

2.004: MODELISMO, DINÁMICA Y CONTROL II

Primer trimestre, 2003

Experimento 3: Péndulo de varilla: dinámica de cuerpos rígidos I

Introducción:

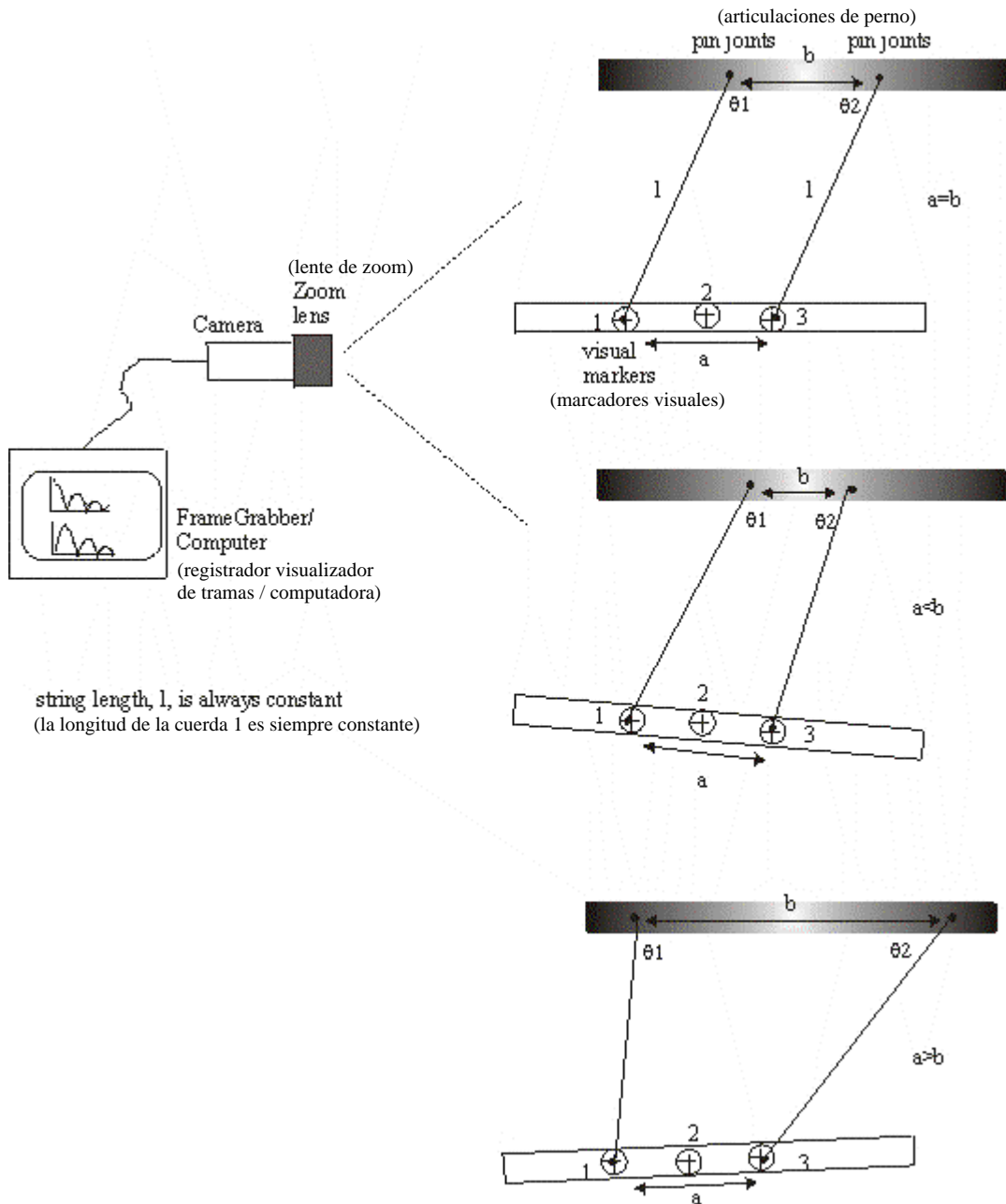
Modelaremos la dinámica en 2D de un cuerpo rígido “extendido”. Consideraremos un péndulo en forma de varilla unido a un soporte fijo mediante dos cuerdas. Este experimento es un ejercicio en el que se modela la cinemática de diferentes puntos del cuerpo rígido. De nuevo, observaremos son importantes las que limitaciones geométricas, como la longitud y separación de la cuerda, a la hora de modificar la dinámica del sistema.

