

FITXA DE PROJECTE - 2022

TÍTOL: El triple de Michael Jordan

Centre: Centro educativo Gençana

Curs i Cicle: 4º ESO

Categoría de concurs: TECNOLOGÍA

Nom del professor/a tutor/a: Miguel Ángel Martínez Martí y María Luisa Baños

Nom i cognoms del alumnat (4 màxim),

1. Ana Maset Sola

3. Lucas Calvo Sánchez

2. Miriam Carrasco de Celis

4. Luca Mc Cudden Estellés

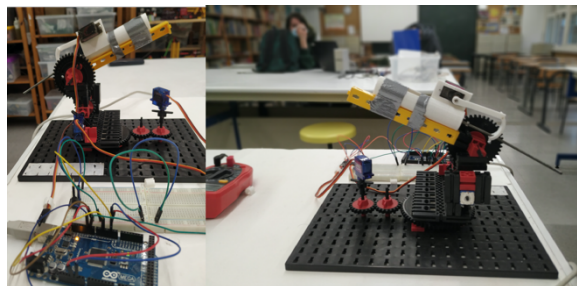
1. Resumen breve del proyecto y objetivos

El objetivo del proyecto es el análisis del fundamento físico del tiro parabólico. Para ello hemos realizado un proyecto tecnológico que tendrá la finalidad de construir un cañón capaz de encestar una pelota en una canasta que se pueda situar en cualquier punto de un plano. Este podrá de manera automática cambiar su ángulo de elevación y de rotación a partir del procesado de la información obtenida mediante una cámara.

2. Material y montaje

Nuestro proyecto se compone de tres partes principales, una parte mecánica, una electrónica y una física. La parte mecánica consiste en el diseño y construcción de un cañón con capacidad de movimiento en dos ejes, para ello utilizamos la aplicación de diseño 3d tinkercad, una impresora 3d y el material de montaje Fischertechnik. En la parte electrónica utilizamos una cámara RGB, una placa Arduino, con dos entornos de programación: Arduino y Python. Por último, la parte física nos sirvió como base para poder relacionar los datos obtenidos mediante los sensores con la ecuación que rige el movimiento parabólico.

Nuestro cañón funciona con un disparo por muelle siendo el proyectil una canica. El cañón está integrado en un mecanismo personalizado que a partir de dos servomotores independientes varían los ángulos correspondientes a cada eje para poder encestar.



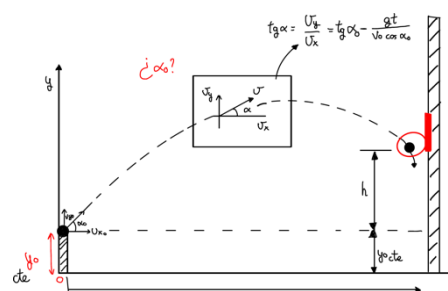
3. Fundamentación: Principios físicos involucrados y su relación con aplicaciones tecnológicas

El tiro parabólico es un movimiento donde un objeto realiza una trayectoria con forma de parábola. Por otro lado, la balística es la ciencia que estudia el conjunto de técnicas y conocimientos teóricos con el objetivo de aumentar la precisión de tiro de ese proyectil. Las ecuaciones por las que se rige este movimiento son:

d : distancia del cañón al panel
v_o : velocidad inicial proyectil
α : ángulo elevación
t : tiempo
y : altura final
y_o : altura inicial
g : aceleración de la gravedad

$$d = (v_o \cdot \cos \alpha) \cdot t$$

$$y = y_o + (v_o \cdot \sin \alpha) \cdot t + \frac{1}{2} g t^2$$

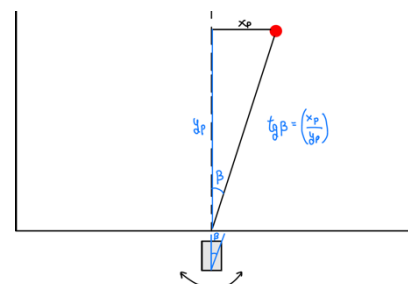


Para obtener el ángulo vertical hemos hecho uso de las ecuaciones del tiro parabólico. Gracias a que antes del disparo obteníamos la información de la velocidad inicial de la altura inicial y final, de la distancia y de las coordenadas de la canasta solo nos quedaba obtener el tiempo y el ángulo de disparo. Y como el tiempo no era significativo mediante sustitución despejábamos el tiempo en función de la posición x y sustituíamos en la segunda ecuación. Después esta ecuación la simplificamos al máximo utilizando trigonometría. La ecuación resultante que nos permite controlar el ángulo de elevación del cañón es:

$$0 = \frac{4.9 \cdot d^2}{v_o^2} \cdot z^2 - d \cdot z + (y - y_o + \frac{4.9 \cdot d^2}{v_o^2})$$

$$\alpha = \arctan(z)$$

Por otra parte, para obtener el ángulo horizontal hemos hecho uso de relaciones trigonométricas, tal y como se muestra en el esquema.



En este proyecto no solo partimos del concepto de tiro parabólico y sus ecuaciones, sino que también hacemos uso de mecanismos, de la ley de conservación de la energía, y de programación mediante el entorno Arduino, Visual Studio y Python con diferentes servomotores y una cámara RGB.

