



DEPARTAMENTO  
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

## TP3

---

### Organización del computador II

#### Pencylvester

Integrante	LU	Correo electrónico
Alonso Tomás	396/16	tomasalonso96@gmail.com
Gaggero Damián	318/16	damiangaggero@gmail.com
Grosso Alejandro	016/16	alejandrogrosso@opmbx.org



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires

Ciudad Universitaria - (Pabellón I/Planta Baja)

Intendente Güiraldes 2160 - C1428EGA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Rep. Argentina

Tel/Fax: (54 11) 4576-3359

<http://www.fcen.uba.ar>

## Índice

<b>1. Desarrollo</b>	<b>3</b>
1.1. Ejercicio 1 . . . . .	3
1.2. Ejercicio 2 . . . . .	3
1.3. Ejercicio 3 . . . . .	4
1.4. Ejercicio 4 . . . . .	4
1.5. Ejercicio 5 . . . . .	5
1.6. Ejercicio 6 . . . . .	6
1.7. Ejercicio 7 . . . . .	6

## 1. Desarrollo

### 1.1. Ejercicio 1

A lo largo del TP se usan constantes (*#defines*), como por ejemplo en este ejercicio, donde usamos el índice de cada entrada de la **GDT**, declarados en el archivo *defines.h*.

Para completar cada entrada se usa la estructura dada por la cátedra sin ninguna modificación, declarandose descriptores para 2 segmentos de datos y 2 de código, siendo uno de cada tipo para *nivel 0* y *nivel 3* (*DPL 0* y *DPL 3*).

Se definió un segmento de datos especial para la memoria de video (*GDT\_VIDEO*), el cual se usó solamente en este inciso y se comentó posteriormente, por ende no se agrega a la GDT (puede apreciarse su código comentado en el archivo *gdt.c*).

Luego, se carga la GDT y se salta a modo protegido tal como se vió en las clases y los ejemplos, seteando el bit **PE** del registro **CR0**, realizando un *jmp* con el selector de segmento de código correspondiente y cargando los selectores de segmento de datos en los registros de segmentos *ds*, *ss*, *es*, *gs* y *fs*.

Todos los segmentos se cargan con la modalidad **flat** y apuntan a la misma memoria (primeros 500MB). Se apunta la pila del kernel a la dirección  $0 \times 27000$ , especificada por el enunciado, seteando el registro **esp**, consecuentemente, se setea también el registro **ebp**.

Ahora se carga el segmento especial de video y con código assembler se recorre por medio de 2 ciclos anidados todas las posiciones del segmento, que comienzan en la posición  $0 \times B8000$ ; es decir, se recorre cada posición de la pantalla pintándola de gris.

De aquí en más se deshabilitó este segmento especial de video y se accede a la memoria de video por los segmentos de datos. La inicialización de la pantalla se realiza en el *ejercicio 3* con funciones en C.

### 1.2. Ejercicio 2

Para inicializar las entradas de la **IDT** se utilizó la macro *IDT\_ENTRY* propuesta con una ligera modificación, se decidió agregar a la misma un parámetro adicional, que permita especificar el atributo de la entrada, definidos previamente. Estas son **TRAP**, la cual indica una trap gate usada para las excepciones, **INTERRUPT**, usada para interrupciones que solo pueden ser llamadas por código de privilegio 0, y **USER\_INTERRUPT**, que puede ser llamada por código de usuario también.

```

1 #define IDT_ENTRY(numero, attribute)
2     idt[numero].offset_0_15 = (unsigned short)
3         ((unsigned int)(&_isr ## numero) & (unsigned int) 0xFFFF);
4     idt[numero].segssel = (unsigned short) (GDT_IDX_ROOT_CODE << 3);
5     idt[numero].attr = (unsigned short) attribute;
6     idt[numero].offset_16_31 = (unsigned short) (
7         (unsigned int)(&_isr ## numero) >> 16 & (unsigned int) 0xFFFF);
8
9 #define TRAP          0b1000111100000000
10 #define INTERRUPT 0b1000111000000000
11 #define USER_INTERRUPT 0b1110111000000000

```

Para la creación de las funciones de las excepciones de procesador se utiliza otra macro, *ISR*, esta macro fue adaptada en este ejercicio para que mostrara un mensaje de error de forma rudimentaria.

```

1 %macro ISR 2
2 global _isr%1
3     msg%1 db %2, 0
4     msg%1_len equ    $ - msg%1
5 _isr%1:

```

```

6  mov eax, %1
7  imprimir_texto_mp msg%1, msg%1_len, 0x7, 0, 0
8  iret
9  %endmacro

```

Cuando se produce una excepción, el descriptor llama a su función asignada (*\_isrX*), la cual, dependiendo del número de interrupción se elige el mensaje que se imprime por pantalla, esta funcionalidad será aprovechada más adelante ya que son similares en cuanto a código todas las excepciones en este tp.