Objetivos de aprendizaje:

- (1) Medir y describir la cinética en distintos puntos de un cuerpo rígido.
- (2) Predecir la dinámica de un cuerpo rígido.
- (3) Estudiar el efecto de las limitaciones geométricas.
- (4) Linealizar en la posición de equilibrio y modelar pequeñas perturbaciones.
- (5) Observar la modificación de modos naturales mediante las limitaciones geométricas.
- (6) Comprender la traslación frente a la rotación.

Procedimientos experimentales:

Se construye un péndulo suspendiendo una varilla de dos cuerdas ligeras. La construcción implica cuatro articulaciones de perno. Por ahora, supondremos que las articulaciones entre la cuerda y la superficie, y entre la cuerda y el péndulo, no tienen fricción. Las trayectorias de distintos puntos del péndulo de varilla se visualizan colocando indicadores visuales sobre las mismas. Las separaciones de las articulaciones de perno en el soporte y en el péndulo de barra no son necesariamente iguales. La cinemática de la barra se registrará y analizará utilizando una cámara. Los algoritmos del análisis de la cámara se proporcionarán para extraer la trayectoria de los indicadores visuales.



Tarea 0: Localice el centro de la masa (CM) de la varilla. ¿Cómo puede encontrarla? Coloque un indicador visual en CM.

Tarea 1: Coloque el péndulo de barra tal que $a=b$. Sitúe el indicador 1 en el punto de contacto de una de las cuerdas; el indicador 2 en el centro de la masa y el indicador 3 en el punto de contacto de otra de las cuerdas.

Mida el movimiento del centro de la masa (indicador 2) del péndulo de barra. Balancee el péndulo desviando la barra hasta que las cuerdas se encuentren a 15 grados de la vertical. Prepare la cámara y registre el movimiento del péndulo durante 5-10 balanceos.

Análisis:

- (a) ¿Qué posible comparación existe entre las trayectorias medidas y el modelo teórico?
- (b) Deduzca $v_x(t)$, $v_y(t)$, $v_r(t)$, $v_\theta(t)$.
- (c) Deduzca $a_x(t)$, $a_y(t)$, $a_r(t)$, $a_\theta(t)$.
- (d) Calcule las fuerzas $F_x(t)$, $F_y(t)$ en el centro de la masa.
- (e) Deduzca teóricamente, a partir de la cinemática, el movimiento (posición y velocidades) de los indicadores 1 ó 3 y compare los resultados con los del experimento.
- (f) Deduzca la frecuencia natural del péndulo y compárela con los resultados del experimento.

Tarea 2: Coloque el péndulo de barra tal que $a < b$. Repita el mismo experimento y análisis que en la tarea 1.

Tarea 3: Si tiene tiempo, coloque el péndulo de barra tal que $b < a$.

Contenido del informe:

- (1) Anote los resultados de todas las tareas.
- (2) Considere las siguientes cuatro preguntas adicionales relacionadas con el experimento.
 - (a) En estos sistemas, ¿se conserva el momento lineal si se puede ignorar la fricción?
 - (b) ¿En qué caso o casos se da una rotación del péndulo de barra?
 - (c) Cuantifique la torsión ejercida en el sistema, en el caso de que exista alguna.
 - (d) En estos sistemas, ¿se conserva el momento angular si se puede ignorar la fricción?