Universidad Nacional de Moreno Pablo G. Provenzano

Carrera: Ingeniería Electrónica- Asignatura: Física 1.

Movimiento Oscilatorio

Introducción

El movimiento oscilatorio se caracteriza por las oscilaciones que se verifican en un objeto másico y este movimiento es del tipo cíclico, es decir, el objeto que oscila pasa por una misma posición en intervalos de tiempo regulares. Este movimiento se presenta en varios fenómenos mecánicos como también eléctricos, biológicos, entre otros. Las espiras del rotor de un generador eléctrico girando inmerso en un campo magnético, producen corriente eléctrica cuyo sentido se alterna de forma regular en el tiempo. Esta corriente se denomina por ese motivo alterna y varía su sentido con una frecuencia 50 ciclos/ segundo en la red eléctrica. Esto significa que la corriente tiene una misma intensidad instantánea y sentido unas 50 veces en un segundo. Se observa en la figura 1 un generador de corriente alterna.

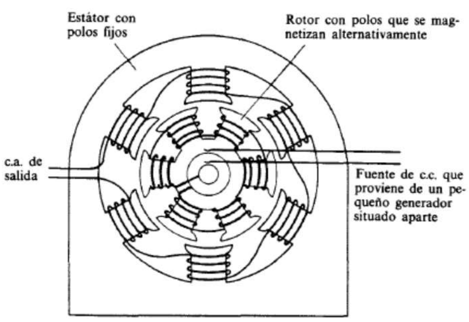

Figura 1: generador eléctrico

Hay sistemas mecánicos que presentan este movimiento, el sistema de la figura 2, se conoce como sistema masa-resorte y en él se puede visualizar esta clase de movimiento: Se considera que la masa del bloque es *m* y que el resorte tiene masa despreciable, y constante elástica = k. En el tiempo t_0 la masa se encuentra en un extremo del sistema ($-x_A$), el resorte se halla estirado, cargado de energía potencial elástica. El dispositivo está inicialmente trabado. Se destraba y la masa se acelera en dirección del eje x, positivo hasta pasar por el punto x_0 donde el resorte no se encuentra ni estirado, ni comprimido. Pero la masa no se detiene allí, continúa su desplazamiento, ahora desacelerándose hasta alcanzar un punto ($+x_A$) equidistante del punto x_0 respecto al punto de partida. Al llegar, el bloque de masa *m* se detiene, el resorte ahora está comprimido (cargado de energía). El resorte trata de regresar al estado de relajación (es decir, ni estirado ni comprimido) y empuja a la masa que está sujeta a él acelerándola pero en sentido inverso debido a que la fuerza elástica, que es máxima cuando el resorte se encuentra en el otro extremo del recorrido [-A; A] confiere esa aceleración a la masa. Si se desestiman las fuerzas de fricción, las únicas fuerzas aplicadas a la masa son su peso, la normal al plano de desplazamiento y la fuerza elástica del resorte (F_x). Entonces, se tiene que la masa se acelera y desacelera en su recorrido hacia la derecha sobre el eje horizontal y luego hacia la izquierda y cada vez que llega al extremo A y - A su velocidad cambia de sentido. Y también se observa que la velocidad del bloque no es constante mientras se translada de un extremo al otro, sino que es instantánea, creciendo desde v_0= 0 en los extremos A y – A y siendo máxima al pasar el bloque por el punto X_0. Este hecho se debe a la presencia de la fuerza elástica generada en el resorte siempre que se estira y se comprime. Ahora, se sabe que esa fuerza depende de la elongación del resorte, por lo tanto, su

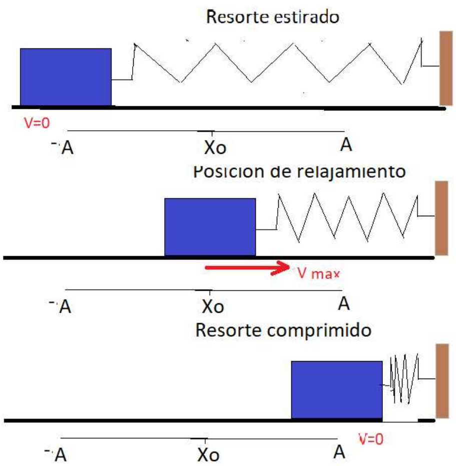

Figura 2: sistema masa resorte

magnitud varía desde que la masa pasa por el punto X_o hasta llegar a uno u otro extremo del recorrido:

$$F_x = -k \cdot x \qquad (1)$$

Esta característica provoca una aceleración que no es constante, sino que varía con la posición x del bloque en cada instante de tiempo. El movimiento resultante es periódico, el bloque pasa por un mismo punto del trayecto en intervalos de tiempo iguales. Al no incluir fuerzas resistivas y de rozamiento, este movimiento se asume constante en el tiempo.

La fuerza elástica tiene su sentido hacia la posición de equilibrio siempre, generando aceleraciones alternadas sobre el sistema.

De la expresión (1) se tiene:

$$a_x = -\frac{k}{m} \cdot x \qquad (2)$$

Que se puede reescribir como:

$$\frac{d^2 x}{d t^2} = -\frac{k}{m} \cdot x \qquad (3)$$

La ecuación (3) se denomina *modelo,* que representa al fenómeno oscilatorio del sistema masa- resorte. Pero este modelo debe ser resuelto, su resolución da por resultado la expresión (4):

$$x(t) = A\cos(w \cdot t + \phi) \qquad (4)$$

Donde el factor ω aparece en esta expresión, siendo: $\omega^2 = \frac{k}{m}$

Representación gráfica

La expresión (4) establece la relación entre la posición del bloque en función del tiempo.

