

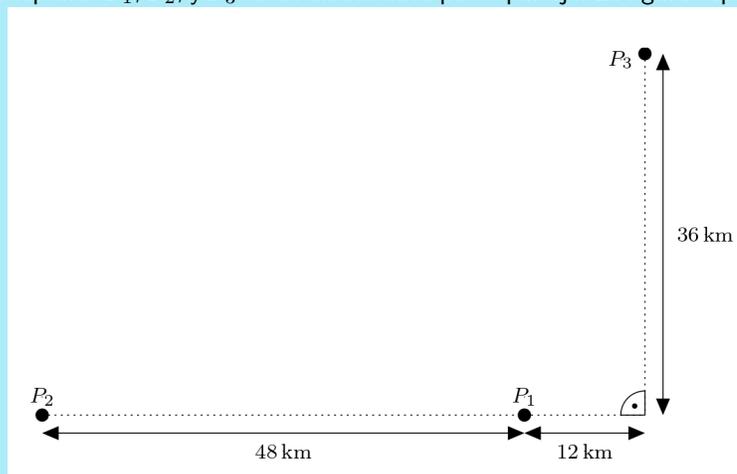
# Navegación hiperbólica

Keywords: geometría analítica, sección cónica, hipérbola

Los avances en el campo de la ingeniería eléctrica permitieron el desarrollo de nuevos sistemas de navegación basados en la transmisión de ondas electromagnéticas. Un ejemplo de este tipo de sistemas es la navegación marítima LORAN-C, que fue desarrollada durante la Segunda Guerra Mundial en EEUU. En este tipo de navegación, el buque recibe una señal sincronizada de un par de transmisores. Este recibe más tarde la señal del transmisor que está más lejos, por lo que el retraso de la señal determina la diferencia entre las distancias del buque a cada transmisor.

El conjunto de puntos cuya diferencia de distancias a dos puntos fijos dados es constante, se denomina hipérbola. Por tanto, el buque está localizado en una hipérbola, cuyos focos son los transmisores, y que está determinada por la diferencia de distancias del buque a dichos transmisores. El retraso de la señal de otro par de estaciones determina, entonces, la segunda hipérbola en la que debe situarse el buque. Si el buque se encuentra en ambas hipérbolas, entonces se sitúa en su intersección.

**Ejercicio.** Tres receptores  $P_1$ ,  $P_2$ , y  $P_3$  están distribuidos por el paisaje. La figura captura las distancias



que conocemos:

La navegación

turística de Adam enviará una señal a los tres receptores. La señal llega a los receptores  $P_1$  y  $P_3$  al mismo tiempo y al receptor  $P_2$  80 microsegundos después. ¿Dónde se encuentra Adam? Supongamos que la señal viaja a 300 000 km por segundo. Determina la posición en un sistema de coordenadas adecuadamente establecido.

*Nota.* Si Adam no equidistara de los dos receptores  $P_1$  y  $P_3$ , resolver el problema habría consistido en encontrar la intersección de las ramas de las dos hipérbolas. Sin embargo, ese cálculo estaría fuera del alcance de las matemáticas escolares.

## Bibliografía

- Vondrák J. (2013). *Historie navigace – od kvadrantu k GNSS*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, 58 (1), 11–20.