



EXPLORACIÓN MATEMÁTICA

Nombre y apellidos del estudiante: Gabriela Sánchez Saldaña

Código del alumno: 49365-0053

Curso: Matemática Nivel Medio

Nivel: Medio

Título del trabajo: ¿Cómo obtener la salida perfecta de barras en gimnasia?

Profesor(a): Luis Trelles

Lima – 2015

Sánchez Saldaña, G. (2015). ¿Cómo obtener la salida perfecta de barras en gimnasia? (Trabajo Exploración Matemática). Centro Educativo Particular San Agustín, Lima, Perú.

¿Cómo obtener la salida perfecta de Barras en Gimnasia?

La gimnasia artística es un deporte individual que se compone de los movimientos coreográficos y simultáneos de hombres como mujeres.

Las barras asimétricas son el elemento que exige gran concentración como precisión tanto en el ejercicio empleado como las propias medidas de la gimnasta. Consta de dos barras paralelas de diferente altura (la barra superior a 250cm y la inferior a 170 cm del suelo) cada una soportada por dos bases verticales y con un largo de 240cm y diámetro de 0,4 (Gymnastiko.sf).

La rutina de ejercicios incluye diversos tipos de balanceos tanto en la barra inferior como la superior que a su vez puede involucrar el desplazamiento continuo de una frente otra – de acuerdo al nivel de la gimnasta. Así, entre uno de los movimientos que definen la perfección de las rutinas gimnásticas y al cual muchas de las participantes solemos denominar “el traidor” es el balance de salida.

Normalmente, cada rutina suele terminar con dos a tres molinos (movimiento en el cual la gimnasta se desplaza formando una circunferencia en la barra superior) previamente a la deformación del cuerpo para liberarse de la barra.

De esta forma, mi objetivo es investigar sobre los valores de velocidad y tiempo que toda gimnasta debería tomar en cuenta para realizar una perfecta rutina de barras y los 16 puntos, es decir el puntaje máximo.

Por ello , mi exploración se basará en la rutina de Aliyá Musstáfina Campeona en barras durante los Juegos Olímpicos Londres 2012, el cual se dará en base a su rutina de tal año. De esta manera es que mi objetivo planteado estará en función a los valores de velocidad y tiempo de una gimnasta con las medidas similares a Aliyá Musstáfina; sin embargo esto no será una limitación para una gimnasta con medidas diferentes pues la exploración buscará plasmar el procedimiento que cualquier gimnasta podría realizar tomando en cuenta sus respectivas medidas.

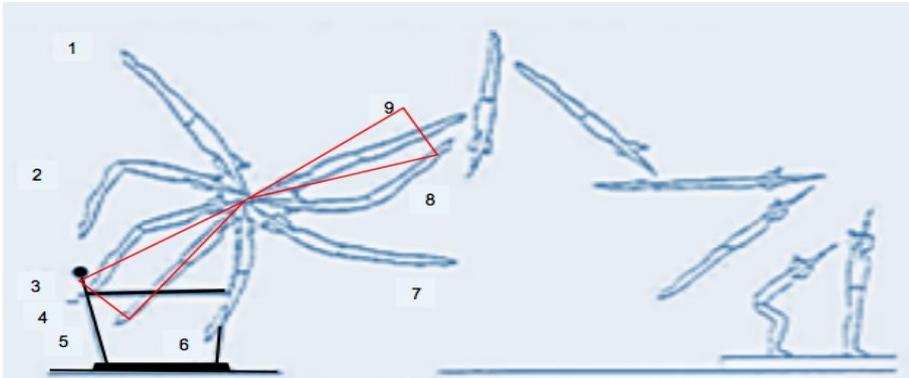
Asimismo, partiré desde las variables físicas que se desarrollan durante el movimiento tanto variación de velocidad respecto al tiempo y aceleración que me permitan llegar al objetivo de encontrar el tiempo óptimo en base a la velocidad bajo la cual la gimnasta logrará tener una perfecta salida y establecer un rango estadístico que indique el valor del movimiento, tomando como referencia la rutina de una gimnasta por debajo de los puntos esperados.

Investigación

Como se menciona, toda recta final hacia el balance de salida define dos intervalos: una en la que la gimnasta realiza una primera deformación al estar en la etapa final del molino y una segunda al entrar en el desliz de la salida.

La imagen a continuación, es la representación del desplazamiento tanto en el último molino como en el desliz de la barra.

