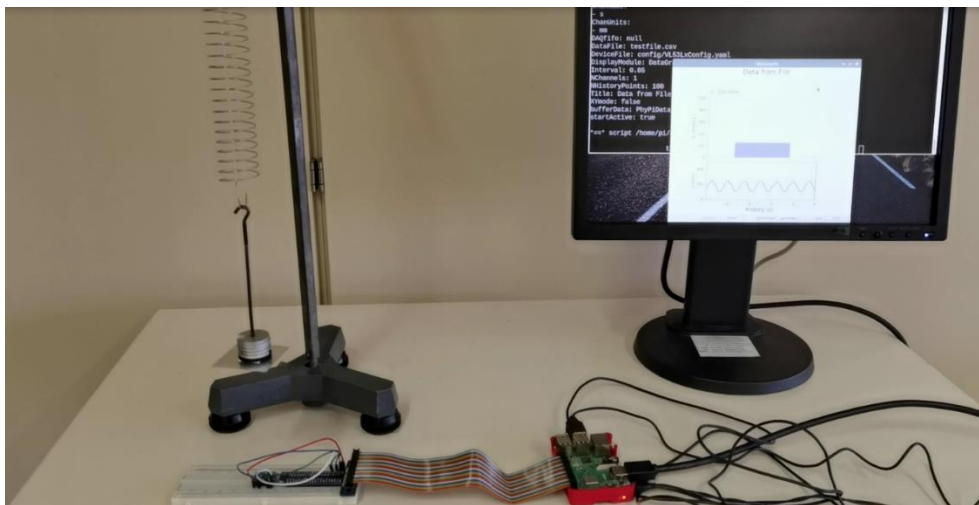


Abb.1 Das Federpendel schwingt über dem VL53L0X -Distanzsensor
Rys.1 Wahadło sprężynowe kołysze się nad czujnikiem odległości VL53L0X

2. Der zeitliche Verlauf der Entfernung des Reflektors wird mit dem PhyPiDAQ-Programm aufgezeichnet und in Echtzeit visualisiert. Die Aufnahmezeit wird in die **.daq-Konfiguration** des Versuchs als **login interval** eingegeben. In diesem Fall wurde die Aufnahmezeit auf 0,05s eingestellt. Ein momentanes Bild des zeitlichen Verlauf der Bewegung kann man mit SaveGraph-Taste im Messungsfenster aufnehmen, wie in der Abb.2 gezeigt ist.

2. Przebieg czasowy odległości reflektora jest rejestrowany za pomocą programu PhyPiDAQ i wizualizowany w czasie rzeczywistym. Częstotliwość rejestrowania jest wprowadzana w konfiguracji .daq eksperymentu jako interwał rejestrowania. W tym przypadku szybkość nagrywania została ustawiona na 0,05 s. Chwilowy obraz czasowego przebiegu ruchu można zarejestrować w oknie pomiaru za pomocą przycisku SaveGraph, jak pokazano na rys. 2.

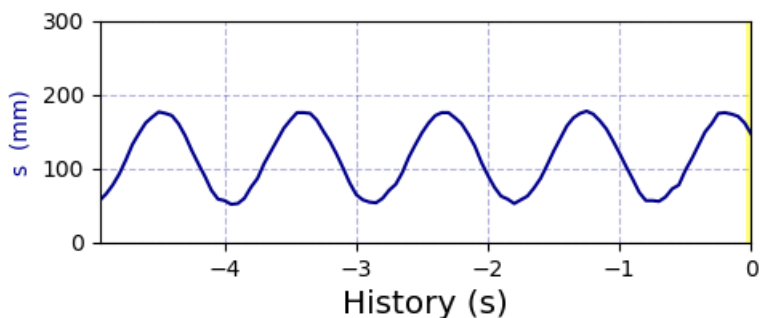


Abb2. Momentaner Verlauf der Elongation des Federpendels im Messungsfenster des
PhyPiDAQ- Messwerterfassungssystems

Rys2. Bieżący przebieg wydłużenia wahadła sprężynowego w oknie pomiarowym systemu
akwizycji danych PhyPiDAQ

3. Das Softwarepaket PhyPiDAQ ermöglicht auch die Speicherung der Messwerte im .csv Format für spätere Auswertung. Als Beispiel werden die in der Datei **1.Aufgabenblatt.csv** gespeicherten Elongationswerte des Federpendels ausgewertet. Diese Messungen wurden über eine kurze Zeit aufgezeichnet, in der man die Dämpfung vernachlässigen kann. Dabei wurde die Elongation in mm auf einer Messungsrate von 0,05s aufgezeichnet.

