

# **SIMULACIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS EN CAMPOS ELECTROSTÁTICOS Y MAGNÉTICOS**

## **MANUAL DE OPERACIÓN**

**Por:**

**Héctor Barco R  
Edilberto Rojas C  
Elisabeth Restrepo P**



# CONTENIDO

Introducción .....	I
<b>CAPITULO 1.      REQUERIMIENTOS E INSTALACION DEL PROGRAMA</b>	
1.1            Hardware .....	1
1.2            Software .....	1
1.3            Instalación del programa .....	1
<b>CAPITULO 2.      FUERZA ELECTROSTATICA</b>	
2.1            Análisis cualitativo del movimiento .....	5
2.2            Análisis cualitativo del movimiento mostrando la fuerza .....	12
2.3            Análisis cualitativo del movimiento con velocidad inicial y mostrando la fuerza .....	18
2.4            Análisis cualitativo de la fuerza electrostática .....	25
2.5            Análisis cuantitativo de la fuerza electrostática .....	31
2.6            Análisis cuantitativo del movimiento .....	36
2.7            Análisis cuantitativo de la fuerza electrostática en 3D .....	43
2.8            Tabulación de puntos para la ecuación de la trayectoria .....	48
<b>CAPITULO 3.      CAMPO ELECTROSTATICO</b>	
3.1            Análisis cualitativo del movimiento .....	55
3.2            Análisis cualitativo del movimiento mostrando el campo eléctrico .....	62
3.3            Análisis cualitativo del campo eléctrico .....	68
3.4            Análisis cualitativo del movimiento con velocidad inicial y mostrando el campo eléctrico .....	74
3.5            Análisis cuantitativo del campo eléctrico .....	81
3.6            Análisis cuantitativo del movimiento .....	86
3.7            Análisis cuantitativo del campo eléctrico en 3D .....	93
3.8            Tabulación de puntos para la ecuación de la trayectoria .....	98
3.9            Líneas de fuerza del campo eléctrico .....	104

## **CAPITULO 4. POTENCIAL ELECTROSTATICO**

4.1	Líneas equipotenciales .....	111
4.2	Líneas equipotenciales y líneas de fuerza .....	118
4.3	Análisis cuantitativo del potencial electrostático .....	124
4.4	Análisis cualitativo de las líneas equipotenciales .....	129
4.5	Aplicación de la ecuación de Laplace .....	134

## **CAPITULO 5. CAMPO MAGNETICO**

5.1	Análisis cualitativo del movimiento .....	143
5.2	Análisis cuantitativo del movimiento .....	150
5.3	Análisis cualitativo de la fuerza de Lorentz .....	156
5.4	Análisis cuantitativo de la fuerza de Lorentz .....	162

## INTRODUCCION

Este manual de operación del software de simulación “**CARGAS ELECTRICAS EN CAMPOS ELECTROSTÁTICOS Y MAGNETICOS**” está concebido para utilizar en forma eficiente y obtener el mayor provecho del software anteriormente mencionado. El manual está dividido en cinco capítulos, los cuales son:

### Capítulo 1: Requerimientos e instalación del programa

Este capítulo está dedicado a explicar claramente como se debe instalar el software en el PC y además indica el hardware mínimo necesario para que dicho software funcione correctamente en el computador.

### Capítulo 2. Fuerza electrostática

El contenido de este capítulo enseña detalladamente a operar el primer módulo de la simulación consistente en el estudio cinemático y dinámico de una carga puntual que se mueve por la influencia de fuerzas electrostáticas debidas a sistemas de cargas puntuales colocadas en una región del espacio.

### Capítulo 3. Campo electrostático

En este, se explica en forma clara, como se opera el segundo módulo de la simulación que consiste en el estudio cinemático y dinámico de una carga puntual que se mueve por la influencia de campos electrostáticos debidas a sistemas de cargas puntuales colocadas en una región del espacio. Además, explica como utilizar este módulo para observar diferentes configuraciones de líneas de fuerza creadas por diferentes sistemas de cargas puntuales colocadas en un espacio bidimensional.

### Capítulo 4. Potencial electrostático

Aquí se describe como funciona el tercer módulo de la simulación basado en el estudio del potencial electrostático y diferentes configuraciones de líneas equipotenciales y sus relaciones con las líneas de fuerza debidas a sistemas de cargas puntuales colocadas en una región del espacio bidimensional. Además se detalla como utilizar el módulo para aplicar la ecuación de Laplace para un problema de electrodos con sus condiciones de frontera.

### Capítulo 5. Campo magnético

El contenido de este capítulo explica como se opera el cuarto módulo de la simulación consistente en el estudio cinemático y dinámico de una carga puntual que se mueve por la influencia de campo electrostático y campo magnético sobre la cual actúa una fuerza electrostática y una fuerza magnética, en la que la fuerza total es conocida como **Fuerza de Lorentz**.

Para cada uno de los capítulos 2, 3, 4 y 5 del manual, se explica cómo se manipula cada módulo de la simulación mediante un ejemplo correspondiente al fenómeno estudiado.

# CAPITULO 1

## REQUERIMIENTOS E INSTALACION DEL PROGRAMA

Para ejecutar el programa de simulación es preciso disponer como mínimo de los siguientes requerimientos tanto en hardware como en software:

### 1.1 HARDWARE

- Unidad CDROM de lectura
- Computador con procesador (mínimo) de 200 MHz
- Memoria RAM: 128 MB
- Disco duro
- Impresora

### 1.2 SOFTWARE

- Sistema operativo Windows 95-98-2000-XP-Vista-7
- Configurar pantalla para 1024x768 Píxeles

### 1.3 INSTALACIÓN DEL PROGRAMA


- Coloque el CD que contiene el software en la unidad de CDROM del computador.
- Copie el directorio o carpeta llamada “**ELEMAG**” que se encuentra en el CD al disco duro de su computador.
- Saque el CD de la unidad y guárdelo en un lugar seguro.
- Diríjase a la unidad donde copió la carpeta “**ELEMAG**” y ábrala.
- Abra la carpeta “**ELEMAG**” y ejecute el programa pulsando el ícono  para Windows 95-98-XP. Para Windows Vista o 7, ejecute el archivo “**ELEMAG.EXE**”.
- Aparece la ventana que se muestra en la Fig. 1.1 para llenar con los datos de instalación.



Fig. 1.1 Ventana para consignar los datos necesarios para la instalación del programa.

- Coloque en la caja de texto la clave que está identificada por el siguiente conjunto de caracteres: **1af43539** y luego pulse <ENTER>.
- Pulse el botón correspondiente a la letra que identifica la unidad del disco duro del computador en donde se ha copiado la carpeta “ELEMAG”.
- Coloque en la caja de texto donde dice “coloque el nombre del directorio donde instaló el programa” el nombre del directorio o carpeta, en este caso es “ELEMAG” puede ser en mayúscula o minúscula y luego pulse <ENTER>. A continuación pulse el botón “Aceptar”.
- Después de mostrar la ventana de presentación queda el menú principal del programa que se muestra en la Fig. 1.2.

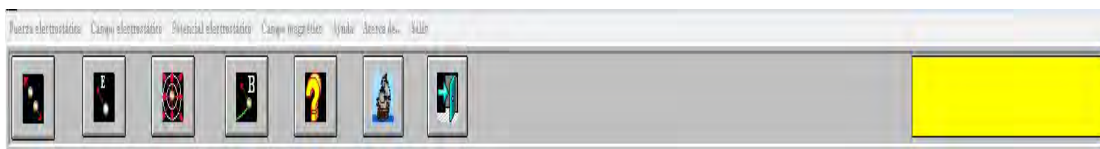


Fig 1.2 Menú principal del programa.



**Fuerza electrostática:** Cuando se pulsa este botón ó  se accede al menú de fuerza electrostática.



**Campo electrostático:** Cuando se pulsa este botón o  se accede al menú de Campo electrostático.

|





**Potencial electrostático:** Cuando se presiona este botón o  se accede al menú de potencial electrostático.



**Campo Magnético:** Al presionar este botón o  se accede al menú de campo magnético.



**Ayuda:** al pulsar este botón o  permite acceder a la ayuda para ejecutar el programa. Si se está utilizando el programa bajo el sistema operativo de Windows 7, es necesario instalar el archivo "WINHELP32-WINDOWS7.MSI" o si se está utilizando el programa bajo el sistema operativo de Windows Vista, es necesario instalar el archivo "WINDOWS-VISTA.MSI" que se encuentran en la carpeta "ELEMAG". Este archivo es necesario para que se pueda leer la ayuda.



**Acerca de:** al presionar este botón o  se accede a la presentación e información sobre el programa.



**Salir:** Al presionar este botón o  se sale del programa.

### ¡ NOTA IMPORTANTE !

Cuando el puntero del mouse se mueve sobre un botón aparece un globo de información acerca de su función y también aparece en el recuadro amarillo un mensaje sobre la función de ese botón, como se ilustra en la Figura de abajo, significa que éste está habilitado para usarse en ese momento; de lo contrario significa que está deshabilitado.





## CAPITULO 2

### FUERZA ELECTROSTATICA

Estando en el menú principal del programa:

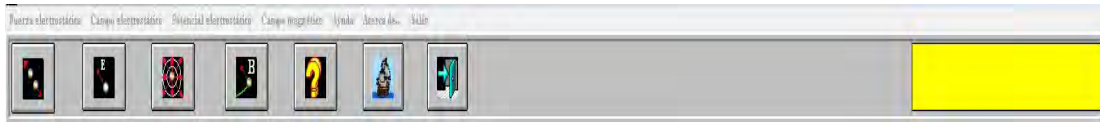


Fig. 2.1 Menú principal del programa.



Al presionar este botón automáticamente se accede al menú principal de la fuerza electrostática como se ilustra en la Fig. 2.2.

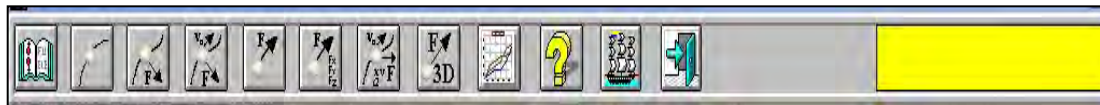


Fig. 2.2 Menú principal de la fuerza electrostática.



Al presionar este botón se accede a la teoría de la fuerza electrostática, la cual se presenta con imágenes y videos para un mejor entendimiento del fenómeno. En la parte inferior derecha e izquierda de las páginas donde se encuentra la teoría, aparecen dos pequeños símbolos como se muestran en la Fig. 2.3.

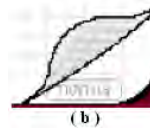


Fig. 2.3 (a) Haciendo click en este símbolo devuelve una página. (b) Haciendo click en este símbolo avanza una página.

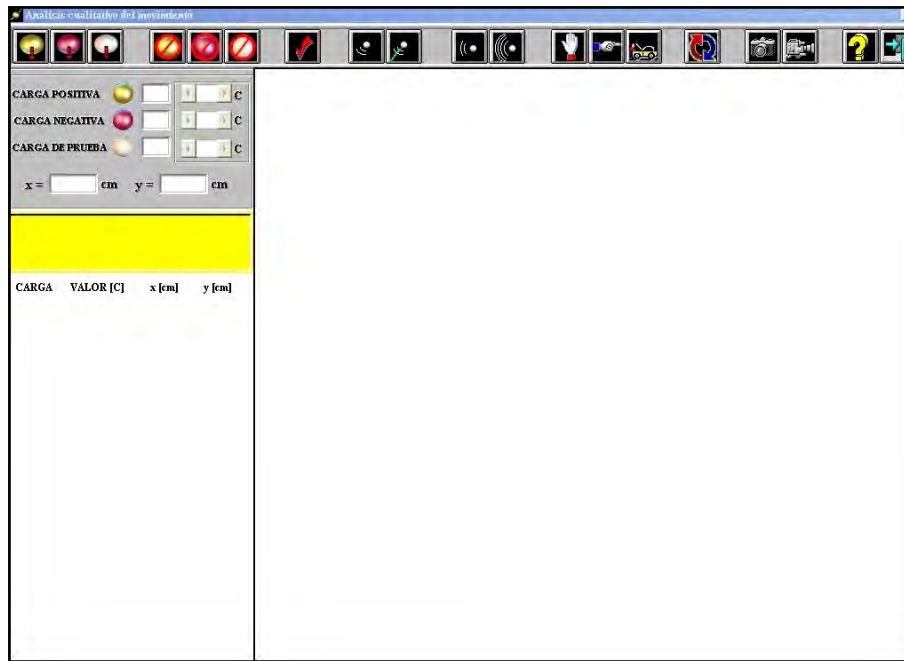
#### 2.1 ANALISIS CUALITATIVO DEL MOVIMIENTO

En esta sección se estudia, se analiza y se simula desde el punto de vista cualitativo el movimiento de una carga por la acción de fuerzas electrostáticas debidas a diferentes configuraciones de cargas.

Partiendo del menú principal de la fuerza electrostática, Fig. 2.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cualitativo del movimiento como se muestra en la Fig. 2.4.



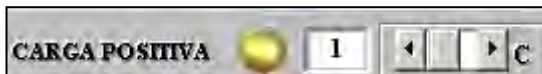
**Fig. 2.4** Menú principal de análisis cualitativo del movimiento.

Las funciones de los botones del menú principal del análisis cualitativo del movimiento se indican a continuación.



Pulsando este botón se adiciona una carga positiva.

Luego se le da un valor a la carga moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb.



Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

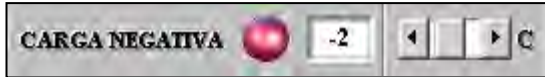


Pulsando este botón fija la carga positiva en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de -2 coulomb



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga negativa en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona la carga de prueba.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 2 coulomb.



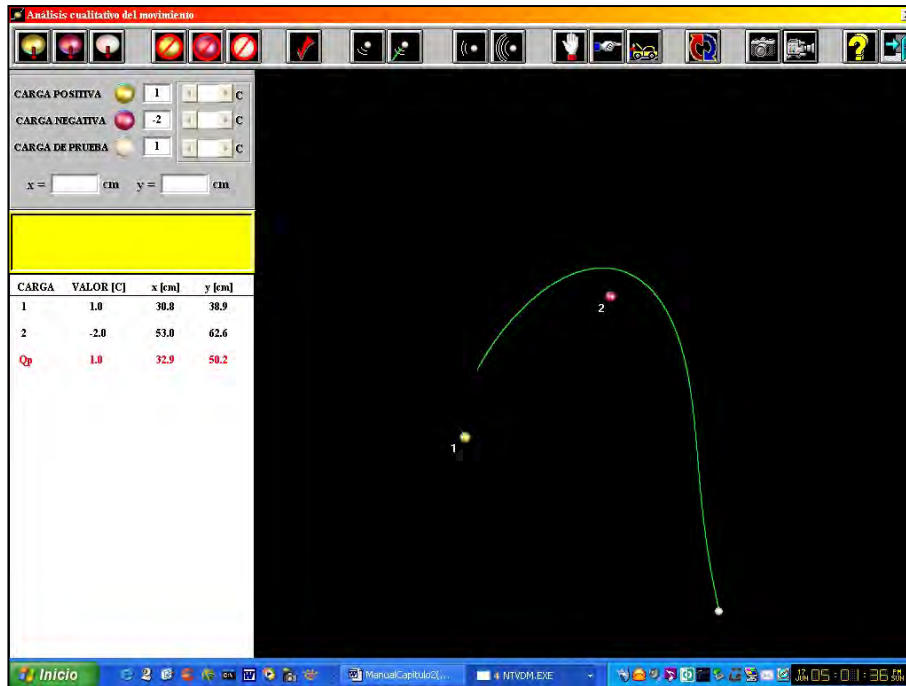
Seguido de esto, la carga de prueba estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga de prueba en el punto deseado de la pantalla.



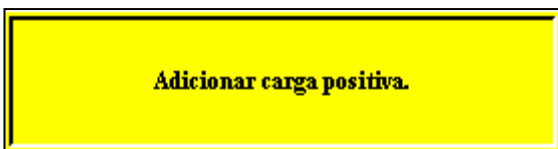
Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar; antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.



**Fig. 2.5** Ventana donde se observa el movimiento de la carga repueba debido a la influencia de las demás cargas.

El máximo de cargas puntuales que se pueden situar en la pantalla negra son veinte, pero para este ejemplo se situaron aleatoriamente tres cargas, una positiva, una negativa y la carga de prueba.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque botón está deshabilitado para ese momento.



Pulsando este botón se elige el movimiento de la carga de prueba sin que aparezca su trayectoria.



Pulsando este botón se elige el movimiento de la carga de prueba dejando el rastro de su trayectoria.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más lento.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más rápido.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa será la trayectoria.



Pulsando este botón detiene el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón continúa con el movimiento de la carga de prueba.



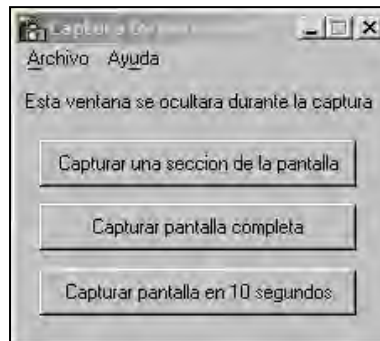
Pulsando este botón aborta el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



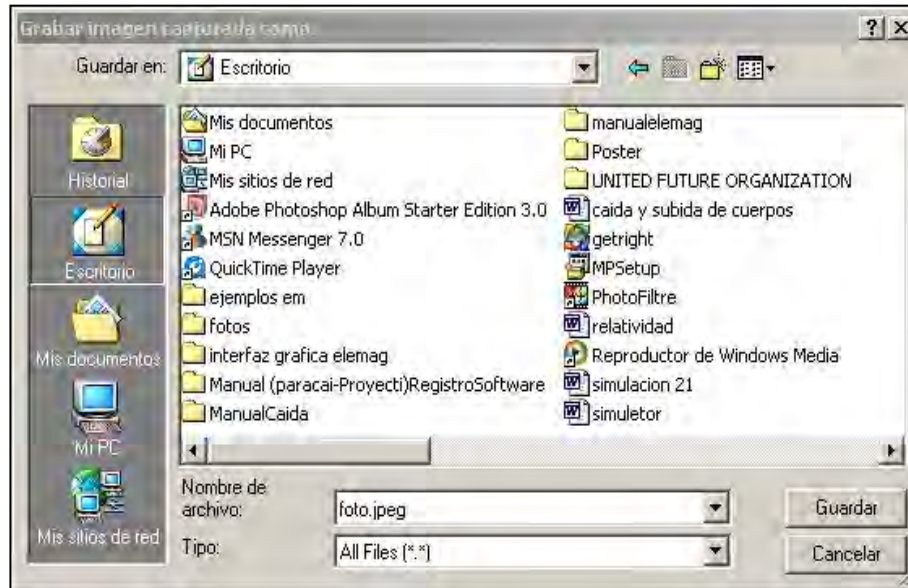
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el menú que se muestra en la Fig. 2.6.



**Fig. 2.6** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 2.7 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

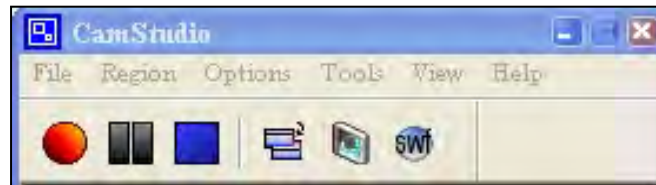


**Fig. 2.7** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que esté ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú:



**Fig. 2.8** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,



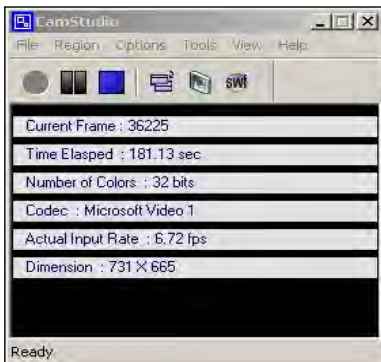
Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.



Para detener la grabación se hace doble click sobre el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).





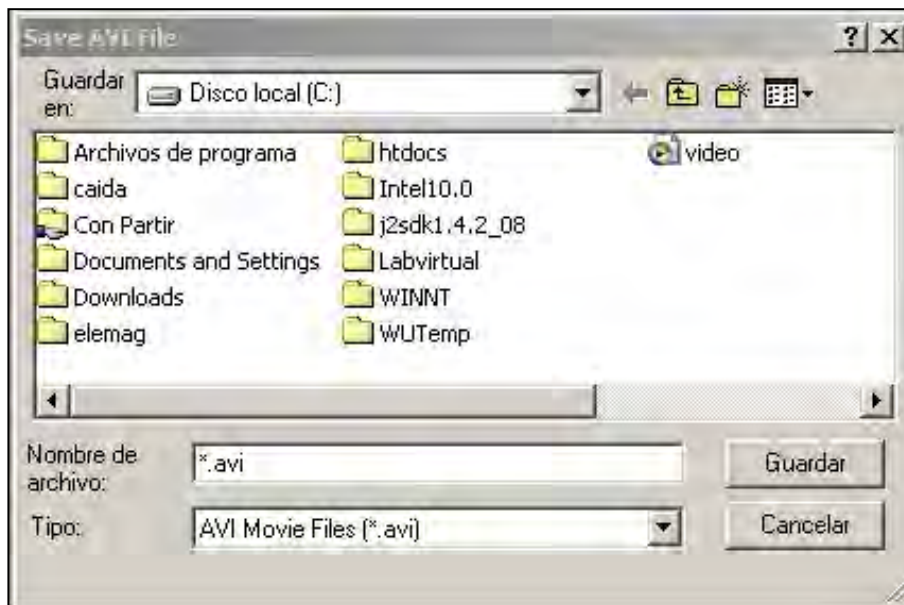
Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 2.9. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



**Fig. 2.9** Ventana para grabar un determinado evento.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de fuerza electrostática.

De nuevo en el menú principal de fuerza electrostática:

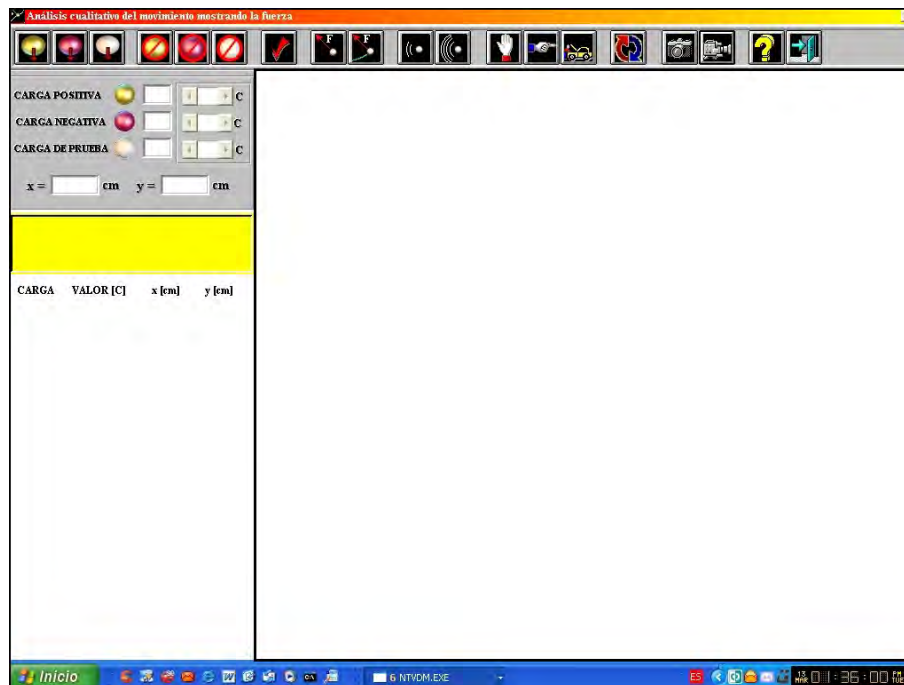
## 2.2 ANALISIS CUALITATIVO DEL MOVIMIENTO MOSTRANDO LA FUERZA

En esta sección se estudia, se analiza y se simula desde el punto de vista cualitativo el movimiento de una carga mostrando en todo momento la dirección de la fuerza total que se ejerce sobre ella debido a un sistema de cargas puntuales y su trayectoria.

Partiendo del menú principal de la fuerza electrostática, Fig. 2.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cualitativo del movimiento mostrando la fuerza, como se observa en la Fig. 2.10.



**Fig. 2.10** Menú principal de análisis cualitativo del movimiento mostrando la fuerza.



Pulsando este botón se adiciona una carga positiva.

Luego se le da un valor a la carga moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 8 coulomb.



Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga positiva en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de -5 coulomb



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

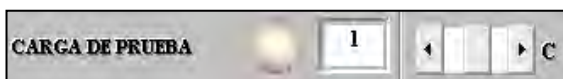


Pulsando este botón fija la carga negativa en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona la carga de prueba.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb



Seguido de esto, la carga de prueba estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse,

haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



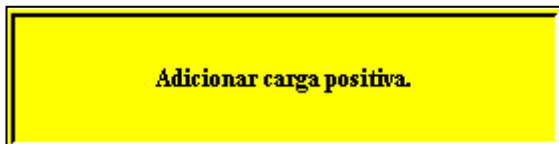
Pulsando este botón fija la carga de prueba en el punto deseado de la pantalla.

El máximo de cargas puntuales que se pueden situar en la pantalla negra son veinte, pero para este ejemplo se situaron aleatoriamente tres cargas, una positiva, una negativa y la carga de prueba.



Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar; antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque botón está deshabilitado para ese momento.



Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga de prueba sin trayectoria y mostrando en todo momento la fuerza electrostática sobre ella.



Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga de prueba con trayectoria y mostrando en todo momento la fuerza electrostática sobre ella, tal como se observa en la Fig. 2.11.

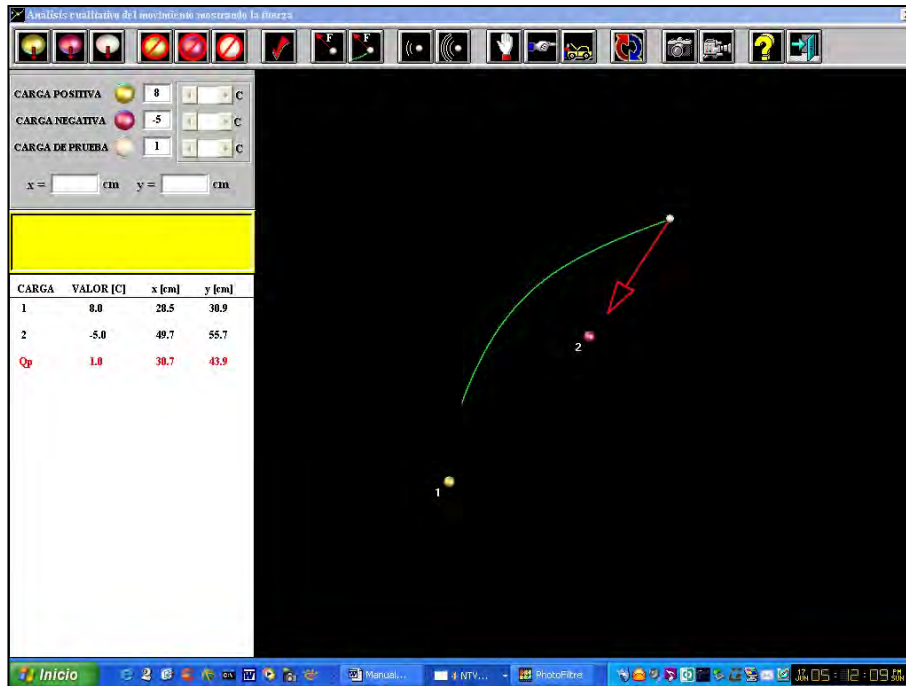


Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más lento.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más rápido.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa será la trayectoria.



**Fig. 2.11** Carga de prueba en movimiento mostrando la fuerza en todo instante sobre ella.



Pulsando este botón detiene el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón continúa con el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón aborta el movimiento de la carga de prueba.



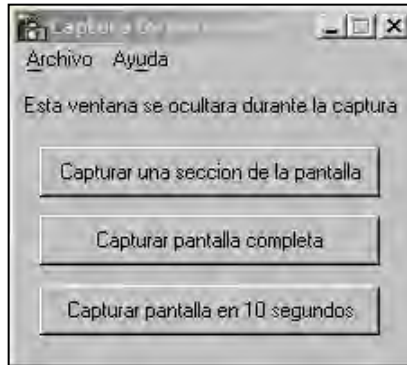
Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



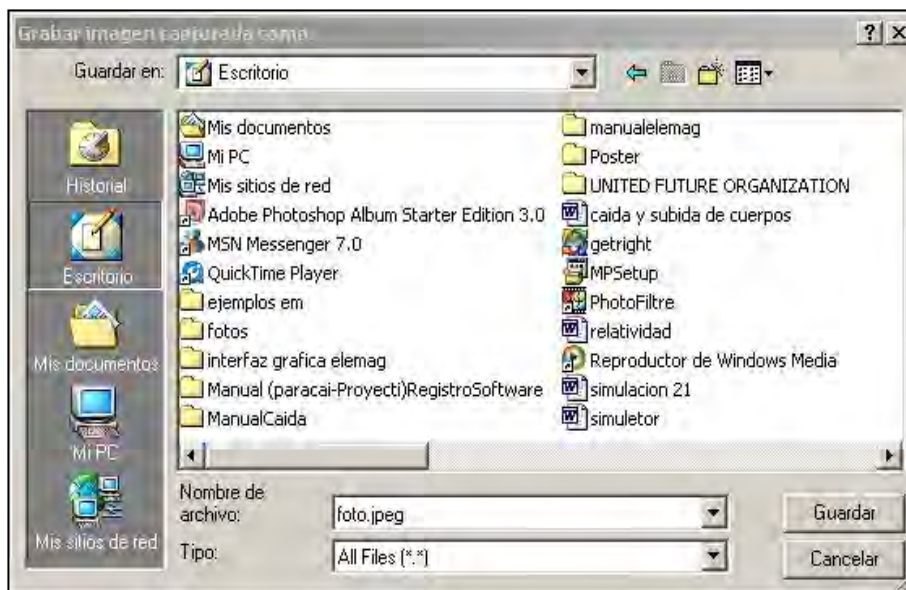
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 2.12.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 2.13 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.



**Fig. 2.12** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.



**Fig. 2.13** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

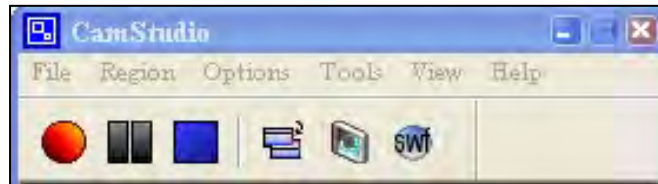
En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 2.14.

Para grabar se presiona el siguiente botón,





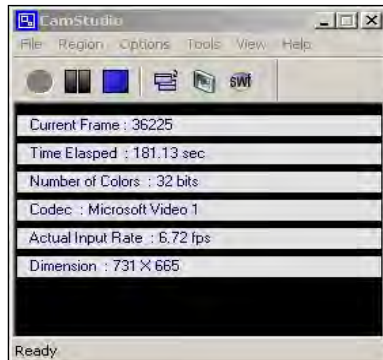
**Fig. 2.14** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.



Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 2.15. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de fuerza electrostática.





Fig. 2.15 Ventana para grabar un determinado evento.

De nuevo en el menú principal de la fuerza electrostática:

### 2.3 ANALISIS CUALITATIVO DEL MOVIMIENTO CON VELOCIDAD INICIAL Y MOSTRANDO LA FUERZA

En esta sección se estudia, se analiza y se simula desde el punto de vista cualitativo el movimiento de una carga de prueba a la cual se le imprime una velocidad inicial y mostrando en todo momento la dirección de la fuerza y si se quiere su trayectoria.

Partiendo del menú principal de la fuerza electrostática, Fig. 2.2.



Al presionar este botón se accede al análisis cualitativo del movimiento con velocidad inicial y mostrando la fuerza, Fig. 2.16.

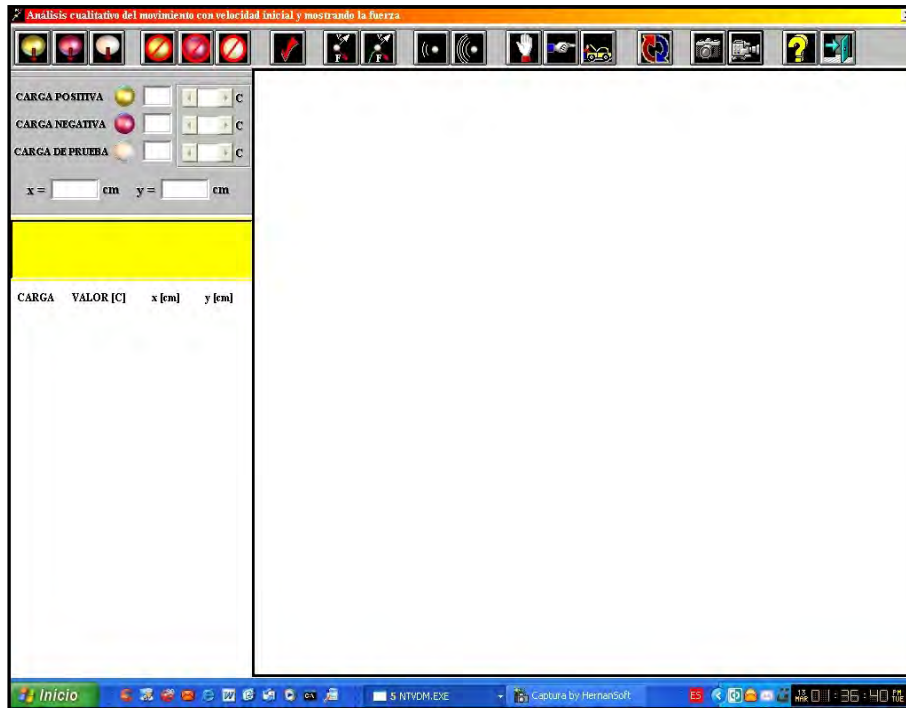


Pulsando este botón se adiciona una carga positiva.

Luego se le da un valor a la carga moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb.







**Fig. 2.16** Menú principal de análisis cualitativo del movimiento con velocidad inicial y mostrando la fuerza.

Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga positiva en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de -3 coulomb



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se

desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

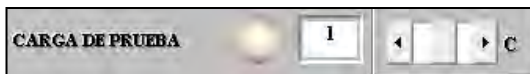


Pulsando este botón fija la carga negativa en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona la carga de prueba.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb



Seguido de esto, la carga de prueba estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



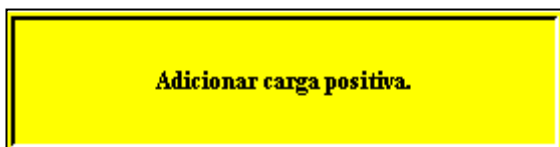
Pulsando este botón fija la carga de prueba en el punto deseado de la pantalla.

El máximo de cargas puntuales que se pueden situar en la pantalla negra son veinte, pero para este ejemplo se situaron aleatoriamente tres cargas, una positiva, una negativa y la carga de prueba.



Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar; antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque el botón está deshabilitado para ese momento.

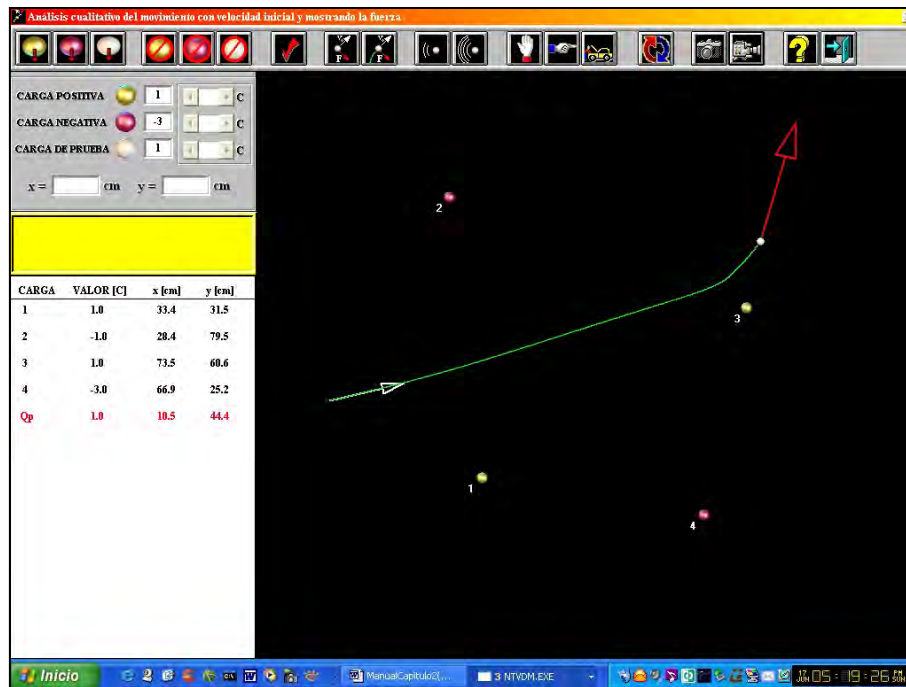




Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga sin trayectoria y mostrando en todo momento la fuerza electrostática sobre ella y a la cual se le ha comunicado una velocidad inicial. La longitud del vector velocidad es proporcional a la magnitud de ésta.



Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga con trayectoria y mostrando en todo momento la fuerza electrostática sobre ella y a la cual se le ha comunicado una velocidad inicial, Fig. 2.17. La longitud del vector velocidad es proporcional a la magnitud de ésta.



**Fig. 2.17** Análisis cualitativo del movimiento con una velocidad inicial aplicada a la carga de prueba.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más lento.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más rápido.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa será la trayectoria.



Pulsando este botón detiene el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón continúa con el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón aborta el movimiento de la carga de prueba.

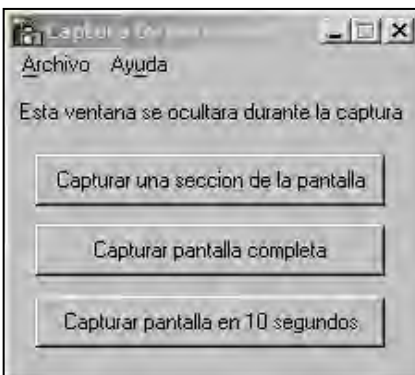


Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú que se ilustra en la Fig. 2.18.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.



**Fig. 2.18** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 2.19 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

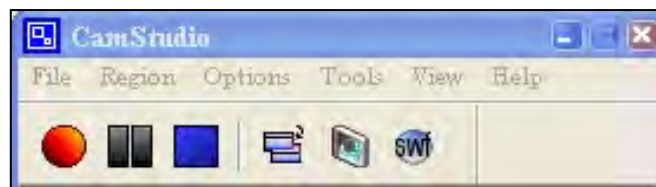
En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú como se observa en la Fig. 2.20.



**Fig. 2.19** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.



**Fig. 2.20** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,

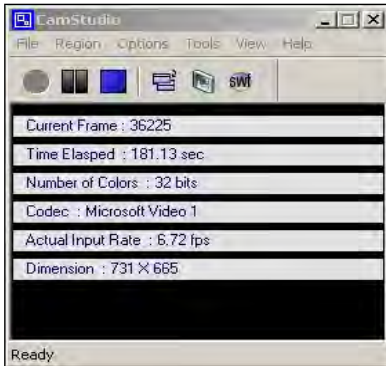




Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



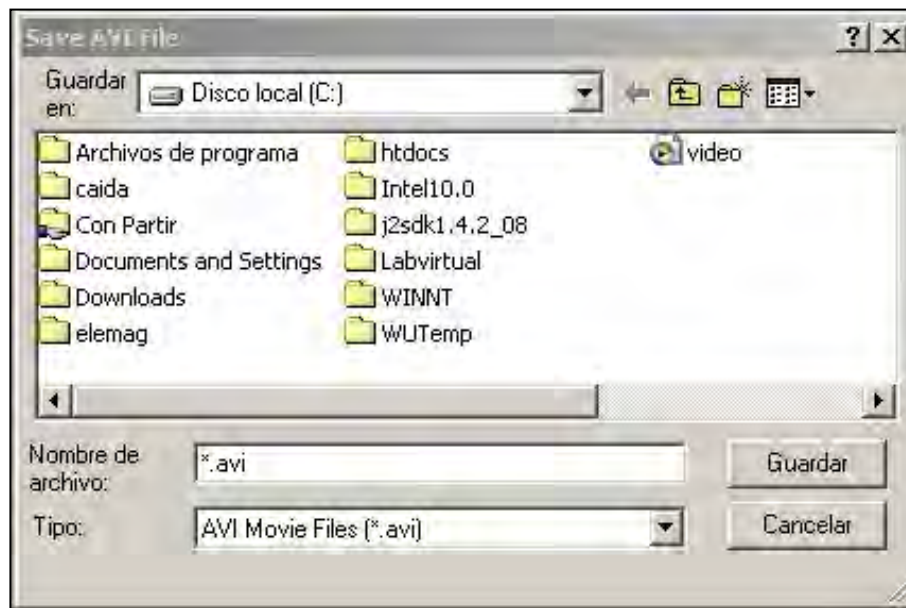
Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 2.21. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



**Fig. 2.21** Ventana para grabar un determinado evento.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de fuerza electrostática.