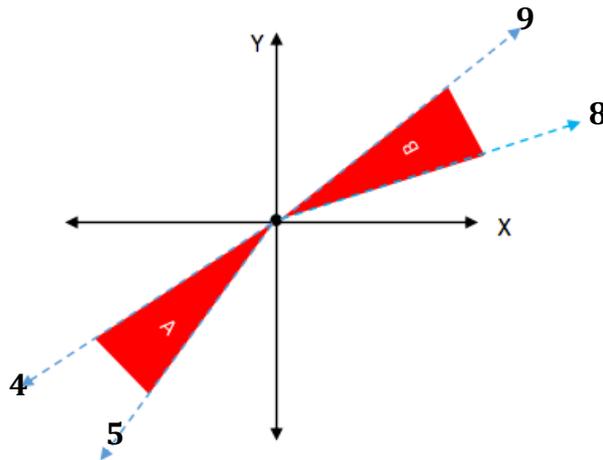
Gráfica 1



Ambos sectores señalados (4-5 y 8-9), son los intervalos en los que la gimnasta realiza su primera y segunda deformación, correspondiente a la salida. Por lo tanto son los espacios en los que buscamos encontrar la velocidad instantánea.

Con la finalidad de visualizar de una mejor manera su desplazamiento y angulación, se establecieron ambas deformaciones en un plano cartesiano.

Gráfica 2



A partir del cual podemos tomar como referencia dos zonas:

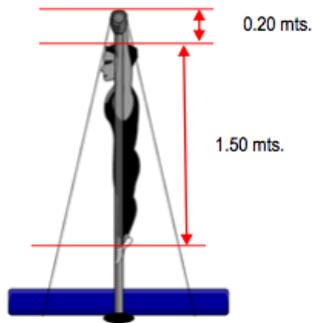
La Zona A, comprendida entre el punto 4 y 5 la cual representa la etapa media del último molino o molino de salida. En ella se aprecia la zona de deformación del cuerpo a partir de los hombros con retraso en los pies. Asimismo, esta zona tiene una aproximación de **100 y 120 grados** respecto al eje Y, el cual vendría a ser la barra superior.

La Zona B, comprendida entre los puntos 8 y 9. Su zona de deformación se da a partir de los hombros con una aceleración en los pies. De esta manera, su ubicación, está comprendida entre **300 y 315 grados** aproximadamente de la barra superior.

Como mencioné inicialmente, se tomará la presentación de Aliyá Musstáfina como referencia, por lo cual sus medidas se dan de la siguiente manera:

La gimnasta mide 1.50 metros más la extensión de los brazos 0.30 m , lo que hace un total de 1.70 metros. (Equivalente al radio de la circunferencia descrita).
 $R = 1.70\text{m}$

Gráfica3



Por lo cual, se procedió a calcular el tiempo empleado tanto en el molino final como el tiempo de salida.

Tiempo durante el molino (seg)				Media
Gimnasta	1	2	3	
A. Mustafina	1.68	1.73	1.70	1.70

Tiempo de molino de salida (seg)				Media
Gimnasta	1	2	3	
A. Mustafina	1.30	1.23	1.28	1.27

Siendo así, nuestras respectivas medidas serían:

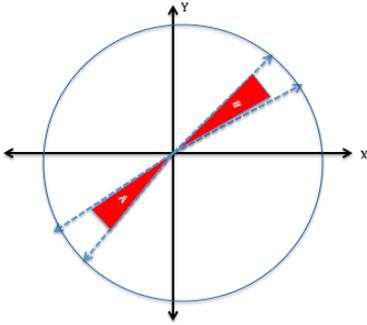
- Tiempo que se tarde en realizar un molino ($T = \text{Periodo}$) **$T = 1.7\text{seg}$**
- Tiempo que tarda en realizar un molino de salida **$T = 1.27\text{seg}$**
- Talla de la gimnasta más longitud de brazo a la altura del codo **$R = 1.70\text{mts}$**

Como primer paso, se necesitará hallar de la tasa de variación del desplazamiento angular¹. Se menciona desplazamiento angular por la circunferencia descrita por la gimnasta sobre un eje que es la posición de sus manos sobre la barra, en otras palabras la tasa de variación es la velocidad angular.