3. Pakiet oprogramowania PhyPiDAQ umożliwia również zapisywanie zmierzonych wartości w formacie .csv w celu późniejszej oceny. Jako przykład analizowane są wartości wydłużenia wahadła sprężynowego zapisane w pliku 1.tasksheet.csv. Pomiaru te zostały zarejestrowane w krótkim okresie czasu, w którym można pominąć tłumienie. Wydłużenie było rejestrowane w mm z częstotliwością pomiaru 0,05 s.

4. Die Rohdaten können mit Hilfe der Tabellenkalkulationen erarbeiten. Für eine grafische Darstellung der Elongation als Funktion der Zeit braucht man die Zeit-Elongation-Paare. Die Abb.3 zeigt, wie man die Zeit-Werte zu den aufgezeichneten Elongationswerten ergänzen kann.

4. Surowe dane można opracować za pomocą arkuszy kalkulacyjnych. Do graficznego przedstawienia wydłużenia w funkcji czasu potrzebne są pary czas-wydłużenie. Rys. 3 pokazuje, w jaki sposób można dodać wartości czasu do zarejestrowanych wartości wydłużenia.

	A	B	C	D
1	# PhyPiDAQ Data recorder	200221-1209		
2	# logging interval	0.05		
3	# s:(mm)			
4		t/s		
5		51	0	
6		57	=B5+0.05	
7		66		
8		78		

Abb. 3 Eingabe der Zeitwerte bei einer Aufnahmezeit von 0,05s.

Rys. 3 Wprowadzanie wartości czasu przy częstotliwości zapisu 0,05 s.

Fragen:

Pytania:

1. Welche Befehle in der .daq-Konfiguration des Versuchs sind für die Speicherung der Messdaten in .csv-Format zuständig?

1. **Które polecenia w konfiguracji .daq eksperymentu są odpowiedzialne za zapisywanie danych pomiarowych w formacie .csv?**

2. Wie kann man ein Streudiagramm der Wertepaare aus Zeit und Elongation in Excel oder LibreOffice erstellen?

2. **Jak utworzyć wykres rozrzutu par wartości czasu i wydłużenia w programie Excel lub LibreOffice?**

3. Verwenden Sie den momentanen zeitlichen Verlauf der Elongation des Federpendels in der Abb.2 und ermitteln Sie daraus den Wert der Amplitude und der Periodendauer zeichnerisch. Welche Größen braucht man im Diagramm abzulesen?

3. **Wykorzystaj chwilowy przebieg czasowy wydłużenia wahadła sprężynowego na rys. 2 i wyznacz graficznie wartość amplitudy i okresu. Które wartości należy odczytać z wykresu?**

4. In Mathematik wird die trigonometrische Funktionsgleichung als

$$f(x) = a \cdot \sin[b \cdot (x - c)] + d$$

oft untersucht. Geben Sie die physikalische Bedeutung der Parameter a, b, c, und d an. Die Anfangsbedingungen werden so betrachtet, dass der Gewichtsteller mit Schlitzgewichten aus der Ruhelage ausgedehnt, und zum Zeitpunkt $t=0s$ losgelassen wird.

4. **W matematyce równanie funkcji trygonometrycznej jest często analizowane jako:**

$$f(x) = a \cdot \sin[b \cdot (x - c)] + d$$

Podaj fizyczne znaczenie parametrów a, b, c i d. Warunki początkowe są rozpatrywane w taki sposób, że płyta obciążająca z obciążnikami szczelinowymi jest wysuwana z położenia spoczynkowego i zwalniana w czasie $t=0s$.

5. Nun verwenden Sie die in der Datei 1.Aufgabenblatt.csv gespeicherten Messwerte, um die Parameter a, b, c und d zu ermitteln, und stellen Sie die obere Sinus-Funktion auf. Vergleichen Sie den zeitlichen Verlauf der Elongation in der Abb. 2 mit dem Graphen der gefundenen Funktion.

5. **Teraz użyj zmierzonych wartości zapisanych w pliku 1.task sheet.csv, aby określić parametry a, b, c i d oraz skonfigurować górną funkcję sinusoidalną. Porównaj przebieg czasowy wydłużenia na rys. 2 z wykresem znalezionej funkcji.**

6. Geben Sie verschiedene Werte der Zeit in die aufgestellte Sinusfunktion und vergleichen Sie die errechneten Funktionswerte mit den gemessenen Elongationen zu diesen Zeitpunkten.

6. **Wprowadź różne wartości czasu do funkcji sinus i porównaj obliczone wartości funkcji ze zmierzonymi wydłużeniami w tych punktach w czasie.**

7. Berechnen Sie die Frequenz, Kreisfrequenz und die Gesamtenergie der Schwingung.

7. **Oblicz częstotliwość, częstotliwość kątową i całkowitą energię oscylacji.**