FITXA DE PROJECTE - 2022

Con los mecanismos creamos dos sistemas independientes donde cada uno se encarga de la variación de un ángulo. Además, para conseguir la velocidad inicial del cañón nos basamos en la idea de que en el momento que dejamos de comprimir el muelle y la pelota sale disparada, hay un intercambio de energía potencial elástica a cinética, por lo que a partir de la masa del proyectil y la constante del muelle podemos deducir la velocidad de salida.

k: constante del muelle

l: longitud de compresión del muelle

m: masa del proyectil

v_0 : velocidad inicial del proyectil

Epe: energía potencial elástica

Ep: energía potencial

Ec: energía cinética

$$Epe = \frac{1}{2} k \cdot l^2$$

$$Ec = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2$$

$$Epe + Ep = Ec + Ep$$

$$\frac{k \cdot l^2}{m} = v_0^2$$

4. Funcionamiento y Resultados: observaciones y medidas

Para conseguir encastrar el proyectil se siguen los siguientes pasos:

- La cámara detecta el punto rojo situado sobre la canasta. A través de esa cámara obtendremos las coordenadas en pixel de la canasta las cuales se convertirán a metros para posteriormente ser utilizado en las ecuaciones. La información de la cámara se procesa mediante su tratamiento gracias al lenguaje de programación Python
- Se introduce en el algoritmo la velocidad inicial del proyectil, así como los datos anteriores.
- A partir del algoritmo implementado en Arduino se calcula tanto el ángulo de elevación como el de rotación
- Estos dos ángulos son transmitidos al actuador que controla los dos servomotores.
- Por último, mediante un pulsador manual se activa un tercer servomotor para proceder al lanzamiento del proyectil.

Mientras que hemos ido construyendo el cañón hemos ido realizando diferentes pruebas experimentales para comprobar la precisión del tiro con respecto a los datos obtenidos matemáticamente. Por ejemplo, al principio teníamos la duda de si el rozamiento del proyectil en su trayectoria modificase sustancialmente su desplazamiento. Pero al final vimos que con la velocidad inicial de nuestro proyectil (7m/s) la distancia a recorrer no se veía modificada. Sin embargo, nos dimos cuenta de como el material del proyectil era muy importante para llevar a cabo el disparo, ya que las características aerodinámicas y del peso del mismo condicionaban el éxito del disparo.

Cuando comenzamos a realizar pruebas con el cañón nos dimos cuenta que debíamos calcular el constante elástica del muelle para así obtener la velocidad inicial del proyectil. Para ello hicimos uso del método científico y hicimos un pequeño experimento donde al muelle lo sometíamos a diferentes masas y medíamos su elongación, para calcular con la ley de Hooke dicha constante (680N/m) y así la velocidad inicial nos resulto de 7m/s

Para alcanzar la máxima precisión posible en el disparo decidimos que los sistemas de variación de los ángulos se rigiesen por un sistema de transmisión el doble de preciso de lo que nos permitía el servomotor, ya que haciendo uso de un sistema reductor de engranajes de relación 2:1 por cada paso del servomotor serían dos grados de movimiento.

Asimismo, para asegurarnos la certeza de que el objetivo fuese alcanzado mediante razonamientos matemáticos conseguimos averiguar el ángulo mínimo de disparo y su velocidad mínima inicial. Dado que hemos obtenido que la ecuación de la velocidad inicial con respecto al ángulo de elevación inicial del proyectil es cuadrática deducimos que, para cada posición de la canasta dentro del panel, habría dos ángulos posibles desde un punto de vista matemático. Al realizar diversas pruebas nos dimos cuenta de que solo el que cumpla la condición de ser menor a 90 grados y mayor a la arcotangente de dos veces la altura dividido por la distancia serviría para encastrar

5. Conclusiones

Con este proyecto, hemos querido poner en manifiesto el fundamento físico de un fenómeno cotidiano como es el tiro parabólico. Para ello escogimos el ejemplo que encontramos en el baloncesto cuando se realiza un tiro a canasta de forma limpia. A partir de esta idea decidimos crear un cañón automático que gracias a la tecnología pudiese realizar esta demostración. Con este fin, hemos hecho uso de diferentes tipos de sensores analógicos y digitales, así como actuadores para el control de tres servomotores. Todo ello programado mediante diferentes entornos y lenguajes de programación (Python, Arduino y Visual Studio). Por último, para implementar las nuevas tecnologías al proyecto decidimos implementar en el proyecto un analizador de videos capaz de extraer la gráfica de trayectoria de un proyectil para verificar el lanzamiento realizado (Tracker Video Analysis and Modeling Tool).

6. Bibliografía

- McGraw-Hill Interamericana de España S.L.; N.º 1 edición (31 marzo 2015), "FISICA Y QUIMICA 1 BACHILLERATO – 9788448191542"
- P.A. Tipler, G. Mosca, "Física para la ciencia y la tecnología", Volumen 1 y 2. Reverté. 6a edición, 2010.
- J.M.Lévy-leblond, "la física en preguntas", Alianza editorial. ISBN: 84-206-1923-x
- http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/comp_movimientos/parabolico.htm
- <https://physlets.org/tracker/>
- <https://www.geogebra.org/m/MZRKudEF>