Para hallarla, hace falta conocer el movimiento circular de la siguiente manera:

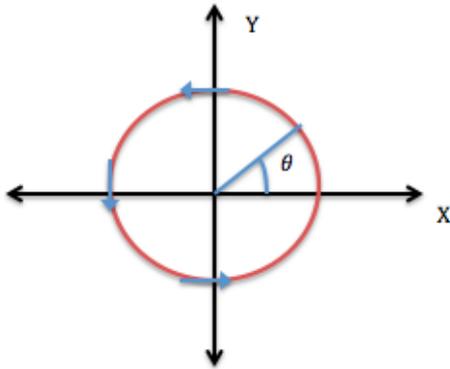
Gráfica4

¹ Recuperado de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/rotq.html>



Donde el sector A como el sector B son intervalos de tiempo pertenecientes al desplazamiento de la gimnasta. Para entenderlo, este nos da el siguiente ángulo expresado en radianes

Gráfica5



La circunferencia anterior, es la representación de la trayectoria circular de la gimnasta. Como se observa, esta se desplaza de una manera continua dependiendo de su velocidad angular, donde el recorrido está dado por el ángulo θ .

A partir de este, se puede decir que el arco que describe θ es equivalente a 1rad ya que es el largo que recorrerá en función al primer ángulo de radio 1.

Sabiendo que la longitud de la circunferencia es $2\pi r$, calculamos su valor en función al radio $\frac{2\pi r}{r}$ que al simplificar, obtenemos que 2π es el valor de 360° .

Como el gráfico 1 presentaba, los ángulos de la gimnasta eran 100° (Primera Deformación) y 300° (Segunda Deformación).

Para ello lo que se hace es reemplazar. Dado que 360° es una vuelta completa, podemos reemplazar en la fórmula 2π por $\pi = 3.1416$, como un valor referencial de la velocidad en función al tiempo.

$$W = 6.28r/1.27\text{seg}$$

$$W = 6.28 \text{ rad}/1.27 \text{ s.}$$

$$W = 3.7 \text{ rad/s}$$

Lo cual se entiende como **velocidad angular** de manera referencial. A partir de ello, procedí a calcular la velocidad del móvil o la distancia que recorre en el tiempo². Es decir la velocidad que se conoce como tangencial en física y la cual nos permitirá llegar a la variación de esta en el tiempo estimado.

Para esto, habiendo calculado la rapidez con la que el ángulo descrito por la gimnasta varía en función al tiempo, es necesario calcular la aceleración y cambio de velocidad que este atraviesa en los intervalos.

Ello sería lo mismo decir que será la variación de velocidad angular respecto al tiempo ya que lo que pretendo encontrar es el cambio que se experimentará. Entendido de la siguiente manera:

$$A = W / t$$

Ello reemplazarlo por la velocidad angular(W) y tiempo (t) , obtenemos:

$$A = (3.7\text{rad/seg.})/1.7 \text{ seg.}$$

$$A = 2.2\text{rad/seg}^2$$

De esta manera, lo único que quedaría sería reemplazar la variable anteriormente calculada, en una formula que nos permita describir la aceleración de la gimnasta desde la longitud de su cuerpo (es decir el radio de la circunferencia) y su "velocidad angular" calculada.

Ello sería lo mismo decir a radio por la velocidad calculada:

$$A_T = R.A$$

Lo cual al reemplazarlo obtenemos:

$$A_t = (1.70\text{mts}) (2.2\text{rad/seg}^2)$$

$$A_t = 3.7 \text{ m/s}^2$$

Velocidad Angular	Velocidad Tangencial	Aceleración Angular	Aceleración Tangencial
W	V_t	a	a_t
3.7 rad/s	6.3 m/s	2.2 rad/s ²	3.7 m/s ²

Así, en base a los datos obtenidos en términos tangenciales tendríamos que utilizar el dato de velocidad y tiempo como variables que se acerquen lo más cercano al valor óptimo.

Partiremos de la función *espacio* para definir $F(t)$. Esto nos permitirá conocer el valor de t en la función que determina el recorrido.

$$\text{Para ello, sabemos que Velocidad (V) = } \frac{\text{Espacio (e)}}{\text{Tiempo (t)}}$$

² Recuperado de <http://www.fisicapractica.com/velocidad-tangencial-mcu.php>

Y también que $V = \frac{V_0 + V_f}{2}$ y por ello que $espacio(e) = \frac{v_0 + V}{2} \cdot t$

