

## **INTRODUCCION**

Toda región del espacio donde una magnitud –ya sea escalar o vectorial– toma un valor diferente en cada instante de tiempo y en cada punto de la región se denomina CAMPO.

Como ejemplos de campos ESCALARES podríamos citar el campo de temperaturas en el interior de una habitación, el campo de densidades del globo terráqueo, el campo de presiones en el interior de un fluido, etc.

Un tipo especial de campos vectoriales es el campo de FUERZAS.

Hasta ahora habíamos entendido la interacción (fuerza) entre partículas mediante el contacto o bien mediante la acción a distancia. El concepto de campo de fuerzas viene a sustituir estas concepciones y será una nueva forma de entender la interacción entre partículas, suponiendo una como la creadora del campo y la segunda como la detectora (sensible) del campo de fuerzas. Es decir, una partícula con ciertas propiedades crea un campo (perturba las propiedades del medio que la rodea) el cual será detectado (aparece una fuerza sobre ella) si introducimos en esa región del espacio perturbado otra partícula sensible (con propiedades análogas a la creadora) al campo...

Estamos hablando ya de la interacción entre partículas mediante el concepto de campos de fuerzas.

Resulta conveniente representar el campo eléctrico dibujando las líneas que indican la dirección del campo en cualquier punto. El vector **E** es tangente a la línea en cada punto e indica la dirección del campo en dicho punto. Las líneas del campo eléctrico se llaman también líneas de fuerza, ya que muestran la dirección de la fuerza ejercida sobre una carga testigo positiva.

A continuación, en el siguiente práctico se presentan datos y actividades relacionadas con el tema de CAMPO ELECTRICO, además de conclusiones varias de dichas actividades realizadas.

### **1. – Antecedentes teóricos:**

#### **1.1 Campo eléctrico y potencial de una carga puntual:**

– El campo eléctrico de una carga puntual  $Q$  en un punto  $P$  distante  $r$  de la carga viene representado por un vector de:

- módulo

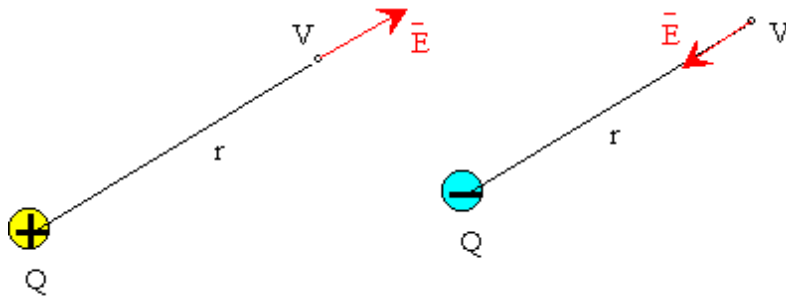
$$E = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

- dirección radial
- sentido hacia afuera si la carga es positiva, y hacia la carga si es negativa

– Cuando varias cargas están presentes el campo eléctrico resultante es la suma vectorial de los campos eléctricos producidos por cada una de las cargas.

– El potencial del punto  $P$  debido a la carga  $Q$  es un escalar y vale

$$V = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

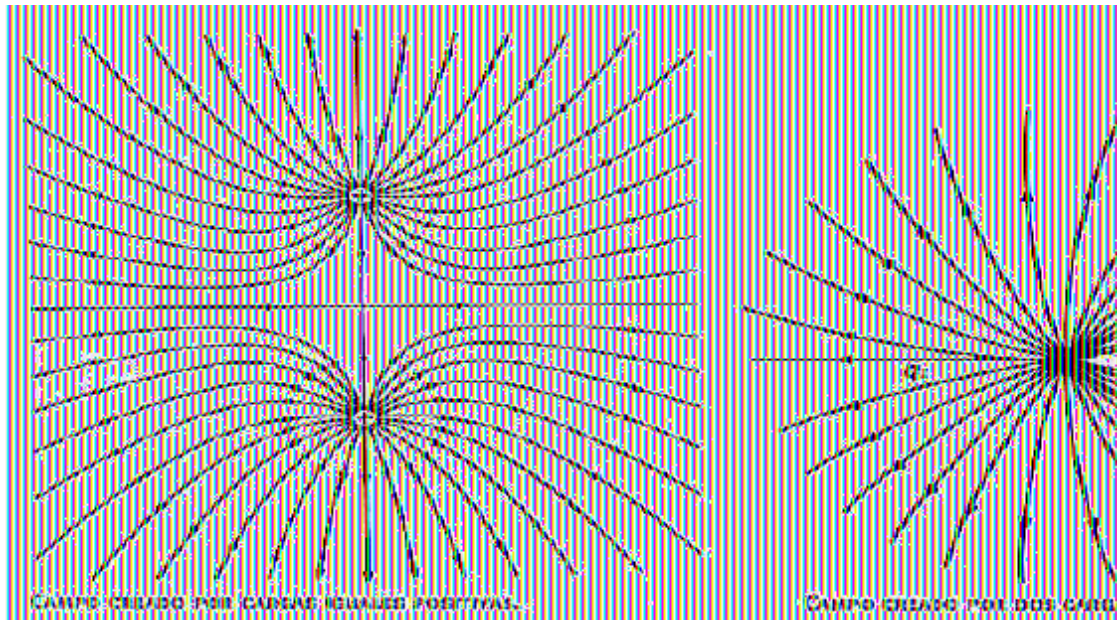


– El potencial en el punto P debido a las dos cargas es la suma de los potenciales debidos a cada una de las cargas en dicho punto.

$$V = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{Q_1}{r_1} + \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{Q_2}{r_2}$$