De nuevo en el menú principal de la fuerza electrostática:

## 2.4 ANALISIS CUALITATIVO DE LA FUERZA ELECTROSTATICA

En esta sección se estudia y se analiza la dirección de la fuerza electrostática sobre una carga de prueba en movimiento debido a un sistema de cargas siguiendo una trayectoria arbitraria dada por el mouse.

Partiendo del menú principal de la fuerza electrostática, Fig. 2.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cualitativo de la fuerza electrostática el cual se muestra en la Fig. 2.22.

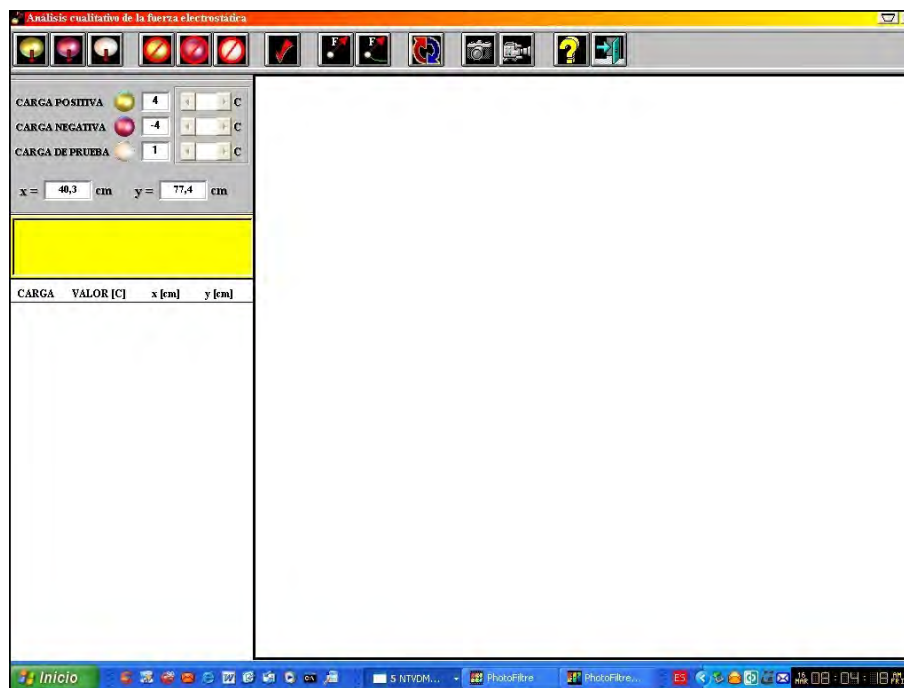


Fig 2.22 Menú principal de análisis cualitativo de la fuerza electrostática.



Pulsando este botón se adiciona una carga positiva.

Luego se le da un valor a la carga moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 4 coulomb.



Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en



cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

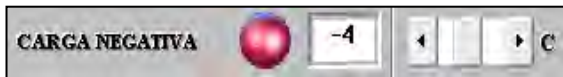


Pulsando este botón fija la carga positiva en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de -4 coulomb



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

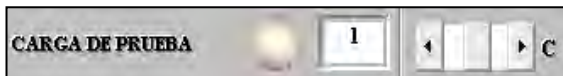


Pulsando este botón fija la carga negativa en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona la carga de prueba.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb



Seguido de esto, la carga de prueba estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.





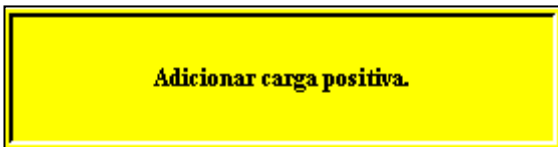
Pulsando este botón fija la carga de prueba en el punto deseado de la pantalla.

El máximo de cargas puntuales que se pueden situar en la pantalla negra son veinte, pero para este ejemplo se situaron aleatoriamente tres cargas, una positiva, una negativa y la carga de prueba.



Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar; antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque botón está deshabilitado para ese momento.



Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga sin trayectoria utilizando el mouse y mostrando en todo momento la fuerza electrostática sobre ella. Colocando el puntero sobre este botón el recuadro amarillo muestra la información de cómo efectuar tal operación.



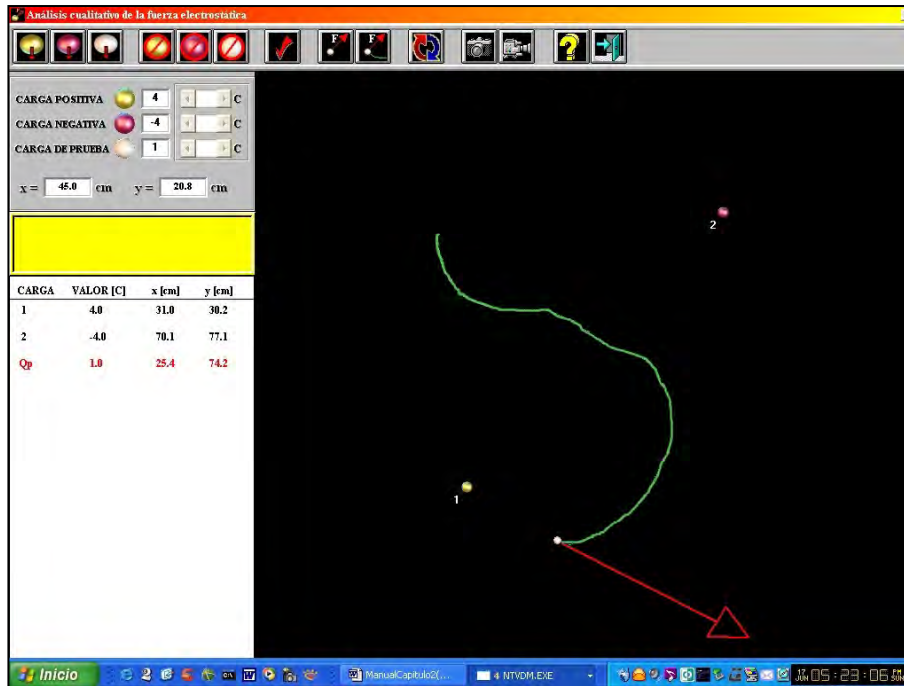
Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga con trayectoria utilizando el mouse y mostrando en todo momento la fuerza electrostática sobre ella, como se observa en la Fig. 2.23. Colocando el puntero sobre este botón el recuadro amarillo muestra la información de cómo efectuar tal operación.



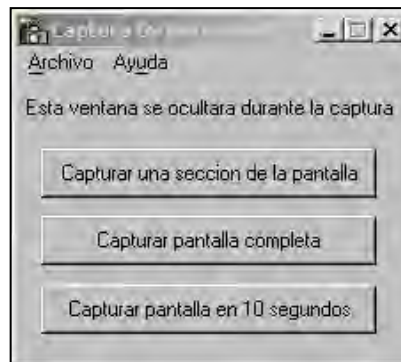
Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. El menú del programa se muestra en la Fig. 2.24.



**Fig. 2.23** Movimiento de una carga puntual de prueba utilizando el mouse, aquí se muestra la trayectoria y la fuerza que actúa sobre la carga.

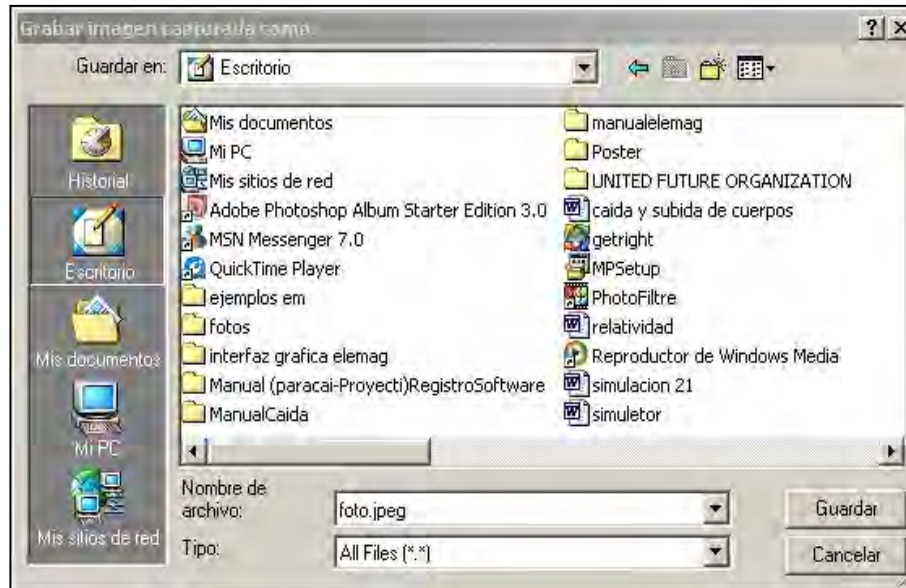


**Fig. 2.24** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 2.25 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

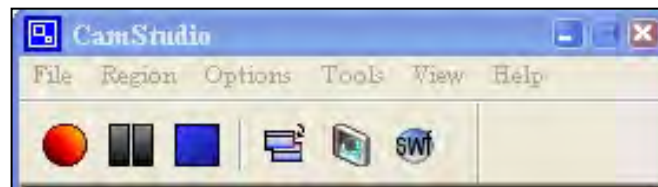
En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



**Fig. 2.25** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el menú que se muestra en la Fig. 2.26.



**Fig. 2.26** Ventana donde se muestra el menú del programa "CamStudio" para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,

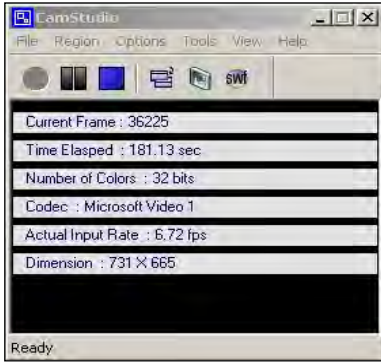




Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



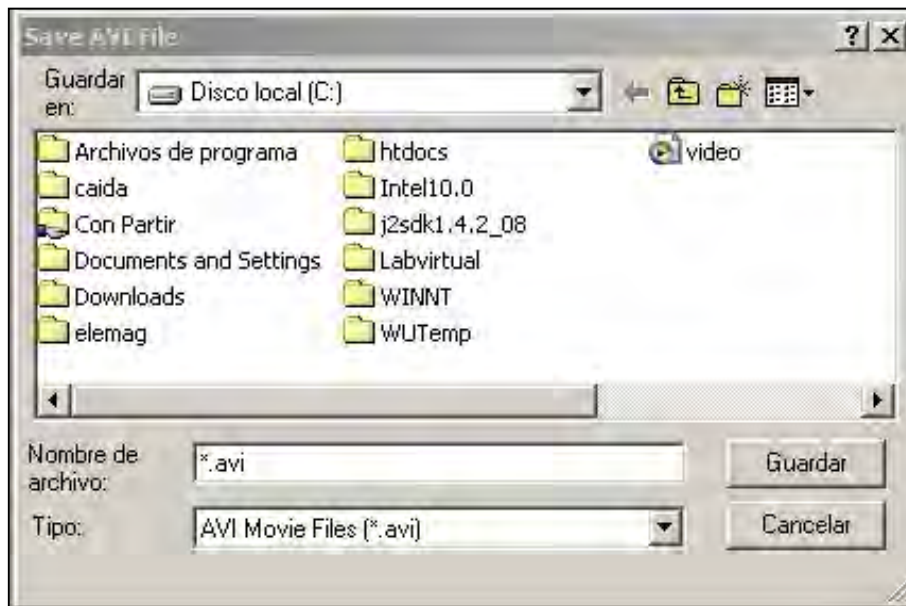
Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 2.27. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



**Fig. 2.27** Ventana para grabar un determinado evento.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de fuerza electrostática.

De nuevo en el menú principal de la fuerza electrostática:

## 2.5 ANALISIS CUANTITATIVO DEL LA FUERZA ELECTROSTATICA

En esta sección se estudia y calcula la fuerza electrostática sobre una carga debido a una configuración de cargas colocadas en el espacio.

Partiendo del menú principal de la fuerza electrostática, Fig. 2.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cuantitativo de la fuerza electrostática.

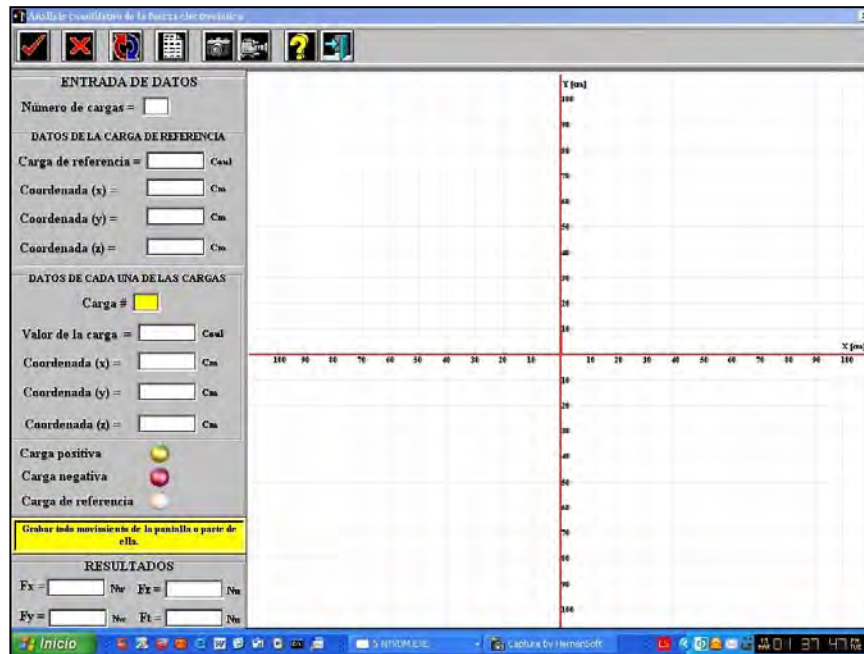


Fig. 2.28 Menú principal de análisis cuantitativo de la fuerza electrostática.

En este menú se varía un poco la dinámica del programa ya que, en las secciones anteriores se mostraban las cualidades del movimiento, en este menú se muestra de una manera cuantitativa la fuerza electrostática.

En este caso, para situar las cargas en la pantalla y darles un valor se procede introduciendo primero el número de cargas que van a intervenir. Después de introducir cada dato en la caja de texto se debe pulsar la tecla < ENTER >.



Luego se introducen los datos de la carga de referencia ( aquella sobre la cual va a actuar la fuerza debida a las demás ), el valor de la carga se introduce en la caja de texto y luego se pulsa la tecla <ENTER>, se recomienda que el valor sea en forma exponencial, por ejemplo, 2e-6, sin embargo, el usuario le puede dar un valor cualquiera tanto positivo como negativo.

Las coordenadas tienen un valor en centímetros desde -100 hasta 100, tanto en el eje X, en el eje Y, como en el eje Z. Después de introducir cada coordenada en la caja de texto se debe pulsar la tecla <ENTER>.

DATOS DE LA CARGA DE REFERENCIA		
Carga de referencia =	<input type="text" value="3e-6"/>	Coul
Coordenada (x) =	<input type="text" value="-46"/>	Cm
Coordenada (y) =	<input type="text" value="56"/>	Cm
Coordenada (z) =	<input type="text" value="-56"/>	Cm

Seguido de esto, se introducen los datos de las demás cargas, para las cargas negativas se antepone el signo menos (-) al introducir el valor y para las cargas positivas no es necesario adicionar signo.

No olvidar que cada vez que se introduzca un dato, debe pulsar la tecla <ENTER>.

DATOS DE CADA UNA DE LAS CARGAS		
Carga #	<input type="text" value="2"/>	
Valor de la carga =	<input type="text" value="-2e-6"/>	Coul
Coordenada (x) =	<input type="text" value="36"/>	Cm
Coordenada (y) =	<input type="text" value="-78"/>	Cm
Coordenada (z) =	<input type="text" value="-27"/>	Cm



Pulsando este botón ejecuta el cálculo de la fuerza electrostática una vez se haya introducido todos los datos de las cargas, como se muestra en la Fig. 2.29.

Los resultados se presentan de la siguiente manera:

RESULTADOS					
$F_x =$	<input type="text" value="-12.30E-04"/>	Nw	$F_z =$	<input type="text" value="-54.73E-04"/>	Nw
$F_y =$	<input type="text" value="-56.42E-04"/>	Nw	$F_t =$	<input type="text" value="79.56E-04"/>	Nw



Pulsando este botón cancela todos los datos introducidos antes de ejecutar el cálculo de la fuerza electrostática.





**Fig. 2.29** Análisis cuantitativo de la fuerza electrostática sobre la carga de referencia debido a las dos cargas puntuales.



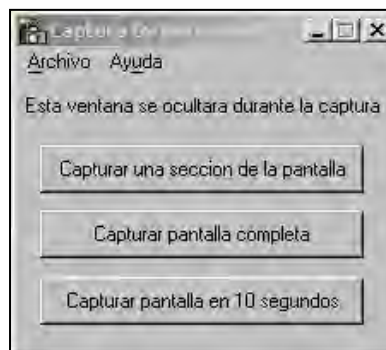
Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a ejecutar otro cálculo para una nueva configuración de cargas.



Pulsando este botón muestra la lista donde están consignados todos los valores de cargas y sus coordenadas para cada una de las partículas.



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. El menú del programa se muestra en la Fig. 2.30.

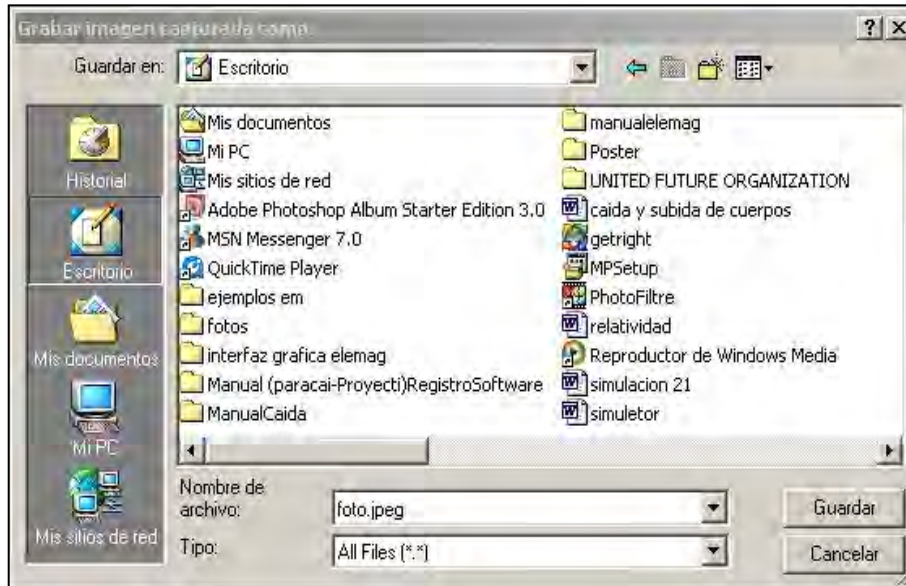


**Fig. 2.30** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 2.31 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



**Fig. 2.31** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú:



**Fig. 2.32** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,



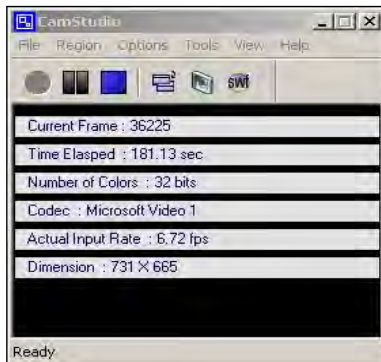
Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.





Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).

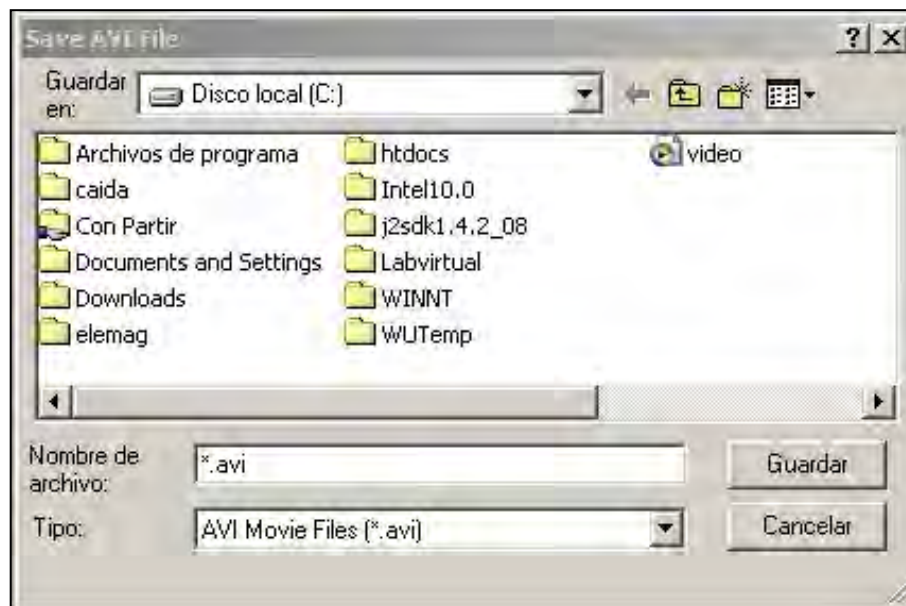


Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 2.33. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 2.33** Ventana para grabar un determinado evento.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de fuerza electrostática.

De nuevo en el menú principal de fuerza electrostática:

## 2.6 ANALISIS CUANTITATIVO DEL MOVIMIENTO

En esta sección se estudia y se analiza el movimiento de una carga que se mueve por la acción de una fuerza electrostática debido a una configuración de cargas mostrando todos los valores cinemáticos y dinámicos de la carga de prueba en movimiento. Es una mezcla de todos los anteriores, ya que se puede visualizar el movimiento de una partícula pero además describe numéricamente lo que le sucede y que fuerzas actúan sobre ésta en todo momento de su movimiento.

Partiendo del menú principal de fuerza electrostática, Fig. 2.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cuantitativo del movimiento como se muestra en la Fig. 2.34

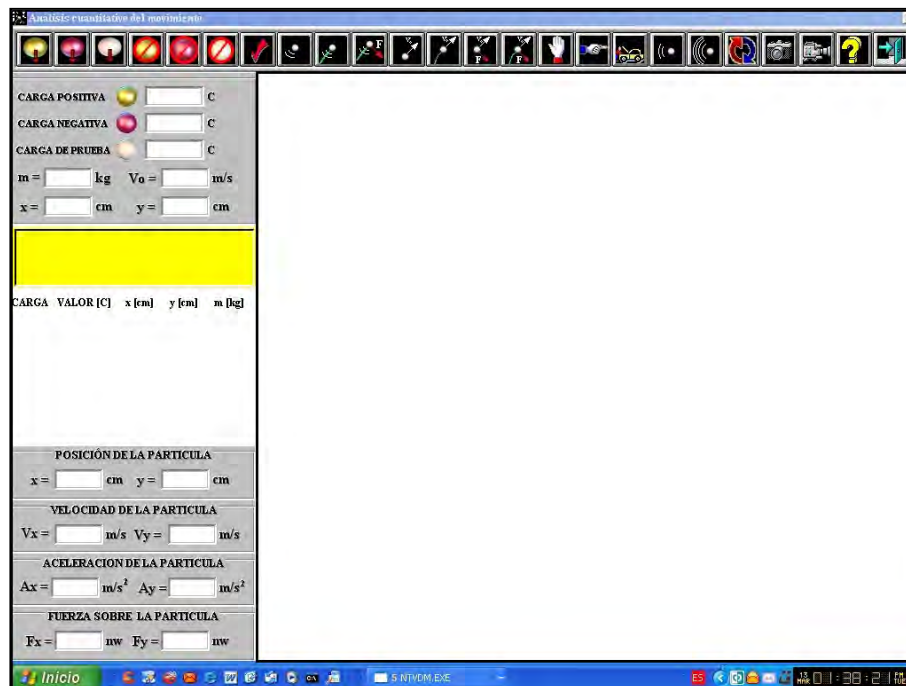



Fig 2.34 Menú principal de análisis cuantitativo del movimiento.

Para colocar las cargas puntuales, se presiona el botón correspondiente a la carga



positiva o a la carga negativa  , automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga para introducir el valor numérico de ella, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo: 2e-6 que significa  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>.

CARGA POSITIVA		<input type="text" value="2e-6"/>	C		
CARGA NEGATIVA		<input type="text"/>	C		
CARGA DE PRUEBA		<input type="text"/>	C		
m =	<input type="text"/>	kg	V <sub>0</sub> = <input type="text"/>	m/s	
x =	<input type="text"/>	cm	y =	<input type="text"/>	cm

Seguido de lo anterior, la carga estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga en la pantalla negra en un punto determinado.

Por último se debe colocar la carga de prueba pulsando el botón correspondiente a la



carga de prueba , automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga de prueba para introducir el valor numérico de ella que puede ser positiva o negativa, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo: 2e-6 que significa  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>. A continuación se habilita la caja de texto para introducir el valor de la masa de la carga de prueba por ejemplo 0.2 después de esto se presiona la tecla <ENTER>. Seguido de lo anterior, la carga estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse.

CARGA POSITIVA		<input type="text" value="2e-6"/>	C		
CARGA NEGATIVA		<input type="text" value="3e-6"/>	C		
CARGA DE PRUEBA		<input type="text" value="-2e-6"/>	C		
m =	<input type="text" value="0.2"/>	kg	V <sub>0</sub> = <input type="text" value="79.1E2"/>	m/s	
x =	<input type="text"/>	cm	y =	<input type="text"/>	cm

Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga en la pantalla negra en un punto determinado.

Cabe anotar que si se introduce una carga negativa, no se debe poner el signo menos (-) antes del valor, esto ya está implícito en el programa. Si la carga de prueba es negativa sí se debe colocar el signo negativo (-).



Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón pone en movimiento la carga de prueba sin trayectoria.



Pulsando este botón pone en movimiento la carga de prueba con trayectoria.



Pulsando este botón pone en movimiento la carga de prueba con trayectoria y mostrando en todo momento la fuerza electrostática.



Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga con una velocidad inicial. La longitud del vector velocidad es proporcional a la magnitud de ésta.



Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga con una velocidad inicial y mostrando la trayectoria seguida. La longitud del vector velocidad es proporcional a la magnitud de ésta.



Pulsando este botón pone en movimiento sin trayectoria la carga de prueba a la cual se le imprime una velocidad inicial y mostrando en todo momento la fuerza electrostática. La longitud del vector velocidad es proporcional a la magnitud de ésta.

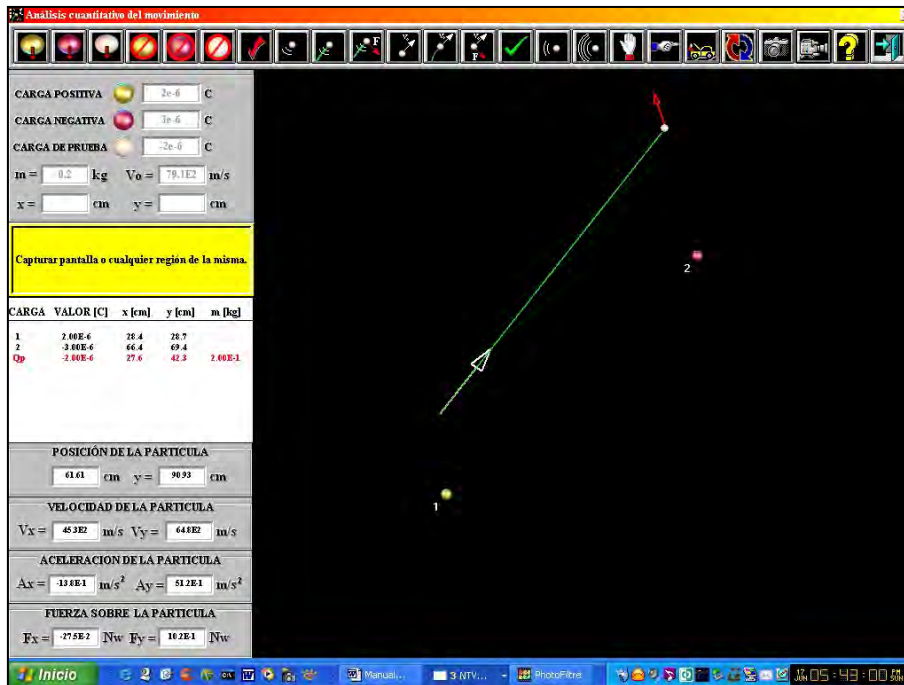


Pulsando este botón pone movimiento con trayectoria la carga de prueba a la cual se le imprime una velocidad inicial y mostrando en todo momento la fuerza electrostática. La longitud del vector velocidad es proporcional a la magnitud de ésta.



Este botón solo aparece cuando se ha pulsado cualquiera de los cuatro botones anteriores y se debe pulsar cuando ya se ha colocado el vector velocidad inicial de la carga de prueba para que comience el movimiento.

En la Fig. 2.35 se observa el movimiento de la partícula mostrando su trayectoria, dirección de la fuerza electrostática sobre ella y en todo instante muestra los valores dinámicos de ésta.



**Fig 2.35** Análisis cuantitativo del movimiento con una velocidad inicial aplicada a la partícula.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más lento.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más rápido.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa será la trayectoria.



Pulsando este botón detiene el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón continúa con el movimiento de la carga de prueba.



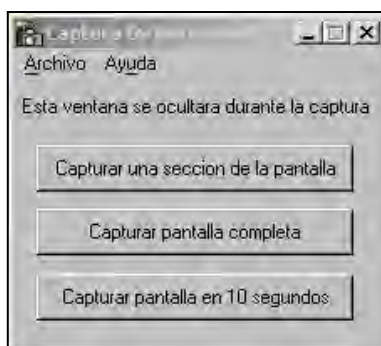
Pulsando este botón aborta el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú:



**Fig. 2.36** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

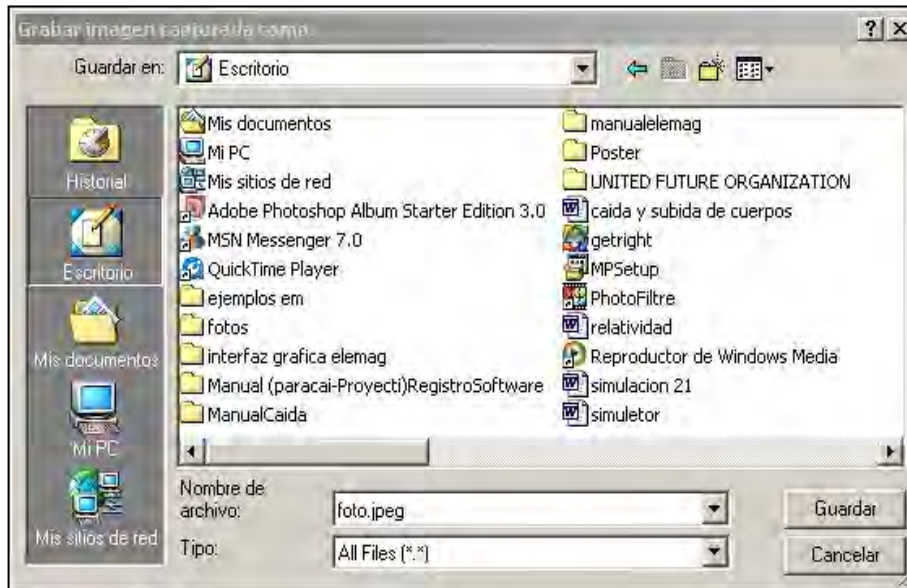
Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 2.37 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.

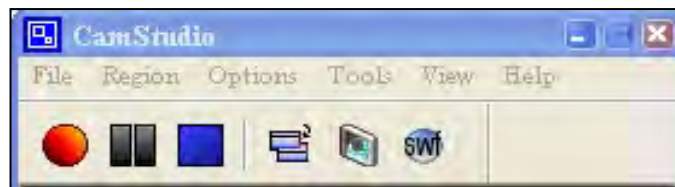


Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 2.38.





**Fig. 2.37** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.



**Fig. 2.38** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,

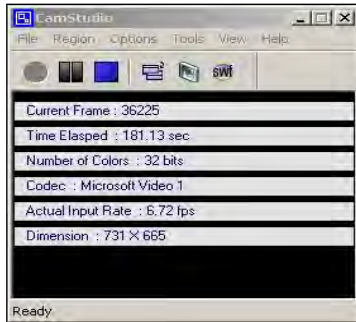




Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



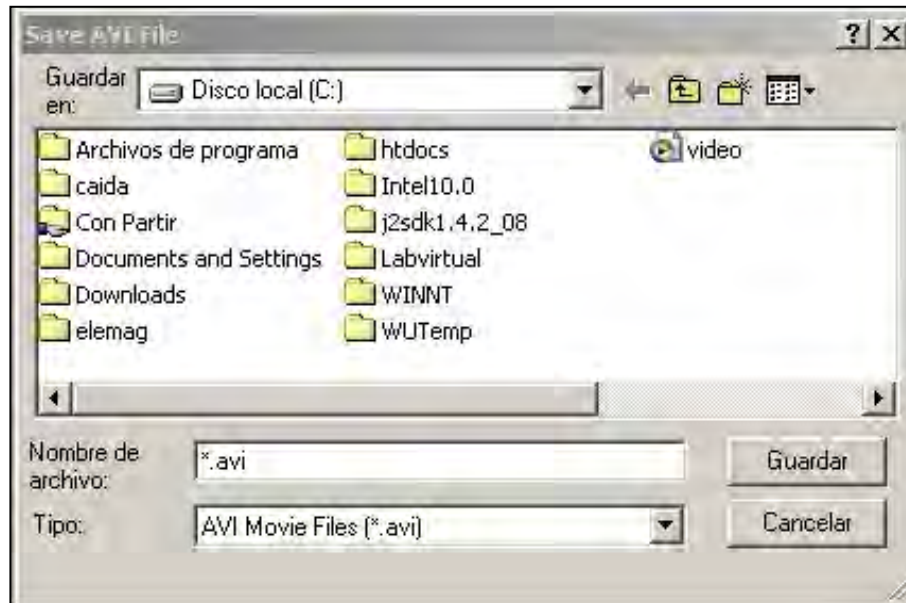
Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 2.39. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



**Fig. 2.39** Ventana para grabar un determinado evento.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de fuerza electrostática.



De nuevo en el menú principal de fuerza electrostática:

## 2.7 ANALISIS CUANTITATIVO DEL LA FUERZA EN 3D

En esta sección se determina el valor de la fuerza electrostática sobre una carga debido a una configuración de cargas en 3D.

Partiendo del menú principal de la fuerza electrostática, Fig. 2.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cuantitativo de la fuerza electrostática en 3D.

Esta opción es muy parecida al análisis cuantitativo de la fuerza, pero con la gran diferencia que tanto sus coordenadas como sus gráficos se encuentran en tercera dimensión como se observa en la Fig. 2.40.

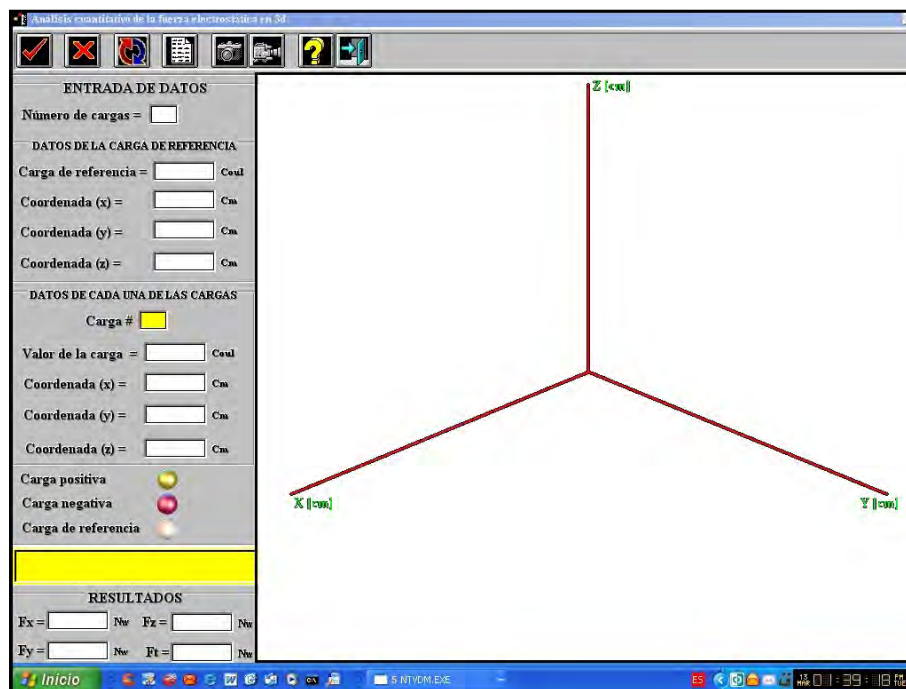


Fig. 2.40 Menú principal de análisis cuantitativo de la fuerza electrostática en 3D.

En este caso, para situar las cargas en la pantalla y darles un valor se procede introduciendo primero el número de cargas que van a intervenir. Después de introducir cada dato en la caja de texto se debe pulsar la tecla < ENTER >.



Luego se introducen los datos de la carga de referencia ( aquella sobre la cual va a actuar la fuerza debida a las demás ), el valor de la carga se introduce en la caja de texto y luego se pulsa la tecla <ENTER>, se recomienda que el valor sea en forma exponencial, por ejemplo, 2e-6, sin embargo, el usuario le puede dar un valor cualquiera tanto positivo como negativo.

Las coordenadas tienen un valor en centímetros desde -100 hasta 100, tanto en el eje X, en el eje Y, como en el eje Z. Después de introducir cada coordenada en la caja de texto se debe pulsar la tecla <ENTER>.

DATOS DE LA CARGA DE REFERENCIA		
Carga de referencia =	<input type="text" value="1e-5"/>	Coul
Coordenada (x) =	<input type="text" value="-46"/>	Cm
Coordenada (y) =	<input type="text" value="56"/>	Cm
Coordenada (z) =	<input type="text" value="78"/>	Cm

Seguido de esto, se introducen los datos de las demás cargas, para las cargas negativas se antepone el signo menos (-) al introducir el valor y para las cargas positivas no es necesario adicionar signo.

No olvidar que cada vez que se introduzca un dato, debe pulsar la tecla <ENTER>.

DATOS DE CADA UNA DE LAS CARGAS		
Carga #	<input type="text" value="1"/>	
Valor de la carga =	<input type="text" value="1.5e-6"/>	Coul
Coordenada (x) =	<input type="text" value="34"/>	Cm
Coordenada (y) =	<input type="text" value="-78"/>	Cm
Coordenada (z) =	<input type="text" value="34"/>	Cm



Cuando se termine de entrar todo los datos de las cargas se procede a pulsar este botón para ejecutar al cálculo de la fuerza electrostática en 3D, como se muestra en la Fig. 2.41.