Por lo tanto, al ser $V = V_0 + a \cdot t$ lo que haremos será sustituir en la anterior función, es decir:

$$e = \frac{V_0 + (V_0 + at)}{2} t$$

Lo que da como resultado $E = V_0 t + \frac{a_t t^2}{2}$

De esta manera, dado que la velocidad inicial fue 0 para la gimnasta, la función se da de la siguiente manera:

$$F_{(t)} = V_0 + \frac{a_t t^2}{2}$$

$$F_{(t)} = \frac{a_t t^2}{2}$$

Así, remplazamos en la formula por el dato obtenido anteriormente de aceleración. $A_t = 3.7$

$$F_{(t)} = \frac{3.7 t^2}{2}$$

$$F_{(t)} = 1.85 t^2$$

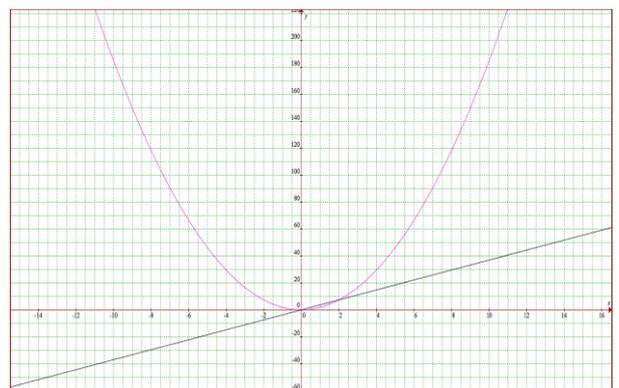
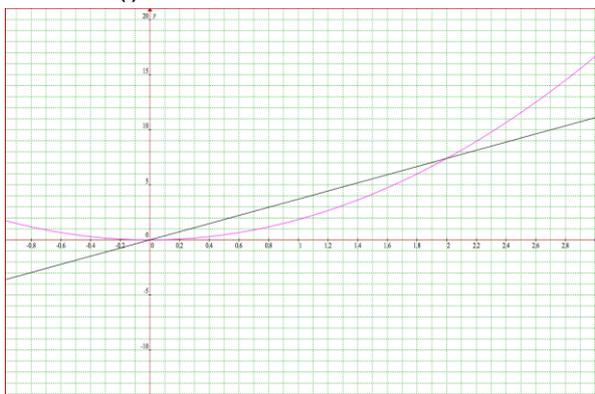
Dado ello, comprendemos que para determinar los puntos próximos, se sigue el siguiente patrón.

$$V_{(a)} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$$

Esto es pues si lo graficamos, lo que se pretende encontrar es el valor mas cercano, siendo esta la razón de cambio de la velocidad cuando el tiempo es t, es decir su derivada.

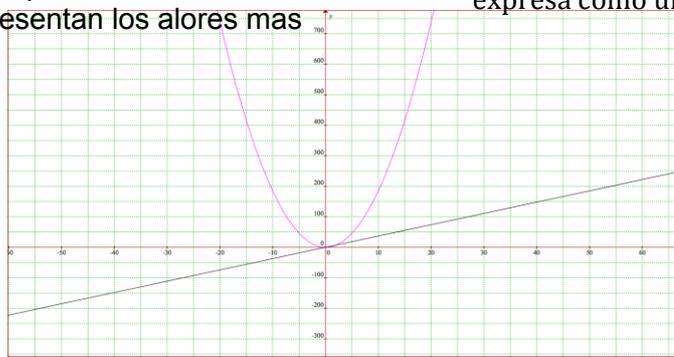
$$F_{(t)} = 1.85 t^2$$

Donde
 V : Velocidad
 V₀ : Velocidad Inicial
 V_f : Velocidad Final
 e :Espacio
 a : aceleración
 t : Tiempo



En esta imagen se observa la recta en forma de secante. Podemos decir que la recta define dos puntos. Los cuales representan los alores mas cercanos.

A diferencia de la primera, en esta la recta se expresa como una línea tangente.



Así, Finalmente observamos la recta en la manera de presentarnos un punto. Ello es interpretado como el valor mas cercano de velocidad de la gimnasta, el cual pretendemos calcular.

reemplazando nuestra variable a T (T=Tiempo), nos da lo siguiente

$$V_{(t)} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(t+h) - f(t)}{h}$$

Es decir, teniendo $F_{(t)}$, la reemplazaremos en la función límite para encontrar la velocidad instantánea

$$V_{(t)} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(t+h) - f(t)}{h}$$

$$V_{(t)} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{1.85(t+h)^2 - 1.85t^2}{h}$$

$$V_{(t)} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{1.85(t^2 + 2th + h^2) - 1.85t^2}{h}$$

$$V_{(t)} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{1.85t^2 + 3.7th + 1.85h^2 - 1.85t^2}{h}$$

$$V_{(t)} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{3.7th + 1.85h^2}{h}$$