### 1.2 Líneas de campo eléctrico:

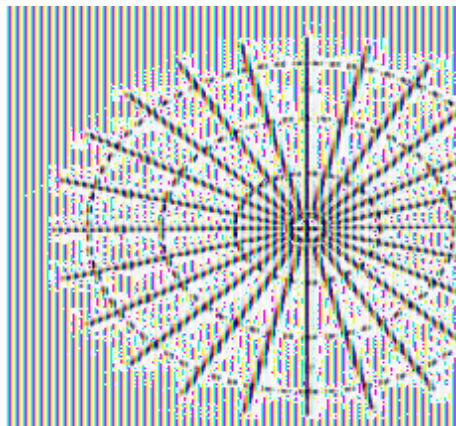
- El campo eléctrico es tangente a las líneas de campo en cualquier punto que se considere.
- Las líneas de campo eléctrico comienzan en cargas positivas y terminan en cargas negativas ( o en el infinito).
- Las líneas se dibujan simétricamente saliendo ó entrando a la carga.
- El número de líneas que abandonan una carga positiva o entran en una carga negativa, es proporcional a la carga.
- La densidad de líneas (número de ellas por unidad de área perpendicular a las mismas) en un punto es proporcional al valor del campo en dicho punto.
- A grandes distancias de un sistema de cargas, las líneas de campo están igualmente espaciadas y son radiales como si procediesen de una sola carga puntual igual a la carga neta del sistema.
- No pueden cortarse nunca dos líneas de campo (si se cortasen dos líneas, existirían dos direcciones para  $\vec{E}$  en un punto de intersección).
- Ejemplos de líneas de campo eléctrico:



### 1.3 Superficies equipotenciales:

– Una superficie sobre la cual el potencial es constante, es una superficie equipotencial. Si una carga testigo experimenta un desplazamiento  $d\mathbf{l}$  paralelo a una superficie equipotencial,  $dV = \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0$ , de modo que las líneas del campo eléctrico son perpendiculares a la superficie equipotencial.

– Ejemplo de superficie equipotencial:



– En la figura, se representan las líneas de fuerza de una carga puntual, que son líneas rectas que pasan por la carga. Las superficies equipotenciales son superficies esféricas concéntricas.

## 2. – Actividades:

### 2.1 Obtener el mapa de las líneas de fuerza y equipotenciales de:

- A) Dos cargas iguales y del mismo signo.
- B) Dos cargas iguales y de distinto signo.
- C) Dos cargas distintas y del mismo signo.

D) Dos cargas distintas y de distinto signo.

## 2.2 Desarrollo:

- Observación general:

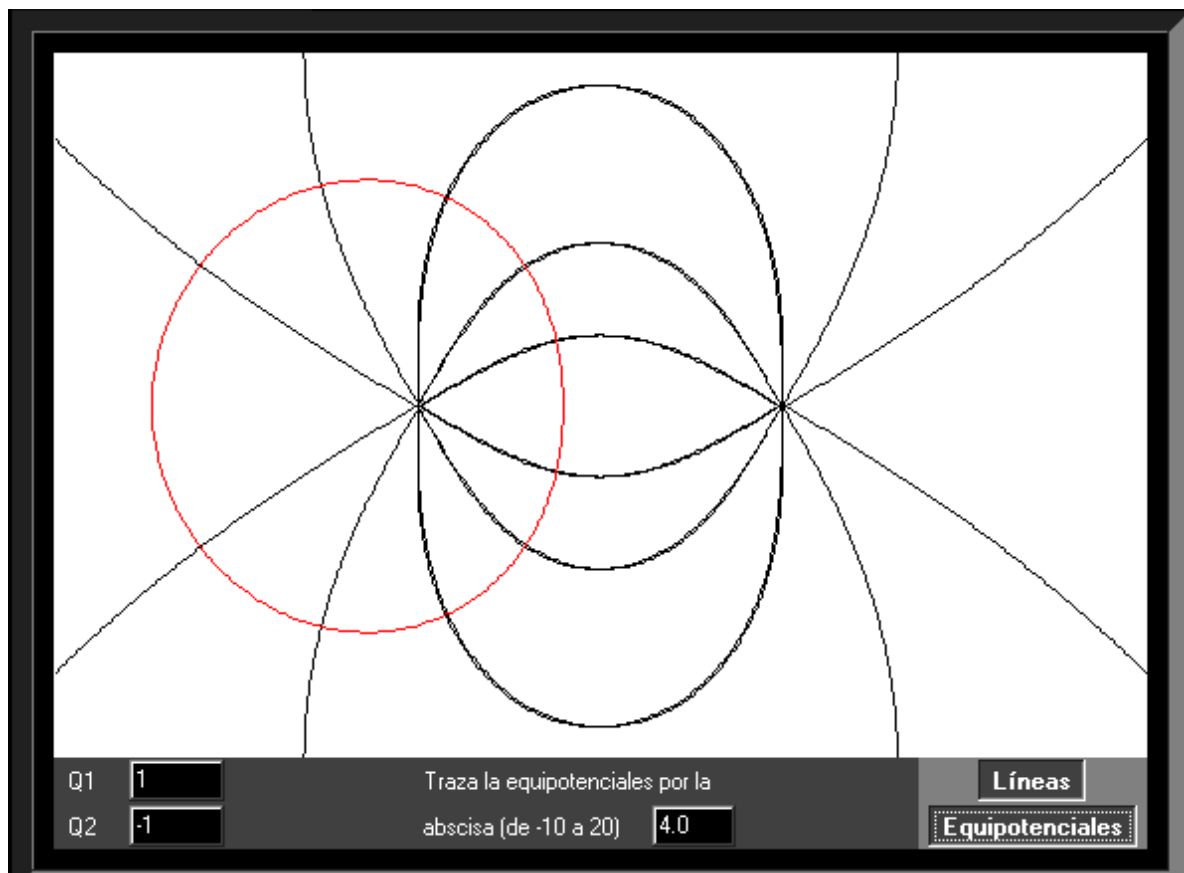
\_ Línea roja representa la línea equipotencial, las líneas negras representan las líneas de campo eléctrico de las cargas.