Los resultados se presentan de la siguiente manera,

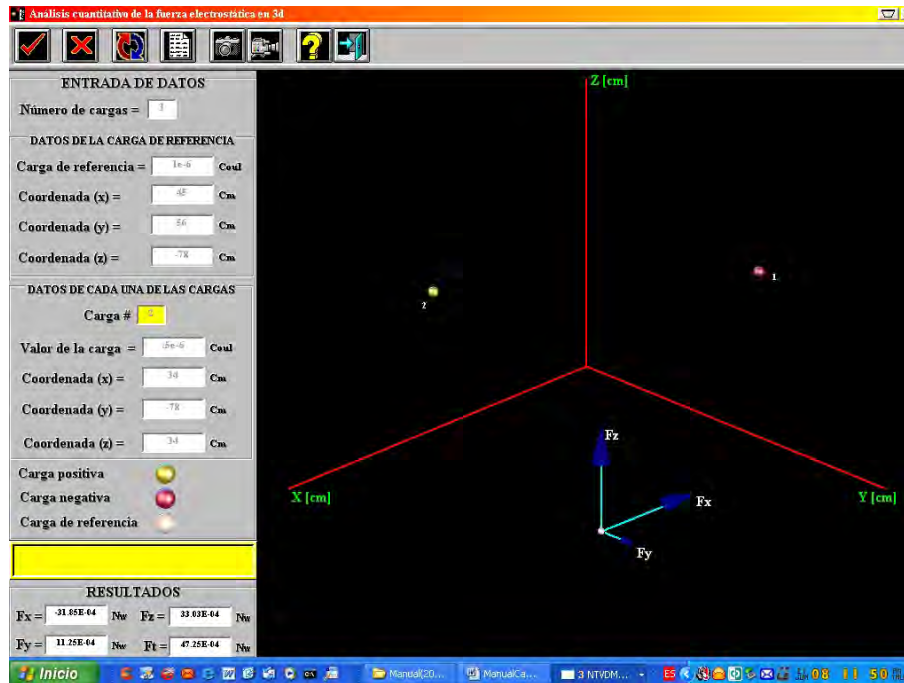
RESULTADOS					
F <sub>x</sub> =	<input type="text" value="-31.85E-04"/>	Nw	F <sub>z</sub> =	<input type="text" value="33.03E-04"/>	Nw
F <sub>y</sub> =	<input type="text" value="11.25E-04"/>	Nw	F <sub>t</sub> =	<input type="text" value="47.25E-04"/>	Nw



Pulsando este botón cancela los datos introducidos antes de ejecutarse el cálculo de la fuerza electrostática.



Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a efectuar otro cálculo con otra configuración.



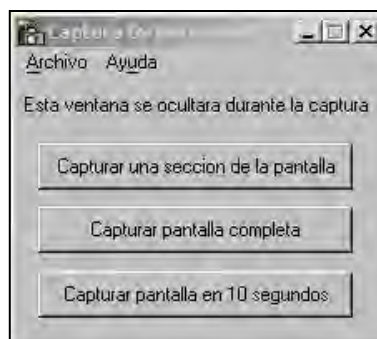
**Fig. 2.41** Vectores de fuerza de un análisis cuantitativo de la fuerza electrostática en 3D.



Pulsando este botón muestra la lista donde están consignados todos los valores de cargas y sus coordenadas para cada una de las cargas.



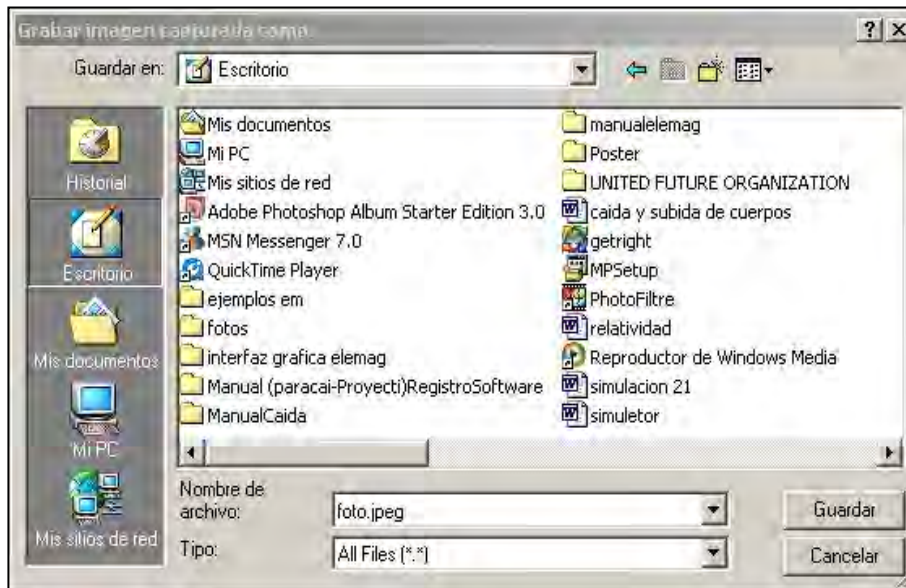
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 2.42.



**Fig. 2.42** Ventana donde se muestra el menú del programa "Captura".

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 2.43 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

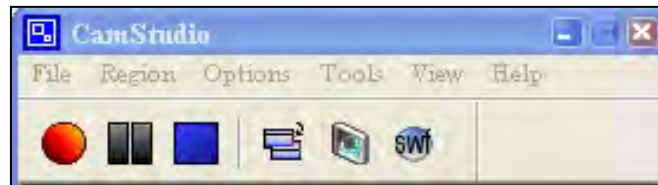


**Fig. 2.43** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después e pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú:



**Fig. 2.44** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,

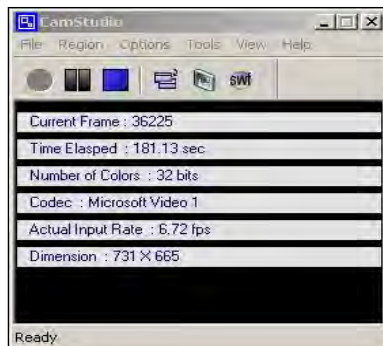




Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).

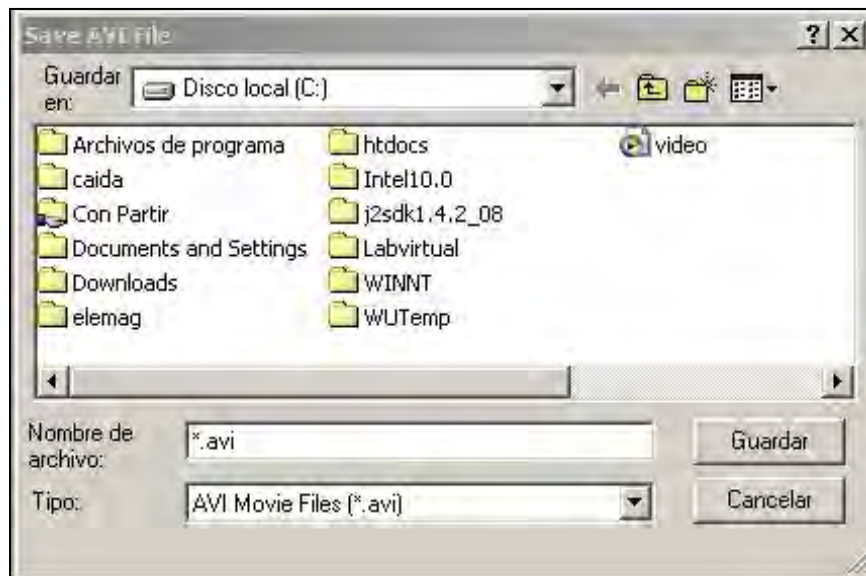


Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente. Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 2.45.

Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 2.45** Ventana para grabar un determinado evento.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de fuerza electrostática.

## 2.8 TABULACION DE PUNTOS PARA LA ECUACION DE LA TRAYECTORIA

En esta sección se estudia y se analiza el movimiento de una carga que se mueve por la acción de una fuerza electrostática debido a una configuración de cargas, mostrando todos los valores cinemáticos y dinámicos de la carga de prueba en movimiento; además permite guardar en un archivo los valores cinemáticos y dinámicos de la carga en todo momento de su trayectoria para luego determinar a través de un programa especial una ecuación aproximada de la trayectoria utilizando los valores de la posición de la partícula durante su movimiento.

Partiendo del menú principal de fuerza electrostática, Fig. 2.2.




Al presionar este botón se accede al menú principal de tabulación de puntos para la ecuación de la trayectoria, como se muestra en la Fig. 2.46.

**Fig.2.46** Menú principal de tabulación de puntos para la ecuación de la trayectoria.



Para colocar las cargas puntuales, se presiona el botón correspondiente a la carga



positiva o a la carga negativa  , automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga para introducir el valor numérico de ella, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo:  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>.

Seguido de lo anterior, la carga estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.






Pulsando este botón fija la carga en la pantalla negra en un punto determinado.

Por último se debe colocar la carga de prueba pulsando el botón correspondiente a la



carga de prueba , automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga de prueba para introducir el valor numérico de ella que puede ser positiva o negativa, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo:  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>. A continuación se habilita la caja de texto para introducir el valor de la masa de la carga de prueba el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo:  $1 \times 10^{-5}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>. Seguido de lo anterior, la carga estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra, pero para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse.

CARGA POSITIVA		<input type="text" value="2e-6"/>	C		
CARGA NEGATIVA		<input type="text" value="3e-6"/>	C		
CARGA DE PRUEBA		<input type="text" value="2e-6"/>	C		
m =	<input type="text" value="1e-5"/>	kg	V <sub>0</sub> = <input type="text"/>	m/s	
x =	<input type="text"/>	cm	y =	<input type="text"/>	cm

Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga en la pantalla negra en un punto determinado.

Cabe anotar que si se introduce una carga negativa, no se debe poner el signo menos (-) antes del valor, esto ya está implícito en el programa. Si la carga de prueba es negativa sí se debe colocar el signo negativo (-).



Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón pone en movimiento la carga de prueba con trayectoria.

En la Fig. 2.47 se observa el movimiento de la partícula mostrando su trayectoria en todo instante muestra los valores cinemáticos y dinámicos de ésta.

Time [s]	x [cm]	y [cm]	Vx [m/s]	Vy [m/s]	Ax [m/s <sup>2</sup> ]	Ay [m/s <sup>2</sup> ]
20.0E-08	29.19E02	36.23E02	19.33E-02	97.61E-02	92.04E03	46.57E04
30.0E-08	29.19E02	36.23E02	42.8E-02	21.66E-01	92.04E03	46.57E04
31.0E-07	29.19E02	36.23E02	32.4E-01	16.39E00	92.04E03	46.57E04
32.0E-07	29.19E02	36.23E02	61.44E-01	31.09E00	92.05E03	46.57E04
33.0E-07	29.2E02	36.24E02	91.41E-01	46.24E00	92.07E03	46.56E04
33.91E-06	29.2E02	36.24E02	15.04E00	76.06E00	92.09E03	46.54E04
34.01E-06	29.21E02	36.29E02	46.41E00	23.35E01	92.68E03	46.14E04
34.11E-06	29.23E02	36.4E02	78.19E00	38.92E01	93.9E03	45.32E04
34.2E-05	29.31E02	36.78E02	14.01E01	67.78E01	95.7E03	44.13E04
34.21E-05	30.49E02	41.46E02	54.29E01	18.34E02	14.36E04	25.7E04
34.22E-05	33.57E02	49.06E02	12.74E02	24.79E02	29.95E04	13.17E04
34.32E-06	34.03E02	49.92E02	13.91E02	25.15E02	35.52E04	92.93E03
35.23E-07	34.12E02	50.08E02	14.15E02	25.2E02	36.41E04	85.74E03
36.23E-07	34.17E02	50.17E02	14.28E02	25.23E02	36.75E04	82.98E03
37.23E-07	34.23E02	50.27E02	14.42E02	25.26E02	37.09E04	80.06E03
38.23E-07	34.28E02	50.36E02	14.56E02	25.29E02	37.45E04	76.99E03
39.23E-07	34.34E02	50.46E02	14.71E02	25.32E02	37.82E04	73.77E03
40.23E-07	34.4E02	50.56E02	14.86E02	25.35E02	38.2E04	70.37E03
41.23E-07	34.46E02	50.66E02	15.01E02	25.38E02	38.6E04	66.8E03
42.23E-07	34.52E02	50.77E02	15.18E02	25.41E02	39.01E04	63.04E03
43.23E-07	34.59E02	50.88E02	15.34E02	25.43E02	39.42E04	59.08E03
44.23E-07	34.65E02	50.99E02	15.52E02	25.46E02	39.86E04	54.92E03
45.23E-07	34.72E02	51.1E02	15.7E02	25.48E02	40.3E04	50.53E03
46.23E-07	34.8E02	51.22E02	15.88E02	25.5E02	40.75E04	45.92E03
47.23E-07	34.87E02	51.34E02	16.07E02	25.52E02	41.22E04	41.95E03
48.23E-07	34.95E02	51.46E02	16.27E02	25.54E02	41.7E04	37.93E03
49.23E-07	35.03E02	51.59E02	16.48E02	25.56E02	42.19E04	33.94E03
50.23E-07	35.11E02	51.71E02	16.69E02	25.57E02	42.69E04	29.95E03
51.23E-07	35.2E02	51.84E02	16.91E02	25.58E02	43.2E04	25.96E03
52.23E-07	35.29E02	51.98E02	17.13E02	25.59E02	43.72E04	21.97E03
53.23E-07	35.38E02	52.11E02	17.36E02	25.6E02	44.25E04	17.98E03
54.23E-07	35.47E02	52.25E02	17.6E02	25.6E02	44.79E04	13.99E03
55.23E-07	35.57E02	52.39E02	17.85E02	25.59E02	45.33E04	9.99E03
56.23E-07	35.67E02	52.53E02	18.11E02	25.59E02	45.88E04	5.99E03
57.23E-07	35.77E02	52.68E02	18.37E02	25.57E02	46.44E04	1.99E03
58.23E-07	35.88E02	52.82E02	18.64E02	25.56E02	46.99E04	-2.00E03

Fig 2.47 Trayectoria de la carga mostrando los valores cinemáticos y dinámicos que a su vez se están guardando en una tabla.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más lento.





Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más rápido.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa será la trayectoria.



Pulsando este botón detiene el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón continúa con el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón aborta el movimiento de la carga de prueba.



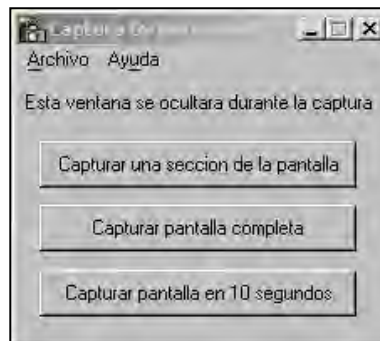
Pulsando este botón se accede a una tabla donde están consignados los valores cinemáticos y dinámicos de la partícula durante su movimiento. En la citada tabla trae un menú en donde tiene dos opciones: Imprimir la lista de los valores mostrados en la tabla o imprimir una lista que se encuentra en un archivo anteriormente guardado. La otra opción del menú es la de guardar en un archivo la tabla de valores mostrada en pantalla.



Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



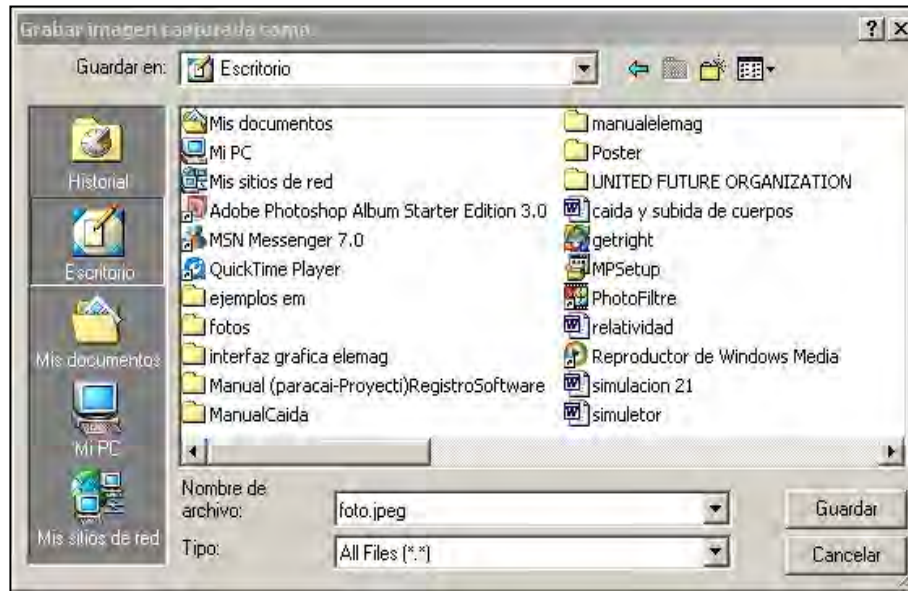
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú:



**Fig. 2.48** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 2.49 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

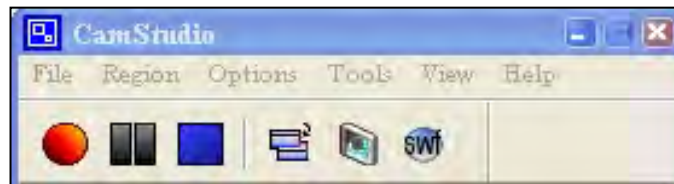


**Fig. 2.49** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 2.50.



**Fig. 2.50** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,

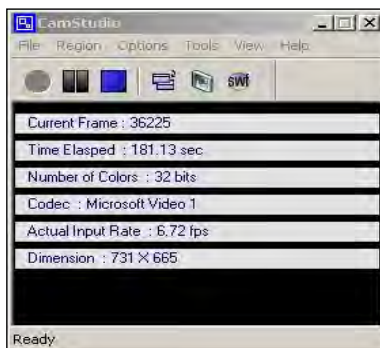




Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 2.51. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 2.51** Ventana para grabar un determinado evento.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.

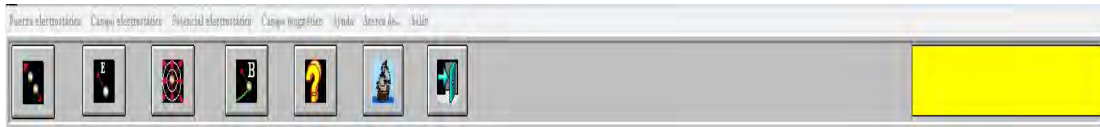


Pulsando este botón se sale al menú principal de fuerza electrostática.

## CAPITULO 3

### CAMPO ELECTROSTATICO

Desde el menú principal del programa:



**Fig. 3.1** Menú principal del programa



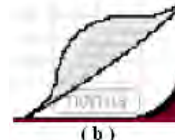
Al presionar este botón automáticamente se accede al menú principal del campo electrostático.



**Fig. 3.2** Menú principal del campo electrostático.



Al presionar este botón se accede a la teoría del campo eléctrico, la cual se presenta con imágenes y videos para un mejor entendimiento del fenómeno. En la parte inferior derecha e izquierda de las páginas donde se encuentra la teoría, aparecen dos pequeños símbolos como se muestran en la Fig. 3.3.



**Fig. 3.3** (a) Haciendo click en este símbolo devuelve una página. (b) Haciendo click en este símbolo avanza una página.

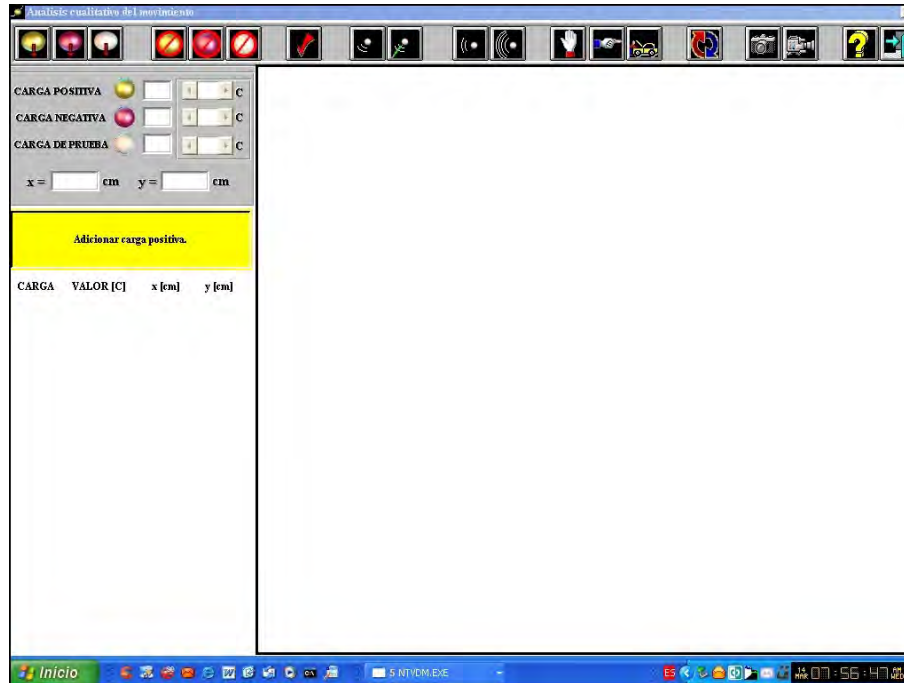
### 3.1 ANALISIS CUALITATIVO DEL MOVIMIENTO

En esta sección se estudia, se analiza y se simula desde el punto de vista cualitativo el movimiento de una carga por la acción de campos eléctricos debidos a diferentes configuraciones de cargas.

Partiendo del menú principal de campo electrostático, Fig. 3.2.



Al presionar este botón se accede al análisis cualitativo del movimiento como se muestra en la Fig. 3.4.



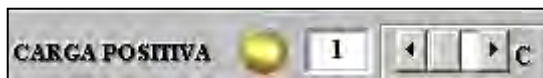
**Fig. 3.4** Menú de análisis cualitativo del movimiento.

Las funciones de los botones del menú principal de análisis cualitativo del movimiento se indican a continuación.



Pulsando este botón se adiciona una carga positiva.

Luego se le da un valor a la carga moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb.



Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

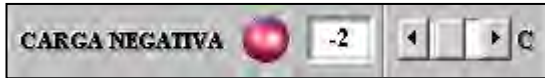


Pulsando este botón fija la carga positiva en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa.

Luego se le da un valor moviendo la barra, en este caso el valor es de -2 coulomb.



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

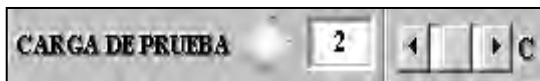


Pulsando este botón fija la carga negativa en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón adiciona la carga de prueba.

Luego se le da un valor moviendo la barra, en este caso el valor es de 2 coulomb.



Seguido de esto, la carga de prueba estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga de prueba en el punto deseado de la pantalla.

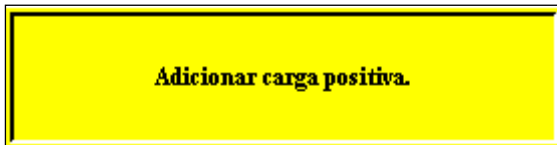


Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente y se hace click sobre la carga que se desea borrar antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.



El máximo de cargas puntuales que se pueden situar en la pantalla negra son veinte, pero para este ejemplo se situaron tres aleatoriamente tres cargas, una positiva, una negativa y la carga de prueba.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque botón está deshabilitado para ese momento.



Pulsando este botón se elige el movimiento de la carga de prueba sin que aparezca su trayectoria.



Pulsando este botón se elige el movimiento de la carga de prueba dejando el rastro de su trayectoria como se observa en la Fig. 3.5.

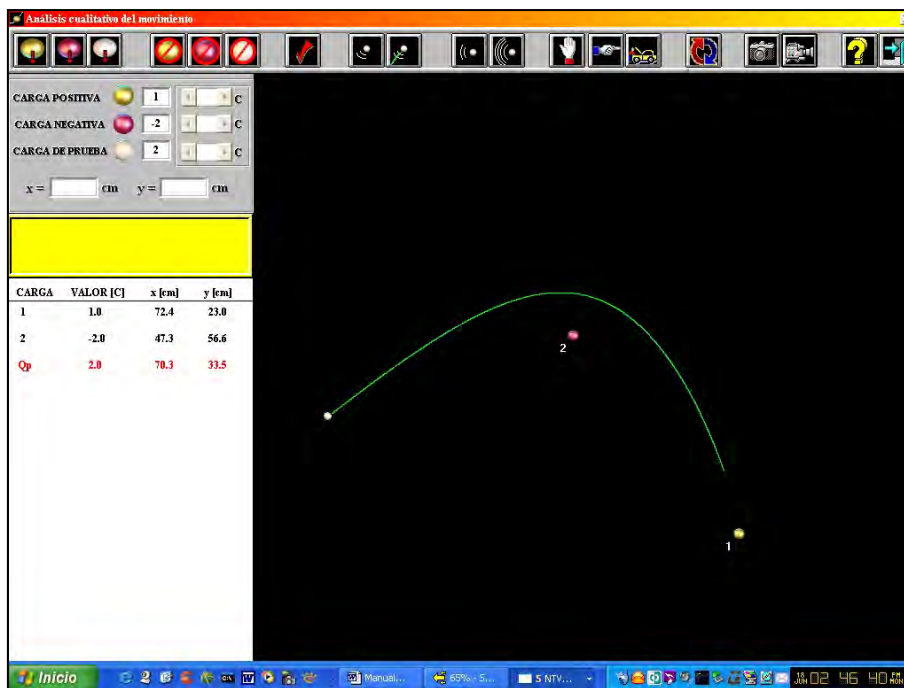


Fig. 3.5 Análisis cualitativo del movimiento de una carga de prueba.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más lento.





Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más rápido.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa será la trayectoria.



Pulsando este botón permite detener el movimiento en un momento determinado.



Pulsando este botón permite continuar con el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón permite abortar el movimiento de la carga de prueba.

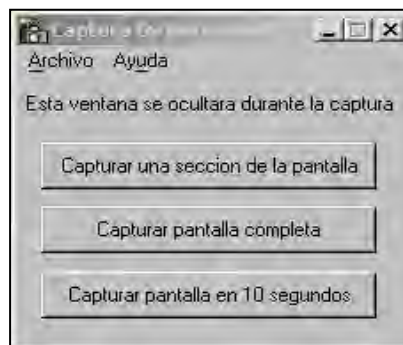


Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



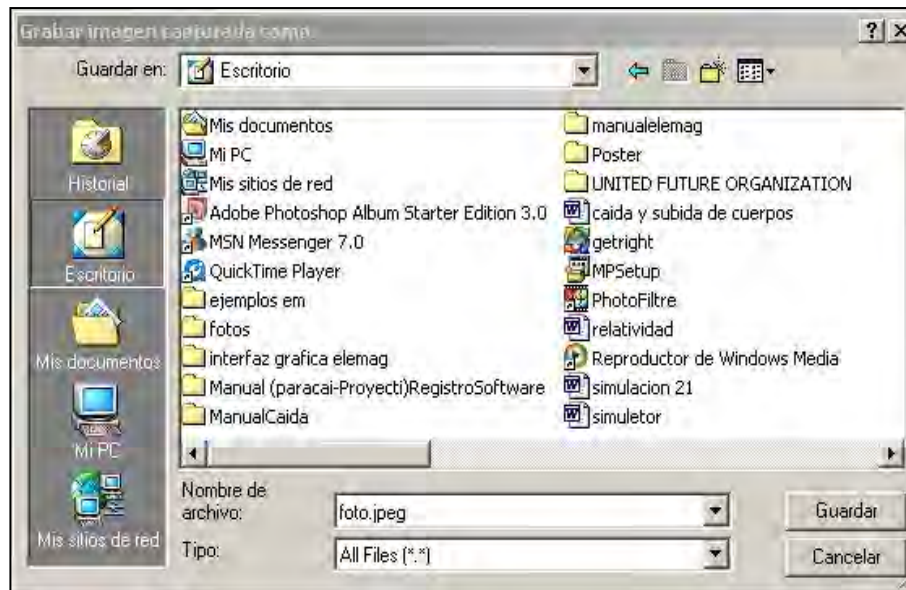
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 3.6.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer alguna captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.



**Fig. 3.6** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 3.7 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

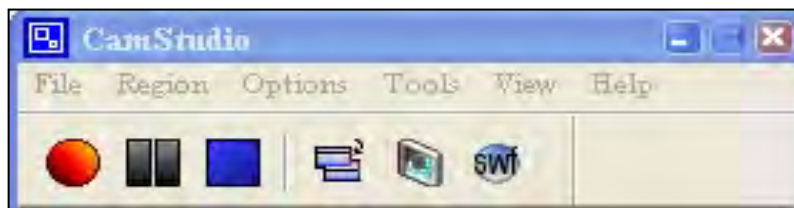


**Fig. 3.7** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpeg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú:



**Fig. 3.8** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

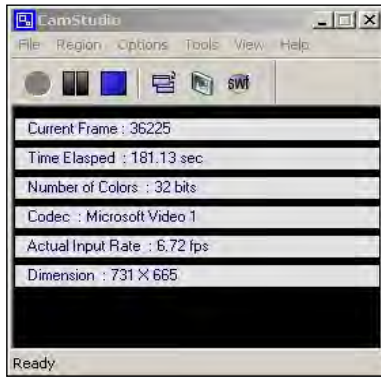
Para grabar se presiona el siguiente botón,





Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.

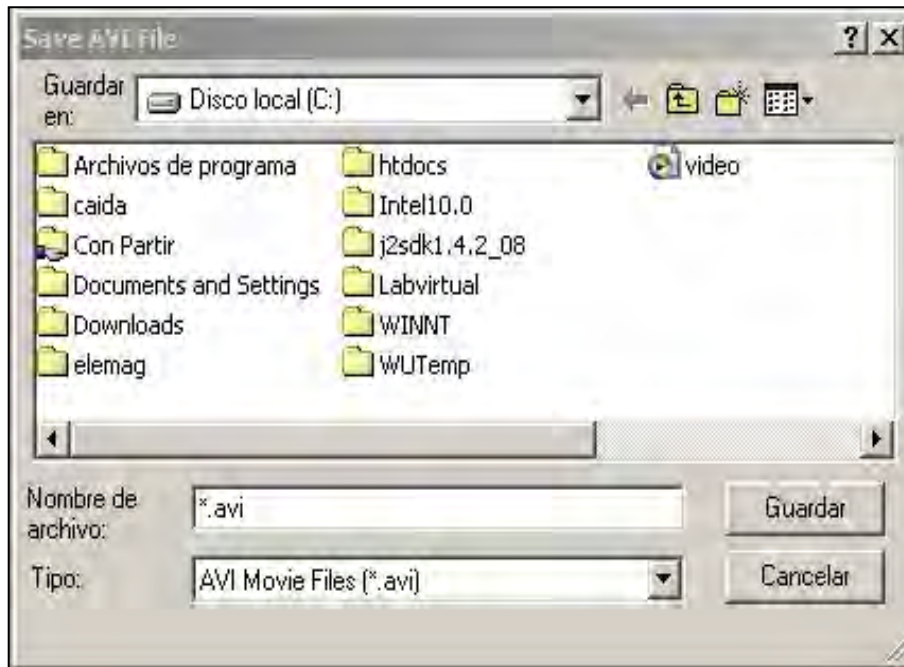
Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador.





Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 3.9. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 3.9** Ventana para guardar el video sobre un determinado evento.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón permite acceder a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón permite salir al menú principal de campo electrostático.

De nuevo en el menú principal de campo eléctrico:

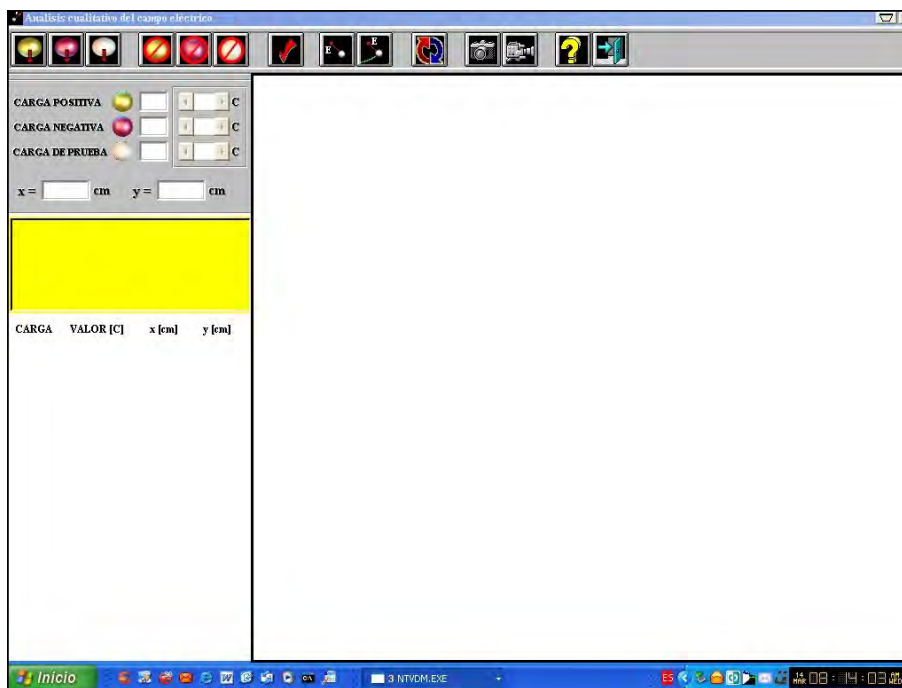
### 3.2 ANALISIS CUALITATIVO DEL MOVIMIENTO MOSTRANDO EL CAMPO ELECTRICO

En esta sección se estudia, se analiza y se simula desde el punto de vista cualitativo el movimiento de una carga mostrando en todo momento su trayectoria y la dirección del campo eléctrico total que se ejerce sobre ella debido a un sistema de cargas puntuales.

Partiendo del menú principal de campo electrostático, Fig. 3.2.



Pulsando este botón se accede al menú principal de análisis cualitativo del movimiento mostrando el campo eléctrico, como se observa en la Fig. 3.10.



**Fig. 3.10** Menú principal de análisis cualitativo del movimiento mostrando el campo eléctrico.



Pulsando este botón se adiciona una carga positiva.



Luego se le da un valor a la carga moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 8 coulomb.

Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga positiva en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de -5 coulomb



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

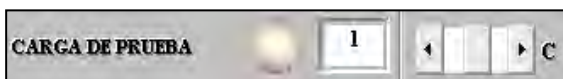


Pulsando este botón fija la carga negativa en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona la carga de prueba.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb



Seguido de esto, la carga de prueba estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



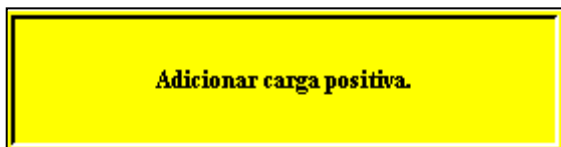
Pulsando este botón fija la carga de prueba en el punto deseado de la pantalla.



El máximo de cargas puntuales que se pueden situar en la pantalla negra son veinte, pero para este ejemplo se situaron aleatoriamente tres cargas, una positiva, una negativa y la carga de prueba.

Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque el botón está deshabilitado para ese momento.



Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga de prueba sin trayectoria y mostrando en todo momento el campo eléctrico total sobre ella.



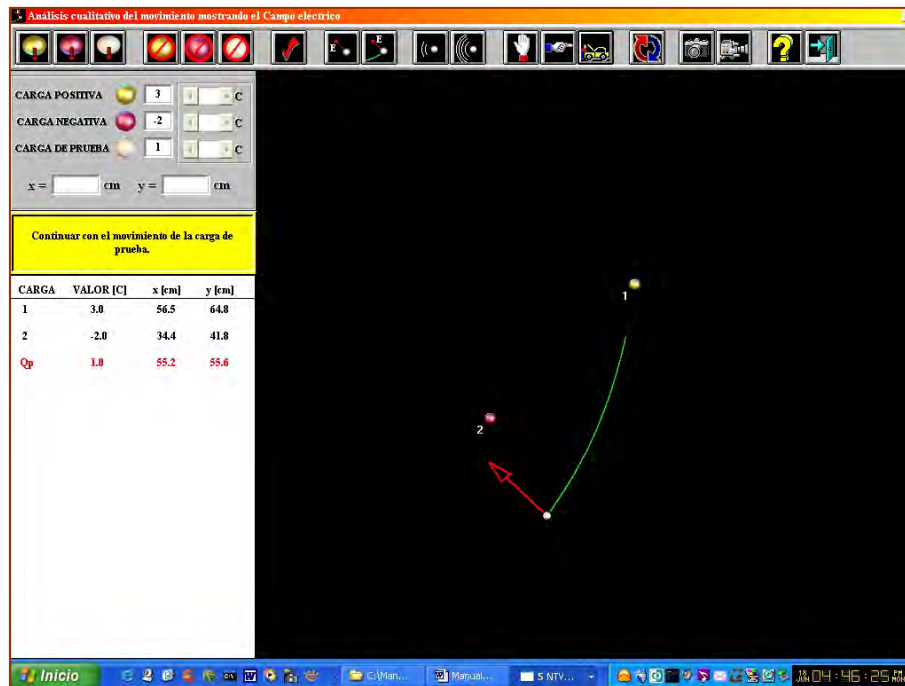
Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga de prueba con trayectoria y mostrando en todo momento el campo eléctrico sobre ella, tal como se observa en la Fig. 3.11.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más lento.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más rápido.



**Fig. 3.11** Análisis cualitativo del movimiento mostrando el vector de intensidad de campo eléctrico.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa será la trayectoria.



Pulsando este botón detiene el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón continúa con el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón aborta el movimiento de la carga de prueba.



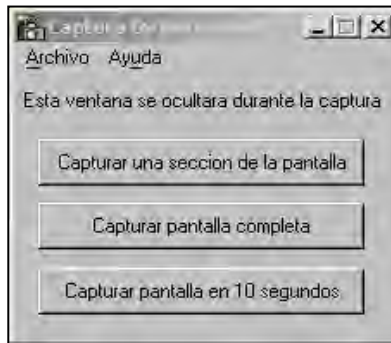
Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú como se muestra en la Fig. 3.12.

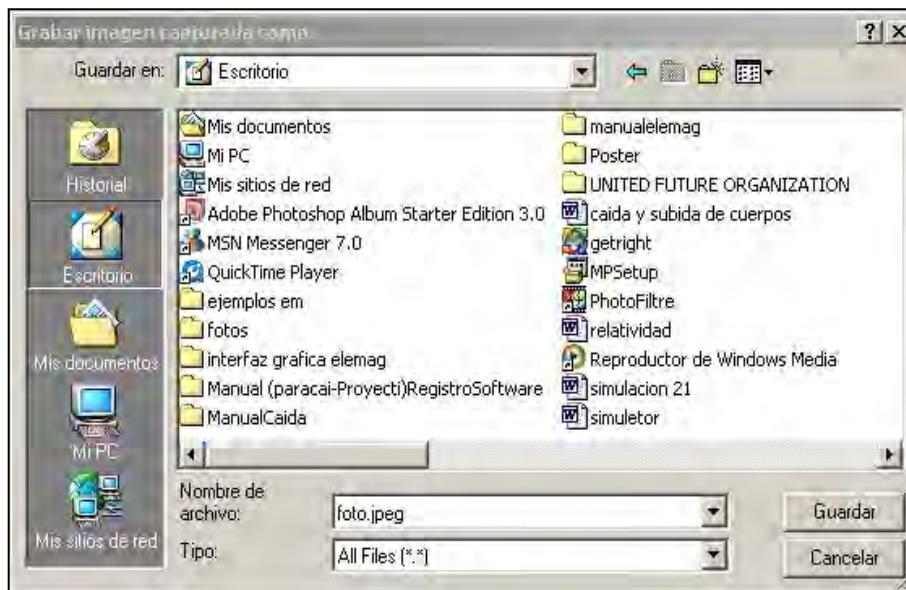


El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.



**Fig. 3.12** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 3.13 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.



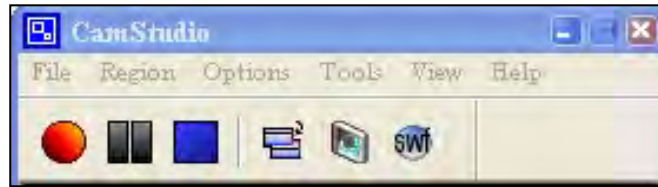
**Fig. 3.13** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú,





**Fig. 3.14** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,

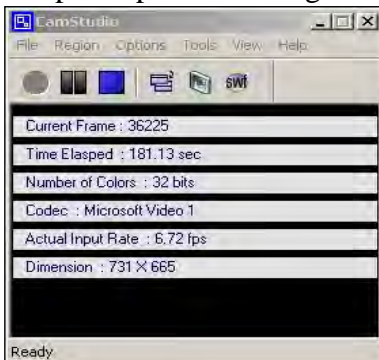




Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 3.15. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de campo eléctrico.

De nuevo en el menú principal de campo eléctrico:

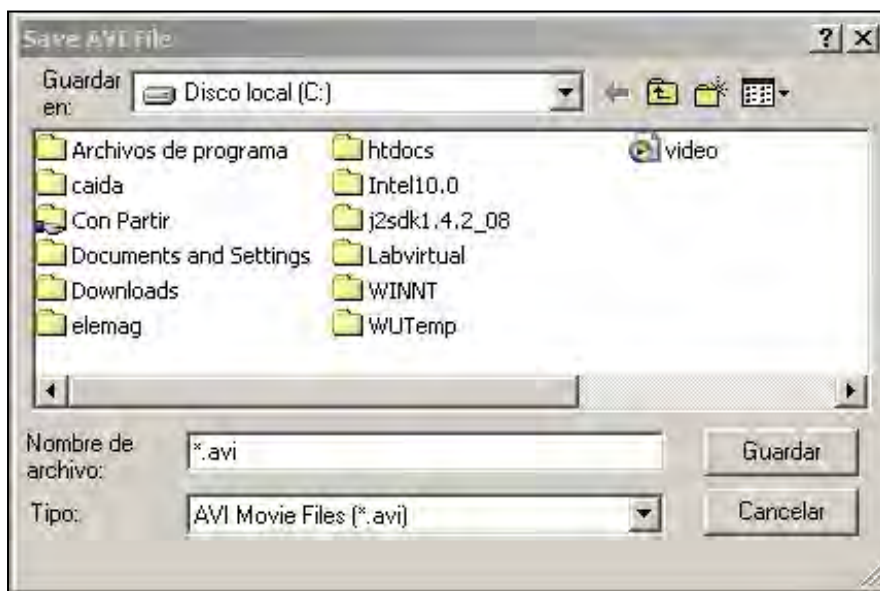


Fig. 3.15 Ventana para grabar un determinado evento.