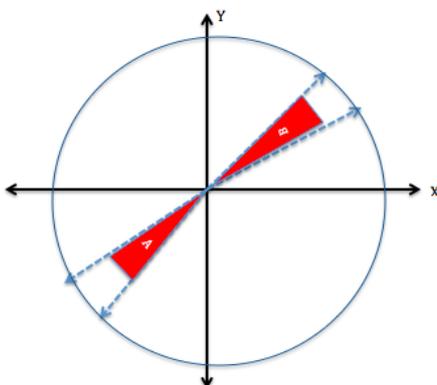
$$V_{(t)} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{h(3.7t + 1.85h)}{h}$$

$$V_{(t)} = \lim_{h \rightarrow 0} 3.7t + 1.85h$$

$$V(t) = 3.7t$$

Ahora veremos en que tiempo realiza la primera deformación, utilizando la misma función de espacio. En este caso espacio será definido en función al tercer sector del plano cartesiano expresado como $\frac{2\pi}{3}$ siendo $2\pi = 360^\circ$, por ser este la zona de la primera deformación.

Gráfica6



De esta manera, utilizaremos las unidades de radianes para determinar el tiempo de deformación.

$$\theta = V_0 t + \frac{a_t t^2}{2}$$

$$\theta = \frac{a_t t^2}{2}$$

$$\frac{2\pi}{3} = \frac{3.7 t^2}{2}$$

$$\frac{2\pi}{3} = 1.85 t^2$$

$$6.28 = 5.6 t^2$$

$$T = \sqrt{1.12}$$

$$T = 1.05 \text{seg}$$

En base al cual al tomar nuestra función $V_{(t)} = 3.7t$ resulta lo siguiente:

$$V_{(1.05)} = 3.7(1.05)$$

$$V = 3.9 \text{ m/seg}$$

Lo que vendría a ser la velocidad instantánea en el sector A (4-5)

Así, procedí a realizar un procedimiento similar para determinar los valores en la segunda deformación, es decir el movimiento que la gimnasta realiza al soltar la barra.

Segunda Deformación

Para ello volemós a tomar la función $V_{(t)}$ determinada anteriormente, recordando que la Velocidad inicial es 0.

$$\theta = V_0 t + \frac{a_t t^2}{2}$$

$$\theta = \frac{a_t t^2}{2}$$

$$\frac{7\pi}{5} = \frac{3.7 t^2}{2}$$

$$4.4 = 1.85 t^2$$

$$\frac{4.4}{1.85} = t^2$$

$$T = \sqrt{2.4}$$

$$T = 1.54 \text{seg}$$

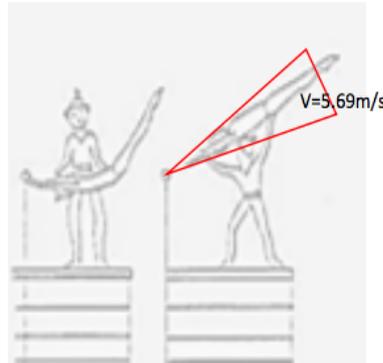
Recordando la función de velocidad $V = 3.7a$ que se halló para la primera deformación, reemplazaremos en la función $V(t)$ para que nos permita calcular la velocidad instantánea en este sector.

$$V_{(1.54)} = 3.7(1.54)$$

$$V = 3.7(1.54)$$

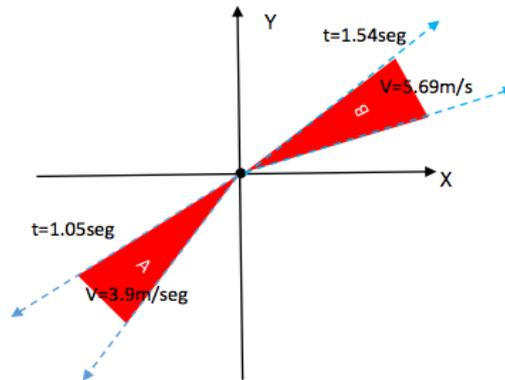
$$V = 5.69 \text{ m/seg}$$

Siendo esta la velocidad instantánea que alcanza la gimnasta en la segunda deformación.



Dado nuestro calculo, tiempo de ambas graficar de la **Gráfica7**

la velocidad instantánea y el deformaciones se pueden siguiente manera.