\_ La separación entre las cargas se tomará de 10 mts.

\_ El valor de las cargas será en coulombs.

\_ El sistema de referencia (x, y) se tomará siempre sobre Q1.

### A.1 Mapa de líneas de fuerza y equipotenciales:



### A.2 Observaciones:

- Fig. 1:

– Al ser las dos cargas iguales y de signos contrarios, las líneas de fuerza se dirigen de la carga positiva a la negativa.

El valor del campo en esta situación, tomando en cuenta los datos sería ( en  $x = 4$  mts.):

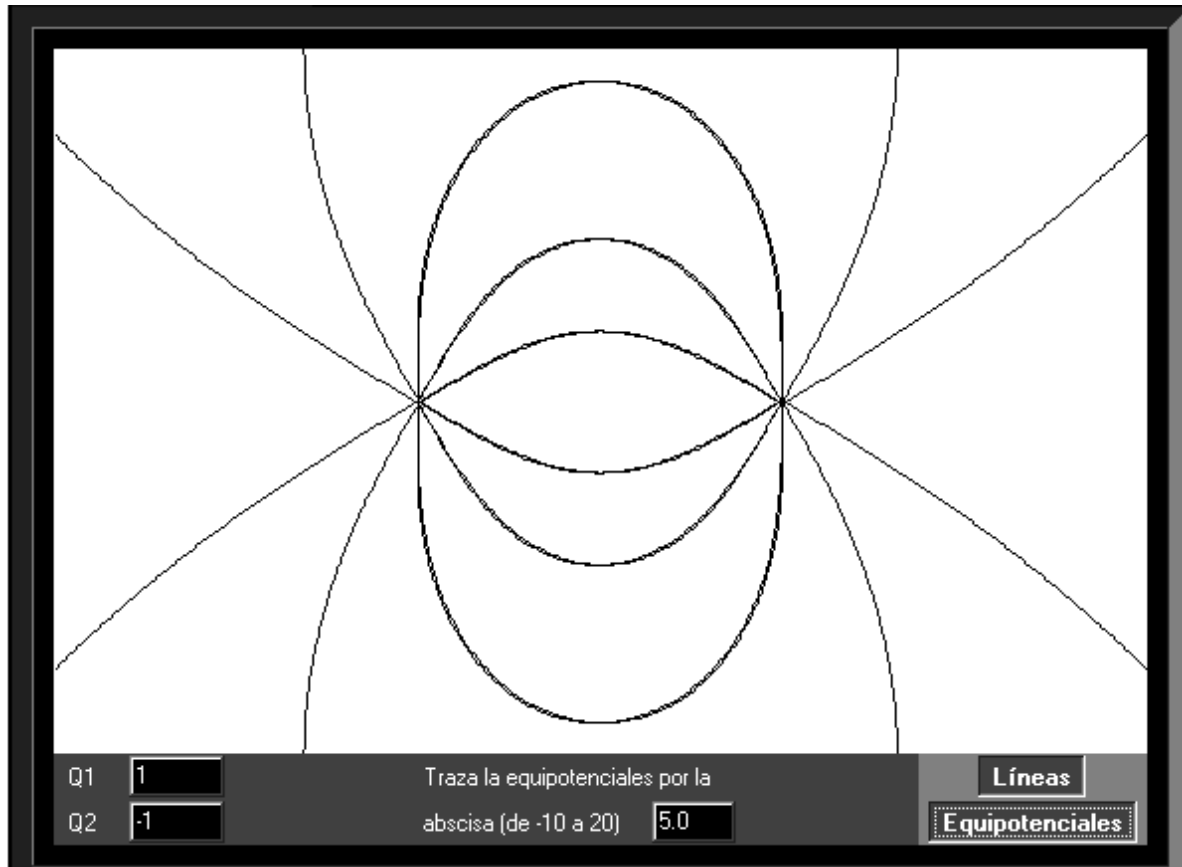
$Q_1 = 1 \text{ C}$ ;  $Q_2 = -1 \text{ C}$ ;  $r_1 = 4 \text{ mts.}$  ;  $r_2 = 6 \text{ mts.}$

Por lo tanto  $E_T = E_1 + E_2 = k \cdot (Q_1 / r_1^2 + Q_2 / r_2^2)$  !  $E = 3.125 \cdot 10^8 \text{ N/C}$

Por otro lado el valor del potencial será entonces:

$$V = V_1 + V_2 = K \cdot (Q_1 / r_1 + Q_2 / r_2) \text{ ! } V = 7.5 \cdot 10^8 \text{ volt}$$

– Podemos observar también que la superficie equipotencial está alrededor de la carga 1 esto se debe a que en  $x = 4 \text{ mts}$ . El potencial de dicha carga es más grande y por lo tanto la superficie se centra allí.



• Fig. 2:

– Si cambiamos sólo el valor de  $x$  y dejamos el resto de las constantes iguales observamos que igual que en la Fig. 1, al ser las dos cargas iguales y de signos contrarios, las líneas de fuerza se dirigen de la carga positiva a la negativa.