### 3.3 ANALISIS CUALITATIVO DEL CAMPO ELECTRICO

En esta sección se estudia y se analiza la dirección del campo eléctrico sobre una carga de prueba debido a un sistema de cargas durante todo el movimiento siguiendo una trayectoria arbitraria dada por el mouse.

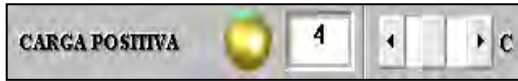
Partiendo del menú principal de campo electrostático, Fig. 3.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cualitativo del campo eléctrico.



Pulsando este botón se adiciona una carga positiva. Luego se le da un valor a la carga moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 4 coulomb.



Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

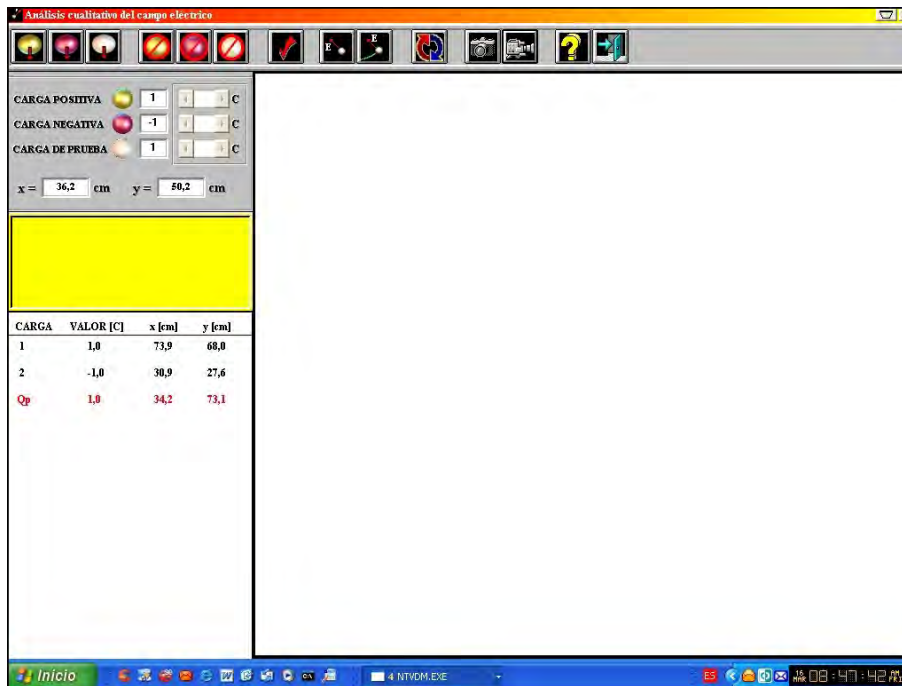


Fig. 3.16 Menú principal de análisis cualitativo del campo eléctrico.

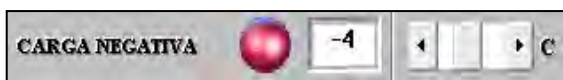


Pulsando este botón fija la carga positiva en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de -4 coulomb



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en

cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

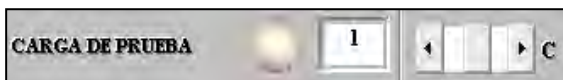


Pulsando este botón fija la carga negativa en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona la carga de prueba.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb



Seguido de esto, la carga de prueba estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



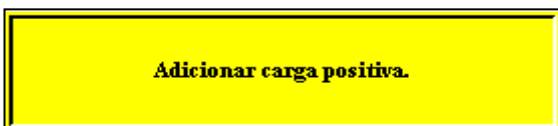
Pulsando este botón fija la carga de prueba en el punto deseado de la pantalla.

El máximo de cargas puntuales que se pueden situar en la pantalla negra son veinte, pero para este ejemplo se situaron aleatoriamente tres cargas, una positiva, una negativa y la carga de prueba.



Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque el botón está deshabilitado para ese momento.

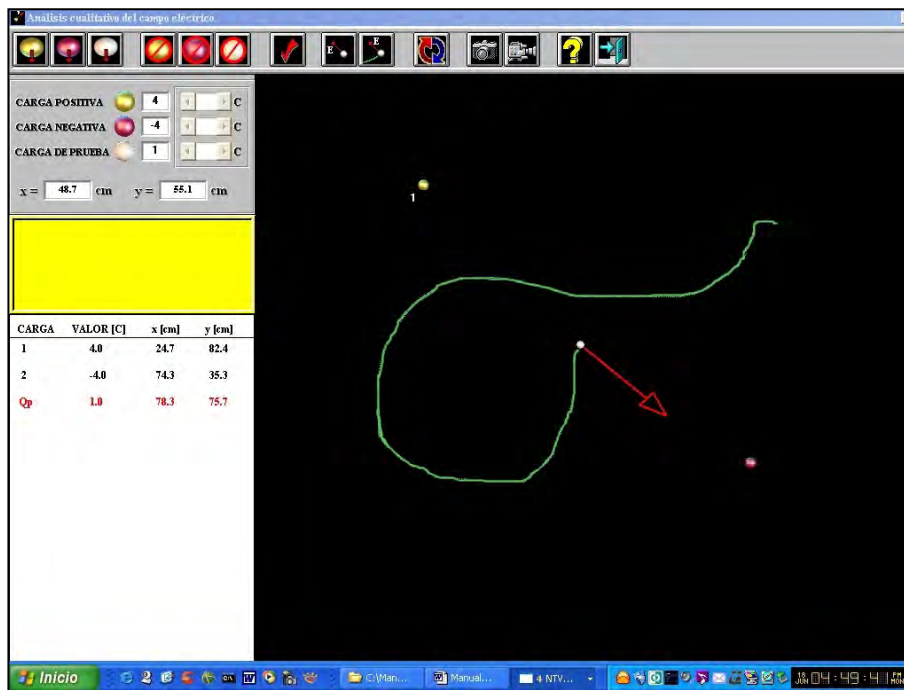




Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga sin trayectoria utilizando el mouse y mostrando en todo momento la fuerza electrostática sobre ella. Colocando el puntero sobre este botón el recuadro amarillo muestra la información de cómo efectuar tal operación.



Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga con trayectoria utilizando el mouse y mostrando en todo momento la fuerza electrostática sobre ella, tal como se observa en la Fig. 317. Colocando el puntero sobre este botón el recuadro amarillo muestra la información de cómo efectuar tal operación.



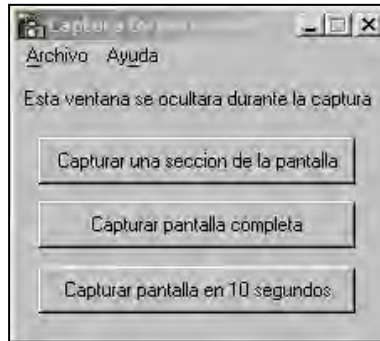
**Fig. 3.17** El mouse mueve la carga de prueba y simultáneamente muestra la dirección del campo eléctrico sobre ella.



Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



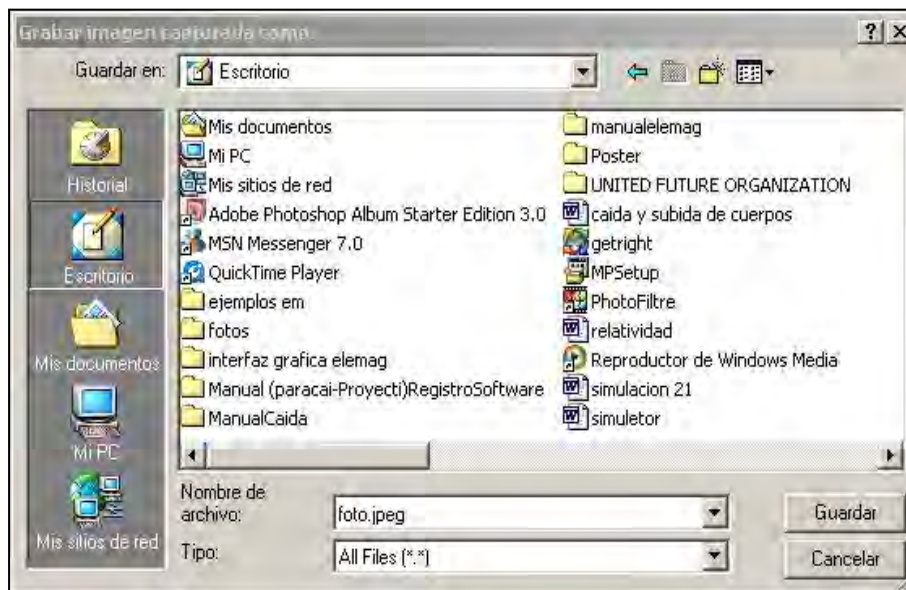
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. El menú del programa se muestra en la Fig. 3.18.



**Fig. 3.18** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 3.19 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.



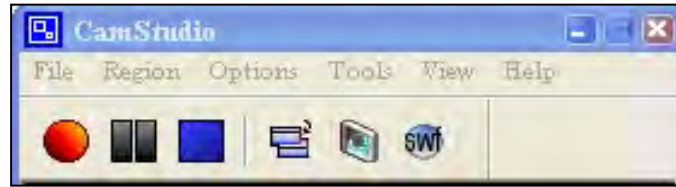
**Fig. 3.19** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el menú que se muestra en la Fig.3.20.





**Fig. 3.20** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,

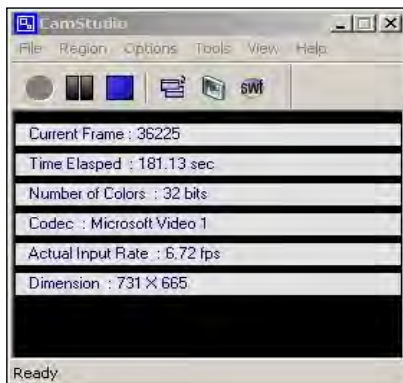




Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



Después aparecerá la siguiente ventana,

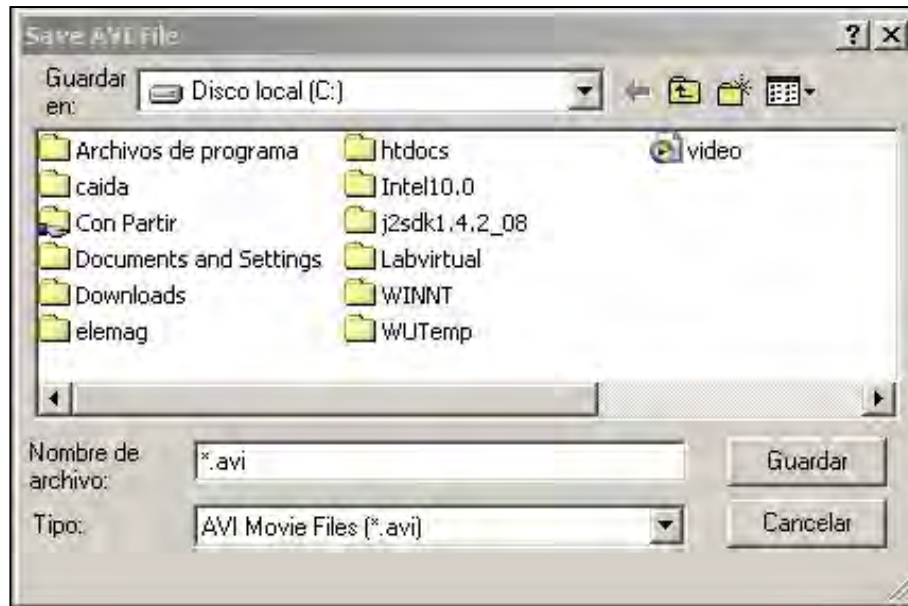


Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig 3.21. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.





**Fig. 3.21** Ventana para grabar un determinado evento.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal del campo eléctrico.

De nuevo en el menú principal de campo electrostático:

### 3.4 ANALISIS CUALITATIVO DEL MOVIMIENTO CON VELOCIDAD INICIAL Y MOSTRANDO EL CAMPO ELECTRICO

En esta sección se estudia, se analiza y se simula desde el punto de vista cualitativo el movimiento de una carga de prueba a la cual se le imprime una velocidad inicial y mostrando en todo momento la dirección de la fuerza y si se quiere su trayectoria.

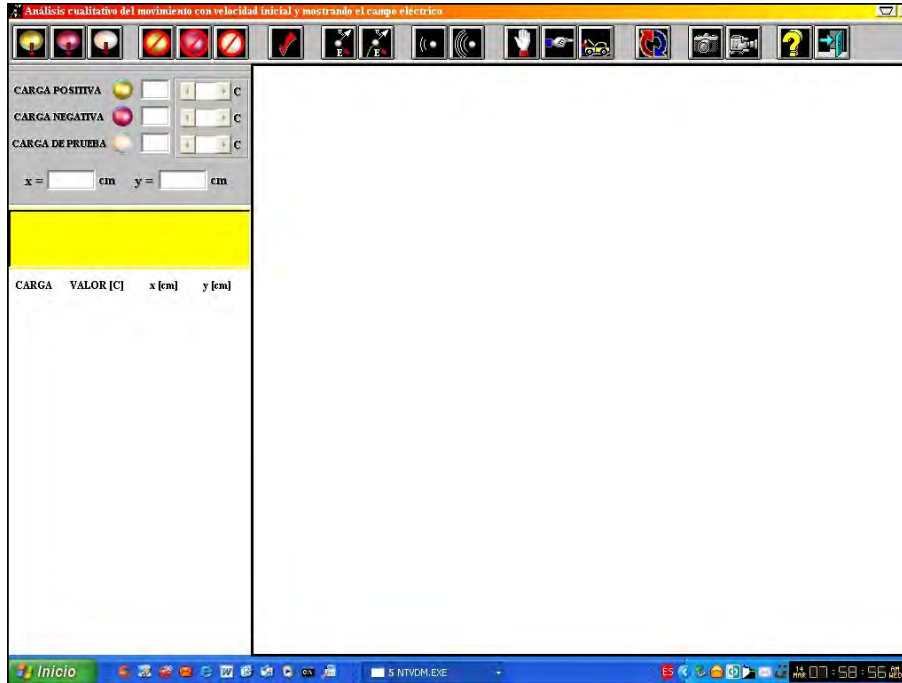
Partiendo del menú principal de campo electrostático, Fig. 3.2:



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cualitativo del movimiento con velocidad inicial y mostrando el campo eléctrico, Fig. 3.22.

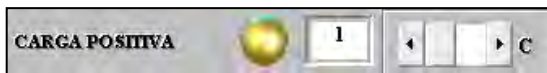


Pulsando este botón se adiciona una carga positiva.



**Fig. 3.22** Menú principal de análisis cualitativo del movimiento con velocidad inicial y mostrando el campo eléctrico.

Luego se le da un valor a la carga moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb.



Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga positiva en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de -3 coulomb



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

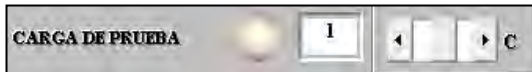


Pulsando este botón fija la carga negativa en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona la carga de prueba.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb



Seguido de esto, la carga de prueba estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga de prueba en el punto deseado de la pantalla.

El máximo de cargas puntuales que se pueden situar en la pantalla negra son veinte, pero para este ejemplo se situaron aleatoriamente tres cargas, una positiva, una negativa y la carga de prueba.



Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque el botón está deshabilitado para ese momento.

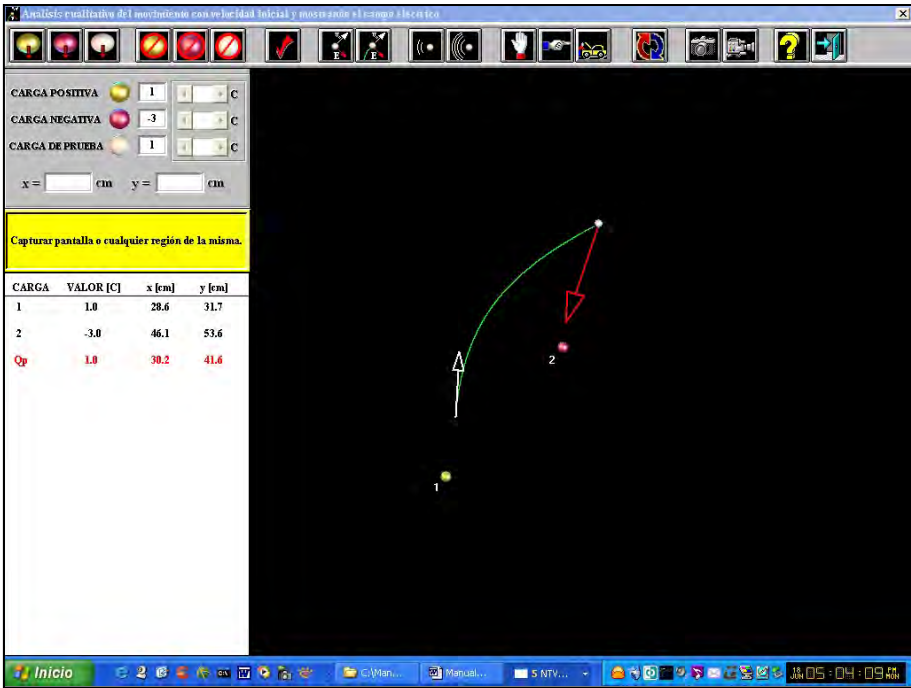
**Adicionar carga positiva.**



Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga sin trayectoria, mostrando en todo momento el campo eléctrico y a la cual se le ha dado una velocidad inicial.



Pulsando este botón permite observar el movimiento de la carga con trayectoria, mostrando en todo momento el campo eléctrico y a la cual se le ha dado una velocidad inicial, Fig. 3.23.



**Fig. 3.23** Análisis cualitativo del movimiento con una velocidad inicial aplicada a la partícula y mostrando en todo momento el campo eléctrico.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más lento.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más rápido.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa será la trayectoria.



Pulsando este botón detiene el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón continúa con el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón aborta el movimiento de la carga de prueba.

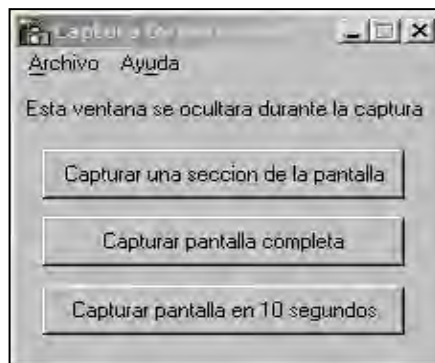


Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 3.24.

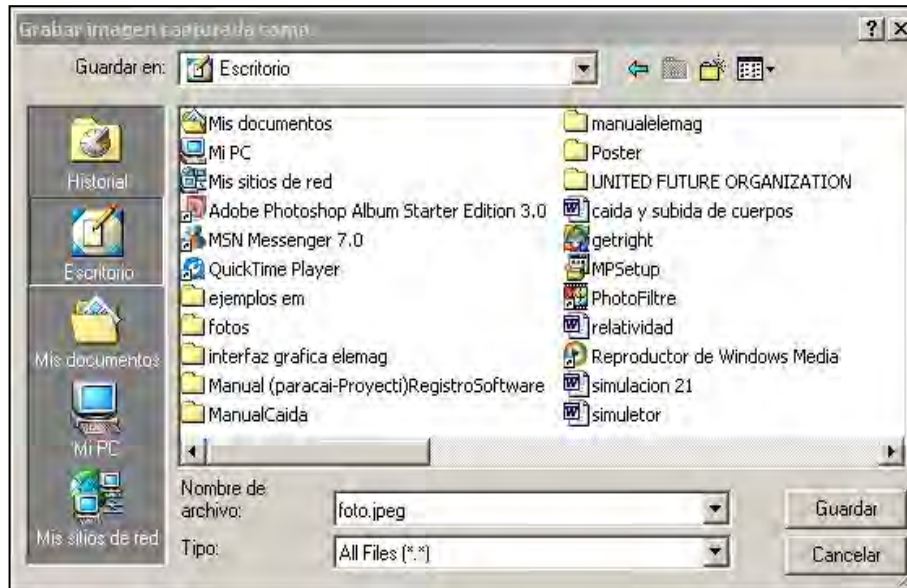
El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.



**Fig. 3.24** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 3.25 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

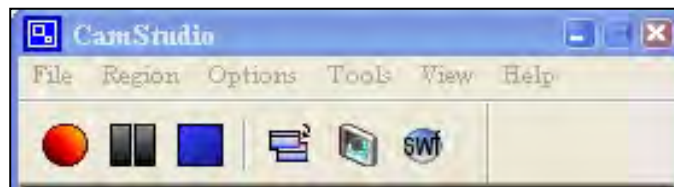
En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



**Fig. 3.25** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el menú que se muestra en la Fig. 3.26.



**Fig. 3.26** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,



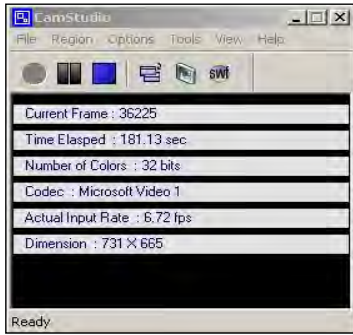
Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.



Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



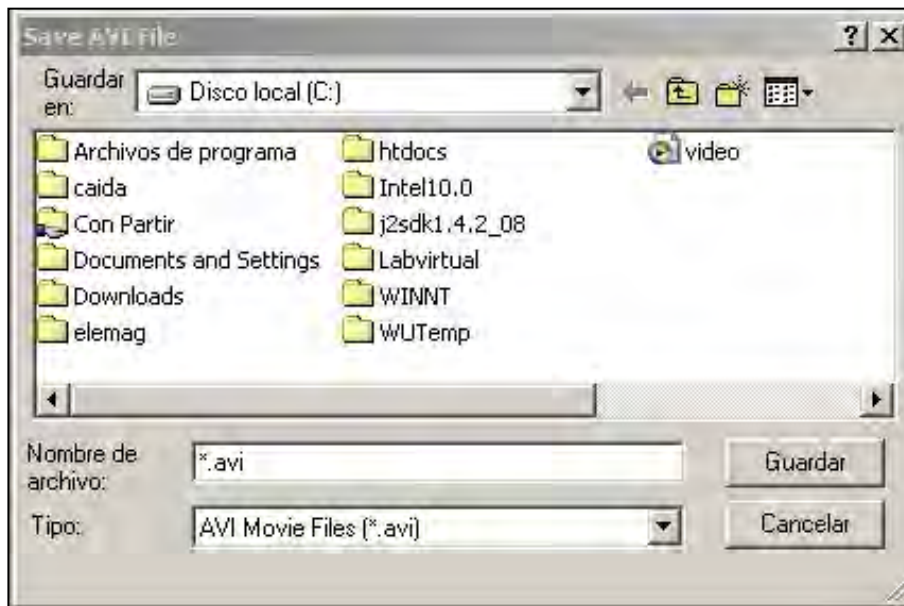
Después aparecerá la siguiente ventana,





Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 3.27. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 3.27** Ventana para grabar un determinado evento.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal del campo eléctrico.



De nuevo en el menú principal de campo eléctrico:

### 3.5 ANALISIS CUANTITATIVO DEL CAMPO ELECTRICO

En esta sección se estudia y calcula el campo eléctrico en un punto del debido a una configuración de cargas colocadas en el espacio.

Partiendo del menú principal de campo eléctrico, Fig. 3.2



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cuantitativo del campo eléctrico, como se muestra en la Fig. 3.28.

En este menú se varía un poco la dinámica del programa ya que, en las secciones anteriores se mostraban las cualidades del movimiento, en este menú se muestra de una manera cuantitativa el campo eléctrico en un punto del espacio.

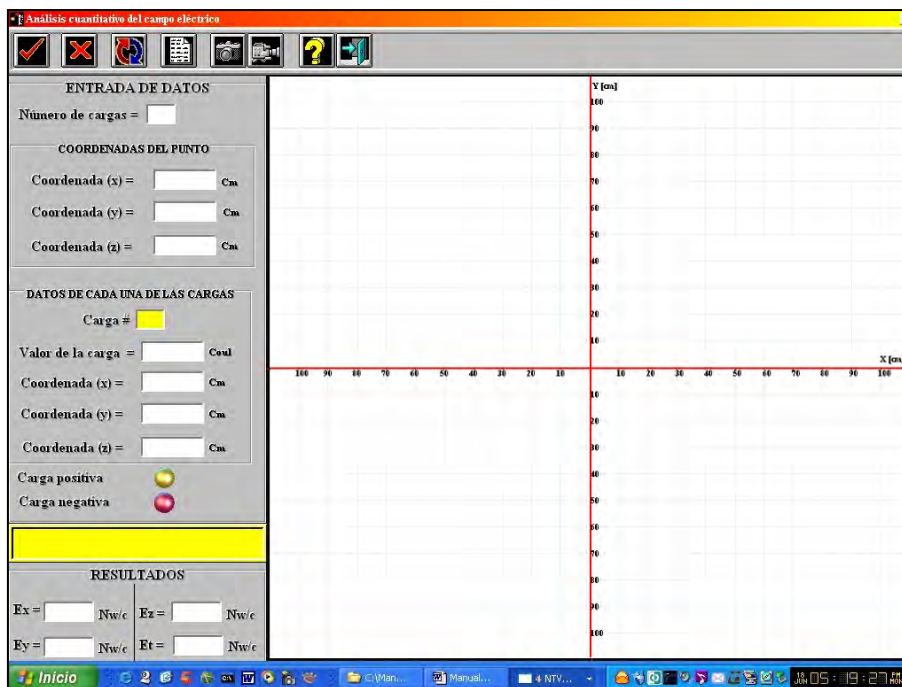


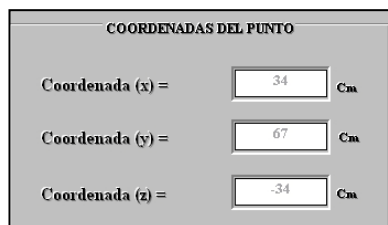
Fig. 3.28 Menú principal de análisis cuantitativo del campo eléctrico.

En este caso, para situar las cargas en la pantalla y darles un valor se procede introduciendo primero el número de cargas que van a intervenir. Después de introducir cada dato en la caja de texto se debe pulsar la tecla < ENTER >.



Luego se introducen los datos del punto al que se le quiere medir la intensidad del campo eléctrico. Las coordenadas tienen un valor en centímetros, desde -100 hasta 100, tanto en el eje X, en el eje Y, como en el eje Z.

Para aceptar cada dato se presiona la tecla <ENTER>.



COORDENADAS DEL PUNTO

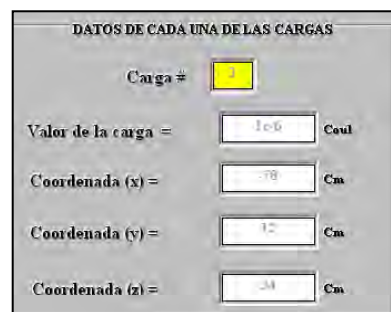
Coordenada (x) =  Cm

Coordenada (y) =  Cm

Coordenada (z) =  Cm

Seguido de esto, se introducen los datos de las cargas, recordemos que se recomienda dar un valor en forma exponencial, por ejemplo  $2e-6$ , que significa  $2 \times 10^{-6}$ , aunque se puede poner un valor arbitrario cualquiera. Hay que tener en cuenta que para las cargas negativas se adiciona el signo menos (-) al introducir el valor y para las cargas positivas no es necesario adicionar signo.

No olvidar que cada vez que se introduzca un dato, debe pulsar la tecla <ENTER>.



DATOS DE CADA UNA DE LAS CARGAS

Carga #

Valor de la carga =  Coul

Coordenada (x) =  Cm

Coordenada (y) =  Cm

Coordenada (z) =  Cm



Pulsando este botón ejecuta el cálculo del campo eléctrico una vez se haya introducido todos los datos de las cargas, como se muestra en la Fig. 3.29.



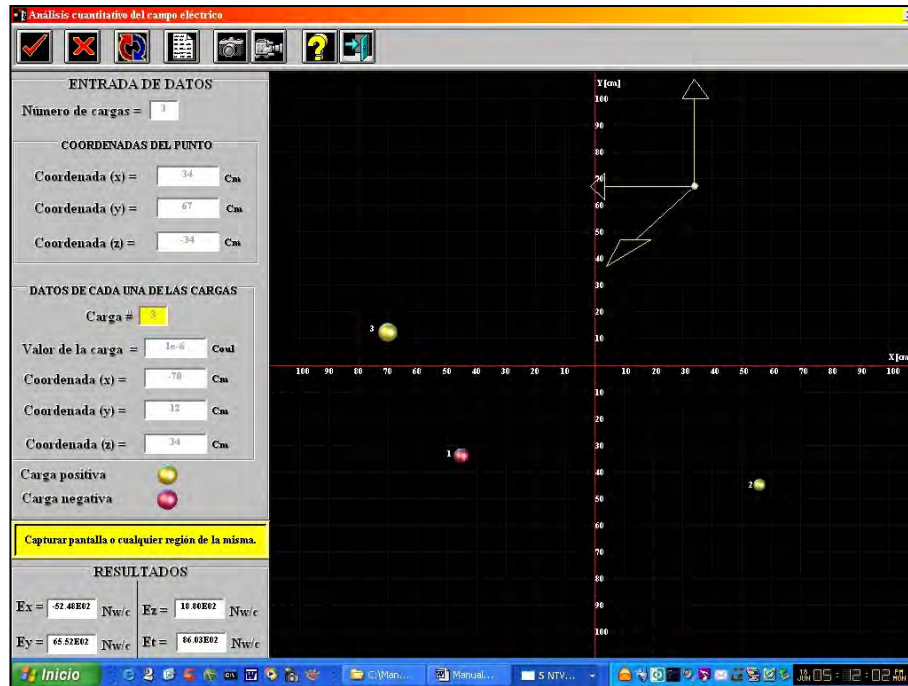
Pulsando este botón permite cancelar todos los datos introducidos antes de ejecutar el cálculo del campo eléctrico.



Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a ejecutar otro cálculo para una nueva configuración de cargas.



Pulsando este botón permite sacar la lista donde están consignados todos los valores de las cargas y sus coordenadas.



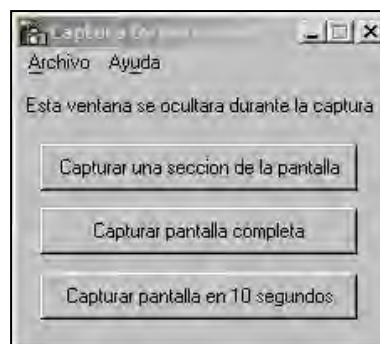
**Fig. 3.29** Análisis cuantitativo del campo eléctrico de tres cargas puntuales en un punto del espacio.

Los resultados se presentan de la siguiente manera:

RESULTADOS					
Ex =	-52.48E02	Nw/e	Ez =	18.80E02	Nw/e
Ey =	65.52E02	Nw/e	Et =	86.03E02	Nw/e



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. El menú del programa se muestra en la Fig. 3.30.



**Fig. 3.30** ventana donde se muestra el menú del programa "Captura".

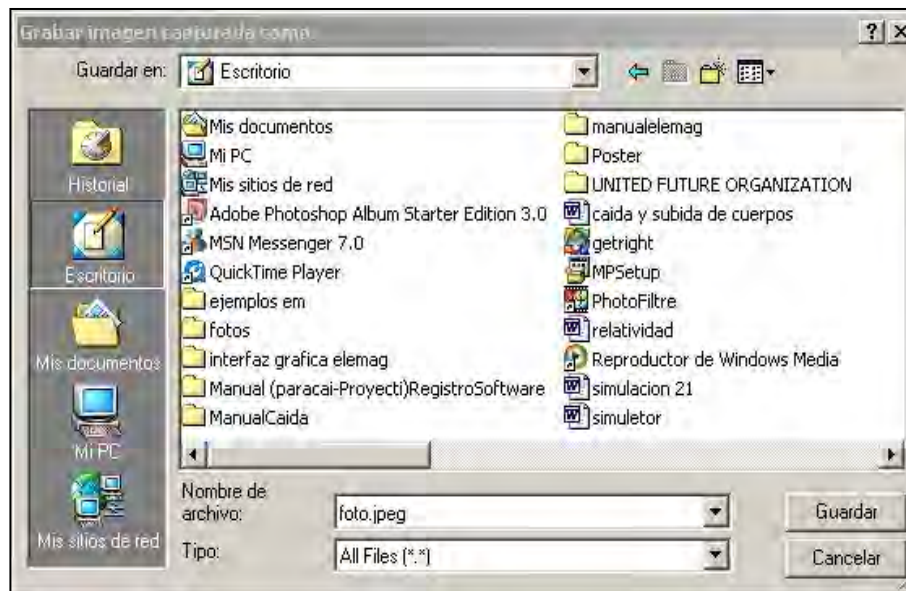
El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 3.31 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 3.32.



**Fig. 3.31** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

Para grabar se presiona el siguiente botón,



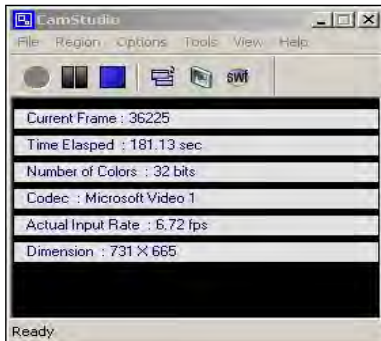
**Fig. 3.32** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.



Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 3.33. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

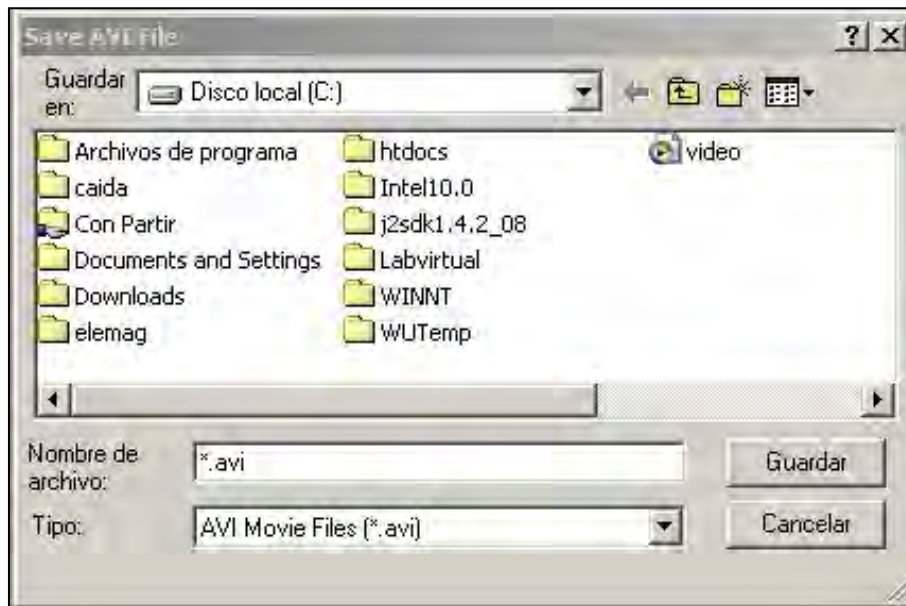


Fig. 3.33 Ventana para grabar un determinado evento.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de campo eléctrico.

De nuevo en el menú principal de campo eléctrico:

### 3.6 ANALISIS CUANTITATIVO DEL MOVIMIENTO

En esta sección se estudia y se analiza el movimiento de una carga que se mueve por la acción de un campo eléctrico debido a una configuración de cargas mostrando todos los valores cinemáticos y dinámicos de la carga de prueba en movimiento. Es una mezcla de todos los anteriores, ya que se puede visualizar el movimiento de una partícula pero además describe numéricamente lo que le sucede y que fuerzas actúan sobre ésta en todo momento de su movimiento.

Partiendo del menú principal de campo eléctrico, Fig. 3.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cuantitativo del movimiento.

Este menú que se muestra en la Fig. 3.34, es una mezcla de todos los anteriores, ya que se puede visualizar el movimiento de una partícula pero además describe numéricamente en todo instante los valores dinámicos de ella.

Para colocar las cargas puntuales, se presiona el botón correspondiente a la carga




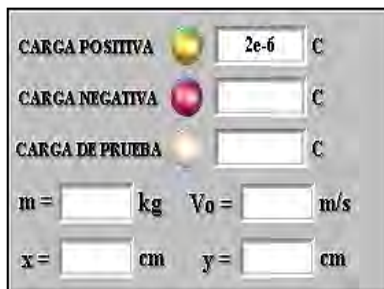
positiva o de la carga negativa  , automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga para introducir el valor numérico de ella, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo: 2e-6 que significa  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>.






Fig. 3.34 Menú principal de análisis cuantitativo del movimiento.



Seguido de lo anterior, la carga estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón permite fijar la carga en la pantalla negra en un punto determinado.

Por último se debe colocar la carga de prueba pulsando el botón correspondiente a la carga de prueba , automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a



la carga de prueba para introducir el valor numérico de ella que puede ser positiva o negativa, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo: 2e-6 que significa  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>. A continuación se habilita la caja de texto para introducir el valor de la masa de la carga de prueba el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo: 2.4e-18 que significa  $2.4 \times 10^{-18}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>. Seguido de lo anterior, la carga estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse.

Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón permite fijar la carga de prueba en la pantalla negra en un punto determinado.

Cabe anotar que si se introduce una carga negativa, no se debe poner el signo menos (-) antes del valor, esto ya está implícito en el programa. Si la carga de prueba es negativa sí se debe colocar el signo negativo (-).



Pulsando este botón permite poner en movimiento sin trayectoria.



Pulsando este botón permite poner en movimiento con trayectoria.



Pulsando este botón permite poner en movimiento la carga de prueba con trayectoria y mostrando en todo momento el campo eléctrico.



Pulsando este botón se pone en movimiento la carga de prueba con velocidad inicial y sin trayectoria.



Pulsando este botón se pone en movimiento la carga de prueba con velocidad inicial y con trayectoria.



Pulsando este botón se pone en movimiento la carga de prueba con velocidad inicial sin trayectoria y mostrando en todo momento el campo eléctrico.



Pulsando este botón se pone en movimiento la carga de prueba a la cual se le imprime una velocidad inicial y mostrando en todo momento el campo eléctrico.



Este botón solo aparece cuando se ha pulsado cualquiera de los cuatro botones anteriores y se debe pulsar cuando ya se ha colocado el vector velocidad inicial de la carga de prueba para que comience el movimiento.

En la Fig. 3.35 se observa el movimiento de la partícula mostrando su trayectoria, dirección del campo eléctrico y en todo instante se observa los valores dinámicos de ésta.

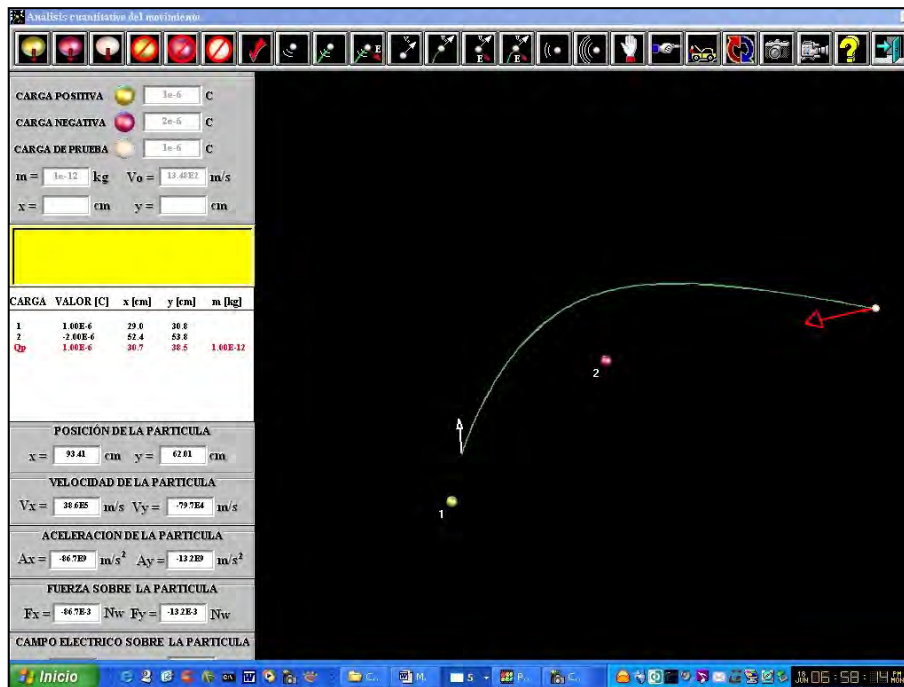


Fig. 3.35 Análisis cuantitativo del movimiento con una velocidad inicial aplicada a la carga de prueba.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más lento.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más rápido.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa será la trayectoria.



