



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO  
METODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE  
DECISIONES



Abril 2021.

Nombres: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Resuelva en equipos de 3 integrantes según corresponda. Entregue su hoja de respuestas.

**Resuelva empleado multiplicadores de LaGrange y compare sus resultados con los de otro método visto en clase.**

Auxíliese imprimiendo y empleando el archivo en tamaño carta: "[mapa republica mexicana.pdf](#)". Imprima el archivo sin modificar los márgenes, ni la escala.

**Se ha propuesto establecer un sistema de alerta que pueda identificar la zona dónde se presente un evento meteorológico en la República Mexicana. Sin embargo, se siguen perfeccionando las pruebas, a fin de poder probar la funcionalidad del mismo. Se le ha encomendado proponga la forma de determinar el lugar del evento empleando trilateración.**

La trilateración consiste en determinar un punto, a partir de otros 3 o más como referencia.

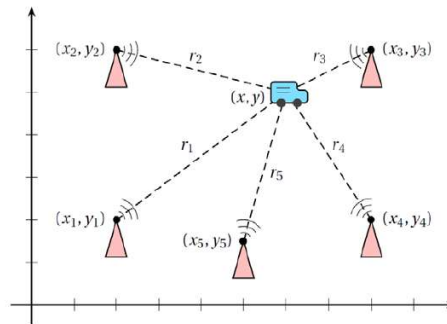


Figura 1. Ubicación de un vehículo utilizando trilateración

Cada uno de los sensores de distancia define, en relación a la posición desconocida, una circunferencia cuyo radio es igual a la distancia medida. Con dos sensores, podemos hallar la posición buscando el punto donde las dos circunferencias se cortan; sin embargo, en la mayoría de los casos, existirán dos intersecciones de las circunferencias, por lo que es necesario agregar una tercera para eliminar la ambigüedad



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO  
METODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE  
DECISIONES

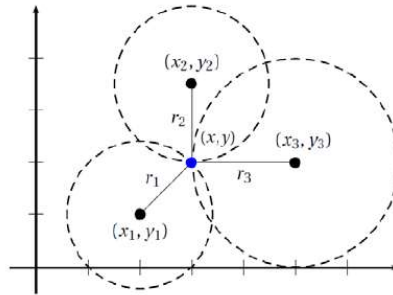


Figura 2. El problema de trilateración

En las aplicaciones reales, es importante considerar la incertidumbre en la medición de las distancias, por lo que una solución exacta al problema con sólo tres mediciones no es, en general, posible. Por ello, es conveniente considerar más de tres mediciones y agregar un término de error en la ecuación de cada circunferencia.

$$e_k = (x - x_k)^2 + (y - y_k)^2 - r_k^2$$

Se pretende minimizar el error en el cálculo de la posición  $(x, y)$  con el error cuadrático total.

El problema se reduce a resolver el sistema no lineal, **Minimizando** la función  $C(x, y)$ .

$$C(x, y) = \sum_k e_k^2 = \sum_k ((x - x_k)^2 + (y - y_k)^2 - r_k^2)^2$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned}(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 - r_1^2 &= 0 \\(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 - r_2^2 &= 0 \\(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 - r_3^2 &= 0\end{aligned}$$

**Los puntos de referencia son:**

1. Mexicali
2. Mérida
3. La Paz

Considere el origen  $(0,0)$  de su plano como la esquina inferior izquierda en el borde de la hoja.

Mida las distancias hacia estos tres puntos, y obtenga su factor de escala.

Factor de escala centímetros en plano a kilómetros = \_\_\_\_\_

Como la esquina es el punto de origen, sus distancias las referenciará respecto a los bordes de su hoja de trabajo.



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**  
**MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE**  
**DECISIONES**



Anote sus coordenadas en la siguiente tabla.

Referencia	x (cm)	y (cm)	E (km)	N (km)
1. Mexicali				
2. Mérida				
3. La Paz				

Use esta información para plantear su modelo matemático.

Sabiendo que se dispone de la siguiente información, “**determine el lugar al que se quiere localizar**” para cada inciso:

1. Plantee la F.O. y restricciones correspondientes.
2. Plantee el inciso a) empleando multiplicadores de Lagrange.
3. Resuelva todos los incisos empleando Solver.
4. Compruebe sus resultados de manera gráfica.

**Nota:** Resuelva en km su modelo matemático.

a)

Referencia	Distancia (km) al punto	Distancia (cm) Escalada al plano
1. Mexicali	1085.10638	
2. Mérida	1574.46809	
3. La Paz	287.234043	

Lugar localizado: \_\_\_\_\_

b)

Referencia	Distancia (km) al punto	Distancia (cm) Escalada al plano
1. Mexicali	1941.48936	
2. Mérida	840.425532	
3. La Paz	1085.10638	

Lugar localizado: \_\_\_\_\_

c)

Referencia	Distancia (km) al punto	Distancia (cm) Escalada al plano
1. Mexicali	2776.59574	
2. Mérida	244.680851	
3. La Paz	2090.42553	



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO**  
**METODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE**  
**DECISIONES**



Lugar localizado: \_\_\_\_\_

d)

Referencia	Distancia (km) al punto	Distancia (cm) Escalada al plano
1. Mexicali	1670.21277	
2. Mérida	1244.68085	
3. La Paz	744.680851	

Lugar localizado: \_\_\_\_\_

e) Establezca sus conclusiones con base a los datos obtenidos.