El valor del campo para  $x=5$  será, tomando en cuenta que los radios cambiaron:

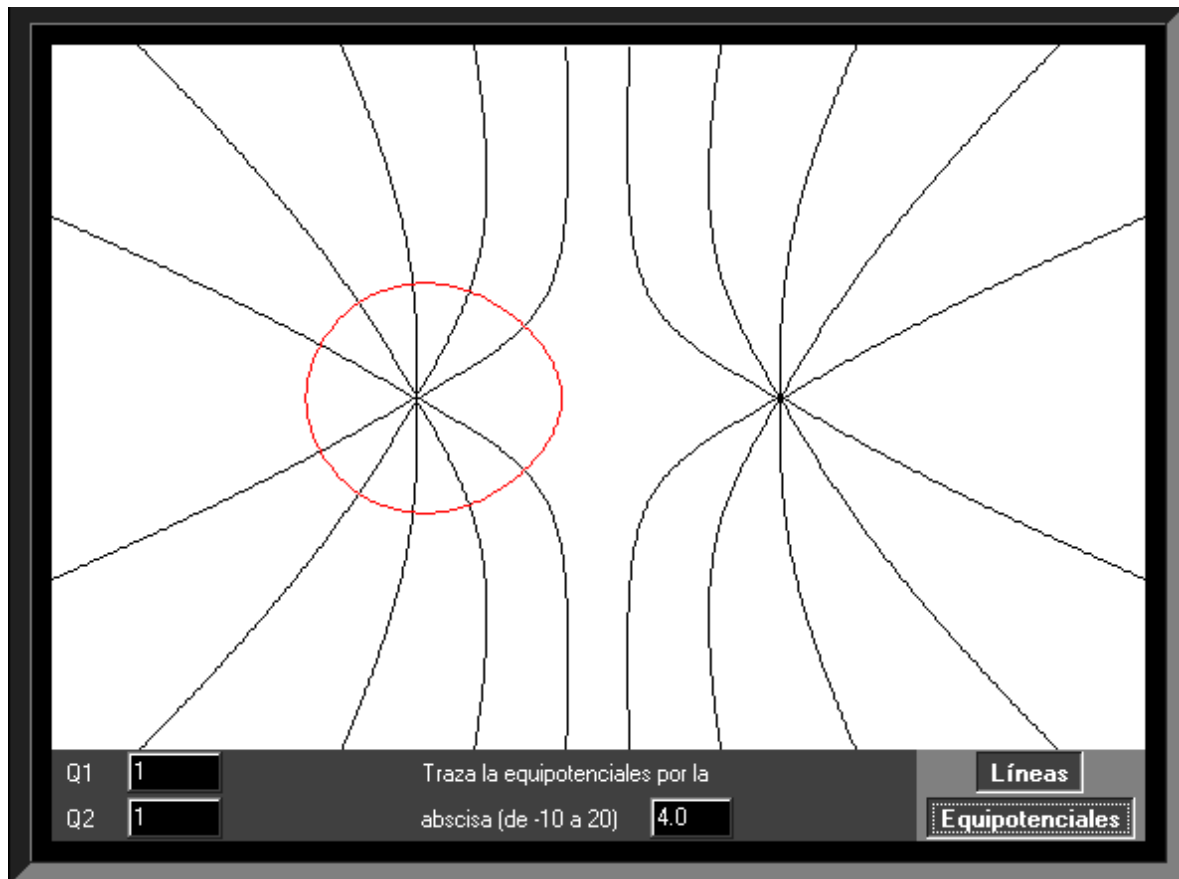
$$r_1 = 5 \text{ mts. ; } r_2 = 5 \text{ mts}$$

$$E_T = E_1 + E_2 \text{ ! } E = 0 \text{ (pues } E_1 = -E_2 \text{)}$$

Por otro lado el valor del potencial será entonces:

$$V = V_1 + V_2 \text{ ! } V = 0 \text{ (por esta razón en la Fig. 2 no se observa la superficie equipotencial.)}$$

B.1 Mapa de líneas de fuerza y equipotenciales:



#### A.2 Observaciones:

- Fig. 3:

– Debido a que las cargas son del mismo signo se repelen, y las líneas de fuerza apuntan hacia la dirección opuesta de la carga cercana pues dichas líneas deben ir de una carga positiva a una negativa.

El valor del campo en esta situación, tomando en cuenta los datos sería ( en  $x = 4$  mts.):