La figura 3 muestra la gráfica de la posición en función del tiempo de una masa esférica que muestra una trayectoria circular, con velocidad ω constante. La representación gráfica de su movimiento en función del tiempo muestra a esa masa transladandose entre dos puntos extremos: x_{max}, y - x_{max} , pasando por x_0 y retornando desde $-x_{max}$ a x_{max}, una continuidad de movimiento alternante entre esas posiciones. La curva descripta se relaciona con la función coseno, donde el ángulo θ, para

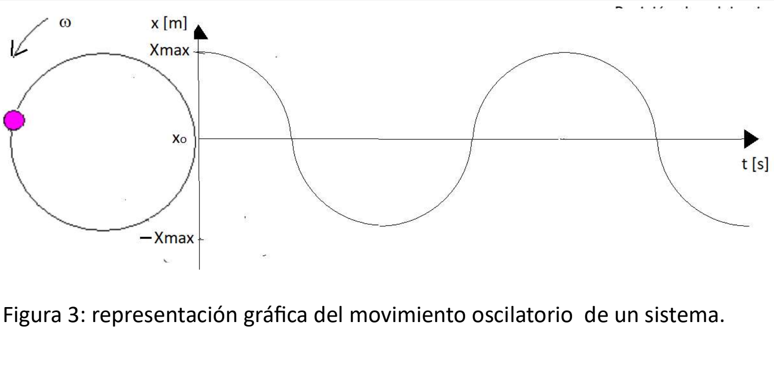

Figura 3: representación gráfica del movimiento oscilatorio de un sistema.

cada instante, varia su expresión (figura 4).

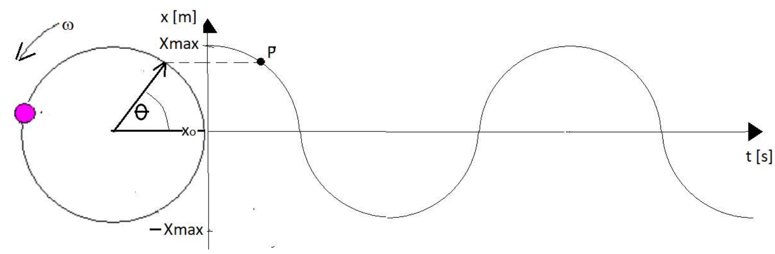

Figura 4: Translación de la esfera en la circunferencia y representación de la trayectoria en función del tiempo.

Características del Movimiento Oscilatorio

Se repasarán ahora algunos conceptos ya estudiados del movimiento circular uniforme, donde se han visto algunas variables derivadas de su periodicidad, aplicables a nuestro estudio. La periodicidad implica el regreso del objeto a un mismo punto (que puede ser cualquiera de los puntos que forman la trayectoria, por ejemplo, del sistema masa-resorte) en un intervalo de tiempo que se repite, describiendo un ciclo cada vez que transcurre ese lapso de tiempo. Como se ha estudiado anteriormente, a ese tiempo se lo denomina Periodo (*T*):

$$T = \frac{2\pi}{w} \qquad (5)$$

Se mide en segundos y representa el tiempo que le demanda a la masas transladarse desde un punto x del recorrido y regresar al mismo.

La frecuencia (*f*) es otra variable aplicable, es la inversa del periodo e indica la cantidad de revoluciones efectuadas por la masa en una unidad de tiempo:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{w}{2\pi} \qquad (6)$$

Su magnitud es $s^{-1.}$

La relación entre la velocidad angular y frecuencia viene dada por:

$$w = 2\pi f \qquad (7)$$

De esta expresión y de la equivalencia de *ω* se obtiene:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \qquad (7')$$

Ecuaciones de velocidad y aceleración

Se retoma la ecuación (4): $x(t) = A\cos(w \cdot t + \phi)$ (4)

Derivando esta ecuación, se obtiene la expresión de la velocidad instantánea para el movimiento oscilatorio:

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -w \cdot A \cdot \sin(w \cdot t + \phi) \qquad (8)$$

y una nueva derivación permite obtener la aceleración para esta clase de movimiento:

$$a(t) = -w^2 \cdot A(\cos w \cdot t + \phi)$$	(9)

El ángulo *Φ* es el ángulo de fase, que indica la posición angular inicial del sistema.
Las condiciones iniciales deben ser determinadas previamente para poder trabajar con las expresiones (4), (8) y (9). Por ejemplo, tomando la expresión (4) se indica que en el instante inicial *t* = 0 , el ángulo de fase es *Φ* = 0, entonces, reemplazando t por su valor = 0

$$x(0) = A\cos(w \cdot 0 + 0) = A \cdot 1 = A$$

que permite conocer cuál es la posición inicial del bloque en el sistema masa- resorte.

Referencias:

Serway, R.; Jewett, J. - 'Física para Ciencias e Ingeniería' Cap 15. Vol. 1 – 7ª edición- Cengaje Learning (2008).

Sears, F., Semansky, M. Young, H.; Fredman, R. 'Física Universitaria' Cap.13- Vol 1- 12ª Edición- México- Pearson (2009).