Ante ello podríamos cuestionarnos ¿Hasta que punto el desplazamiento de la gimnasta puede analizarse de esta manera? Pues de una forma u otra, la altura o el radio de la gimnasta y el movimiento no será la única variable que actuará sobre este desplazamiento. Por ello antes de proceder sería necesario afirmar, que hasta el punto en el que los cálculos realizados se basen en episodios teóricos, o mejor dicho la rutina gimnastica de Aliyá Musstáfina

Ahora para establecer un rango de medidas que indiquen a la gimnasta la efectividad de su salida se tendrá que evaluar la velocidad empleada y el tiempo en la rutina de una gimnasta que obtiene por debajo de los puntos requeridos.

Para ello se realizará el mismo procedimiento. Como primer punto, esta es la valoración de una gimnasta que realiza una salida con extremo error:

Talla: 1.61mts

Brazo desde el codo 0.27mts

Total: 1.88mts

Entre los tiempos obtenidos de su rutina, estos muestran ser los siguientes:

Tiempo durante el molino (Segundos)				Media
Gimnasta	1	2	3	
XXXXXXX	2.010	2.050	2.080	2.046

Tiempo de molino de salida (Segundos)				Media
Gimnasta	1	2	3	
XXXXXXX	1.910	1.890	1.950	1.916

De esta manera, se procedió a calcular nuevamente la tasa de variación respecto al desplazamiento angular. Es decir el ángulo comprendido 360° sobre el tiempo de la gimnasta.

Velocidad Angular

$$W = 2\pi / T$$

$$W = 2\pi / 1.916$$

$$W = 6.28 \text{ rad} / 1.916 \text{ seg.}$$

$$W = 3.27 \text{ rad/seg}$$

Además por defectos técnicos (es decir habilidad y desplazamiento) se reduce a $W = 3.01 \text{ rad/seg}$

Dado ello, se calculara la variación de velocidad angular respecto al tiempo. Puesto que queremos determinar la aceleración de la gimnasta, en términos de grados y a partir de esta su aceleración en términos tangenciales.

$$A = (3.01 \text{ rad/seg.}) / 2.046 \text{ seg}$$

$$A = 1.47 \text{ rad/seg}^2$$

$$A = W / T$$

Aceleración Tangencial

$$A_t = (1.88 \text{ mts}) (1.47 \text{ rad/seg}^2)$$

$$A_t = 2.76 \text{ m/seg}^2$$

$$A_t = R \cdot A$$

Velocidad Angular	Aceleración Angular	Aceleración Tangencial
W	a	a _t
3.01 rad/seg	1.47 rad/seg²	2.76 m/seg²

Por esto, se reemplazo en la función espacio con la finalidad de obtener $V_{(t)}$ para nuestra función límite.

Primera Deformación

$$F_{(t)} = V_{(t)} t + \frac{a t^2}{2}$$

$$F_{(t)} = \frac{a_t t^2}{2}$$

Reemplazamos por el dato obtenido de **aceleración tangencial. A_t = 2.76**

$$F_{(t)} = \frac{2.76 t^2}{2}$$

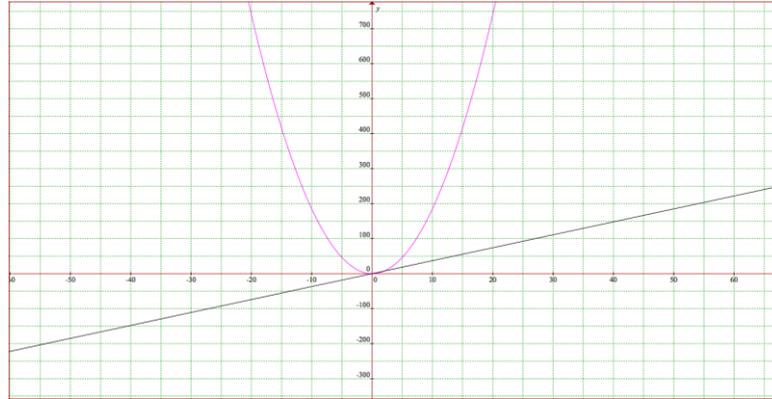
$$F_{(t)} = 1.38 t^2$$

De esta manera, conociendo el patrón que se siguió anteriormente, es viable calcular la derivada de $V_{(t)}$ a partir de la regla de la potencia.