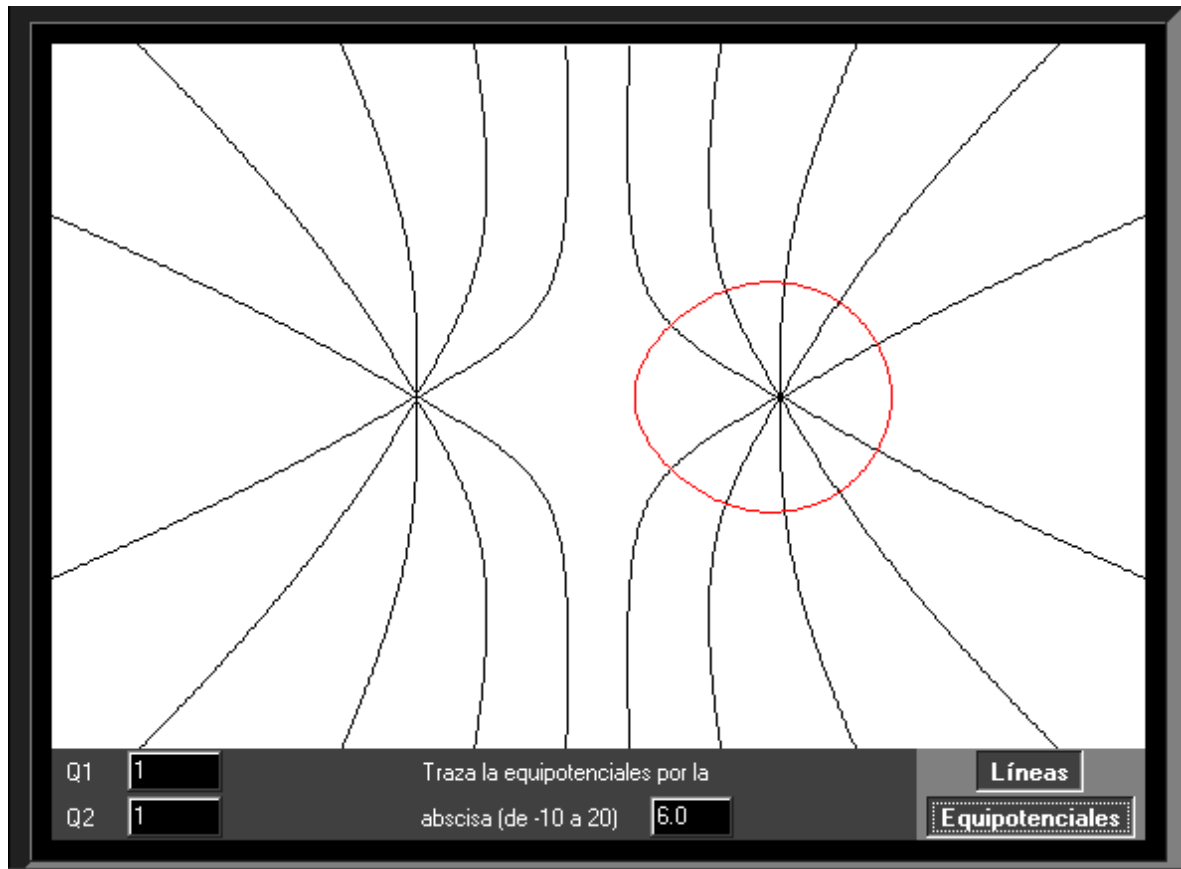
$Q_1 = 1 \text{ C}$ ;  $Q_2 = 1 \text{ C}$ ;  $r_1 = 4 \text{ mts.}$  ;  $r_2 = 6 \text{ mts.}$

Por lo tanto  $E_T = E_1 + E_2 = k \cdot (Q_1 / r_1^2 + Q_2 / r_2^2)$  !  $E = 8.125 \cdot 10^8 \text{ N/C}$

Por otro lado el valor del potencial será entonces:

$V = V_1 + V_2 = K \cdot (Q_1 / r_1 + Q_2 / r_2)$  !  $V = 3.75 \cdot 10^9 \text{ volt}$

– Podemos observar también que la superficie equipotencial está alrededor de la carga 1 esto se debe a que en  $x = 4$  mts. el potencial de dicha carga es más grande y por lo tanto la superficie se centra allí.



• Fig. 4:

– Si cambiamos sólo el valor de  $x$  y dejamos el resto de las constantes iguales observamos que igual que en la Fig. 3, debido a que las cargas son del mismo signo se repelen, y las líneas de fuerza apuntan hacia la dirección opuesta de la carga cercana pues dichas líneas deben ir de una carga positiva a una negativa.

El valor del campo para  $x = 6$  será, tomando en cuenta que los radios cambiaron:

$$r_1 = 6 \text{ mts. ; } r_2 = 4 \text{ mts}$$

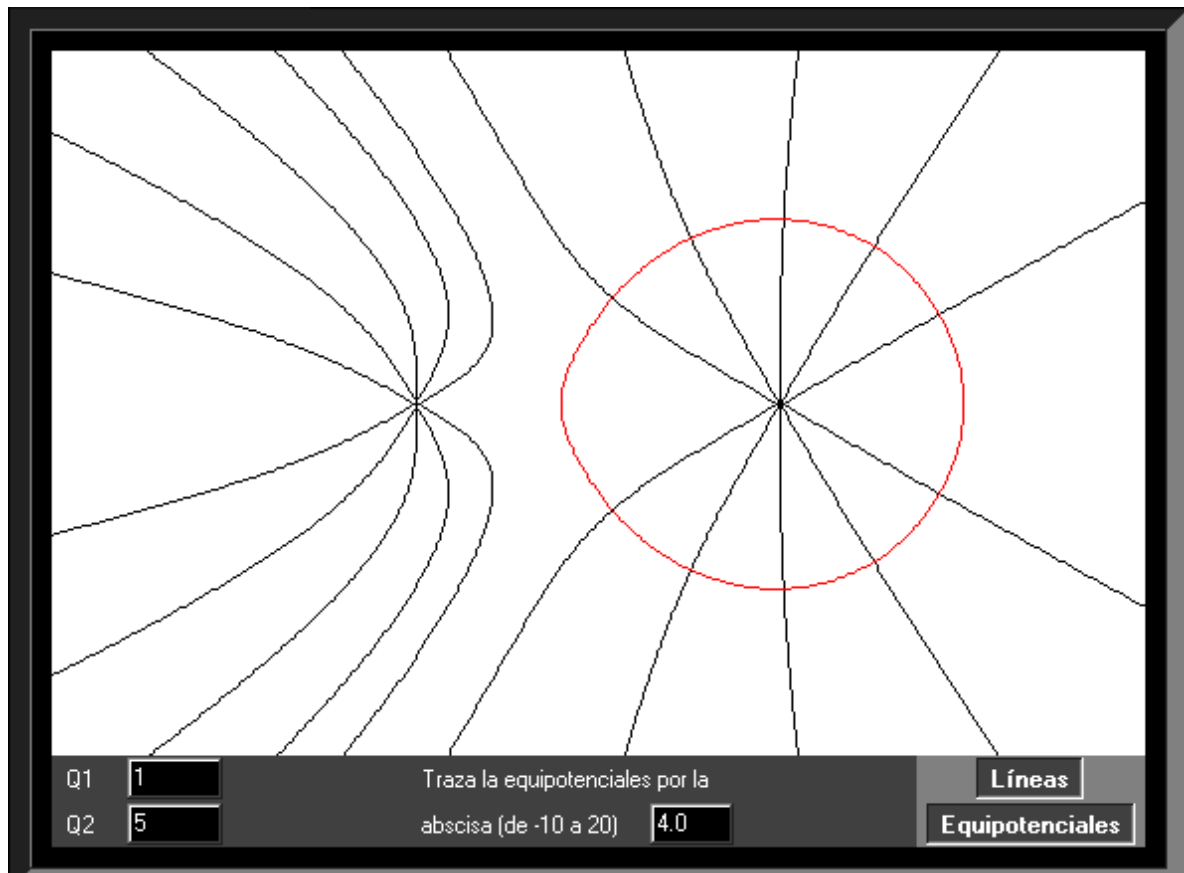
$$E_T = E_1 + E_2 ! E = 8.125 * 10^8 \text{ N/C}$$