Pulsando este botón detiene el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón continúa con el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón aborta el movimiento de la carga de prueba.

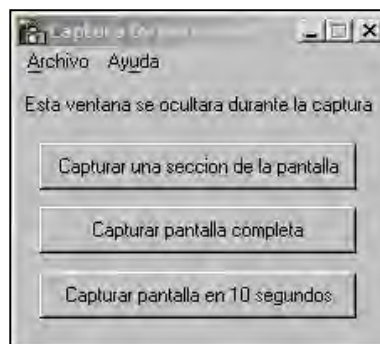


Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



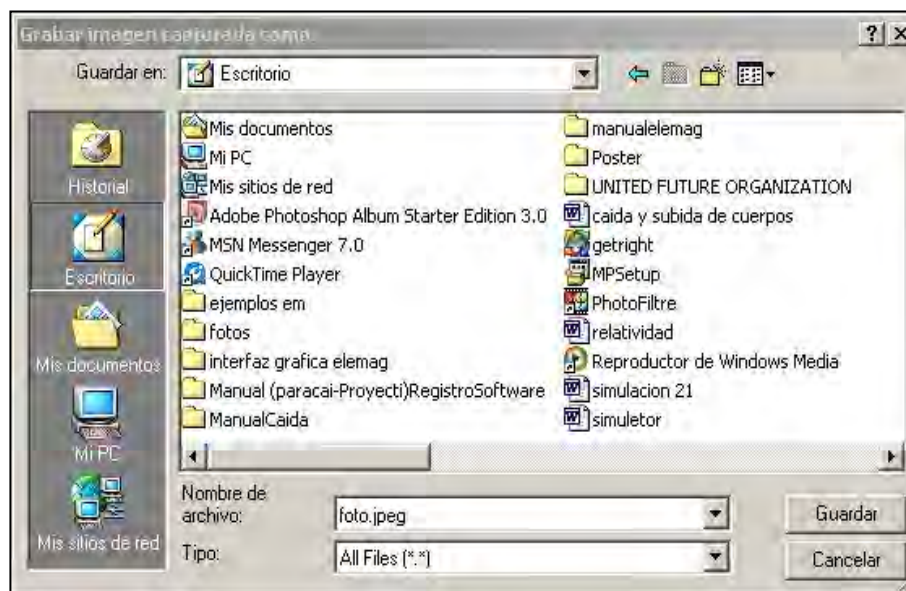
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú:

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.



**Fig. 3.36** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 3.37 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.



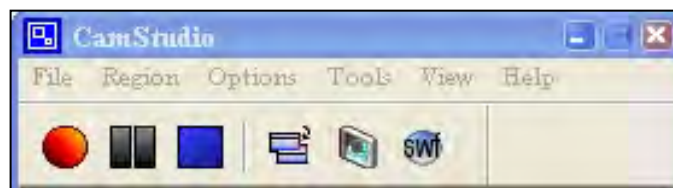
**Fig. 3.37** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 3.38.

Para grabar se presiona el siguiente botón,



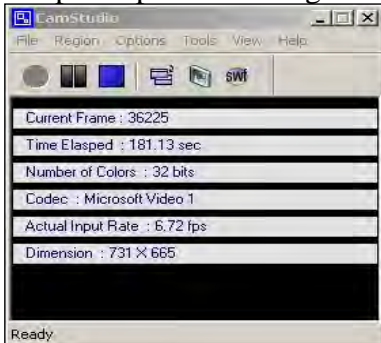
**Fig. 3.38** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.



Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).

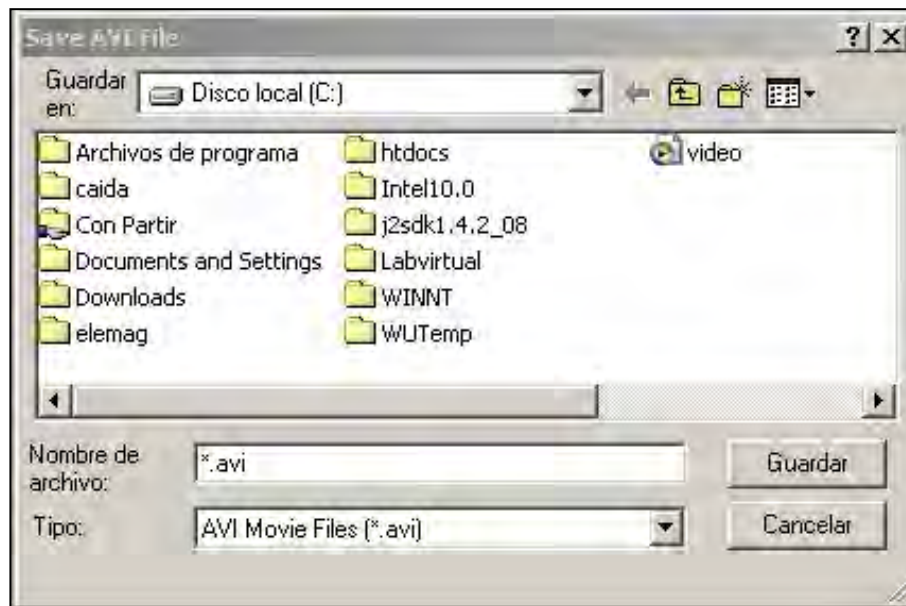


Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 3.39. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 3.39** Ventana para grabar un determinado evento.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón permite salir al menú principal de campo eléctrico.

De nuevo en el menú principal de campo eléctrico:

### 3.7 ANALISIS CUANTITATIVO DEL CAMPO ELECTRICO EN 3D

En esta sección se determina el valor del campo eléctrico en un punto del espacio en 3D debido a una configuración de cargas.

Partiendo del menú principal del campo eléctrico, Fig. 3.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cuantitativo del campo eléctrico en 3D, como se muestra en la Fig. 3.40.

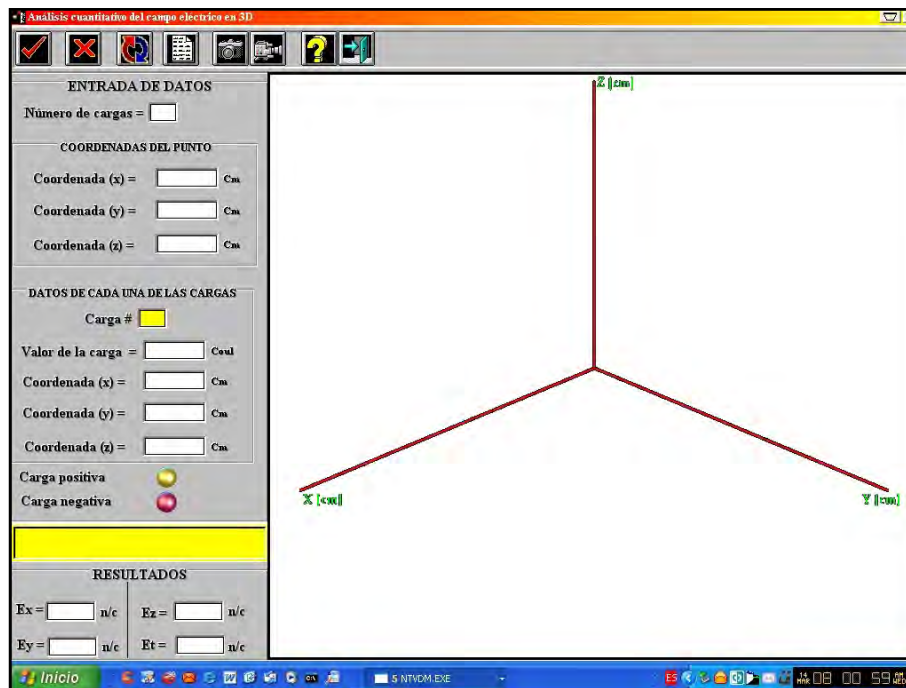


Fig. 3.40 Menú principal de análisis cuantitativo del campo eléctrico en 3D.

Esta opción es muy parecida al análisis cuantitativo del campo eléctrico, pero con la gran diferencia que tanto sus coordenadas como los vectores se encuentran en tercera dimensión.

En este caso para situar la cargas en la pantalla y darles un valor se procede introduciendo primero el número de cargas que quiere analizar y se pulsa la tecla <ENTER>.

**ENTRADA DE DATOS**

Número de cargas =

Luego se introducen los datos del punto al que se le quiere medir la intensidad. Las coordenadas tienen un valor en centímetros, desde -100 hasta 100, tanto en el eje X, en el eje Y como en el eje Z.

Cada vez que se introduce un dato se presiona la tecla <ENTER>.

**COORDENADAS DEL PUNTO**

Coordenada (x) =  Cm

Coordenada (y) =  Cm

Coordenada (z) =  Cm

Después se introducen los datos de las cargas, recordemos que se recomienda dar un valor en forma exponencial, por ejemplo 2e-6 aunque se puede poner un valor arbitrario cualquiera. Hay que tener en cuenta que para las cargas negativas se adiciona el signo menos (-) al introducir el valor y para las cargas positivas no es necesario adicionar signo.

**DATOS DE CADA UNA DE LAS CARGAS**

Carga #

Valor de la carga =  Coul

Coordenada (x) =  Cm

Coordenada (y) =  Cm

Coordenada (z) =  Cm

No olvidar que cada vez que se introduce un dato debe pulsar la tecla <ENTER>.



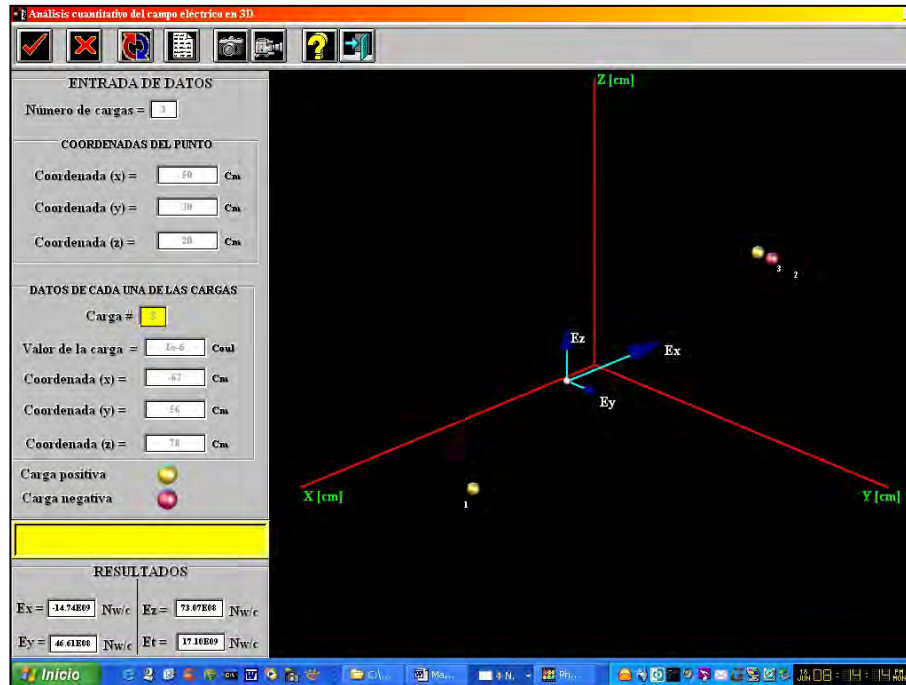
Una vez introducido todos los valores se pulsa este botón para determinar los valores de las componentes del campo eléctrico y muestre en la pantalla la dirección de éste, como se observa en la Fig. 3.41.

Los resultados se presentan de la siguiente manera:

**RESULTADOS**

$\vec{E}_x =$ <input type="text" value="-14.74E09"/> Nw/c	$\vec{E}_z =$ <input type="text" value="73.07E08"/> Nw/c
$\vec{E}_y =$ <input type="text" value="46.61E08"/> Nw/c	$\vec{E}_t =$ <input type="text" value="17.10E09"/> Nw/c





**Fig. 3.41** Vectores de fuerza de un análisis cuantitativo del campo eléctrico en 3D.



Pulsando este botón permite cancelar los datos introducidos ante de ejecutarse el cálculo del campo eléctrico.



Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a efectuar otro cálculo con otra configuración.



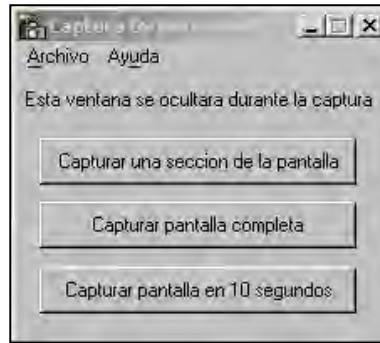
Pulsando este botón permite mostrar la lista donde están consignados todos los valores de cargas y sus coordenadas.



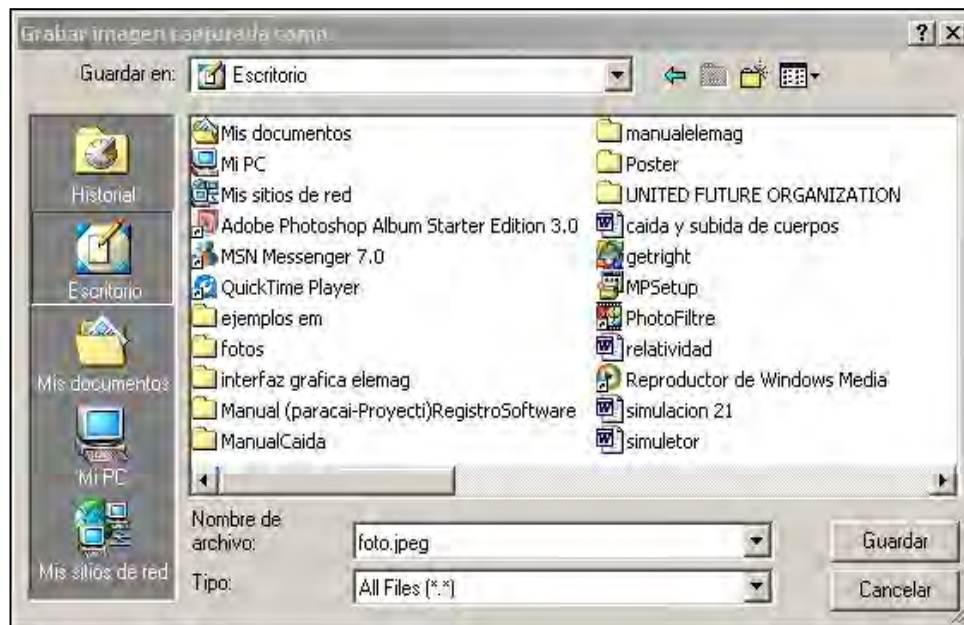
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 3.42.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 3.43 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.



**Fig 3.42** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.



**Fig. 3.43** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

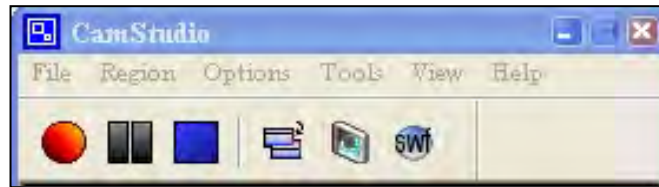
En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú que se ilustra en la Fig. 3.44.

Para grabar se presiona el siguiente botón,





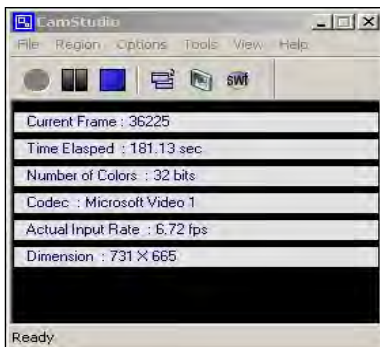
**Fig. 3.44** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.



Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 3.45. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.

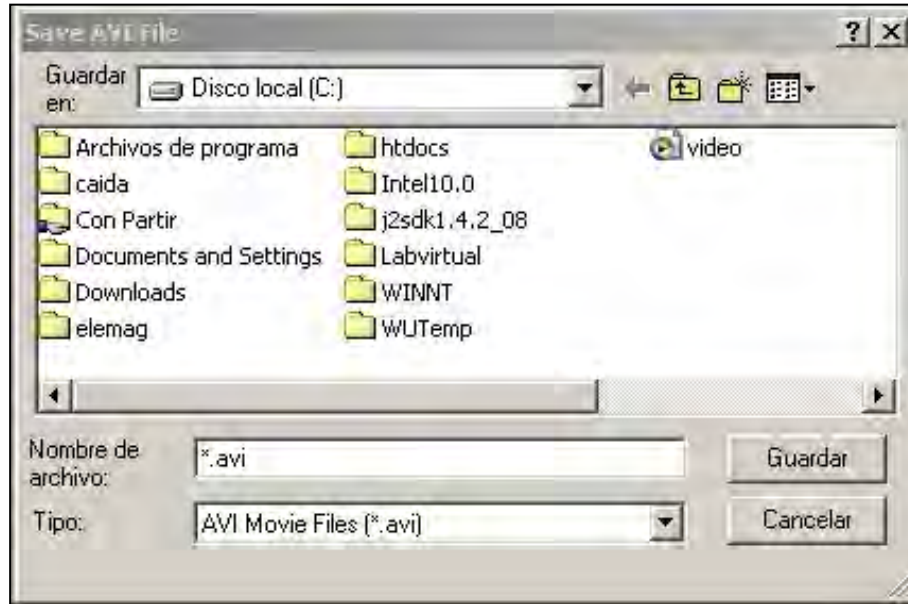


Fig. 3.45 Ventana para grabar un determinado evento.



Pulsando este botón permite salir al menú principal de campo eléctrico.

De nuevo en el menú de campo eléctrico:

### 3.8 TABULACION DE PUNTOS PARA LA ECUACION DE LA TRAYECTORIA

En esta sección se estudia y se analiza el movimiento de una carga que se mueve por la acción de un campo eléctrico debido a una configuración de cargas, mostrando todos los valores cinemáticos y dinámicos de la carga de prueba en movimiento; además permite guardar en un archivo los valores cinemáticos y dinámicos de la carga en todo momento de su trayectoria para luego determinar a través de un programa especial una ecuación aproximada de la trayectoria utilizando los valores de la posición de la partícula durante su movimiento.

Partiendo del menú principal de fuerza electrostática, Fig. 3.2.




Al presionar este botón se accede al menú principal de tabulación de puntos para la ecuación de la trayectoria, como se muestra en la Fig. 3.46.



Fig. 3.46 Menú principal de tabulación de puntos para la ecuación de la trayectoria.

Para colocar las cargas puntuales, se presiona el botón correspondiente a la carga



positiva o a la carga negativa , automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga para introducir el valor numérico de ella, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo: 2e-6 que significa  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>.

Seguido de lo anterior, la carga estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga en la pantalla negra en un punto determinado.

Por último se debe colocar la carga de prueba pulsando el botón correspondiente a la



carga de prueba automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga de prueba para introducir el valor numérico de ella que puede ser positiva o negativa, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo: 2e-6 que significa  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>. A continuación se

habilita la caja de texto para introducir el valor de la masa de la carga de prueba el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo:  $2.4 \times 10^{-18}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>. Seguido de lo anterior, la carga estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra, pero para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse.

Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga en la pantalla negra en un punto determinado.

Cabe anotar que si se introduce una carga negativa, no se debe poner el signo menos (-) antes del valor, esto ya está implícito en el programa. Si la carga de prueba es negativa sí se debe colocar el signo negativo (-).



Pulsando alguno de estos tres botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón pone en movimiento la carga de prueba con trayectoria.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más lento.



Pulsando este botón obliga a que la carga de prueba tenga un movimiento más rápido.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa será la trayectoria.





Pulsando este botón detiene el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón continúa con el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón aborta el movimiento de la carga de prueba.



Pulsando este botón se accede a una tabla donde están consignados los valores cinemáticos y dinámicos de la partícula durante su movimiento. En la citada tabla trae un menú en donde tiene dos opciones: Imprimir la lista de los valores mostrados en la tabla o imprimir una lista que se encuentra en un archivo anteriormente guardado. La otra opción del menú es la de guardar en un archivo la tabla de valores mostrada en pantalla. Ver Fig. 3.47.

Tiempo [s]	x [cm]	y [cm]	Vx [m/s]	Vy [m/s]	Ax [m/s <sup>2</sup> ]	Ay [m/s <sup>2</sup> ]
20.0E-08	34.97E02	40.48E02	21.91E-01	14.65E00	10.43E05	69.76E05
30.0E-08	34.97E02	40.48E02	48.51E-01	32.44E00	10.43E05	69.76E05
40.0E-08	34.97E02	40.48E02	85.54E-01	57.2E00	10.43E05	69.76E05
50.0E-08	34.97E02	40.48E02	13.3E00	88.94E00	10.43E05	69.76E05
60.0E-08	34.97E02	40.48E02	19.09E00	12.77E01	10.43E05	69.75E05
70.0E-08	34.97E02	40.48E02	25.92E00	17.33E01	10.43E05	69.74E05
80.0E-08	34.97E02	40.48E02	33.8E00	22.6E01	10.43E05	69.72E05
90.0E-08	34.97E02	40.48E02	42.72E00	28.56E01	10.43E05	69.7E05
10.0E-07	34.97E02	40.49E02	52.68E00	35.21E01	10.43E05	69.67E05
11.0E-07	34.97E02	40.49E02	63.69E00	42.56E01	10.43E05	69.63E05
12.0E-07	34.97E02	40.49E02	75.74E00	50.6E01	10.44E05	69.58E05
13.0E-07	34.97E02	40.5E02	88.84E00	59.33E01	10.44E05	69.5E05
14.0E-07	34.97E02	40.51E02	10.3E01	68.74E01	10.44E05	69.42E05
15.0E-07	34.97E02	40.52E02	11.82E01	78.83E01	10.44E05	69.31E05
16.0E-07	34.98E02	40.53E02	13.44E01	89.6E01	10.44E05	69.18E05
17.0E-07	34.98E02	40.55E02	15.17E01	10.1E02	10.45E05	69.02E05
18.0E-07	34.98E02	40.57E02	17.0E01	11.31E02	10.45E05	68.83E05
19.0E-07	34.98E02	40.59E02	18.94E01	12.59E02	10.46E05	68.6E05
20.0E-07	34.99E02	40.62E02	20.99E01	13.93E02	10.46E05	68.35E05
21.0E-07	34.99E02	40.65E02	23.14E01	15.33E02	10.47E05	68.05E05
22.0E-07	35.0E02	40.68E02	25.4E01	16.79E02	10.48E05	67.71E05
23.0E-07	35.0E02	40.72E02	27.76E01	18.31E02	10.49E05	67.32E05
24.0E-07	35.01E02	40.77E02	30.23E01	19.89E02	10.5E05	66.89E05
25.0E-07	35.02E02	40.82E02	32.81E01	21.53E02	10.51E05	66.41E05
26.0E-07	35.03E02	40.88E02	35.49E01	23.22E02	10.52E05	65.87E05
27.0E-07	35.04E02	40.94E02	38.29E01	24.96E02	10.53E05	65.28E05
28.0E-07	35.05E02	41.01E02	41.19E01	26.74E02	10.55E05	64.63E05
29.0E-07	35.06E02	41.09E02	44.21E01	28.58E02	10.57E05	63.92E05
30.0E-07	35.07E02	41.18E02	47.33E01	30.46E02	10.59E05	63.15E05
31.0E-07	35.09E02	41.27E02	50.57E01	32.37E02	10.61E05	62.33E05
32.0E-07	35.11E02	41.38E02	53.92E01	34.32E02	10.63E05	61.45E05
33.0E-07	35.12E02	41.5E02	57.38E01	36.31E02	10.65E05	60.51E05
34.0E-07	35.14E02	41.62E02	60.96E01	38.32E02	10.68E05	59.51E05
35.0E-07	35.16E02	41.76E02	64.66E01	40.35E02	10.71E05	58.47E05
36.0E-07	35.19E02	41.9E02	68.47E01	42.41E02	10.74E05	57.37E05
37.0E-07	35.21E02	42.06E02	72.41E01	44.48E02	10.78E05	56.23E05

**Fig 3.47** Tabla donde aparecen consignados los valores cinemáticas y dinámicos de la partícula.

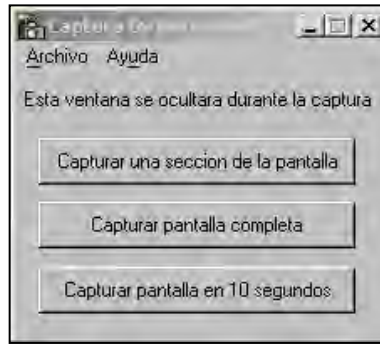


Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar el movimiento de la carga de prueba con otra configuración.



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú,





**Fig. 3.48** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

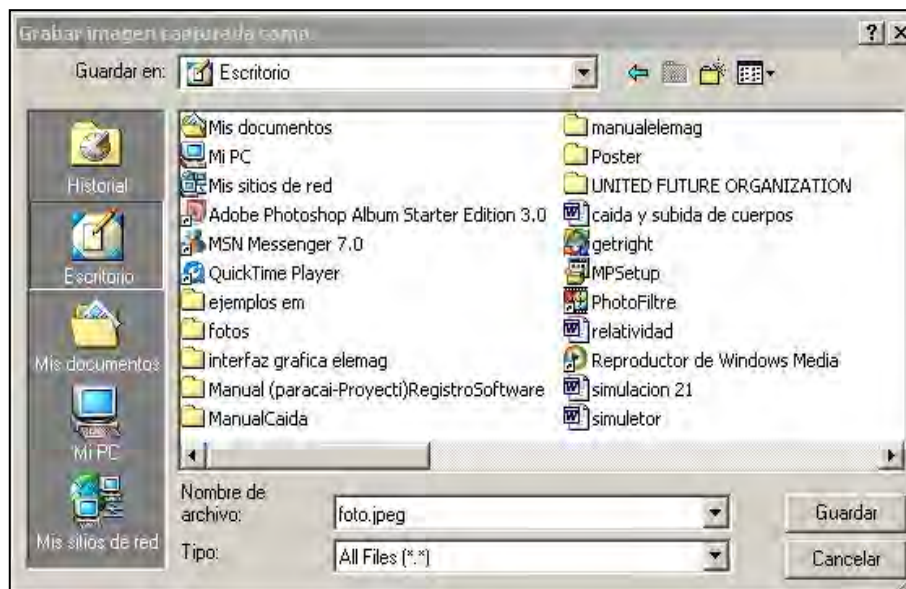
El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 3.49 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

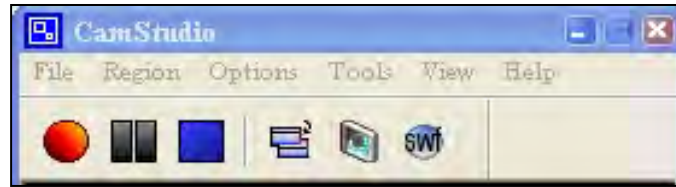
En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Después se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 3.50.



**Fig. 3.49** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.



**Fig. 3.50** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,

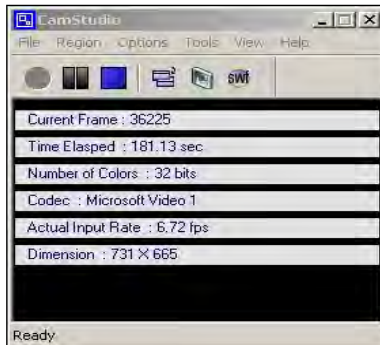




Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



Después aparecerá la siguiente ventana,



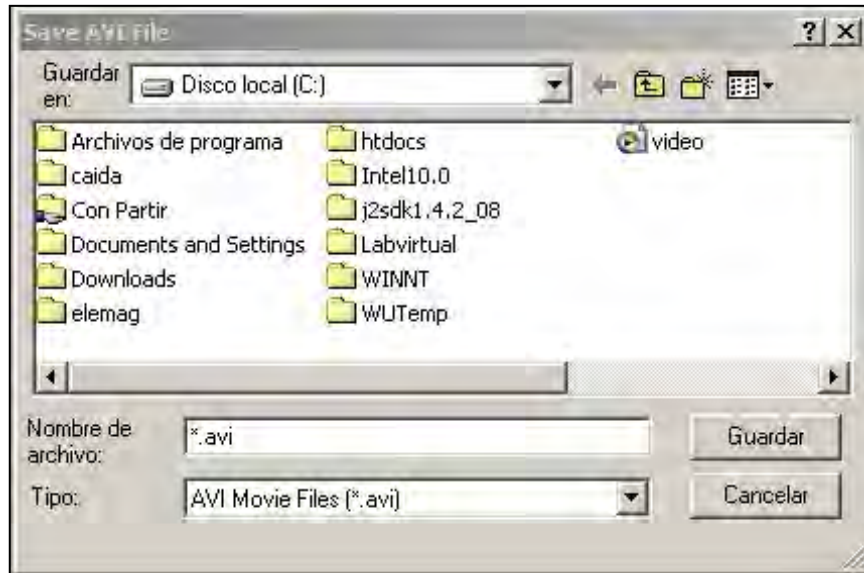
Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 3.51. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



**Fig. 3.51** Ventana para grabar un determinado evento.



Pulsando este botón permite salir al menú principal de campo eléctrico

De nuevo en el menú de campo eléctrico:

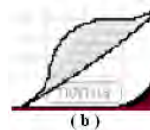
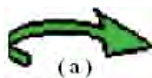
### 3.9 LINEAS DE FUERZA DEL CAMPO ELECTRICO

En esta sección se analiza, se estudia y se simula como son las líneas de fuerza del campo eléctrico debido a diferentes configuraciones de carga localizadas en el espacio bidimensional.

Partiendo del menú principal de campo electrostático, Fig. 3.2.



Al presionar este botón se accede a la teoría sobre las líneas de fuerza, la cual se presenta con imágenes y videos para un mejor entendimiento del fenómeno. En la parte inferior derecha e izquierda de las páginas donde se encuentra la teoría, aparecen dos pequeños símbolos como se muestran en la Fig. 3.52.



**Fig 3.52** (a) Haciendo click en esta figura devuelve una página. (b) Haciendo click en esta figura avanza una página.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis de configuraciones de líneas de fuerza, como se muestra en la Fig. 3.53.



Pulsando este botón se adiciona una carga positiva.

Luego se le da un valor a la carga moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 1 coulomb.



Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.

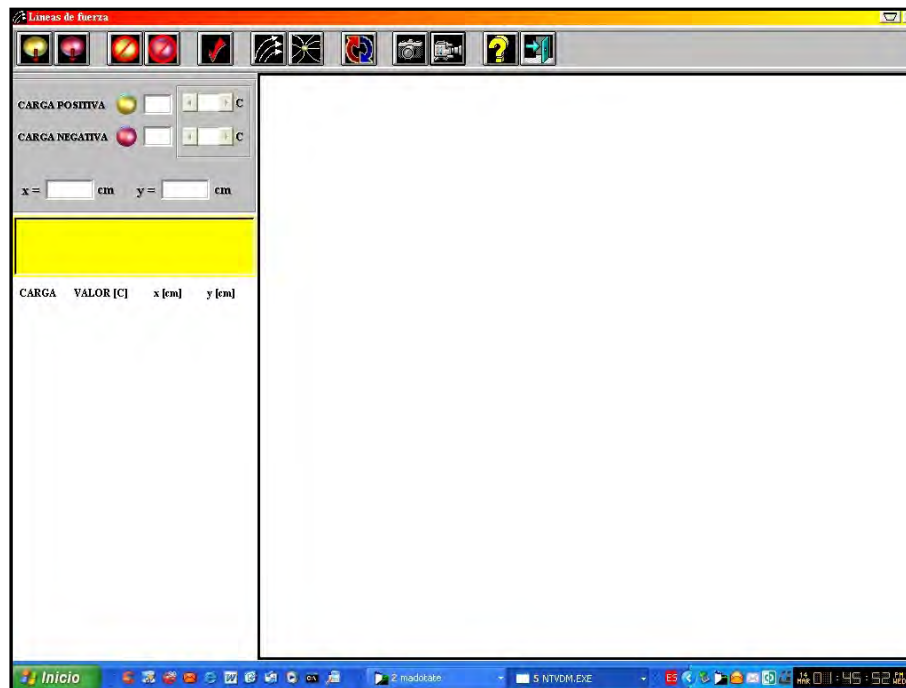


Fig. 3.53 Menú principal de análisis de las líneas de fuerza.

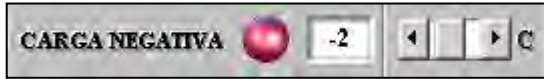


Pulsando este botón fija la carga positiva en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de -2 coulomb



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga negativa en el punto deseado de la pantalla.



Pulsando alguno de estos dos botones permite borrar la carga correspondiente haciendo click sobre la carga que desea borrar antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón permite visualizar las líneas de fuerza. Muestra las líneas de fuerza de configuraciones de cargas localizadas en la pantalla, como se observa en la Fig. 3.54.

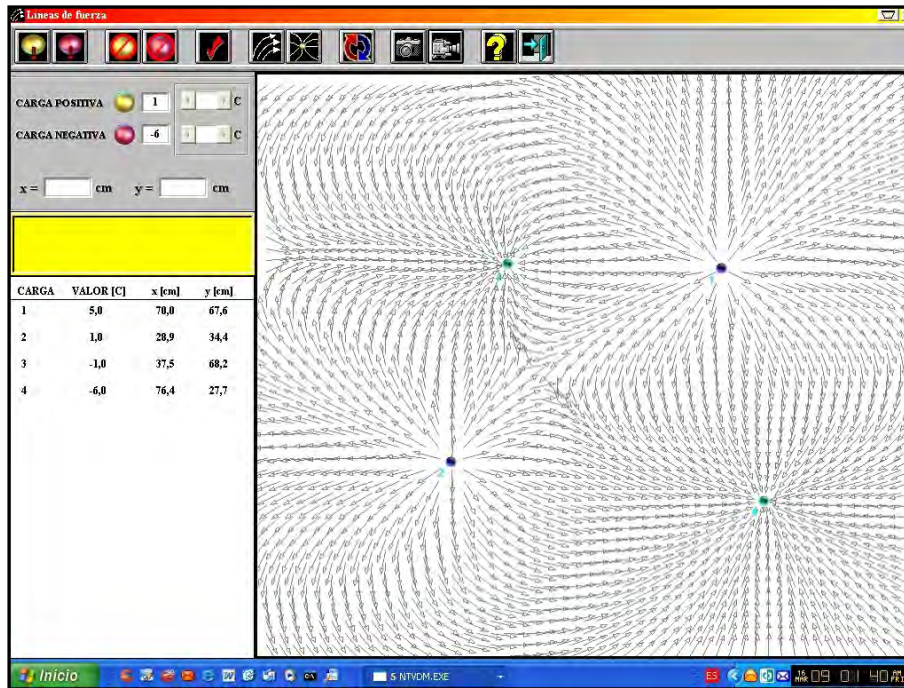


Pulsando este botón permite visualizar las líneas de fuerza simultáneamente moviendo alguna carga de la configuración. Haga click sobre la carga que desea mover y luego mueva el puntero del mouse sobre la pantalla negra con el botón izquierdo pulsado, automáticamente la carga se moverá a ese punto; para fijar la carga en ese punto simplemente suelte el botón izquierdo y se mostrará la nueva configuración de líneas de fuerza.



Pulsando este botón permite borrar todos los datos y pantalla para volver a observar otra configuración de líneas de fuerza.

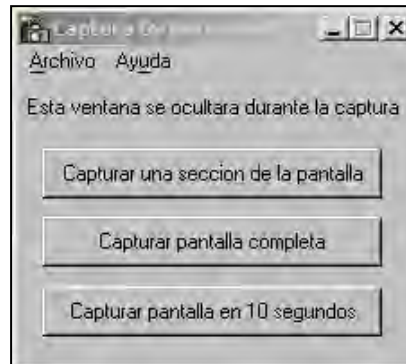




**Fig. 3.54** Líneas de fuerza de una configuración de dos cargas positivas y dos cargas negativas.



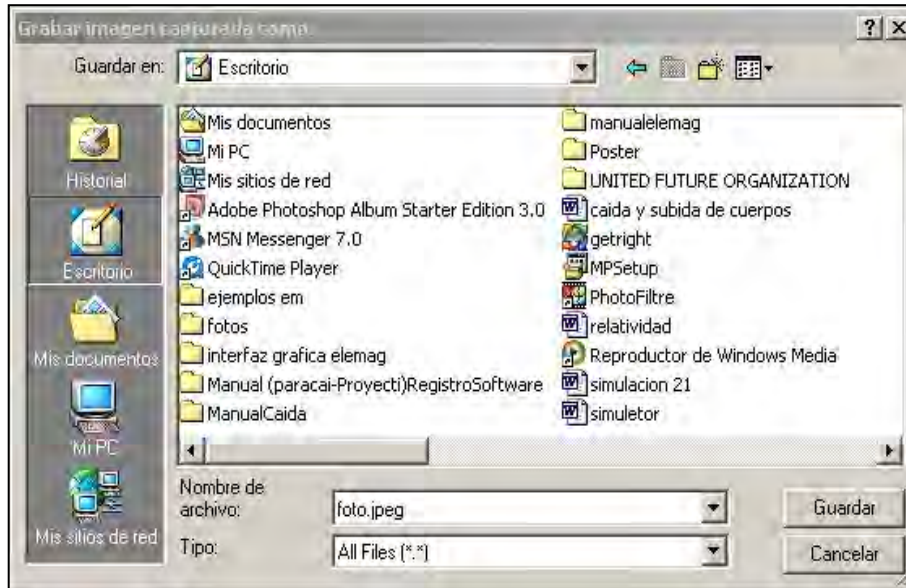
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 3.55.



**Fig. 3.55** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “captura” le permite explicar como hacer captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 3.56 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

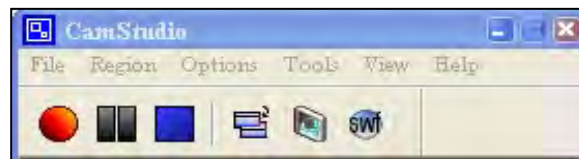


**Fig. 3.56** Ventana para guardar la imagen capturada con un nombre determinado.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú mostrado en la Fig. 3.57.



**Fig. 3.57** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,



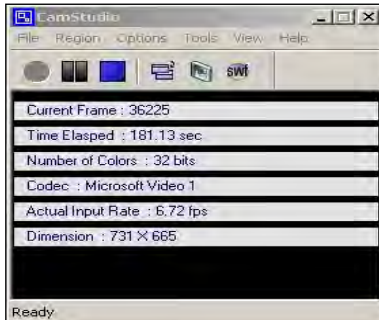
Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región



Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador (en la parte inferior derecha de la pantalla).



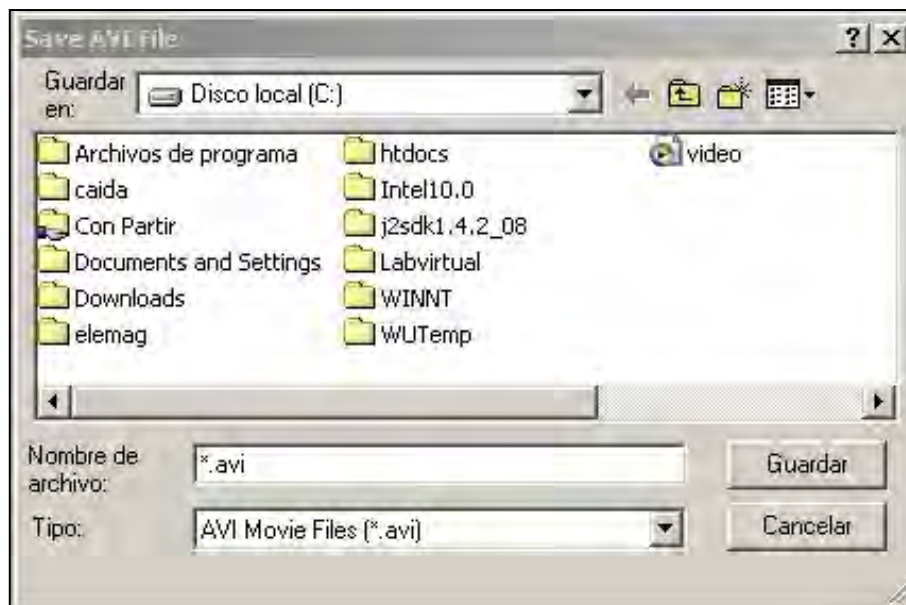


Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 3.58. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 3.58** Ventana para grabar un determinado evento.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal del campo eléctrico.