$$V'_{(t)} = 1.38(2)t$$

$$V'_{(t)} = 2.76t$$

Cuya gráfica se da la siguiente manera:



Siendo esta velocidad en función al tiempo, calcularemos el tiempo empleado en base a la función espacio de esta primera deformación (Tercer Sector del plano cartesiano)

$$\theta = V_0 t + \frac{a_t t^2}{2}$$

$$\theta = \frac{a_t t^2}{2}$$

$$\frac{2\pi}{3} = \frac{2.76 t^2}{2}$$

$$\frac{2\pi}{3} = 1.38 t^2$$

$$6.28 = 4.14 t^2$$

$$T = \sqrt{1.51}$$

$$T = 1.2 \text{ s}$$

Lo cual, reemplazando nuestra función $V(t) = 2.76t$

$$V_{(1.2)} = 2.76(1.2)$$

$$V = 3.3 \text{ m/s}$$

Segunda Deformación

Como se realizó con las medidas de la primera gimnasta, calculamos el tiempo empleado nuevamente, de la gimnasta con los puntos por debajo.

$$\theta = V_0 t + \frac{a_t t^2}{2}$$

$$\theta = \frac{a_t t^2}{2}$$

$$\frac{7\pi}{5} = \frac{2.76 t^2}{2}$$

$$4.4 = 1.38 t^2$$

$$\frac{4.4}{1.38} = t^2$$

$$T = \sqrt{3.18}$$

$$T = 1.78$$

Y de esta manera, reemplazamos en la función $V_{(t)}$

$$V_{(1.78)} = 2.76(1.78)$$

$$V = 2.76(1.78)$$

$$V = 4.9 \text{ m/seg}$$

Siendo esta la velocidad instantánea de una rutina por debajo de los puntos requeridos.

Habiendo calculado cada uno de los datos, lo que quedaría por realizar sería establecer el rango de velocidad y tiempo para ambas deformaciones que la gimnasta debe conocer para realizar una salida perfecta, por lo cual será necesario encontrar la desviación estándar de los datos que permitan definir que “tanto” puede alejarse de los valores respecto al promedio.

Esto le permitirá a al entrenador como a la misma gimnasta con las características de Aliyá Musstáfina, saber el tiempo y la velocidad alcanzada para comprobar su salida perfecta.

Estos son los datos obtenidos

	Primera Deformación		Segunda Deformación	
	Velocidad	Tiempo	Velocidad	Tiempo
Gimnasta 1	3.9 m/seg	1.05seg	5.69 m/seg	1.54 seg
Gimnasta 2	3.3 m/seg	1.2 seg	4.9 m/seg	1.78 seg

Así, obtenemos que la velocidad y tiempo para cada uno de las fases tanto de desviación y suelta, se dividen de la siguiente manera.

ZONAS DE APROXIMACIÓN RESPECTO AL TIEMPO Y VELOCIDAD

Primera fase de desviación		Segunda fase de suelta			
t (seg.)	Velocidad (m/seg.)	t (seg.)	Velocidad (m/seg.)		
Peligro	3.30 m/seg.	Peligro	4.90 m/seg.		
	3.35 m/seg.		5.00 m/seg.		
	3.40 m/seg.		5.10 m/seg.		
	3.45 m/seg.		5.20 m/seg.		
	3.50 m/seg.		5.25 m/seg.		
Cuidado	3.55 m/seg.	Cuidado	5.30 m/seg.		
	3.60 m/seg.		5.35 m/seg.		
	3.65 m/seg.		5.40 m/seg.		
	3.70 m/seg.		5.45 m/seg.		
Bueno	3.75 m/seg.	Bueno	5.50 m/seg.		
	3.80 m/seg.		5.55 m/seg.		
	3.85 m/seg.		5.60 m/seg.		
Ótimo	1.05 seg.	3.9 m/seg.	Ótimo	1.54 seg.	5.69 m/seg.
Bueno	1.06	Bueno	1.57		
	1.07		1.58		
Cuidado	1.08	Cuidado	1.58		
	1.09		1.60		
	1.10		1.62		
	1.11		1.64		
Peligro	1.12	Peligro	1.66		
	1.13		1.68		
	1.14		1.70		
	1.15		1.72		
	1.16		1.74		
	1.17		1.75		
	1.18		1.76		
	1.19		1.77		
	1.20		1.78		

Así, en la primera fase de desviación toda gimnasta que este a 1.05seg y deforme el cuerpo realizará una excelente salida. Estos valores de ser óptimos se pueden dar hasta 1.08seg aproximadamente.