Por otro lado el valor del potencial será entonces:

$$V = V_1 + V_2 ! V = 3.75 * 10^9 \text{ volt}$$

– Podemos observar que el valor del potencial es el mismo, pero en este caso al cambiar el valor de  $x$ , la superficie equipotencial cambia de lugar y se ubica alrededor de la carga 2 puesto que el potencial de dicha carga es más grande y por lo tanto la superficie se centra allí.

C.1 Mapa de líneas de fuerza y equipotenciales:



## C.2 Observaciones:

### • Fig. 5:

– Al igual que en el caso anterior, debido a que las cargas son del mismo signo se repelen, y las líneas de fuerza apuntan hacia la dirección opuesta de la carga cercana pues dichas líneas deben ir de una carga positiva a una negativa (la única diferencia aquí es que las cargas son diferentes pues una es más grande que la otra lo que ocasiona que la acción sea mas fuerte.)

El valor del campo en esta situación, tomando en cuenta los datos sería ( en  $x = 4$  mts.):

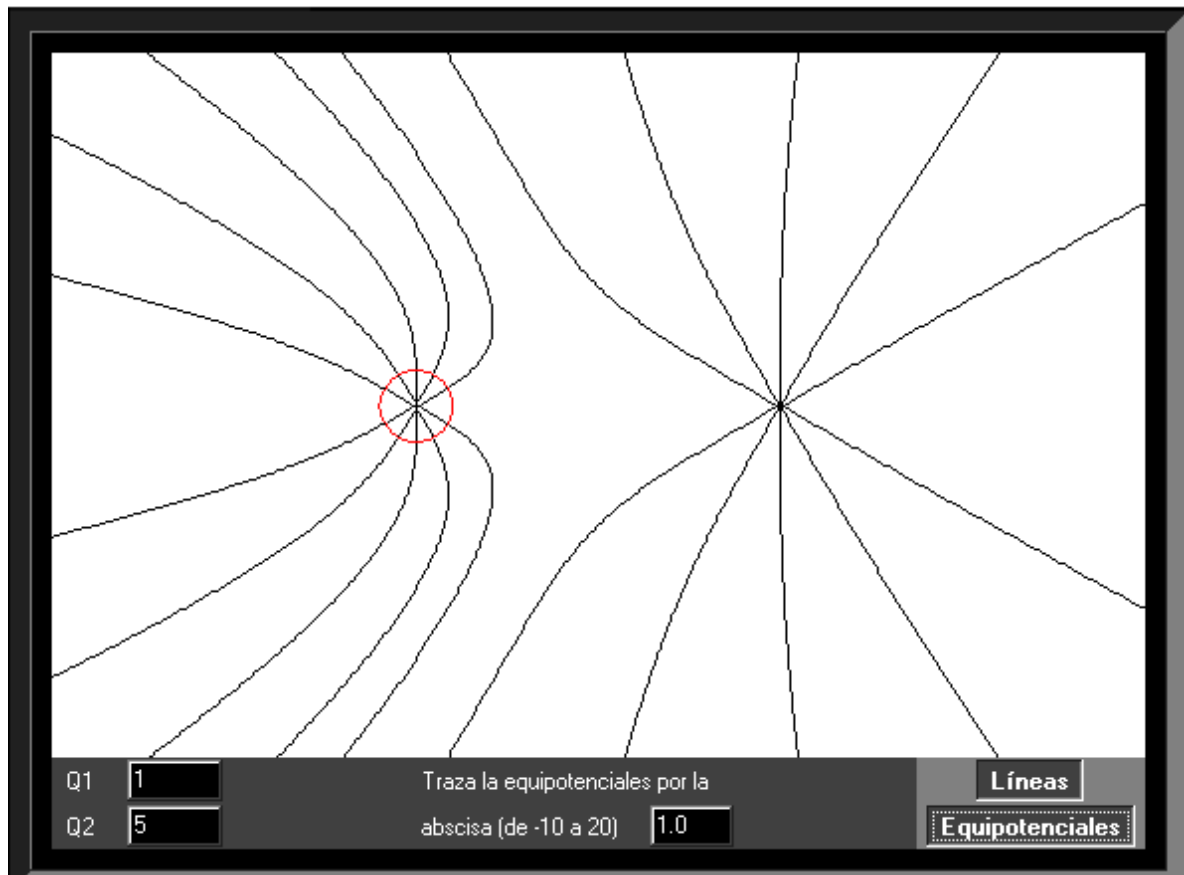
$Q_1 = 1 \text{ C}; Q_2 = 5 \text{ C}; r_1 = 4 \text{ mts.}; r_2 = 6 \text{ mts.}$

Por lo tanto  $E_T = E_1 + E_2 = k \cdot (Q_1 / r_1^2 + Q_2 / r_2^2) ! E = 1.8125 \cdot 10^9 \text{ N/C}$

Por otro lado el valor del potencial será entonces:

$V = V_1 + V_2 = K \cdot (Q_1 / r_1 + Q_2 / r_2) ! V = 9.75 \cdot 10^9 \text{ volt}$

– Podemos observar también que la superficie equipotencial está alrededor de la carga 2 esto se debe a que en  $x = 4$  mts. (puesto que el valor de la carga es mayor) el potencial de dicha carga es más grande y por lo tanto la superficie se centra allí.