## CAPITULO 4

### POTENCIAL ELECTROSTATICO

Desde el menú principal del programa:



Fig 4.1 Menú principal del programa.



Al presionar este botón se accede al menú principal de potencial electrostático.



Fig. 4.2 Menú principal de potencial electrostático.



Al presionar este botón se accede a la teoría del potencial electrostático. En la parte inferior derecha e izquierda de las páginas donde se encuentra la teoría, aparecen dos pequeños símbolos como se muestran en la Fig. 4.3.



(a)



(b)

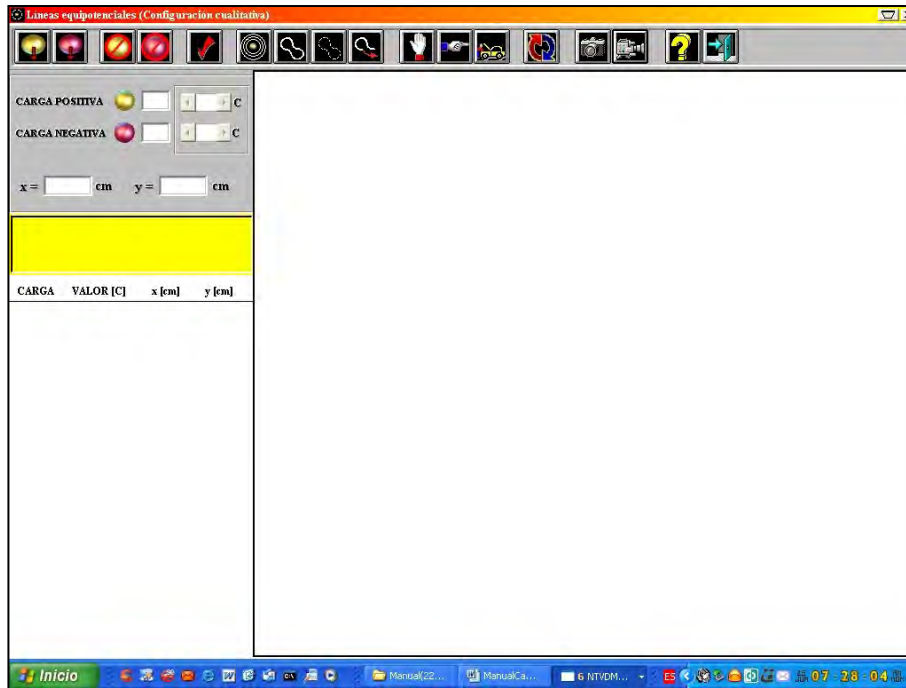
Fig. 4.3 (a) Haciendo click en este símbolo devuelve una página. (b) Haciendo click en este símbolo avanza una página.

#### 4.1 LINEAS EQUIPOTENCIALES

Esta sección permite observar y analizar las líneas equipotenciales de diferentes configuraciones de cargas eléctricas puntuales colocadas en el espacio bidimensional.



Al presionar este botón se accede al menú de líneas equipotenciales para diferentes configuraciones de cargas, como se observa en la Fig. 4.4.

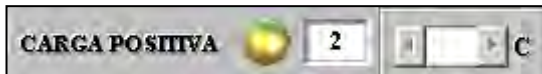


**Fig. 4.4** Menú principal de análisis de las líneas equipotenciales.



Pulsando este botón se adiciona una carga positiva en la pantalla negra.

Luego se le da un valor moviendo la barra de desplazamiento, en este caso el valor es de 2 coulomb.



Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga en la pantalla negra en el punto deseado.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa en la pantalla negra.

Luego se le da un valor moviendo la barra, en este caso el valor es de -3 coulomb,



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



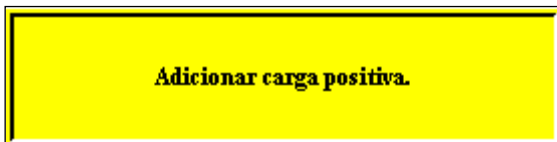
Pulsando este botón permite fijar la carga negativa en la pantalla negra.



Pulsando alguno de estos dos botones permite borrar la carga correspondiente y se hace click sobre la carga que se desea borrar, antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.

El máximo de cargas puntuales que se pueden situar en la pantalla negra son veinte, pero para este ejemplo se situaron dos aleatoriamente.

El recuadro amarillo hace referencia a la función de cada botón cuando el puntero pasa por encima de éste, siempre y cuando se encuentre habilitado, cuando no aparece nada en el recuadro es porque el botón se encuentra deshabilitado para ese momento.



Pulsando este botón y luego colocando el puntero del mouse en la pantalla negra se hace click en el punto donde se desea que comience las líneas equipotenciales, como se observa en la Fig. 4.5.



Al presionar este botón se visualizan las líneas más continuas y por lo tanto el trazo de las líneas son más exactas.



Al presionar este botón se visualizan las líneas menos continuas por lo tanto es más rápido el trazo de las líneas pero menos exactas.



Pulsando este botón permite completar el trazo de las líneas equipotenciales.

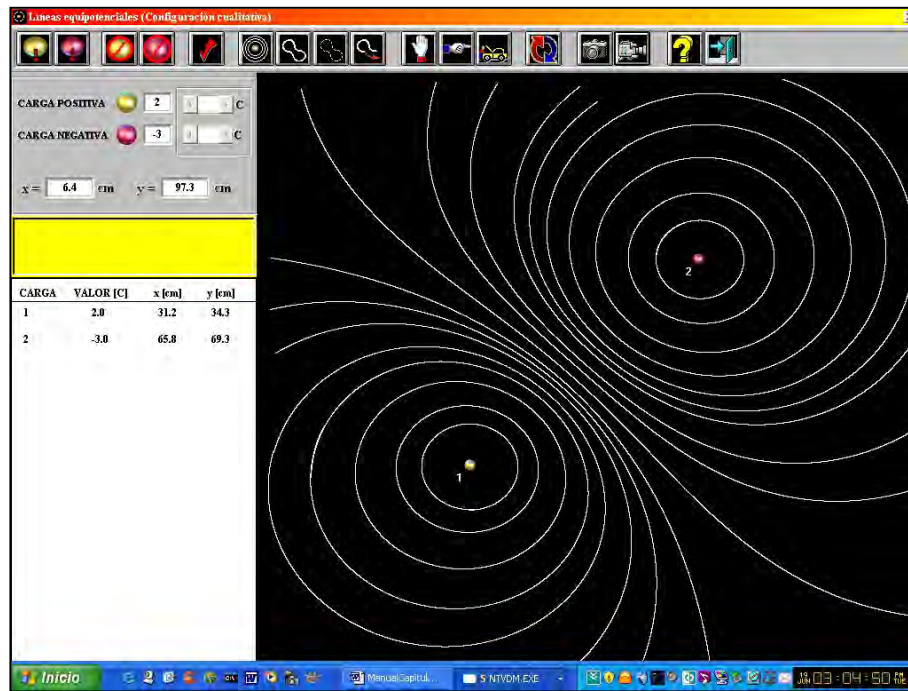


Fig. 4.5 Dos cargas puntuales y líneas equipotenciales de esta configuración.



Pulsando este botón permite volver a observar otra configuración de líneas equipotenciales con otra configuración de cargas.



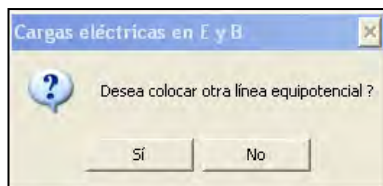
Pulsando este botón detiene el trazo de las líneas equipotenciales.




Pulsando este botón continúa con el trazo de las líneas equipotenciales.



Pulsando este botón aborta el trazo de las líneas equipotenciales. Inmediatamente aparece la siguiente ventana,

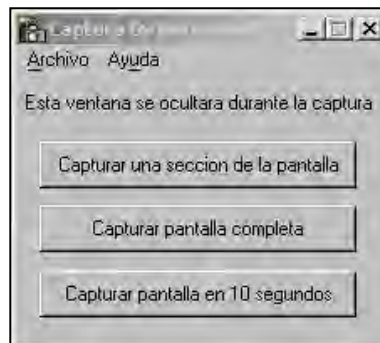


Si desea colocar otra línea equipotencial, se presiona  , luego pulse

nuevamente el botón  y colocando el puntero del mouse en la pantalla negra se hace click en el punto donde se desea que comience las líneas equipotenciales. Si desea abortar la configuración de líneas equipotenciales se presiona .



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 4.6.



**Fig. 4.6** Ventana donde se muestra el menú del programa "Captura".

El botón de ayuda del programa "Captura" le permite explicar como hacer alguna captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 4.7 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: "Fig1.bmp" o "Fig1.jpg" (sin las comillas). Luego se pulsa el botón "Guardar".



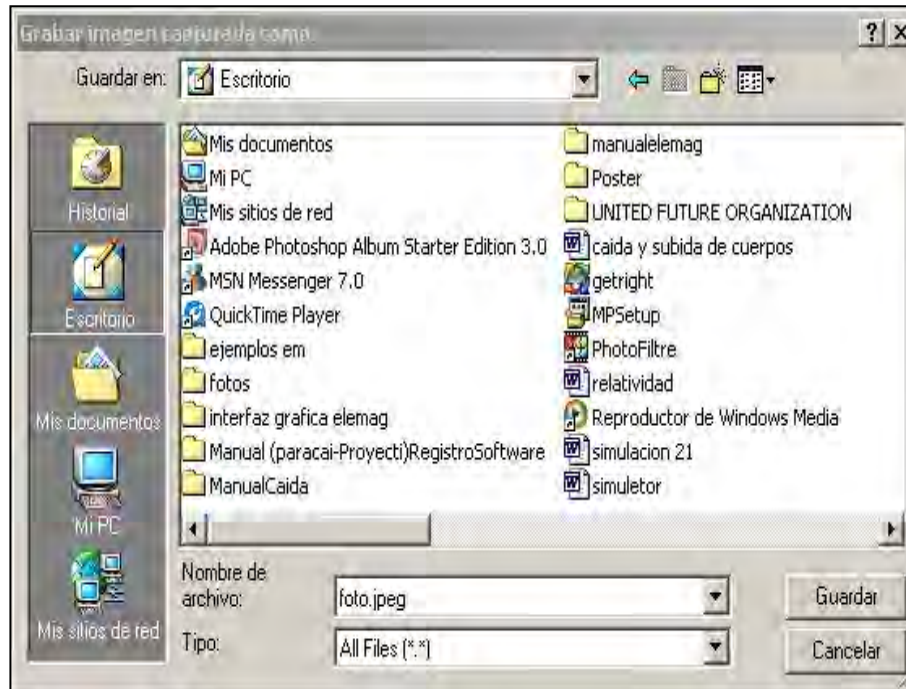
Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 4.8.

Para grabar se presiona el siguiente botón,

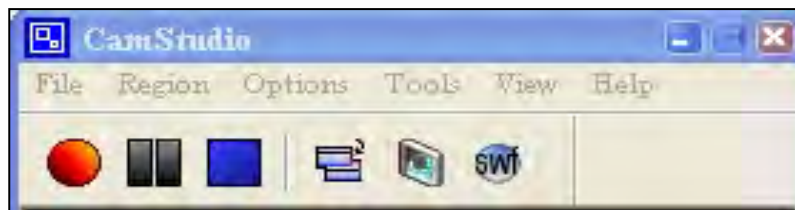


Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.





**Fig. 4.7** Ventana para guardar la imagen capturada.

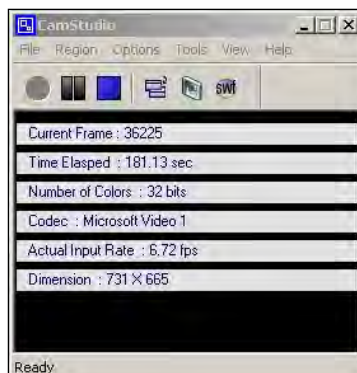




**Fig. 4.8** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador.



Después aparecerá la siguiente ventana:

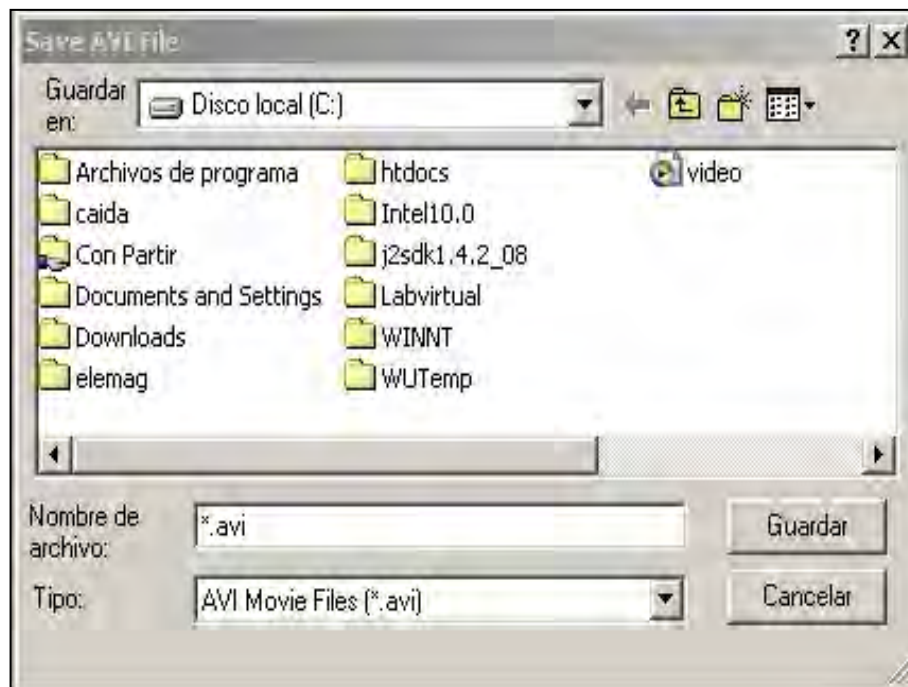


Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 4.9.

Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



**Fig. 4.9** Ventana para guardar el evento capturado en video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de potencial electrostático.

De nuevo en el menú principal de potencial electrostático:

## 4.2 LINEAS EQUIPOTENCIALES Y LINEAS DE FUERZA

Esta sección permite observar y analizar las líneas equipotenciales simultáneamente con las líneas de fuerza para diferentes configuraciones de cargas eléctricas puntuales colocadas en el espacio bidimensional.

Desde el menú principal de potencial electrostático, Fig. 4.2.



Al presionar este botón se accede al análisis de líneas de fuerza y equipotenciales (configuración cualitativa), como se observa en la Fig. 4.10.

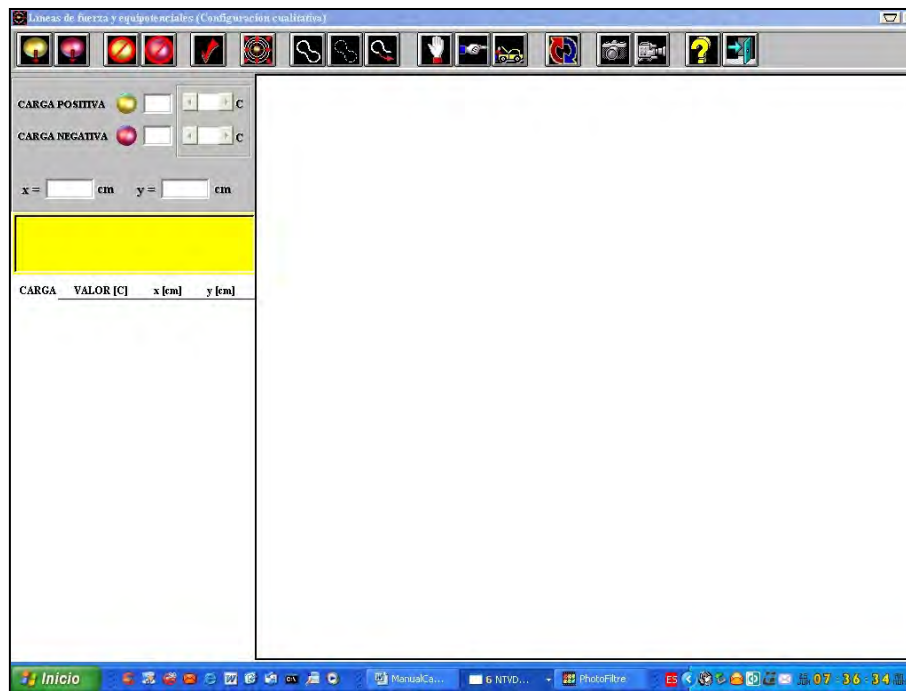
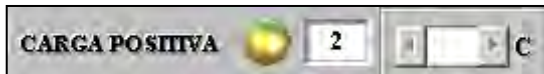


Fig. 4.10 Menú principal de análisis de las líneas de fuerza y equipotenciales.



Pulsando este botón se adiciona una carga positiva en la pantalla negra.

Luego se le da un valor moviendo la barra, en este caso por ejemplo, el valor es de 2 coulomb,



Seguido de esto, la carga positiva estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee

manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón fija la carga en la pantalla negra en el punto deseado.



Pulsando este botón se adiciona una carga negativa en la pantalla negra.

Luego se le da un valor moviendo la barra, en este caso por ejemplo, el valor es de -3 coulomb,



Seguido de esto, la carga negativa estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.



Pulsando este botón permite fijar la carga negativa en la pantalla negra.



Pulsando alguno de estos dos botones permite borrar la carga correspondiente y se hace click sobre la carga que se desea borrar, antes de presionar el botón de fijar carga en la pantalla negra.



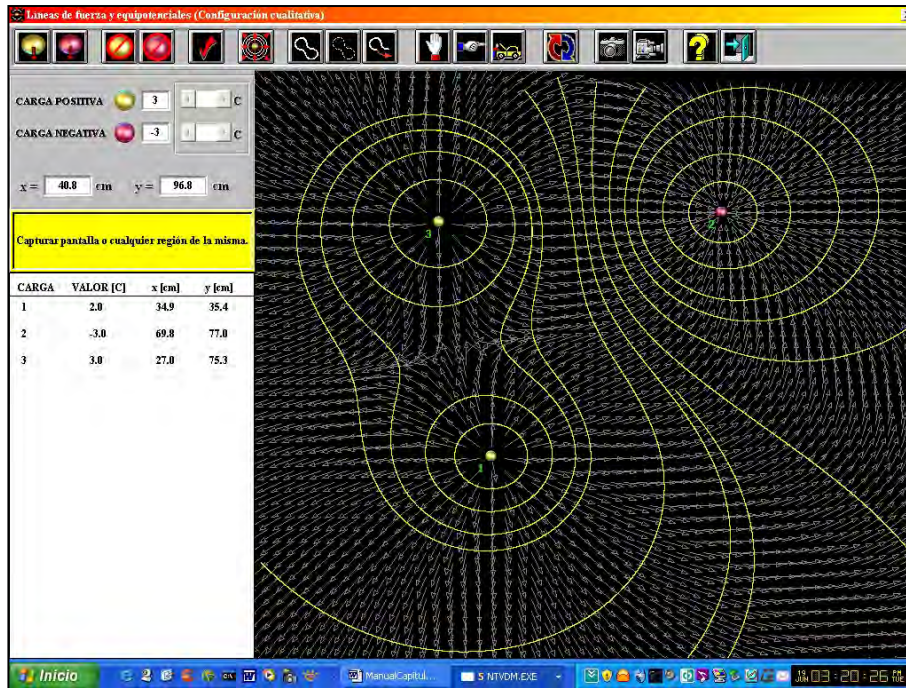
Pulsando este botón y colocando el puntero del mouse en la pantalla negra se hace click en el punto donde se quiere que comiencen las líneas equipotenciales, debemos tener en cuenta que ya han aparecido las líneas de fuerza, un ejemplo es el que se observa en la Fig. 4.11.



Al presionar este botón se visualizan las líneas más continuas y por lo tanto el trazo de las líneas son más exactas pero el proceso es más lento.



Al presionar este botón se visualizan las líneas menos continuas por lo tanto es más rápido el trazo de las líneas pero menos exactas.



**Fig 4.11** Líneas de fuerza y equipotenciales para una configuración de tres cargas puntuales.



Pulsando este botón permite completar el trazo de las líneas equipotenciales.



Pulsando este botón permite volver a observar otra configuración de líneas equipotenciales con otra configuración de cargas.



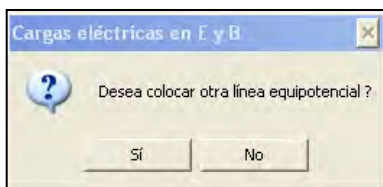
Pulsando este botón detiene el trazo de las líneas equipotenciales.



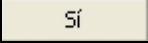
Pulsando este botón continúa con el trazo de las líneas equipotenciales.


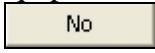


Pulsando este botón aborta el trazo de las líneas equipotenciales. Inmediatamente aparece la siguiente ventana,





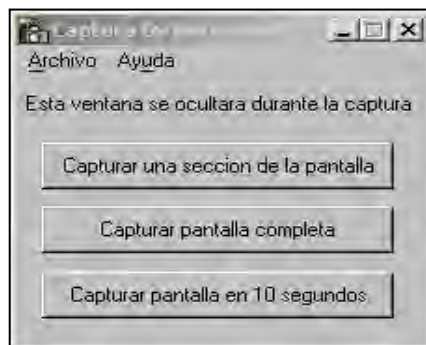
Si desea colocar otra línea equipotencial, se presiona  , luego pulse

nuevamente el botón  y colocando el puntero del mouse en la pantalla negra se hace click en el punto donde se desea que comience las líneas equipotenciales. si desea abortar la configuración de líneas equipotenciales se presiona 



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 4.12.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer alguna captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.



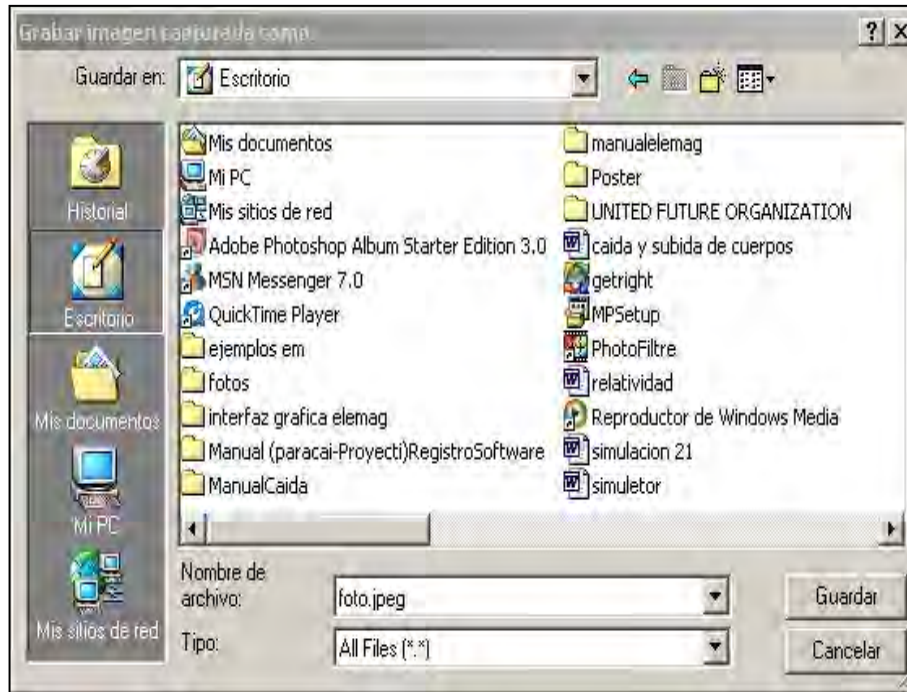
**Fig. 4.12** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 4.13 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

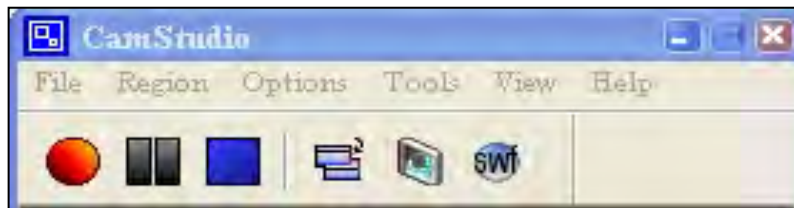
En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú que se ilustra en la Fig. 4.14.



**Fig 4.13** Ventana para guardar la imagen capturada.



**Fig. 4.14** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,



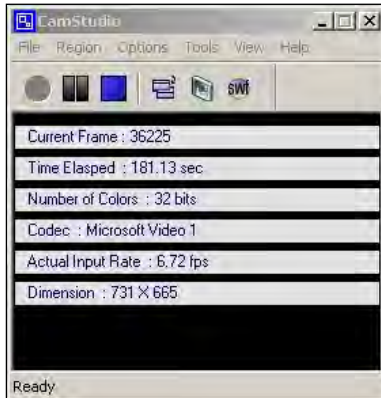
Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.



Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador.



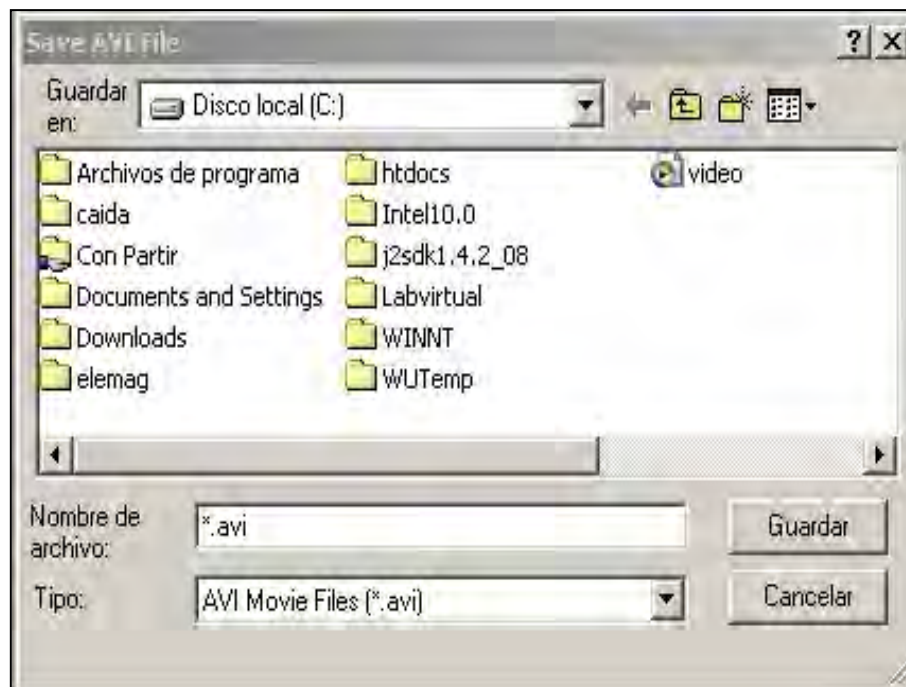
Después aparecerá la siguiente ventana,





Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 4.15 Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 4.15** Ventana para guardar el evento capturado en video.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de potencial electrostático.

De nuevo en el menú principal de potencial electrostático:

### 4.3 ANALISIS CUANTITATIVO DEL POTENCIAL ELECTROSTATICO

En esta sección se calcula el potencial electrostático en un punto del espacio debido a diferentes configuraciones de cargas eléctricas puntuales.

Partiendo del menú principal de potencial electrostático, Fig. 4.2.



Al presionar este botón se accede al menú de análisis cuantitativo del potencial electrostático. En este menú se muestra el valor numérico del potencial electrostático en un punto determinado (Fig. 4.16).

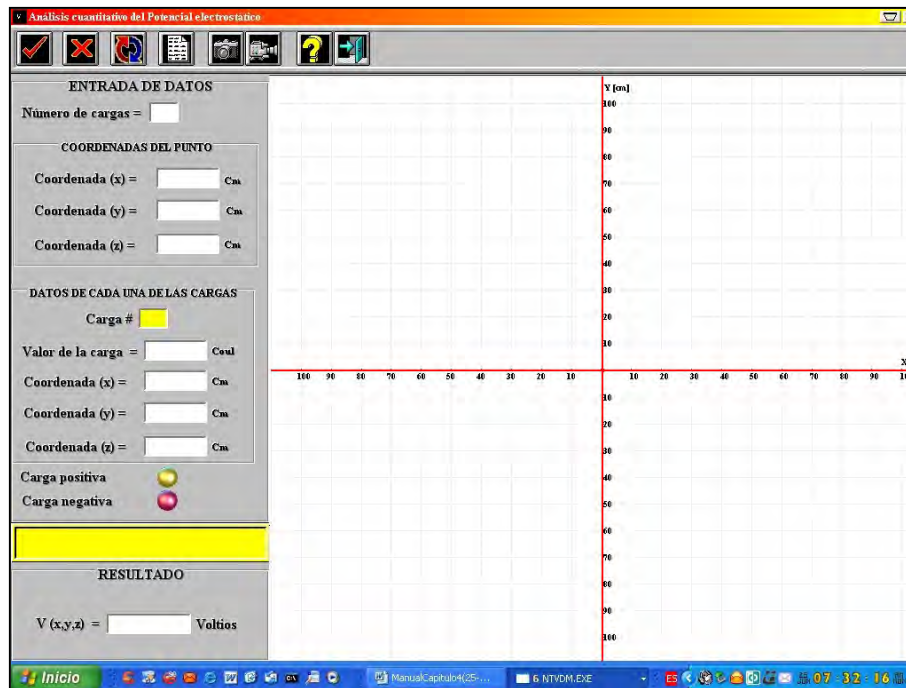


Fig. 4.16 Menú principal de análisis cuantitativo del potencial electrostático.

En este caso para situar la cargas en la pantalla y darles un valor se procede introduciendo primero el número de cargas que quiere analizar y se pulsa <ENTER>.

**ENTRADA DE DATOS**

Número de cargas =

Luego se introducen los datos del punto al que se le quiere determinar el potencial. Las coordenadas tienen un valor en centímetros, desde -100 hasta 100, tanto en el eje X, en el eje Y como en el eje Z.

Cada vez que se introduce un dato se debe presionar la tecla <ENTER>.

**COORDENADAS DEL PUNTO**

Coordenada (x) =  Cm

Coordenada (y) =  Cm

Coordenada (z) =  Cm

Seguido de esto se introducen los datos de las cargas, recordemos que se recomienda entrar los valores en forma exponencial, por ejemplo, -2e-6 aunque se puede poner un valor arbitrario cualquiera. Hay que tener en cuenta que para las cargas negativas se adiciona el signo menos (-) al introducir el valor y para las cargas positivas no es necesario adicionar signo.

**DATOS DE CADA UNA DE LAS CARGAS**

Carga #

Valor de la carga =  Coul

Coordenada (x) =  Cm

Coordenada (y) =  Cm

Coordenada (z) =  Cm



Pulsando este botón efectúa el cálculo del potencial eléctrico en el punto determinado.

En la Fig. 4.17 se muestra las cargas introducidas para determinar el valor del potencial electrostático en un punto determinado.

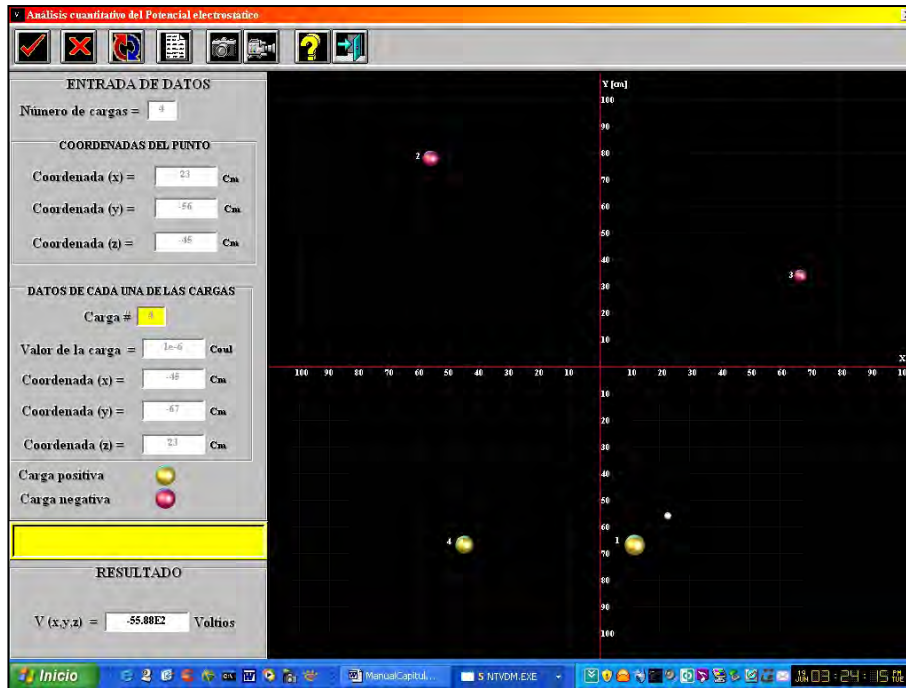
El resultado se presenta de la siguiente manera,

**RESULTADO**

V (x,y,z) =  Voltios



Pulsando este botón se cancela todos los datos introducidos antes de efectuar el cálculo.



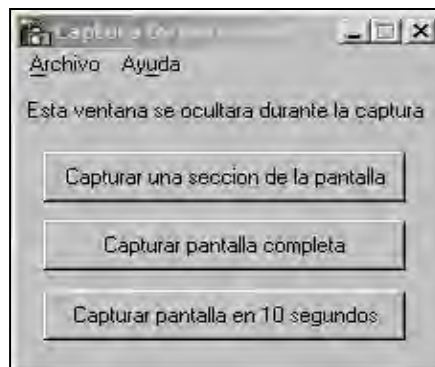
**Fig. 4.17** Cálculo del potencial electrostático en un punto debido a cuatro cargas colocadas en el espacio.



Pulsando este botón se obtiene una lista de todos los datos introducidos.



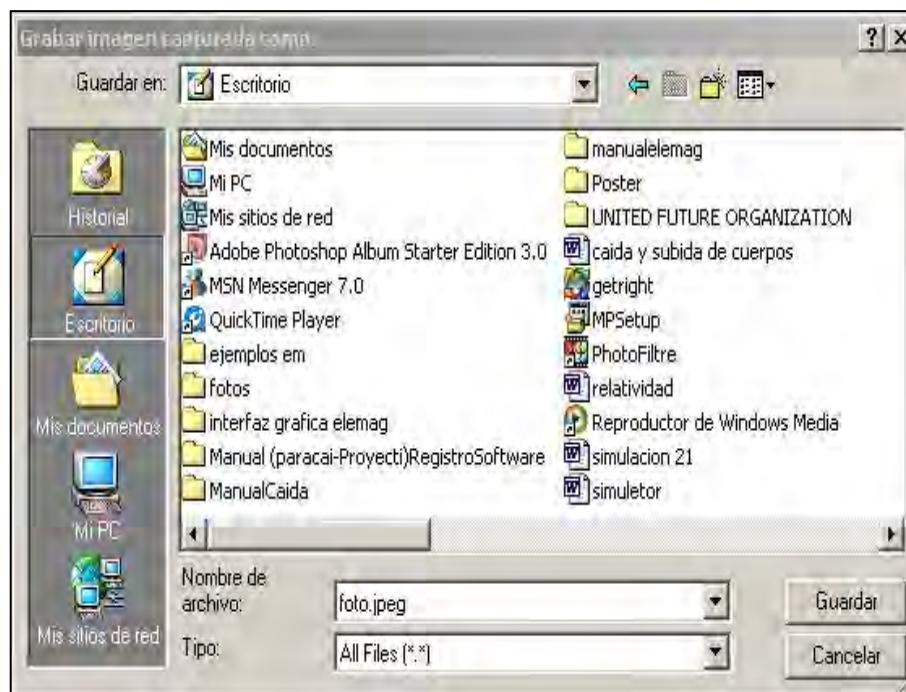
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 4.18.



**Fig. 4.18** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer alguna captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 4.19 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

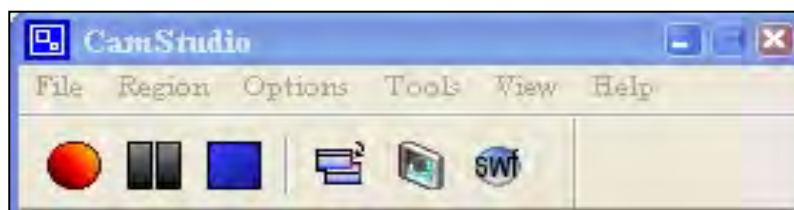


**Fig. 4.19** Ventana para guardar la imagen capturada.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú:



**Fig. 4.20** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,



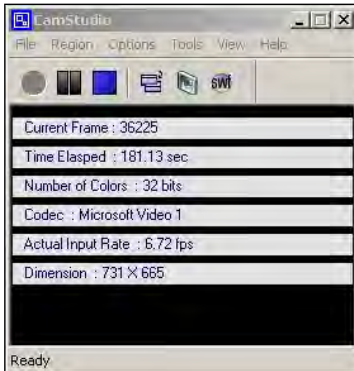
Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.





Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador.

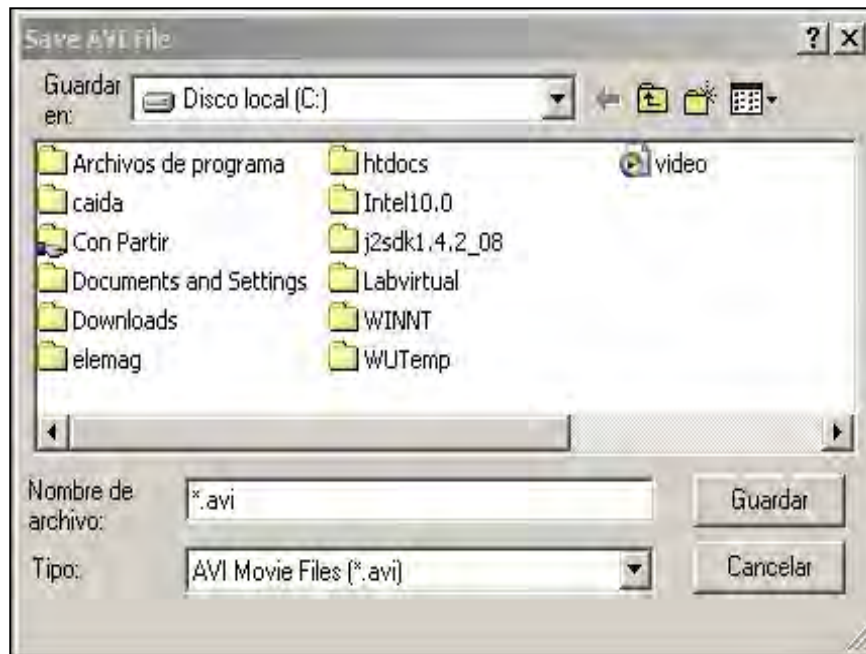


Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 4.21. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 4.21** Ventana para guardar el evento capturado en video.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón

“Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de potencial electrostático.

De nuevo en el menú principal de potencial electrostático:

#### 4.4 ANALISIS CUANTITATIVO DE LAS LINEAS EQUIPOTENCIALES

En esta sección se muestra el valor del potencial electrostático de cada una de las líneas equipotenciales dibujadas debido a diferentes configuraciones de cargas eléctricas puntuales colocadas en el espacio bidimensional.

Partiendo del menú principal de potencial electrostático, Fig. 4.2.

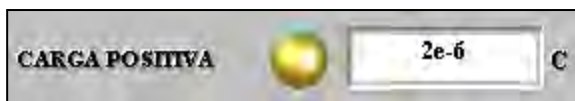


Al presionar este botón se accede al menú de análisis cuantitativo de las líneas equipotenciales, como se muestra en la Fig. 4.22.

Para colocar las cargas puntuales, se presiona el botón correspondiente a la carga



positiva o a la carga negativa , automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga para introducir el valor numérico de ella, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo: 2e-6 que significa  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>.