Por ello la gimnasta podrá observar que cuando llega a 1.09 hasta 1.12 aproximadamente la salida tendrá ciertos problemas de inestabilidad y desequilibrios. Por otro lado, si es que se pasa estos valores de 1.12 seg a más, es completamente seguro que la salida tendrá graves errores como caídas o golpe de la barra con los pies, lo cual significa la penalización de puntos.

De esta manera, estos valores son tomados con salidas que tuvieron errores graves, como fue la gimnasta anteriormente analizada, con la finalidad de considerar sus principios para la velocidad.

Entonces se puede mencionar que para que todo el calculo trabajado pueda ser viable y aplicable en la rutina de una gimnasta, sería necesario tomar en cuenta los factores como el físico y habilidad de esta que no necesariamente son inalcanzables ya que pueden ser trabajados para lograr tales metas. Si bien como se menciona en un inicio el trabajo forma parte de la rutina de Aliyá Musstáfina y por lo tanto el calculado alcanzado se interpreta para las gimnastas con medidas similares, una gimnasta con otras medidas puede realizar el mismo procedimiento planteado y llegar a sus respectivos parámetro.

Además, Un entrenador podría valerse de esta información en el momento del mismo entrenamiento de la gimnasta, tomando los datos respectivos como es la altura. Así, esto podría ser medible utilizando una cinta referencial o magnesio (que es el polvo que las gimnastas usan para deslizarse fácilmente) en alguna zona de la barra y de esta manera servir como indicador para que en el momento en el que se pase, el entrenador pueda calcular el tiempo y matemáticamente analizar sus resultados.

Conclusión

En conclusión, existen dos etapas determinantes para obtener la salida perfecta de barras asimétricas, tanto la de deformación del cuerpo como la de empuje final, ya que son en las que el recorrido del cuerpo a partir de los molinos anteriores (movimiento circular), sufrirá una deformación que le permitirá definir un ángulo "perfecto" para deslizarse de la barra, ángulo comprendido entre 300 y 315 grados respecto a esta.

Así, de acuerdo al objetivo planteado se puede decir que los valores de velocidad y tiempo se resumen de la siguiente manera: Para la primera fase, 1.05 seg y 3.9 m/seg es el tiempo y velocidad optima y 1.54 seg como 5.69 m/seg para la segunda fase. Esto sirve de herramienta para toda gimnasta como entrenador en el momento de determinar una rutina de barras con la finalidad de obtener los esperados 16 puntos, mejorando la técnica de cada una de ellas.

Para ello conociendo el entrenamiento de una gimnasta, se recomienda establecer dos puntos o zonas en el área de las barras asimétricas que le permitan a la gimnasta identificar lo más rápido posible ambos ángulos anteriormente mencionados y con la ayuda de un cronómetro, el entrenador poder dirigir a ella ante el tiempo óptimo de cada una de las deformaciones.

Asimismo, como se demostró en la exploración, será necesario tomar en cuenta las medidas de las gimnasta respecto a la altura (siendo el radio de la circunferencia

descrita) que permitan establecer las nuevas variables necesarias para lograr una salida perfecta, pues si bien el cálculo sigue el patrón de los valores de Aliya, cualquier gimnasta podría realizar el mismo procedimiento y llegar a sus respectivos valores, tomando a este como referencia.

Sin embargo luego de la exploración matemática, podemos observar que podrían existir muchas mas incertidumbres para dicho tema. Esto es pues, particularmente consideraría ¿Qué tanto influye el peso en la determinación de velocidad? Como bien hemos visto en todo el trabajo la única variable trabajada ha sido la altura por ser esta determinante para la descripción del radio, sin embargo...¿Que tanto la variable del peso esta influenciada o determinada por otra? o ¿Qué pasaría si la gimnasta no necesariamente realiza un molino final, y simplemente se desliza? Pues sería interesante seguir tratando tales temas como también un análisis de los ángulos descritos por el desplazamiento en la rutina de la gimnasta, con la finalidad de enriquecer la información planteada y matemáticamente mejorar la técnica gimnástica.

Referencias

- Cantidades rotacionales básica. (sf). Recuperado de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/rotq.html>
- Gymnastiko.(sf). Barras Asimétricas. Recuperado de <http://gymnastikos.com/category/barras/>
- Velocidad tangencial en MCU. (sf). Recuperado de <http://www.fisicapractica.com/velocidad-tangencial-mcu.php>