• Fig. 6:

– Si cambiamos sólo el valor de  $x$  y dejamos el resto de las constantes iguales observamos que igual que en la Fig. 5, debido a que las cargas son del mismo signo se repelen, y las líneas de fuerza apuntan hacia la dirección opuesta de la carga cercana pues dichas líneas deben ir de una carga positiva a una negativa.

El valor del campo para  $x=1$  será, tomando en cuenta que los radios cambiaron:

$$r_1=1 \text{ mts. ; } r_2= 9 \text{ mts}$$

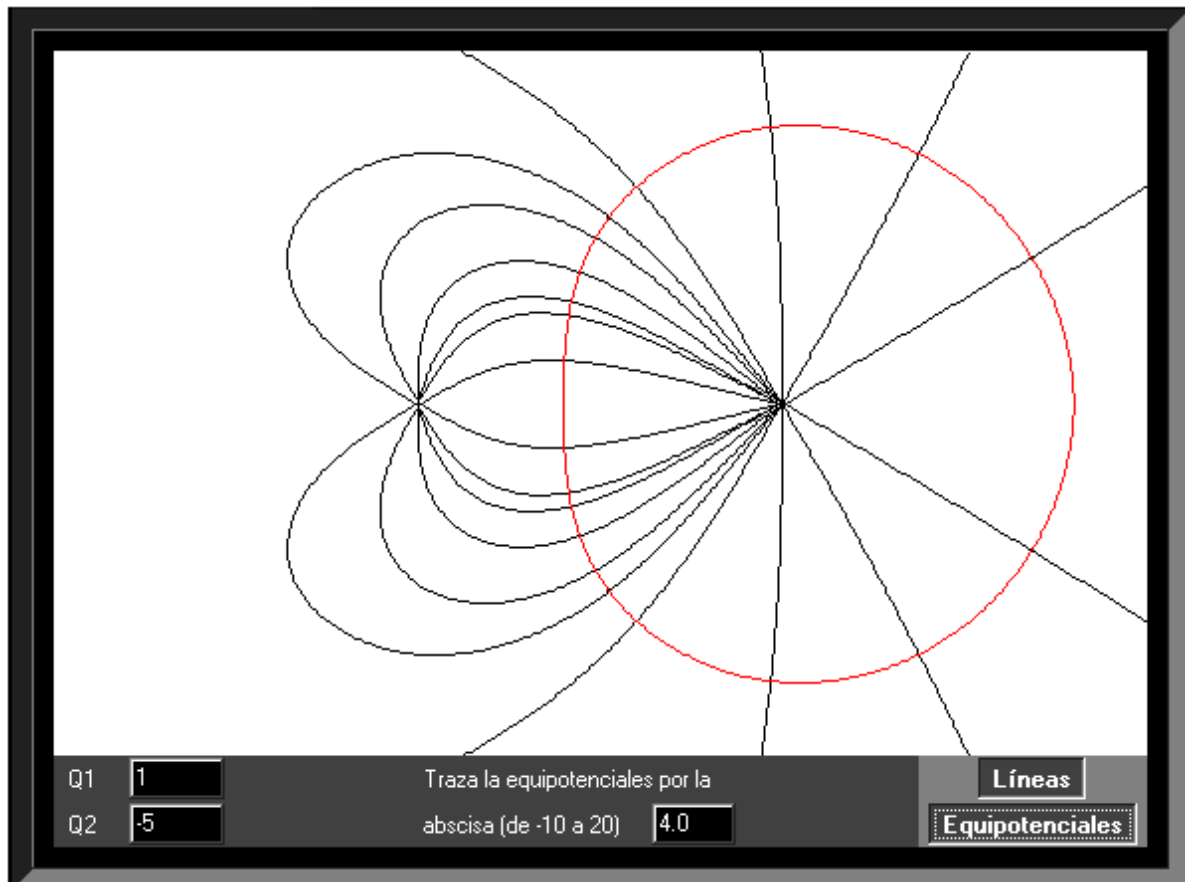
$$E_T = E_1 + E_2 ! E = 9.555 * 10^9 \text{ N/ C}$$

Por otro lado el valor del potencial será entonces:

$$V = V_1 + V_2 ! V = 1.4 * 10^{10} \text{ volt}$$

– Al cambiar el valor de  $x$ , la superficie equipotencial cambia de lugar y se ubica alrededor de la carga 1 puesto que el potencial de dicha carga es más grande (a pesar de que la carga 2 sea más grande) y por lo tanto la superficie se centra allí.

D.1 Mapa de líneas de fuerza y equipotenciales:



## D.2 Observaciones:

### • Fig. 7:

– Al ser las dos cargas iguales y de signos contrarios, las líneas de fuerza se dirigen de la carga positiva a la negativa (aquí las cargas son diferentes pues una es más grande que la otra lo que ocasiona que la interacción sea mas fuerte.)