Seguido de lo anterior, la carga estará situada en la esquina superior izquierda de la pantalla negra. Para situarla en un lugar específico de ésta, se ubica el puntero en cualquier punto de esta región y se deja presionado el botón izquierdo del mouse, haciendo un pequeño movimiento en el puntero, automáticamente la carga se desplazará hacia donde esté el puntero y se podrá ubicar donde el usuario desee manteniendo el botón izquierdo presionado, una vez que la carga se encuentre en el punto deseado, suelte el botón izquierdo del mouse. Inmediatamente después pulse el botón que se muestra a continuación para fijar la carga en la pantalla negra.





Pulsando este botón permite fijar la carga en la pantalla negra en un punto determinado.

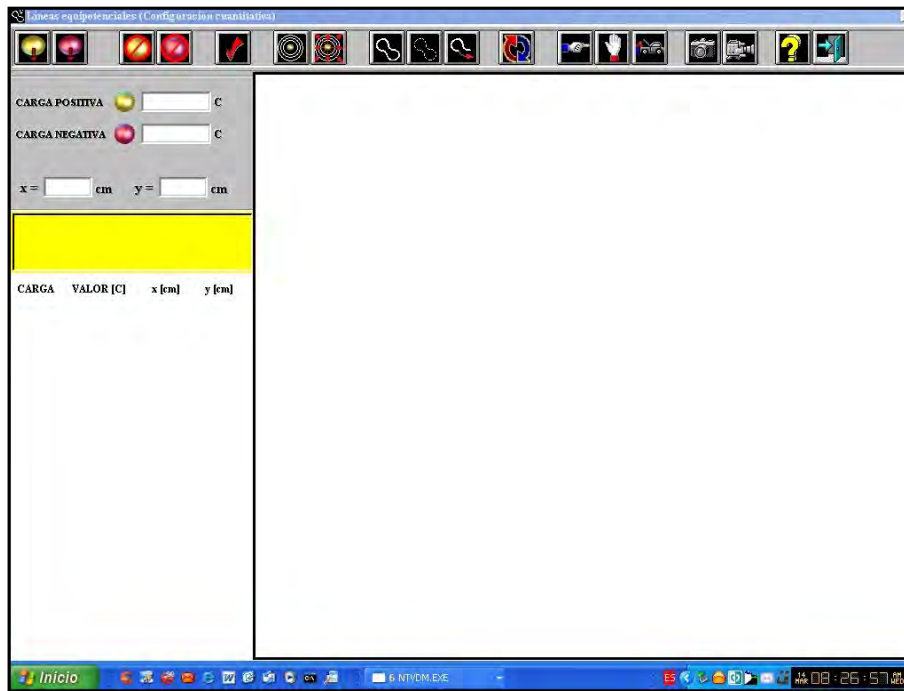


Fig. 4.22 Menú principal de análisis cuantitativo de las líneas equipotenciales.



Después de pulsar este botón se pone el puntero del mouse en el punto donde se quiere que comiencen las líneas equipotenciales y luego se hace click. Aparece el valor del potencial electrostático de esta línea.



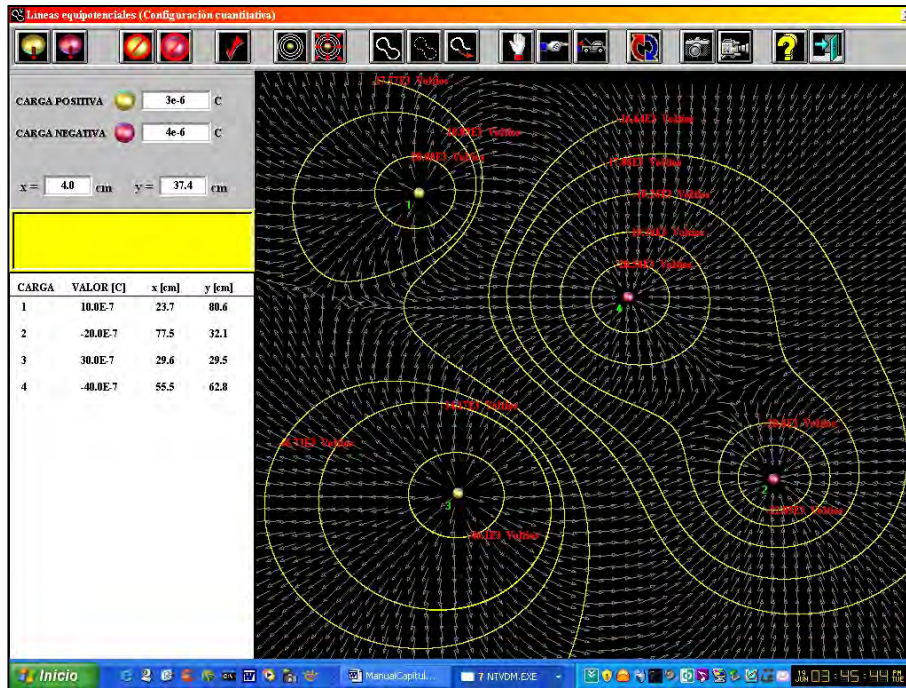
Después de pulsar este botón se pone el puntero del mouse en el punto donde se quiere que comiencen las líneas equipotenciales y luego se hace click. Aparece el valor del potencial electrostático de esta línea y además aparecen las líneas de fuerza del campo eléctrico (Fig 4.23).



Al presionar este botón se visualizan las líneas más continuas y por lo tanto el trazo de las líneas son más exactas pero el proceso es más lento.



Al presionar este botón se visualizan las líneas menos continuas por lo tanto es más rápido el trazo de las líneas pero menos exactas.



**Fig. 4.23** Configuración de dos cargas mostrando varias líneas equipotenciales con sus valores de potencial y las líneas de fuerza.



Pulsando este botón permite completar el trazo de las líneas equipotenciales.



Pulsando este botón permite volver a observar otra configuración de líneas equipotenciales con otra configuración de cargas.



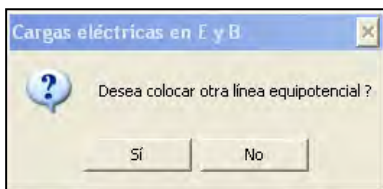
Pulsando este botón detiene el trazo de las líneas equipotenciales.

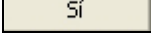



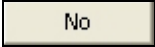
Pulsando este botón continúa con el trazo de las líneas equipotenciales.



Pulsando este botón aborta el trazo de las líneas equipotenciales. Inmediatamente aparece la siguiente ventana

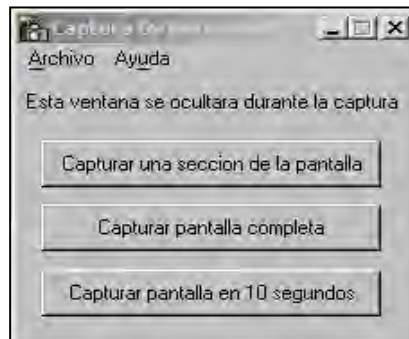


Si desea colocar otra línea equipotencial se presiona  , luego pulse

nuevamente el botón  y colocando el puntero del mouse en la pantalla negra se hace click en el punto donde se desea que comience las líneas equipotenciales. Si desea abortar la configuración de líneas equipotenciales se presiona .



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 4.24.



**Fig. 4.24** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer alguna captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 4.25 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.

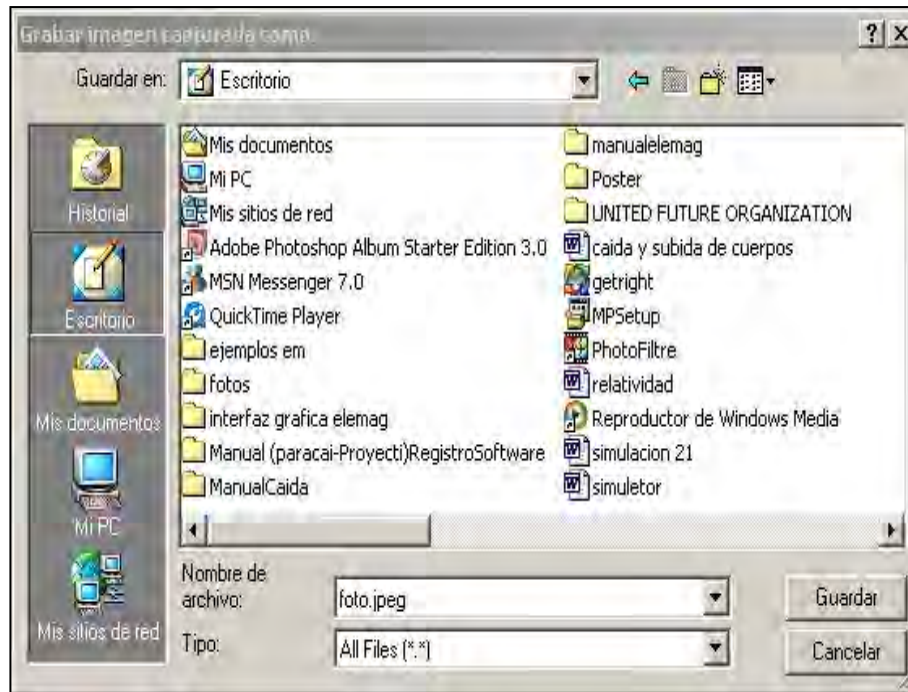


Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú que se muestra en la Fig. 4.26.

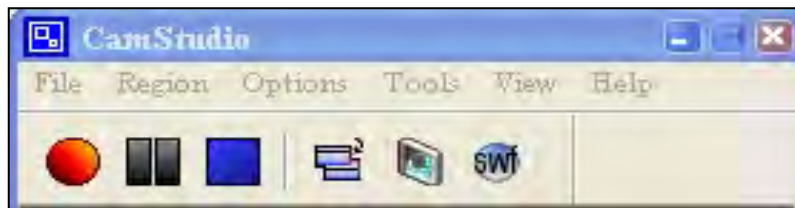
Para grabar se presiona el siguiente botón,



Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento que está ocurriendo en esa región.



**Fig. 4.25** Ventana para guardar la imagen capturada.

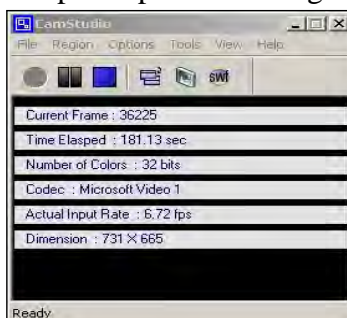




**Fig. 4.26** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador.

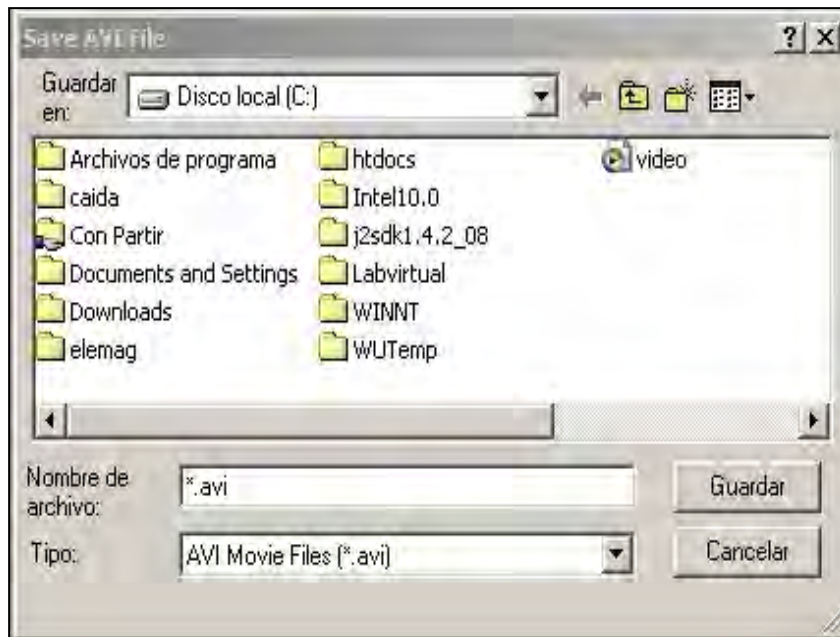


Después aparecerá la siguiente ventana,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 4.27. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 4.27** Ventana para guardar el evento capturado en video.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de potencial electrostático.

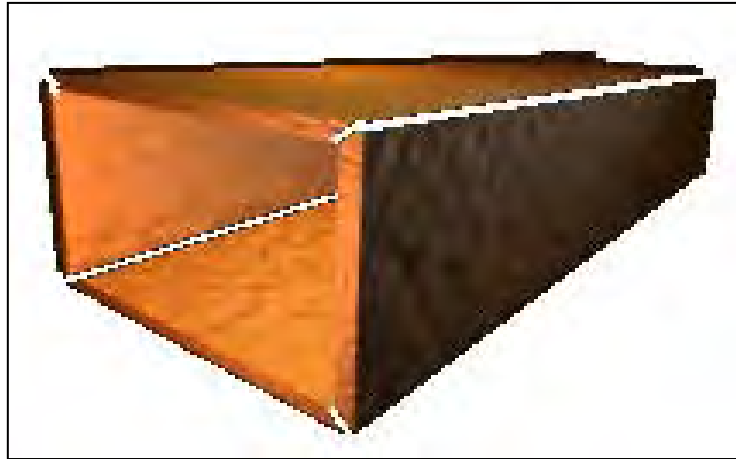
De nuevo en el menú principal de potencial electrostático:

## 4.5 APLICACIÓN DE LA ECUACION DE LAPLACE

Como ejemplo de aplicación de la ecuación de Laplace, se va a considerar un sistema de electrodos que consisten en cuatro placas metálicas largas que se unen mediante un material aislante, encerrando una región de sección transversal rectangular como se



muestra en la Fig. 4.28. Las placas vienen a ser las fronteras de la región y se encuentran a ciertos potenciales. Mediante la aplicación de la ecuación de Laplace se pretende determinar el potencial en cada punto en el interior de los electrodos, utilizando el método de aproximación conocido como “Diferencias finitas”.

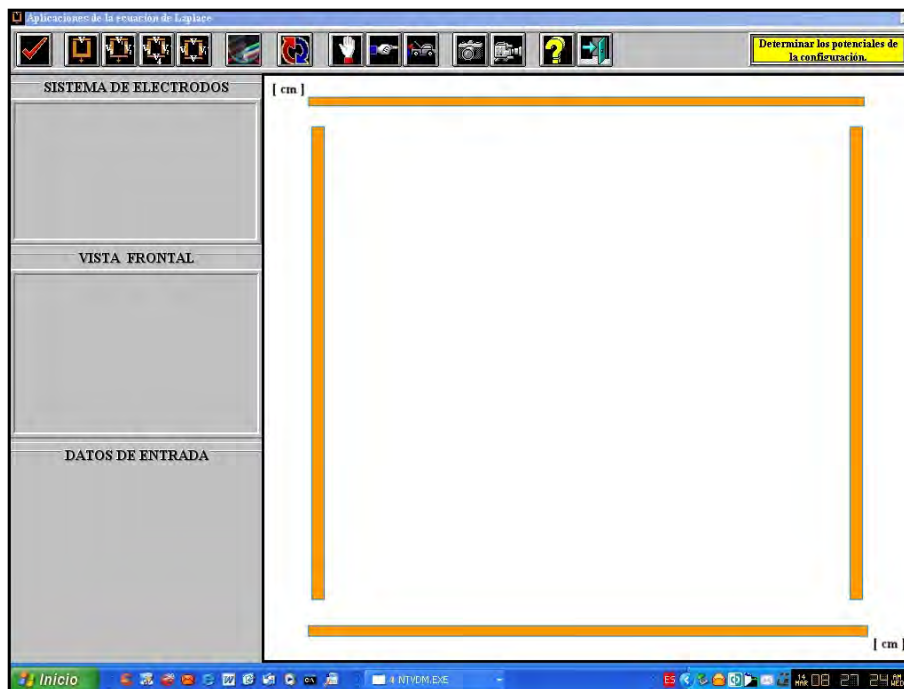


**Fig. 4.28** Sistema de electrodos en la que cada cara se encuentra a un cierto potencial  $V$ .

Partiendo del menú de potencial electrostático, Fig. 4.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de la aplicación de la ecuación de Laplace, tal como se observa en la Fig. 4.29.



**Fig. 4.29** Menú principal de aplicación de la ecuación de Laplace.

Primero se escoge una configuración de electrodos.



Potencial en la cara superior y las demás caras conectadas a tierra.



Potenciales en tres caras y la inferior conectada a tierra.

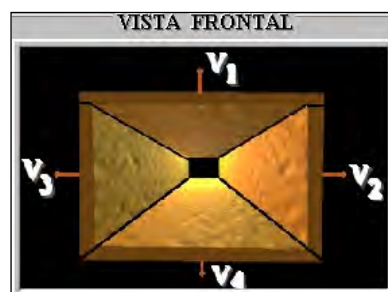
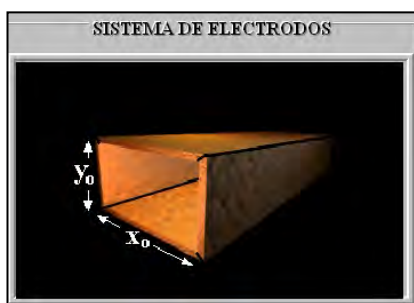


Potenciales en las cuatro caras.



Potencial igual en dos caras y otro potencial igual en las otras dos caras.

Para el ejemplo se escogió la configuración de potenciales en las cuatro caras.



Luego de escoger la configuración se introducen los datos de los potenciales en cada cara de la caja y sus dimensiones, como se muestra a continuación,



Seguido de esto se presiona el botón aceptar y cuando termina de calcular aparecen los potenciales en cada punto de la configuración de electrodos, Fig. 4.30.



Pulsando este botón se hace una gráfica de  $V(x,y)$  en el interior de los electrodos, como se muestra en la Fig. 4.31.



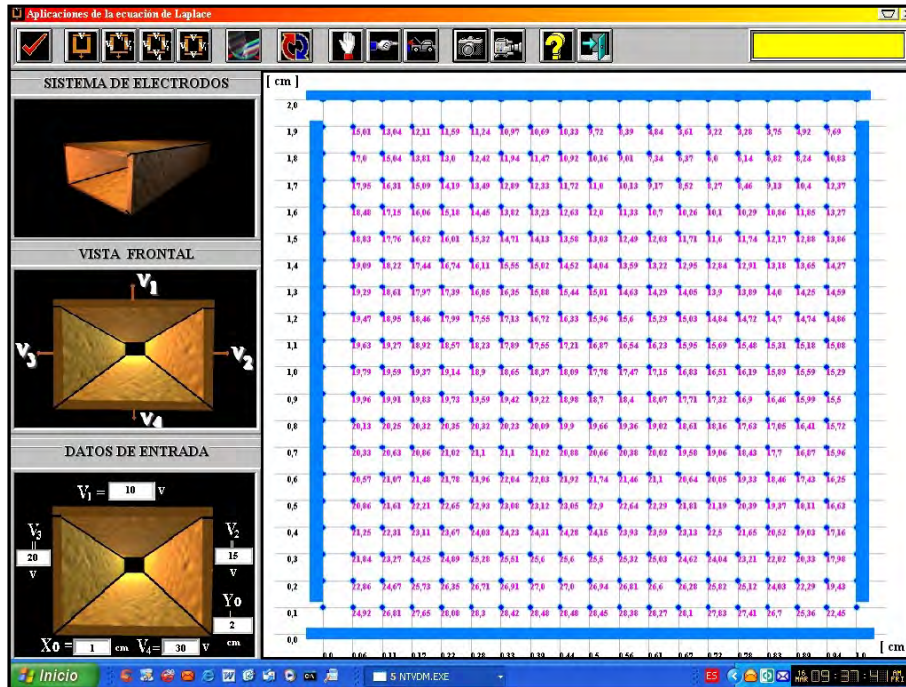


Fig. 4.30 Potenciales en cada punto de la configuración de electrodos.



Pulsando este botón permite volver a observar otra configuración de la caja.

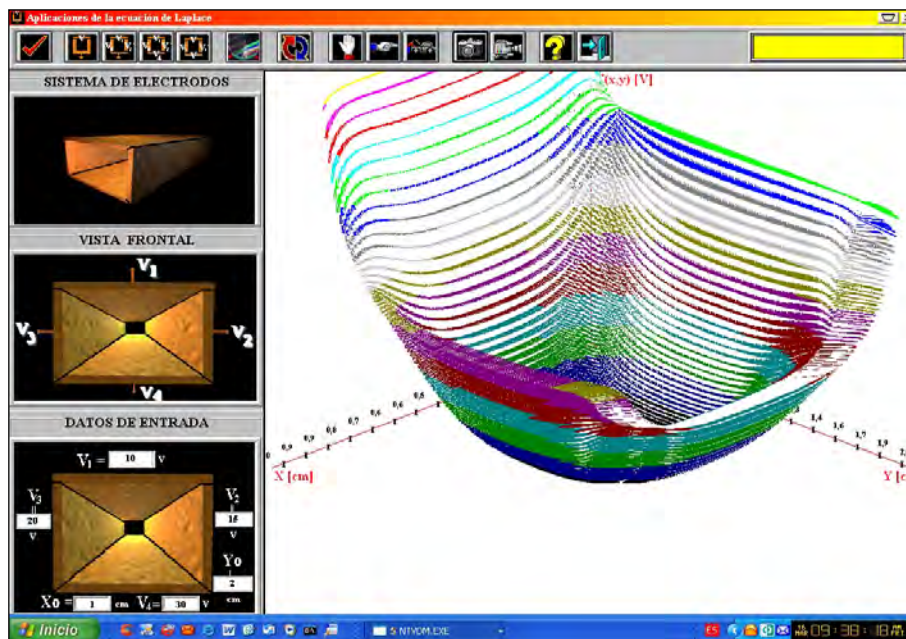


Fig. 4.31 Grafica del potencial en cada uno de los puntos dentro de los electrodos.



Pulsando este botón detiene el proceso de cálculo de los potenciales en el interior de la caja.



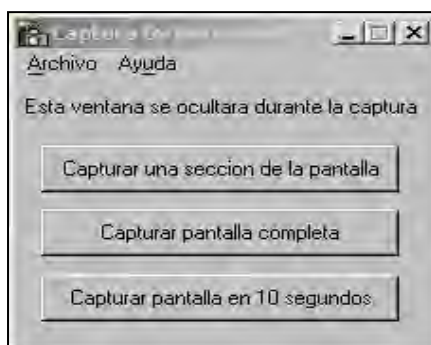
Pulsando este botón continúa con el proceso de cálculo de los potenciales en el interior de la caja.



Pulsando este botón abortar el proceso de cálculo de los potenciales en el interior de la caja.



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 4.32.



**Fig. 4.32** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer alguna captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 4.33 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

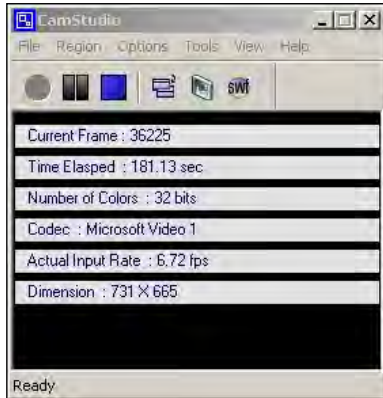
En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.



En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú como se muestra en la Fig. 4.34.

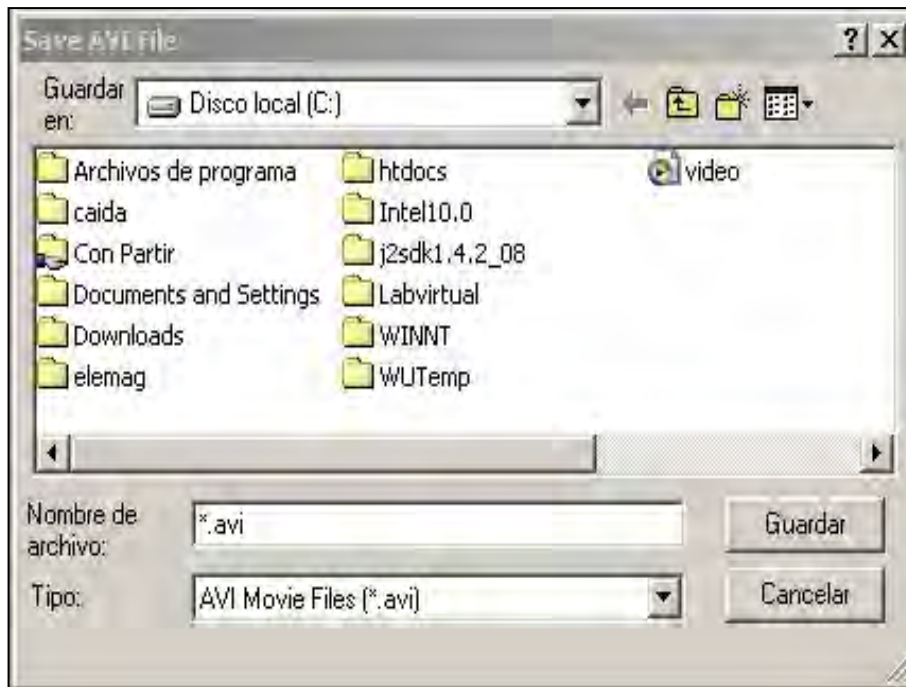




Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 4.35. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 4.35** Ventana para guardar el evento capturado en video.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón

“Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de potencial electrostático.

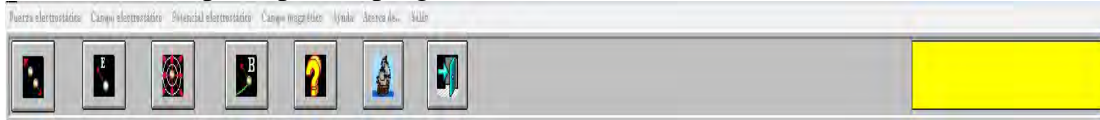




## CAPITULO 5

### CAMPO MAGNETICO

Desde el menú principal del programa:



**Fig. 5.1** Menú principal del programa.



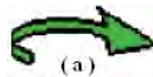
Al presionar este botón se accede al menú principal de campo magnético.



**Fig. 5.2** Menú principal de campo magnético.



Al presionar este botón se accede a la teoría básica sobre una carga eléctrica en presencia de un campo magnético y/o de un campo eléctrico, la cual se presenta con imágenes y videos para un mejor entendimiento del fenómeno. En la parte inferior derecha e izquierda de las páginas donde se encuentra la teoría, aparecen dos pequeños símbolos como se muestran en la Fig. 5.3.



(a)



(b)

**Fig. 5.3** (a) Haciendo click en este símbolo devuelve una página. (b) Haciendo click en este símbolo avanza una página.

### 5.1 ANALISIS CUALITATIVO DEL MOVIMIENTO

En esta sección se estudia y analiza el comportamiento de una carga eléctrica en presencia de un campo magnético y de un campo eléctrico desde el punto de vista cualitativo.





Al presionar este botón se accede al análisis cualitativo del movimiento en un campo magnético.

En la Fig. 5.4, se muestra el menú principal de análisis cualitativo del movimiento de una carga en el interior de un campo magnético.

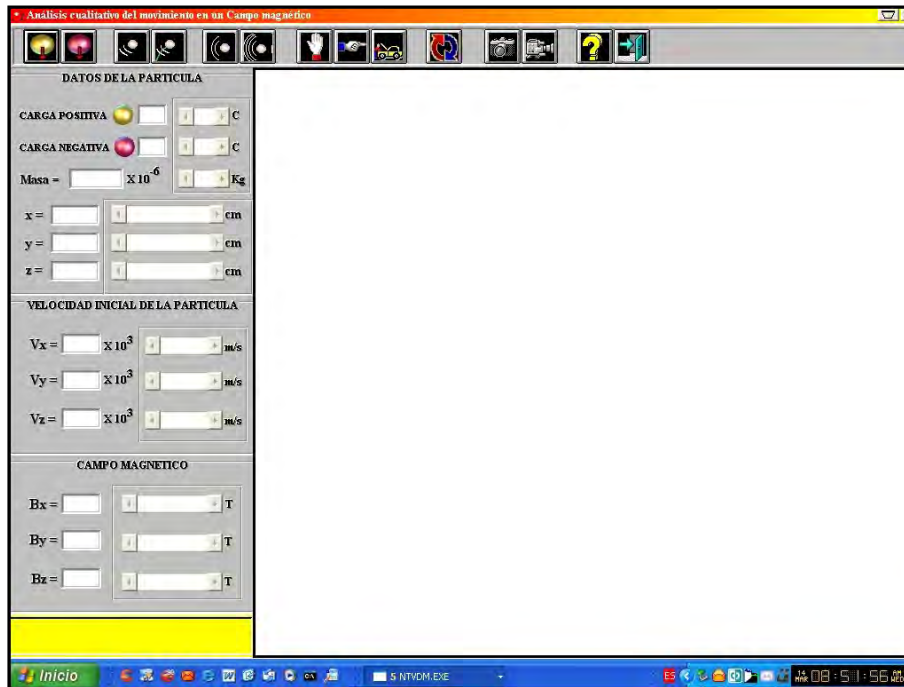
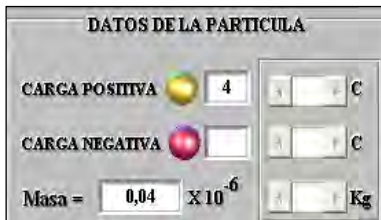


Fig. 5.4 Menú principal de análisis cualitativo del movimiento en un campo magnético.



Pulsando este botón habilita la barra de desplazamiento para asignarle un valor a la carga positiva, en este caso por ejemplo, el valor es de 4 coulomb.



Seguido de esto, asigne un valor a la masa de la partícula cargada moviendo la barra de desplazamiento.



Pulsando este botón habilita la barra de desplazamiento para asignarle un valor a la carga negativa.

Hay que anotar que se debe colocar una sola carga para observar el movimiento, ya sea una carga positiva o una carga negativa.

Seguido de esto, asigne un valor a la masa de la partícula cargada moviendo la barra de desplazamiento.

Para situar la carga en un lugar específico de la pantalla negra se utiliza las barras de desplazamiento de posición en x, para la posición en y, para la posición en z. Tan pronto entre el dato para la posición en z, aparece la carga en el pantalla negra en el punto respectivo.

A screenshot of a software interface with three rows of controls. Each row consists of a text label (x =, y =, z =), a numerical input field, a vertical scrollbar, and a unit label (cm). The values in the input fields are -134, -82, and -8 respectively.

Luego, igualmente con las barras de desplazamiento se asigna los valores de las componentes en x, y, z de la velocidad inicial de la partícula.

A screenshot of a software interface titled "VELOCIDAD INICIAL DE LA PARTICULA". It contains three rows of controls. Each row has a text label (Vx =, Vy =, Vz =), a numerical input field followed by "x 10<sup>-3</sup>", a vertical scrollbar, and a unit label (m/s). The values in the input fields are 2222, 5012, and 2258 respectively.

Igualmente con las barras de desplazamiento se asigna los valores de las componentes en x, y, z del campo magnético. Tan pronto entre el dato de la componente z del campo magnético se habilita los botones correspondientes para efectuar el movimiento de la carga.

A screenshot of a software interface titled "CAMPO MAGNETICO". It contains three rows of controls. Each row has a text label (Bx =, By =, Bz =), a numerical input field, a vertical scrollbar, and a unit label (T). The values in the input fields are 0,22, 0,33, and -0,36 respectively.

Y después de esto, se pulsa cualquiera de los siguientes botones para efectuar el movimiento.



Movimiento de la carga sin trayectoria.



Movimiento de la carga con trayectoria, un ejemplo es el que se observa en la Fig. 5.5.



Pulsando este botón se acelera el movimiento de la carga puntual.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa va a ser la trayectoria.



Pulsando este botón se retarda el movimiento de la carga puntual.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque botón está deshabilitado para ese momento.

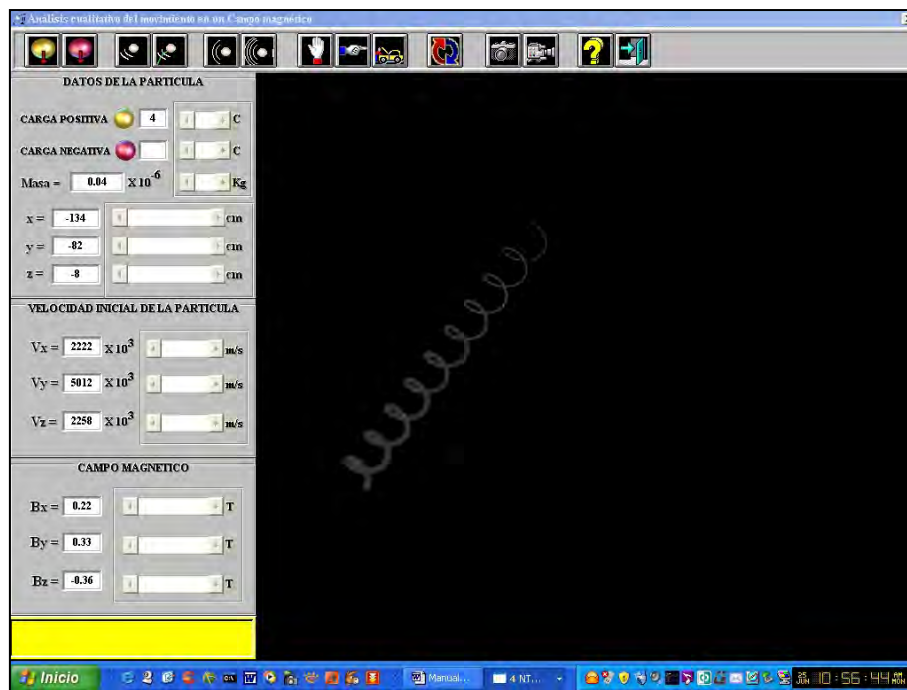
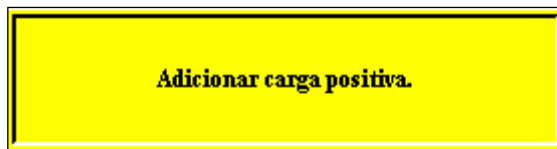


Fig. 5.5 Movimiento de una carga positiva influenciada por un campo magnético.



Pulsando este botón congela el movimiento en un momento determinado.



Pulsando este botón continúa con el movimiento.



Pulsando este botón aborta el movimiento.

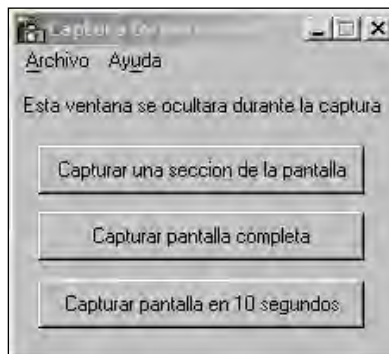


Pulsando este botón permite volver a observar el movimiento con otra configuración.



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 5.6.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer alguna captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.



**Fig. 5.6** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 5.7 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.

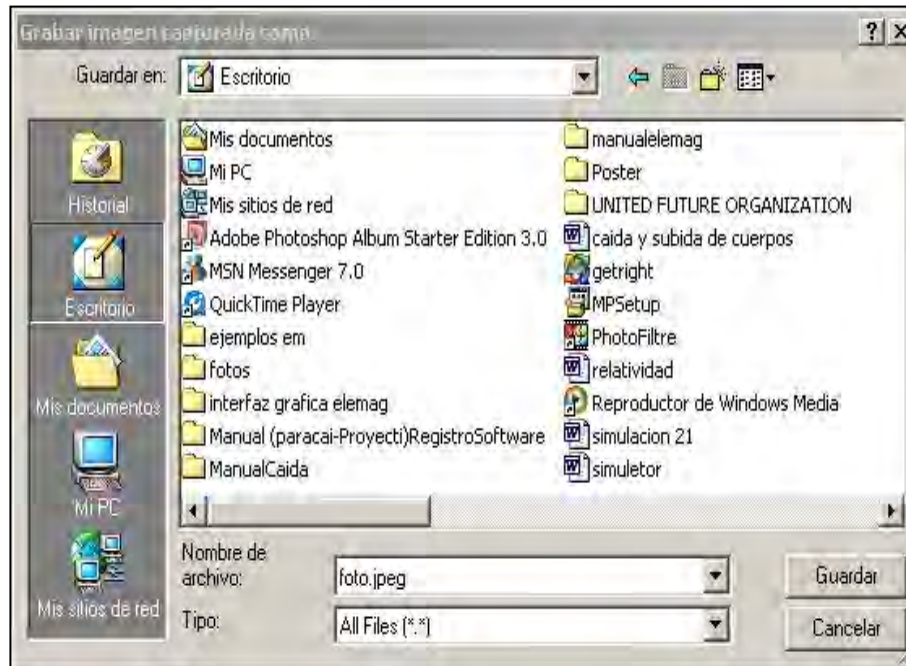
La imagen se debe guardar en formato jpg o en formato bmp, para que sea reconocido por los programas de lectura de imágenes.



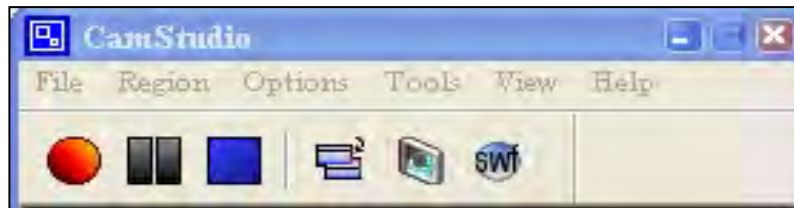
Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el menú que se muestra en la Fig. 5.8.

Para grabar se presiona el siguiente botón,





**Fig. 5.7** Ventana para guardar las imágenes capturadas.



**Fig. 5.8** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.



Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento ocurrido en esa región

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador.



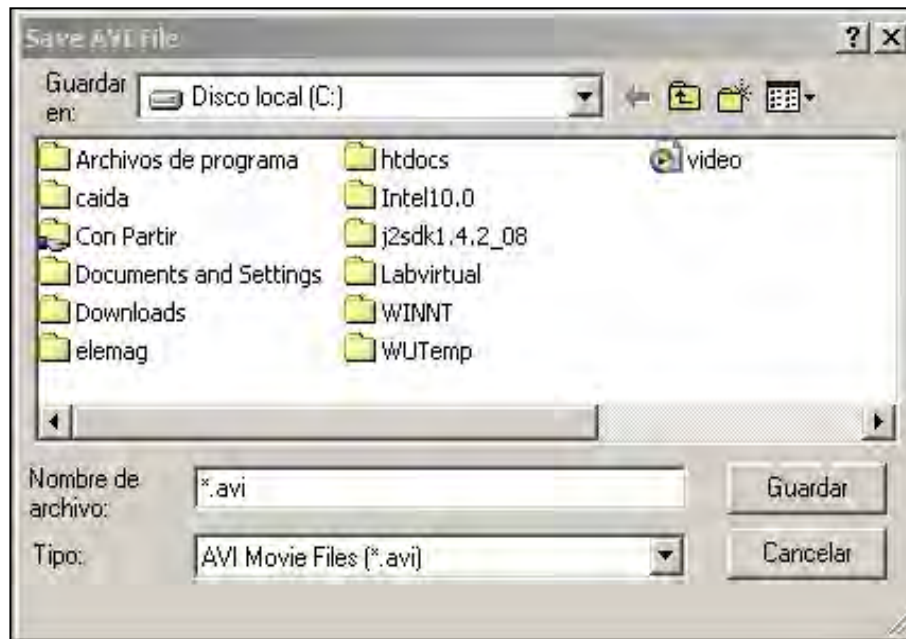
Después aparecerá el siguiente menú,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 5.9. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



**Fig. 5.9** Ventana para guardar el video del evento sucedido en la pantalla.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.





Pulsando este botón se sale al menú principal de campo magnético.

De nuevo en el menú principal de campo magnético:

## 5.2 ANALISIS CUANTITATIVO DEL MOVIMIENTO

En esta sección se estudia y analiza el comportamiento de una carga eléctrica de manera cuantitativa, es decir, en todo momento se muestra los valores cinemáticos y dinámicos de la partícula en presencia de un campo magnético.

Partiendo del menú principal de campo magnético, Fig. 5.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cuantitativo del movimiento en un campo magnético.

Fig. 5.10 Menú principal de análisis cuantitativo del movimiento en un campo magnético.



Pulsando este botón automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga positiva para introducir el valor numérico de ella, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo:  $2e-4$  que significa  $2 \times 10^{-4}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>.

**DATOS DE LA PARTICULA**

CARGA POSITIVA   Coul

CARGA NEGATIVA   Coul



Pulsando este botón automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga negativa para introducir el valor numérico de ella pero sin el signo negativo (-), el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo: 2e-6 que significa  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>.

Se debe anotar que se debe colocar una sola carga para observar el movimiento, ya sea una carga positiva o una carga negativa.

Después se le asigna un valor a la masa de la partícula cargada y luego se pulsa la tecla <ENTER>.

