



**XXVIII
REUNIÓN
BIENAL DE LA
REAL SOCIEDAD
ESPAÑOLA DE FÍSICA**

**Y 11º ENCUENTRO IBÉRICO PARA
LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

SEVILLA, 24 al 27 de Septiembre de 2001

**RESÚMENES DE LAS
COMUNICACIONES**

Volumen II

Editores: V. Franco, A. Conde, R. Márquez
Depto. Física de la Materia Condensada
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Edita: Real Sociedad Española de Física

ISBN: 84-932150-0-7 (Obra completa)

84-932150-2-3 (Volumen II)

Depósito Legal: 3.566.901 (Obra completa)

3.567.101 (Volumen II)

EIB-80

Estática de hilos sometidos a un sistema de cargas concentradas: estudios experimental, gráfico y analítico

T. Beléndez¹, C. Neipp² y A. Beléndez²

¹Departamento de Ciencia y Tecnología de los Materiales. Universidad Miguel Hernández. Avenida del Ferrocarril. s/n. E-03202 Elche (Alicante)

²Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante. Apdo. 99. E-03080 Alicante

El estudio de la estática de hilos y cables puede encontrarse en muchos textos de Mecánica¹, así como en la mayoría de los programas de las asignaturas de Mecánica para ingenieros. Sin embargo, por aparecer normalmente al final de los programas docentes y porque se les suele dar menos importancia que a otros elementos estructurales de uso más común como son las armaduras o las vigas, los temas dedicados al estudio de la estática de cables suelen no abordarse cuando la falta de tiempo no permite impartir el programa completo de la asignatura. A pesar de ello, la estática de cables presenta ciertas ventajas didácticas frente a los otros elementos estructurales antes mencionados. Además de abordar -como en el caso de las armaduras y las vigas- conceptos tales como fuerzas concentradas y distribuidas, momentos, reacciones en los apoyos o esfuerzos internos, tienen la ventaja didáctica de que pueden visualizarse fácilmente en un laboratorio mediante experiencias de fácil montaje realizadas con un material sencillo y de bajo coste.

Por su combinación única de resistencia, poco peso y flexibilidad, los hilos o cables se utilizan a menudo para soportar cargas y transmitir fuerzas en estructuras de la construcción (puentes, tirantes, etc.) o para la transmisión de potencias en máquinas y vehículos (cadenas, correas, etc.). También se utilizan los cables, no para soportar ni transmitir fuerzas, sino para transmitir energía eléctrica en las redes de tendido eléctrico o para transmitir información en las redes de telefonía. En estos dos últimos casos la única carga que soporta el cable es su propio peso y la curva que describe se conoce como catenaria². En este trabajo se va a considerar el estudio de un cable homogéneo, flexible e inextensible sometido a una serie de cargas concentradas. Las relaciones existentes entre su longitud, cuerda, flecha, tensión del cable y cargas aplicadas pueden determinarse utilizando las ecuaciones de equilibrio.

La Figura 1 muestra un esquema correspondiente al cable analizado. Para llevar a cabo el montaje experimental se utiliza un hilo de longitud L , de los que se pueden encontrar en cualquier laboratorio de Física (por ejemplo, los que se usan en el experimento del péndulo simple), que se fija por sus extremos A y B a dos barras verticales y a continuación se cuelgan un conjunto de pesas P_1 , P_2 y P_3 en distintas posiciones del hilo. Los datos del problema serán las cargas aplicadas, la cuerda a y las longitudes individuales L_1 , L_2 , L_3 y L_4 de los segmentos del cable. La forma que adopta el cable en equilibrio sujeto por sus extremos y sometido en diferentes puntos intermedios a un conjunto de cargas puntuales se denomina "polígono funicular", y el segmento que une los puntos A y B recibe el nombre de "línea de cierre". Del dispositivo experimental se puede fácilmente obtener el polígono funicular, pues con ayuda de una regla horizontal se miden las distancias x_1 , x_2 y x_3 , y con una regla vertical las distancias y_1 , y_2 e y_3 . Con estos datos se determinan los ángulos θ_1 , θ_2 , θ_3 y θ_4 .