El valor del campo en esta situación, tomando en cuenta los datos sería ( en  $x = 4$  mts.):

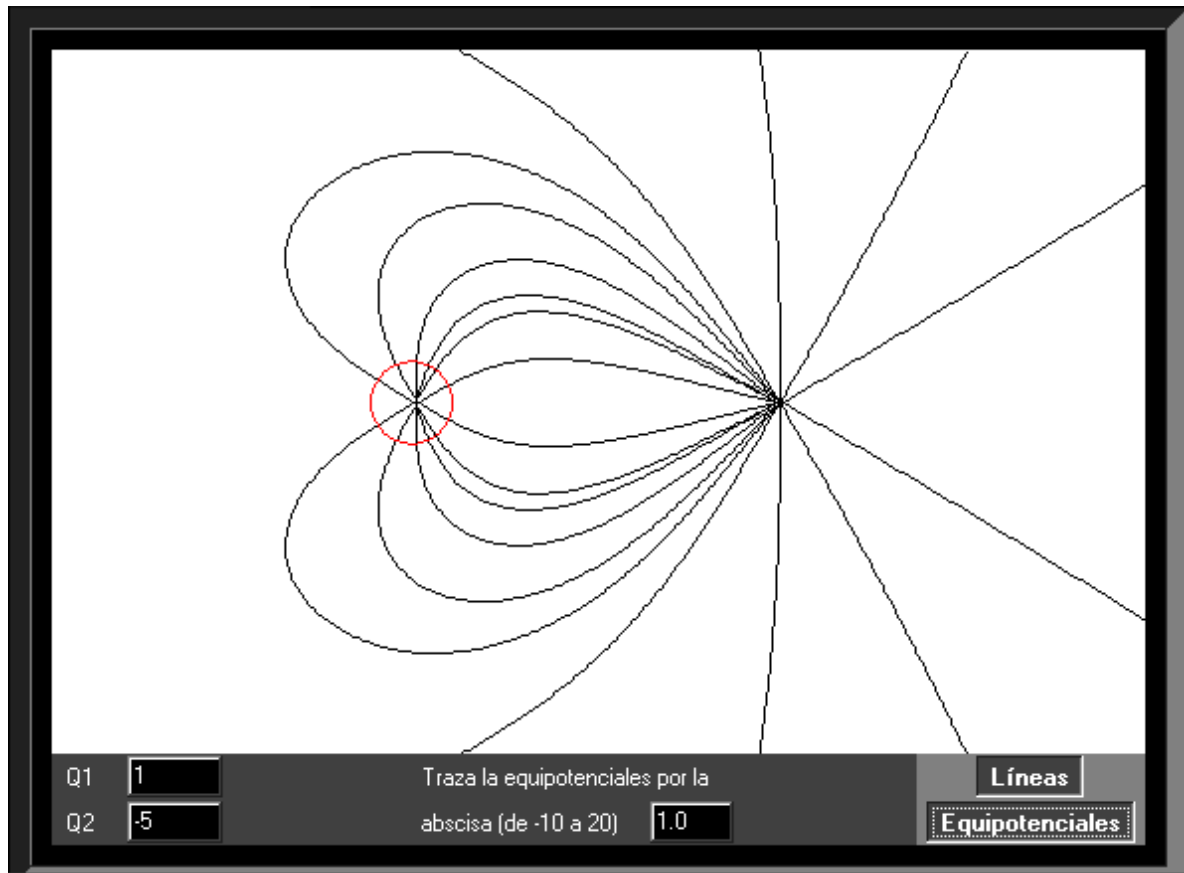
$$Q1 = 1 \text{ C}; Q2 = -5 \text{ C}; r1 = 4 \text{ mts.}; r2 = 6 \text{ mts.}$$

$$\text{Por lo tanto } E_T = E_1 + E_2 = k \left( \frac{Q1}{r1^2} + \frac{Q2}{r2^2} \right) ! E = -6.875 \cdot 10^9 \text{ N/C}$$

Por otro lado el valor del potencial será entonces:

$$V = V_1 + V_2 = K \left( \frac{Q1}{r1} + \frac{Q2}{r2} \right) ! V = -5.25 \cdot 10^9 \text{ volt}$$

– Podemos observar también que la superficie equipotencial está alrededor de la carga 2 esto se debe a que en  $x = 4$  mts. el potencial de dicha carga es más grande y por lo tanto la superficie se centra allí.



• Fig. 8:

– Si cambiamos sólo el valor de  $x$  y dejamos el resto de las constantes iguales observamos que igual que en la Fig. 7, al ser las dos cargas iguales y de signos contrarios, las líneas de fuerza se dirigen de la carga positiva a la negativa

El valor del campo para  $x = 1$  será, tomando en cuenta que los radios cambiaron:

$$r_1 = 1 \text{ mts. ; } r_2 = 9 \text{ mts}$$

$$E_T = E_1 + E_2 ! E = 8.444 * 10^9 \text{ N/ C}$$

Por otro lado el valor del potencial será entonces:

$$V = V_1 + V_2 ! V = 4 * 10^{10} \text{ volt}$$

– Al cambiar el valor de  $x$ , la superficie equipotencial cambia de lugar y se ubica alrededor de la carga 1 puesto que el potencial de dicha carga es más grande y por lo tanto la superficie se centra allí.

### CONCLUSIONES

– La fuerza ejercida por una carga sobre otra actúa a lo largo de la línea que une las cargas. Es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de su separación. La fuerza es repulsiva si las cargas tienen el mismo signo y atractiva si son del signo contrario. Este resultado se conoce como Ley de Coulomb.

- El campo eléctrico puede representarse mediante líneas del campo eléctrico o de fuerza que se originan en las cargas positivas y terminan en las cargas negativas. La intensidad del campo eléctrico viene indicada por la densidad de las líneas de fuerza.
- El potencial eléctrico es inversamente proporcional a la distancia y directamente proporcional a la carga.
- La ubicación y tamaño de las superficies equipotenciales dependerá de la distancia y del tamaño de las cargas.
- El campo eléctrico señala en la dirección de la máxima disminución del potencial.

Superficie equipotencial