Masa =  Kg

Para situar la carga en un lugar específico de la pantalla negra, se le asigna el valor de la posición en x, para la posición en y, para la posición en z. Cada dato introducido se debe pulsar la tecla <ENTER>. Tan pronto entre el dato para la posición en z, aparece la carga en el pantalla negra en el punto respectivo.

Posición en x =  Cm

Posición en y =  Cm

Posición en z =  Cm

Luego, igualmente se asigna los valores de las componentes en x, y, z de la velocidad inicial de la partícula. Cada dato introducido se debe pulsar la tecla <ENTER>.

**VELOCIDAD INICIAL DE LA PARTICULA**

Velocidad  $V_x$  =  m/s

Velocidad  $V_y$  =  m/s

Velocidad  $V_z$  =  m/s

Y por ultimo se asigna los valores de las componentes en x, y, z del campo magnético. Cada dato introducido se debe pulsar la tecla <ENTER>. Tan pronto entre el dato de la componente z del campo magnético se habilita los botones correspondientes para efectuar el movimiento de la carga.



Y después de esto, se pulsa cualquiera de los siguientes botones para efectuar el movimiento.



Movimiento de la carga sin trayectoria.



Movimiento de la carga con trayectoria, como se observa en la Fig. 5.11

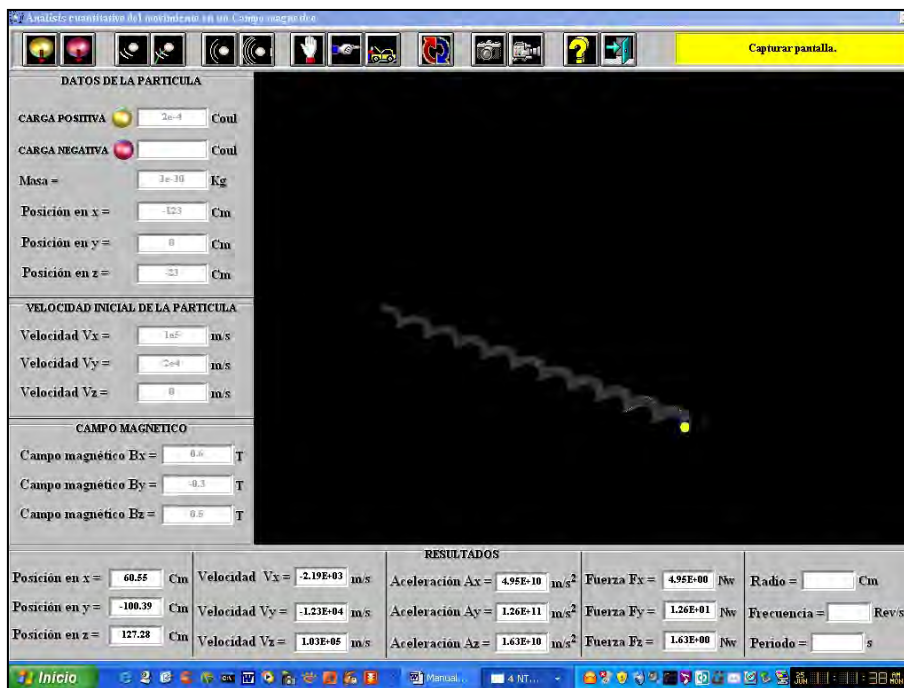


Pulsando este botón se acelera el movimiento de la carga puntual.



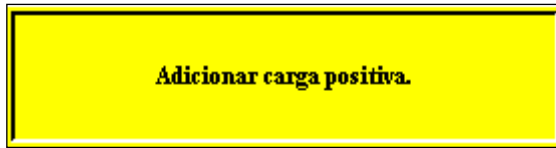
Pulsando este botón se retarda el movimiento de la carga puntual.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa va a ser la trayectoria.



**Fig. 5.11** Movimiento de una partícula positiva en un campo magnético mostrando sus valores cinemáticos y dinámicos en todo momento.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque botón está deshabilitado para ese momento.



Los resultados se presentan de la siguiente manera,

RESULTADOS									
Posición en x =	<input type="text" value="118,92"/> Cm	Velocidad Vx =	<input type="text" value="-6,85E+04"/> m/s	Aceleración Ax =	<input type="text" value="-2,45E+11"/> m/s <sup>2</sup>	Fuerza Fx =	<input type="text" value="-2,45E+01"/> Nw	Radio =	<input type="text"/> Cm
Posición en y =	<input type="text" value="-124,34"/> Cm	Velocidad Vy =	<input type="text" value="-2,60E+05"/> m/s	Aceleración Ay =	<input type="text" value="9,72E+10"/> m/s <sup>2</sup>	Fuerza Fy =	<input type="text" value="9,72E+00"/> Nw	Frecuencia =	<input type="text"/> Rev/s
Posición en z =	<input type="text" value="155,36"/> Cm	Velocidad Vz =	<input type="text" value="3,43E+04"/> m/s	Aceleración Az =	<input type="text" value="3,53E+11"/> m/s <sup>2</sup>	Fuerza Fz =	<input type="text" value="3,53E+01"/> Nw	Periodo =	<input type="text"/> s



Pulsando este botón congela el movimiento en un momento determinado.



Pulsando este botón continúa con el movimiento.



Pulsando este botón aborta el movimiento.



Pulsando este botón permite volver a observar el movimiento con otra configuración.

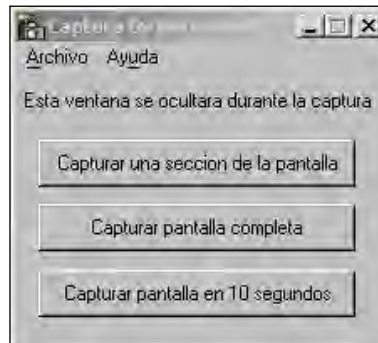


Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 5.12.

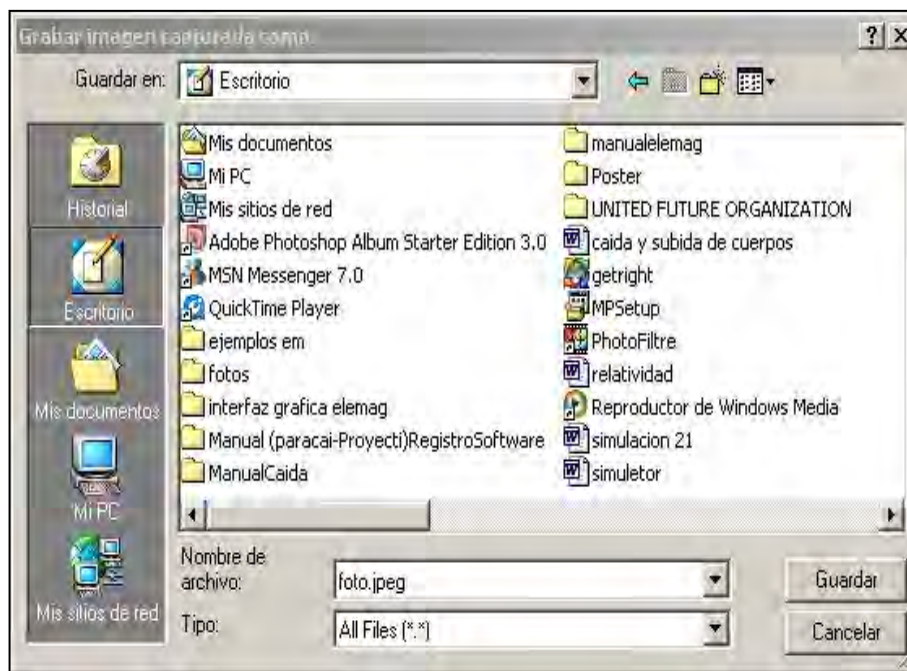
El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer alguna captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 5.13 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.



**Fig. 5.12** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.



**Fig. 5.13** Ventana para guardar las imágenes capturadas.

La imagen se debe guardar en formato jpg o en formato bmp, para que sea reconocido por los programas de lectura de imágenes.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 5.14.



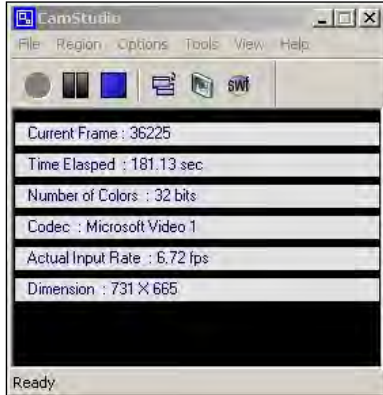
**Fig. 5.14** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.



Para grabar se presiona el siguiente botón,



Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento ocurrido en esa región

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador.

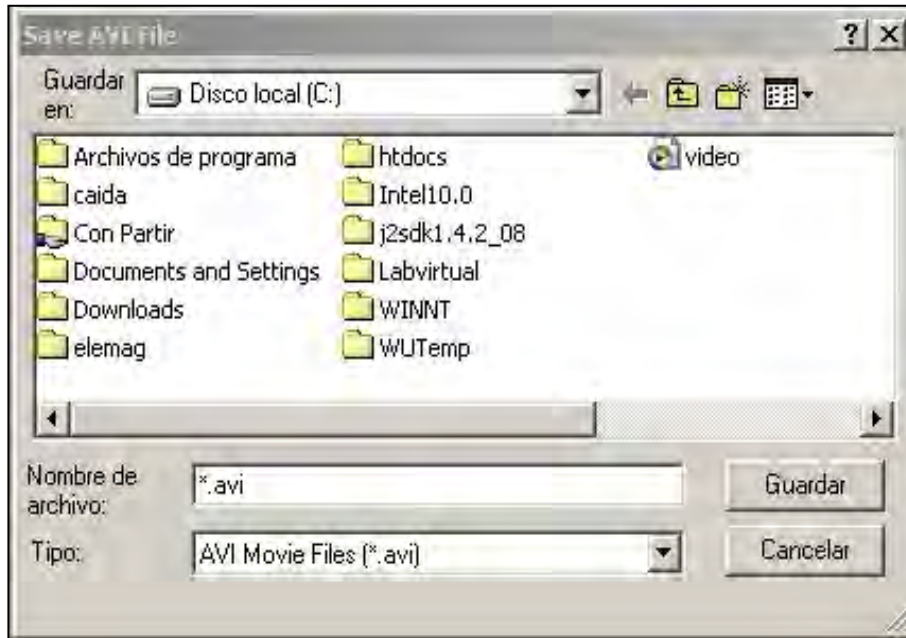


Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 5.15. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.





**Fig. 5.15** Ventana para guardar el video del evento sucedido en la pantalla.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de campo magnético.

De nuevo en el menú principal de campo magnético:

### 5.3 ANALISIS CUALITATIVO DE LA FUERZA DE LORENTZ

En esta sección se estudia y analiza el comportamiento de una carga eléctrica de manera cualitativa en presencia de un campo magnético y de un campo eléctrico.

Partiendo del menú principal de campo magnético, Fig. 5.2.



Al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cualitativo de la fuerza de Lorente, como se muestra en la Fig. 5.16.



Pulsando este botón habilita la barra de desplazamiento para asignarle un valor a la carga positiva.

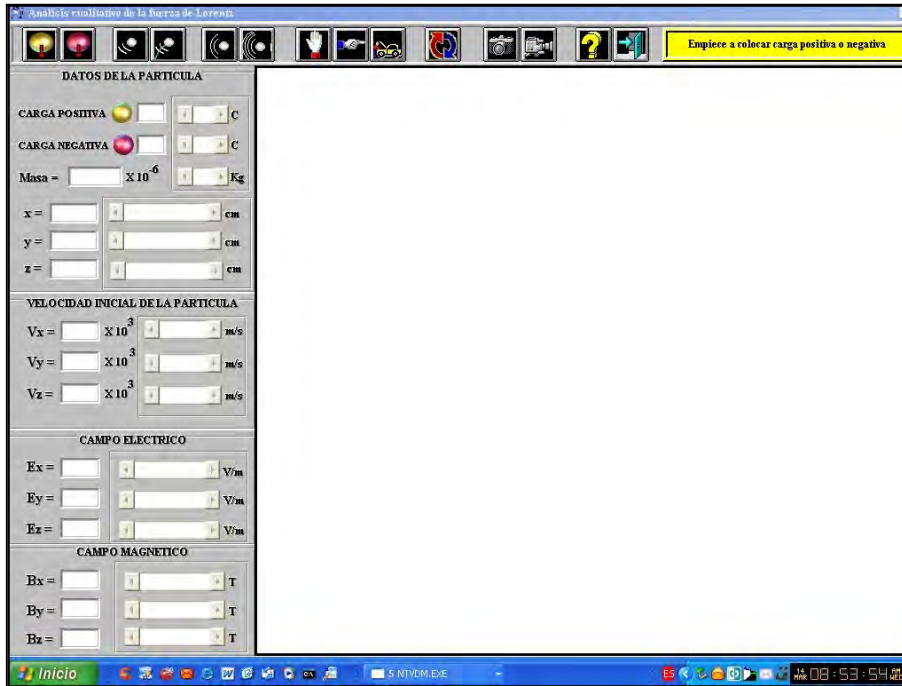
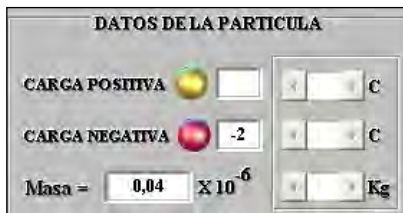


Fig. 5.16 Menú principal de análisis cualitativo de la fuerza de Lorentz.

Seguido de esto, asigne un valor a la masa de la partícula cargada moviendo la barra de desplazamiento.



Pulsando este botón habilita la barra de desplazamiento para asignarle un valor a la carga negativa, en este caso por ejemplo, el valor es de -2 coulomb.

Seguido de esto, asigne un valor a la masa de la partícula cargada moviendo la barra de desplazamiento.

Hay que anotar que se debe colocar una sola carga para observar el movimiento, ya sea una carga positiva o una carga negativa.

Para situar la carga en un lugar específico de la pantalla negra se utiliza las barras de desplazamiento de posición en x, para la posición en y, para la posición en z. Tan pronto entre el dato para la posición en z, aparece la carga en el pantalla negra en el punto respectivo.

x =	<input type="text" value="137"/>	<input type="text"/>	cm
y =	<input type="text" value="-94"/>	<input type="text"/>	cm
z =	<input type="text" value="-5"/>	<input type="text"/>	cm

Luego, igualmente con las barras de desplazamiento se asigna los valores de las componentes en x, y, z de la velocidad inicial de la partícula.

VELOCIDAD INICIAL DE LA PARTICULA				
$V_x =$	<input type="text" value="2222"/>	$\times 10^3$	<input type="text"/>	m/s
$V_y =$	<input type="text" value="2777"/>	$\times 10^3$	<input type="text"/>	m/s
$V_z =$	<input type="text" value="0"/>	$\times 10^3$	<input type="text"/>	m/s

Igualmente con las barras de desplazamiento se asigna los valores de las componentes en x, y, z del campo eléctrico.

CAMPO ELECTRICO			
$E_x =$	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	V/m
$E_y =$	<input type="text" value="-130"/>	<input type="text"/>	V/m
$E_z =$	<input type="text" value="-291"/>	<input type="text"/>	V/m

Y por último igualmente con las barras de desplazamiento se asigna los valores de las componentes en x, y, z del campo magnético. Tan pronto entre el dato de la componente z del campo magnético se habilita los botones correspondientes para efectuar el movimiento de la carga.

CAMPO MAGNETICO			
$B_x =$	<input type="text" value="0,8"/>	<input type="text"/>	T
$B_y =$	<input type="text" value="-1,57"/>	<input type="text"/>	T
$B_z =$	<input type="text" value="0,99"/>	<input type="text"/>	T

Y después de esto, se pulsa cualquiera de los siguientes botones para efectuar el movimiento.



Movimiento de la partícula cargada sin trayectoria.



Movimiento de la partícula cargada con trayectoria como se observa en la Fig. 5.17.



Pulsando este botón se acelera el movimiento de la carga puntual.

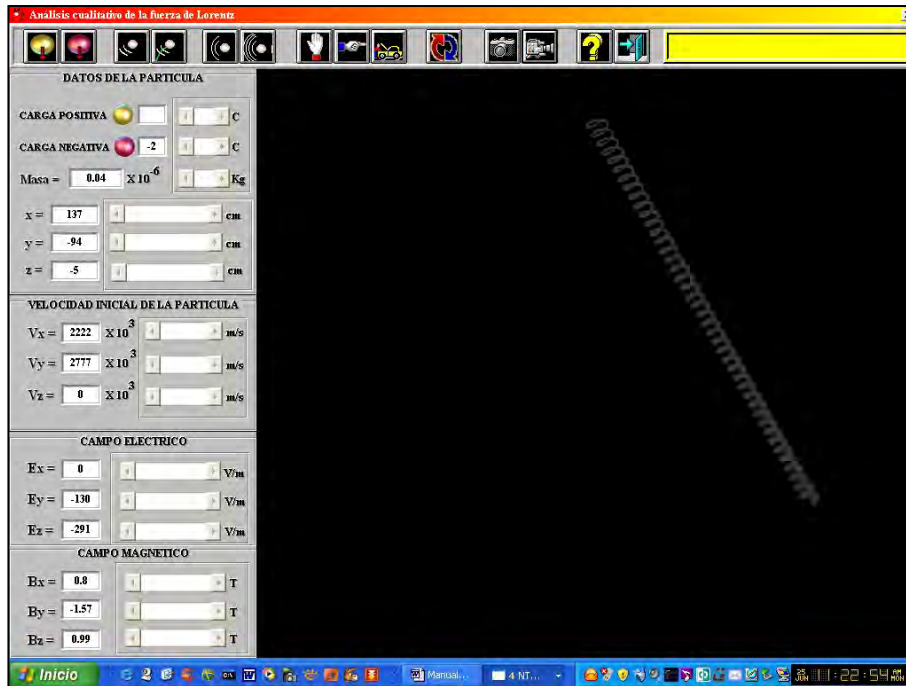


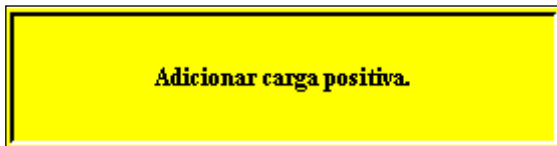
Fig. 5.17 Partícula positiva moviéndose en un campo eléctrico y en un campo magnético.



Pulsando este botón se retarda el movimiento de la carga puntual.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa va a ser la trayectoria.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque botón está deshabilitado para ese momento.



Pulsando este botón congela el movimiento en un momento determinado.



Pulsando este botón continúa con el movimiento.



Pulsando este botón aborta el movimiento.

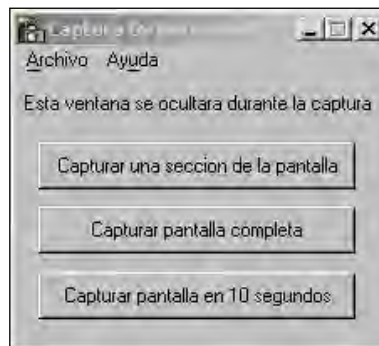


Pulsando este botón permite volver a observar el movimiento con otra configuración.



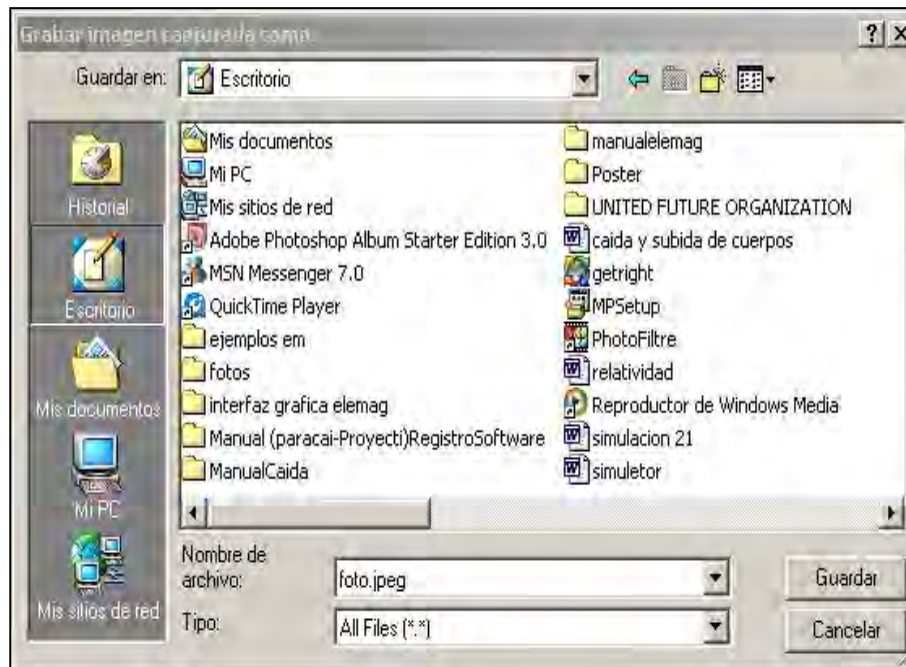
Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o de la pantalla completa. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 5.18.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer alguna captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.



**Fig. 5.18** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 5.19 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.



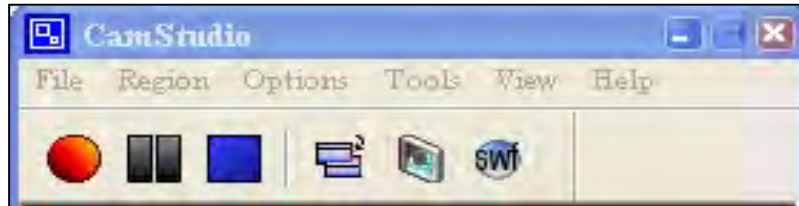
**Fig. 5.19** Ventana para guardar las imágenes capturadas.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.

La imagen se debe guardar en formato jpg o en formato bmp, para que sea reconocido por los programas de lectura de imágenes.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el siguiente menú:



**Fig. 5.20** Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,

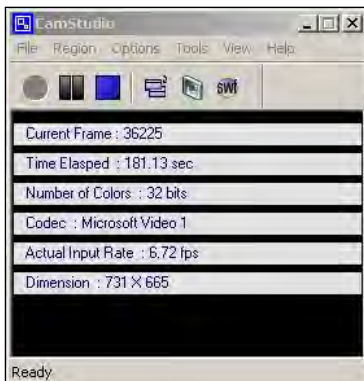




Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento ocurrido en esa región

Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador.



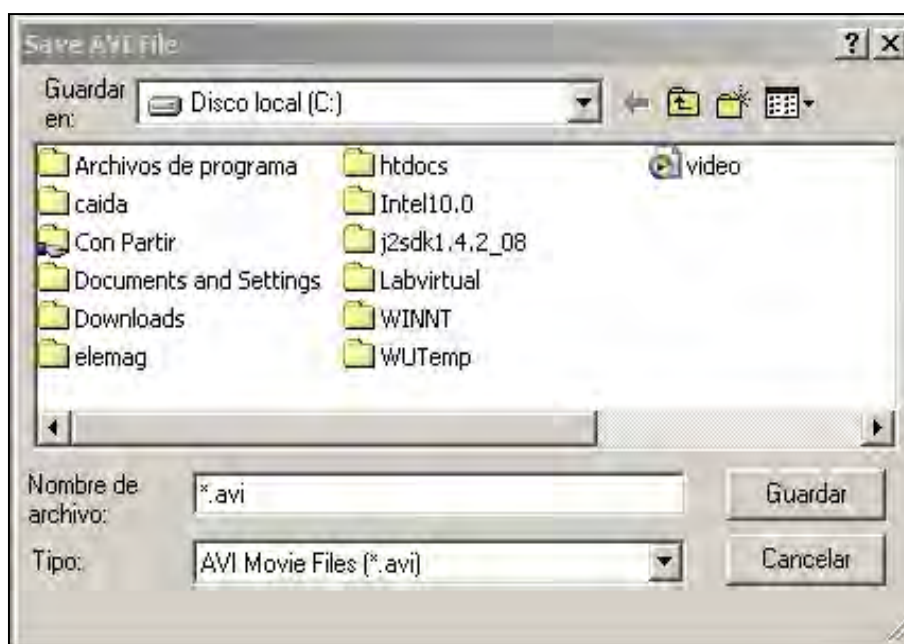
Después aparecerá el siguiente menú



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.



Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 5.21. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 5.21** Ventana para guardar el video del evento sucedido en la pantalla.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de campo magnético.

De nuevo en el menú principal de campo magnético:

#### **5.4 ANALISIS CUANTITATIVO DE LA FUERZA DE LORENTZ**

En esta sección se estudia y analiza el comportamiento de una carga eléctrica de manera cuantitativa en presencia de un campo magnético y de un campo eléctrico.

Partiendo del menú principal de campo magnético, Fig. 5.2.



al presionar este botón se accede al menú principal de análisis cuantitativo de la fuerza de Lorentz.

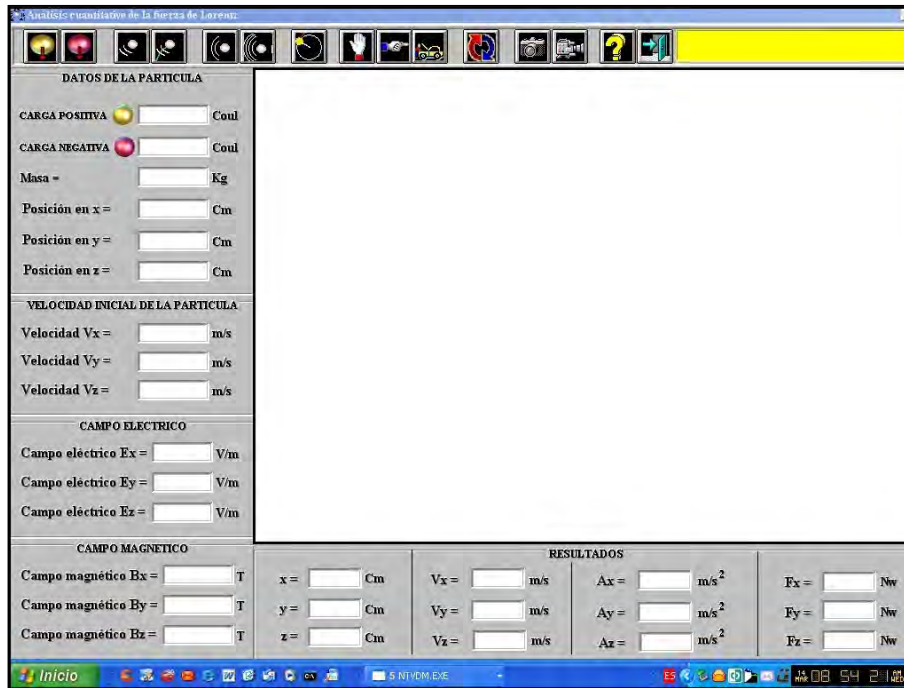
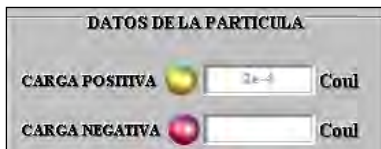


Fig. 5.22 Análisis cuantitativo de la fuerza de Lorentz.



Pulsando este botón automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga positiva para introducir el valor numérico de ella, el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo:  $2e-4$  que significa  $2 \times 10^{-4}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>.



Pulsando este botón automáticamente se habilita la caja de texto correspondiente a la carga negativa para introducir el valor numérico de ella pero sin el signo negativo (-), el cual se aconseja que sea en formato exponencial; por ejemplo:  $2e-6$  que significa  $2 \times 10^{-6}$ , después de esto se presiona la tecla <ENTER>.

Se debe anotar que se debe colocar una sola carga para observar el movimiento, ya sea una carga positiva o una carga negativa.

Después se le asigna un valor a la masa de la partícula cargada.

Masa =  Kg

Para situar la carga en un lugar específico de la pantalla negra, se le asigna el valor de la posición en x, para la posición en y, para la posición en z. Cada dato introducido se debe pulsar la tecla <ENTER>. Tan pronto entre el dato para la posición en z, aparece la carga en el pantalla negra en el punto respectivo.

Posición en x =  cm  
 Posición en y =  cm  
 Posición en z =  cm

Luego, igualmente se asigna los valores de las componentes en x, y, z de la velocidad inicial de la partícula. Cada dato introducido se debe pulsar la tecla <ENTER>.

VELOCIDAD INICIAL DE LA PARTICULA  
 Velocidad Vx =  m/s  
 Velocidad Vy =  m/s  
 Velocidad Vz =  m/s

Igualmente se asigna los valores de las componentes en x, y, z del campo eléctrico. Cada dato introducido se debe pulsar la tecla <ENTER>.

CAMPO ELECTRICO  
 Campo eléctrico Ex =  V/m  
 Campo eléctrico Ey =  V/m  
 Campo eléctrico Ez =  V/m

Por ultimo se asigna los valores de las componentes en x, y, z del campo magnético. Cada dato introducido se debe pulsar la tecla <ENTER>. Tan pronto entre el dato de la componente z del campo magnético se habilita los botones correspondientes para efectuar el movimiento de la carga.

CAMPO MAGNETICO  
 Campo magnético Bx =  T  
 Campo magnético By =  T  
 Campo magnético Bz =  T

Y después de esto, se pulsa cualquiera de los siguientes botones para efectuar el movimiento.



Movimiento de la partícula cargada sin trayectoria.

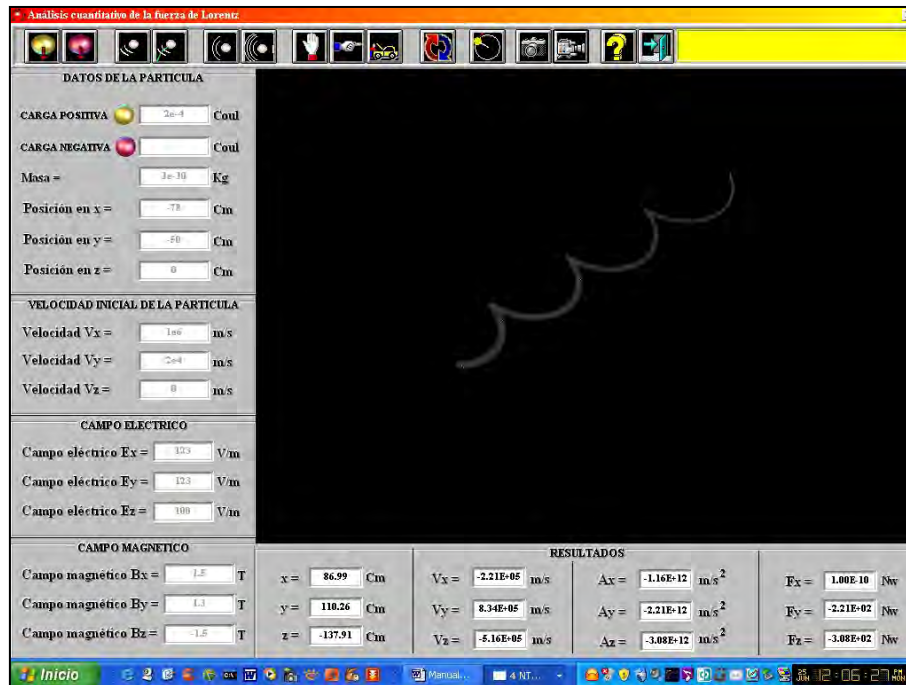


Movimiento de la partícula cargada con trayectoria como se observa en la Fig. 5.23.



Pulsando este botón se acelera el movimiento de la carga puntual.

Hay que tener en cuenta que entre más lento se efectúe el movimiento más precisa va a ser la trayectoria.

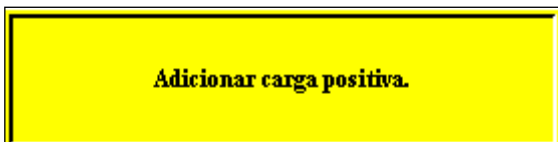


**Fig. 5.23** Partícula moviéndose en un campo eléctrico y magnético mostrando en todo momento sus valores cinemáticos y dinámicos.



Pulsando este botón se retarda el movimiento de la carga puntual.

Cuando el puntero del mouse pasa por encima de un botón aparece un mensaje en el recuadro amarillo indicando la función que desempeña ese botón, cuando no aparece nada en el recuadro es porque botón está deshabilitado para ese momento.



Este botón se habilita si la partícula experimenta una trayectoria circular y pulsándolo se muestra los valores característicos sobre su movimiento circular.



Pulsando este botón congela el movimiento en un momento determinado.



Pulsando este botón continúa con el movimiento.



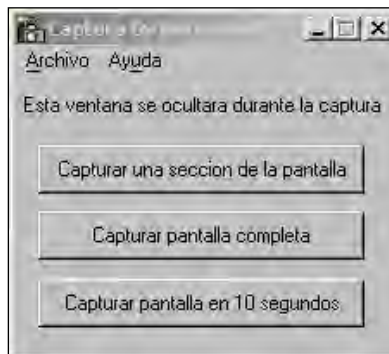
Pulsando este botón aborta el movimiento.



Pulsando este botón permite volver a observar el movimiento con otra configuración.



Pulsando este botón permite abrir un pequeño programa para capturar alguna región de la pantalla o la pantalla completa. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 5.24.



**Fig. 5.24** Ventana donde se muestra el menú del programa “Captura”.

El botón de ayuda del programa “Captura” le permite explicar como hacer alguna captura de una región de la pantalla o de la pantalla completa.

Después de hacer la captura, automáticamente aparece la ventana que se muestra en la Fig. 5.25 para guardar la imagen capturada y el lugar en donde se debe guardar.

En la caja de texto se coloca el nombre de la imagen capturada con su respectiva extensión, por ejemplo: “Fig1.bmp” o “Fig1.jpg” (sin las comillas). Luego se pulsa el botón “Guardar”.

La imagen se debe guardar en formato jpg o en formato bmp, para que sea reconocido por los programas de lectura de imágenes.



Pulsando este botón se abre un pequeño programa para capturar un evento que está ocurriendo en una región de la pantalla. Apareciendo el menú que se ilustra en la Fig. 5.26.

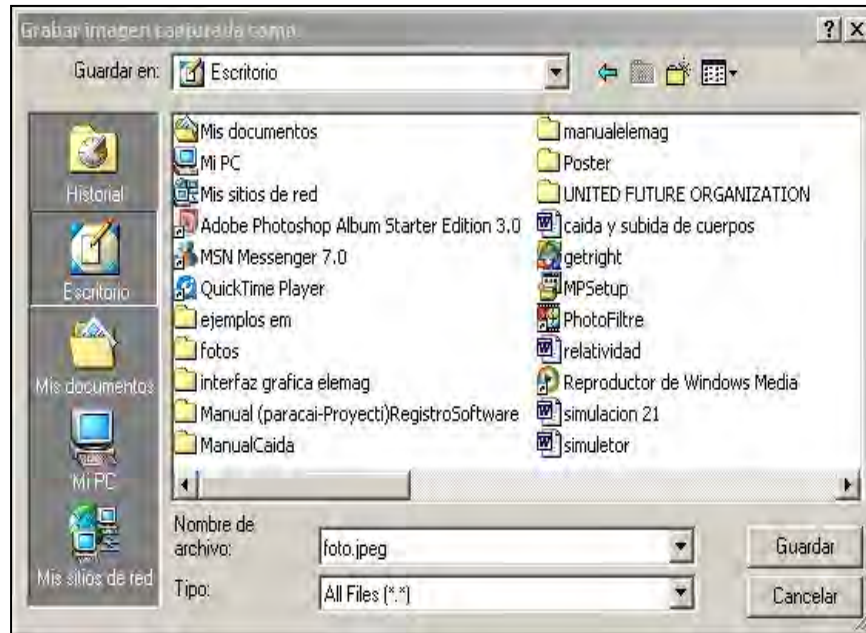


Fig. 5.25 Ventana para guardar las imágenes capturadas.

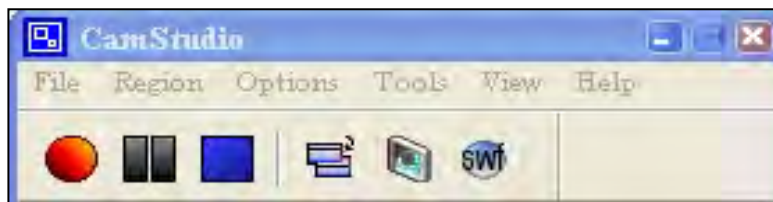


Fig. 5.26 Ventana donde se muestra el menú del programa “CamStudio” para grabar un evento que ocurra en la pantalla.

Para grabar se presiona el siguiente botón,



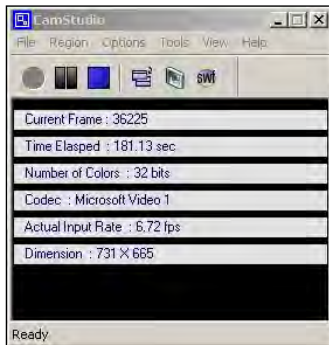
Manteniendo pulsado el botón izquierdo del mouse encierre la región de la pantalla donde ocurre el evento que desea grabar y luego suelte el botón. Automáticamente comienza a grabar el evento ocurrido en esa región



Para detener la grabación se hace doble click en el botón azul demarcado que aparecerá al lado del reloj del computador.



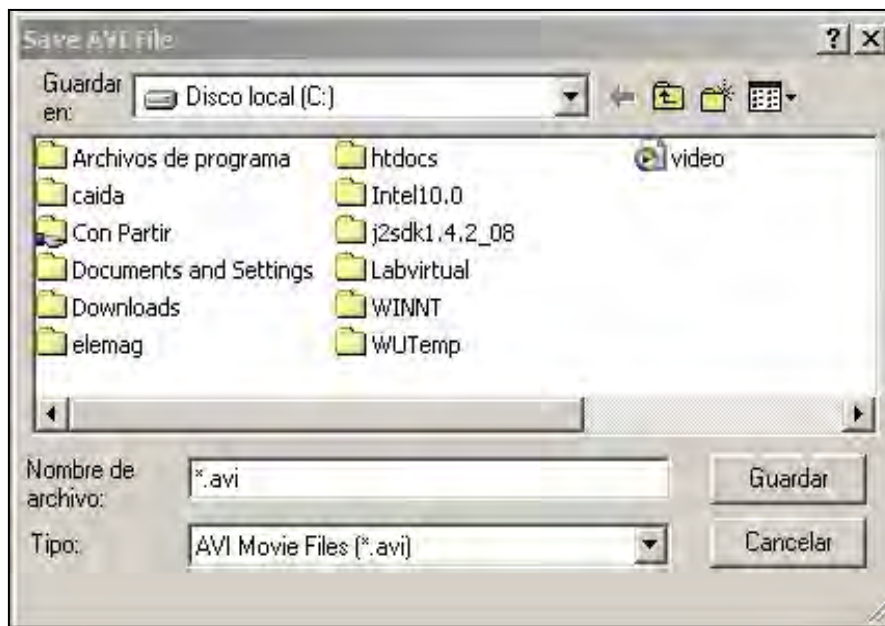


Después aparecerá el siguiente menú,



Y se presiona el cuadro azul que hace referencia al botón  “Stop” (detener) o las dos barras  “pause” (Pausa) para detener momentáneamente.

Luego aparece la ventana para guardar en el computador lo grabado, Fig. 5.27. Seleccione la unidad de disco duro y la carpeta donde quiere guardar el evento grabado.



**Fig. 5.27** Ventana para guardar el video del evento sucedido en la pantalla.

En la caja de texto, borre el asterisco y coloque el nombre que le quiera dar al evento grabado, por ejemplo, “evento1.avi” (sin las comillas) y se presiona el botón “Guardar”, la extensión del archivo a guardar debe ser .avi para que el video pueda ser reconocido por los programas que reproducen video.

Los resultados se presentan de la siguiente manera,

RESULTADOS							
x =	-41,88 Cm	V <sub>x</sub> =	3,86E+03 m/s	A <sub>x</sub> =	-3,78E+08 m/s <sup>2</sup>	F <sub>x</sub> =	1,00E-10 Nw
y =	9,37 Cm	V <sub>y</sub> =	-1,94E+04 m/s	A <sub>y</sub> =	-1,50E+08 m/s <sup>2</sup>	F <sub>y</sub> =	-1,50E-02 Nw
z =	-33,72 Cm	V <sub>z</sub> =	-3,19E+03 m/s	A <sub>z</sub> =	4,46E+08 m/s <sup>2</sup>	F <sub>z</sub> =	4,46E-02 Nw



Pulsando este botón se accede a la ayuda del menú en uso.



Pulsando este botón se sale al menú principal de campo magnético.

De nuevo en el menú principal del programa,



Presionando este botón se accede a la ayuda del menú presente.



Presionando este botón se accede a la presentación del programa.



Presionando este botón se sale al menú principal del programa.