Como ya se dispone del polígono funicular, el primer estudio del cable en equilibrio se realiza gráficamente utilizando las técnicas de la Estática Gráfica³ para obtener las

reacciones en los apoyos, la resultante del sistema, la posición del eje central y las tensiones T_1 , T_2 , T_3 y T_4 en los distintos segmentos del hilo. De este modo el alumno, haciendo uso de medidas experimentales, obtiene gráficamente toda la información sobre el equilibrio del sistema. Conocida la resultante del sistema y su línea de acción, pueden sustituirse las cargas puntuales por la carga resultante para que el alumno compruebe que el nuevo polígono funicular experimental coincide con el gráfico.

El siguiente estudio que se puede realizar combina medidas experimentales con resolución analítica. Haciendo uso, por ejemplo, de los valores medidos para las distancias x_1 , x_2 y x_3 , se pueden aplicar las ecuaciones de equilibrio ($\Sigma M_A = 0$, $\Sigma F_x = 0$ y $\Sigma F_y = 0$) y utilizar el diagrama de sólido libre⁴ para calcular las reacciones en los apoyos y las tensiones T_1 , T_2 , T_3 y T_4 en los distintos segmentos del hilo.

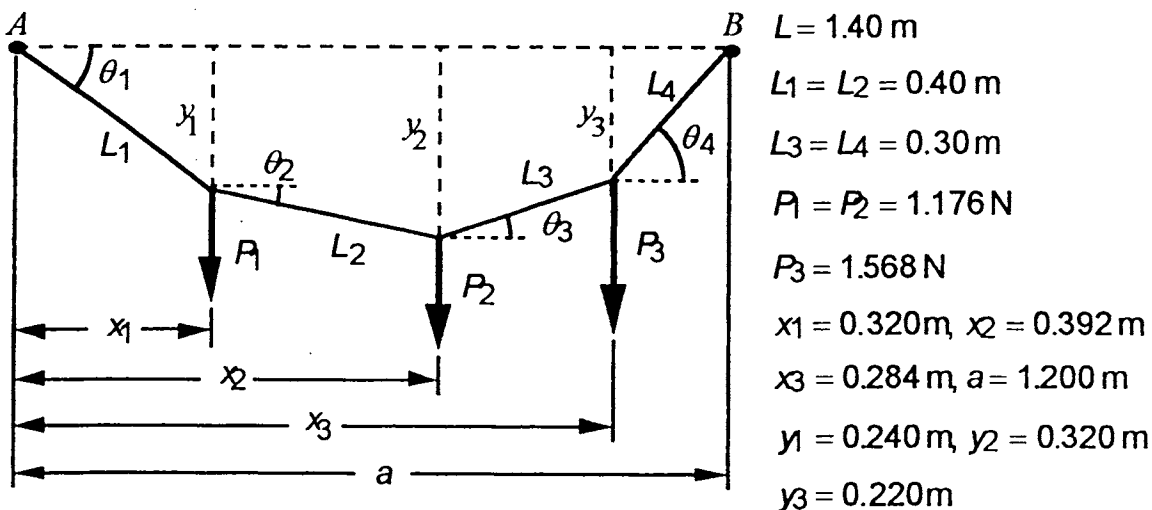


Figura 1. Polígono funicular para el cable analizado y parámetros experimentales.

Por último, un problema más complejo que se puede plantear a los alumnos es la resolución completamente analítica del sistema, tomando como datos L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , a , P_1 , P_2 y P_3 . La solución resulta muy engorrosa si se realizan los cálculos a mano, por lo que para resolver el problema del cable mediante esta formulación es recomendable utilizar un ordenador.

Referencias

- ¹ A. Bedford y W. Fowler, "Mecánica para Ingeniería: Estática" (Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1996). Cap. 9.
- ² A. Beléndez, T. Beléndez y C. Neipp, *Estudio estático de un cable homogéneo bajo la acción de su propio peso: Catenaria*, Revista Española de Física (en prensa)
- ³ F. Belmar, a. Garmendia y J. Llinares, "Curso de Física Aplicada: Estática" (Universidad Politécnica de Valencia, 1987). Cap. 9.
- ⁴ W. F. Riley y L. D. Sturges, "Ingeniería Mecánica: Estática" (Reverté, Barcelona, 1995). Cap. 8.