El funcionamiento de la versión final de la macro se detalla mejor en la parte correspondiente del ejercicio 7, cuando se implementa el verdadero funcionamiento de las rutinas de atención de estas excepciones.

Una vez inicializada la IDT en el kernel con la macro, como se indica en el enunciado, se probó a continuación el funcionamiento de varias excepciones. Esto funcionó correctamente y luego fue comentado para seguir con el trabajo práctico.

### 1.3. Ejercicio 3

En primer lugar se inicializa la pantalla con la función *screen\_inicializar* hecha en C.

Esta función utiliza todas funciones de la cátedra, entre ellas *screen\_pintar\_rect*, *screen\_pintar\_linea\_h*, *screen\_pintar\_puntajes*.

Los pasos a realizar por la función son, en primer lugar, pintar toda la pantalla de gris; luego se pinta una línea negra en la parte superior, donde se escribirá información, por el momento se escribe aquí el nombre del grupo, pero luego se escribirá la tecla pulsada y el modo *debug*. También se pintan los dos sectores de puntajes de los jugadores y se inicializan los relojes para cada pirata de cada jugador. Todo lo realizado es acorde a las imágenes del mapa sugerido por la cátedra.

Luego se implementó *mmu\_inicializar\_dir\_kernel* que crea un *page directory* para el kernel a partir de la dirección  $0 \times 27000$  como indica el enunciado. En este *page directory* se crea una primera *page table* que se ubica en la posición  $0 \times 28000$ , posición asignada directamente y dicho sea de paso, en este punto, al no estar paginación aún habilitada, pedir memoria libre no es una buena opción.

La *page table* se cicla con un incremento de 0 a 1024, asignando páginas sucesivas, de modo que el esquema de paginación sea **identity mapping**; y para que ocurra efectivamente, se asigna la *page table* en la primera entrada del *page directory*. De modo que queda mapeada toda la sección del kernel y su memoria libre. Como última aclaración, la sección del kernel corresponde al uso de la *page table* en su totalidad (1024 entradas).

Finalmente se carga en el **cr3** del kernel la dirección del *page directory* y se habilita en el **cr0** el bit de paginación.

### 1.4. Ejercicio 4

Se inicializa el seguimiento de las páginas libres con una variable global (*proxima\_pagina\_libre*) que comienza indicando el inicio del sector de memoria libre, ubicado en la posición  $0 \times 10000$ . Con esta variable se indica el lugar donde se reserva la próxima página pedida y luego se mueve una posición hacia adelante. Este funcionamiento se implementó en la función *mmu\_proxima\_pagina\_fisica\_libre*.

Luego se implementaron las funciones *mmu\_mapear\_pagina* y *mmu\_unmapear\_pagina*, la primera accede al *page directory* indicado por el parámetro *cr3* y chequea si la *page table* correspondiente a la dirección virtual que se pide mapear está presente o no; si no lo está, se reserva una página libre para alojarla, si lo está, se apunta a la *page table* indicada. En esta tabla se teea en la entrada correspondiente a la dirección virtual, los valores necesarios (base) para mapear a la dirección física, que corresponden a los primeros 20 bits de la dirección, debido a que las páginas están alineadas a 4kb. Se pone en presente posteriormente esta la entrada de la página.

Finalmente se limpia el cache de páginas accedidas. Se agregó además un parámetro adicional que permite elegir entre mapear la página como solo lectura (**RO**) o lectura/escritura (**RW**).

Por otra parte, *mmu\_unmapear\_pagina* simplemente busca en el page directory y en la page table correspondiente la entrada que estaba mapeando la dirección virtual y setea a cero su bit de presente.

La implementación de la función *mmu\_inicializar\_dir\_pirata* se detalla a continuación separada por items:

- Se crea un page directory para el nuevo pirata, pidiendo una página libre, se setea todo en cero para esta estructura, para evitar que basura de la memoria mapee páginas no deseadas (de todas formas *bochs* setea a 0 la memoria por defecto), y en la primera tabla se apunta a la misma page table que mapea el kernel, siendo esta la dirección 0x28000, es propicio aclarar que todas las tareas comparten la misma page table de identity mapping del kernel.
- Luego se obtiene la dirección física en donde comienza el pirata, que en el caso del TP, corresponde al puerto del jugador (*jugador.puertoX* y *jugador.puertoY*), notar que cambiando el puerto de la estructura jugador, el pirata puede inicializar de cualquier otra posición del mapa. Se localiza también con un puntero que se obtiene de (*jugador.codigo[tipo\_pirata]*) la posición en memoria del código correspondiente al tipo de pirata.

Estos valores de localización del código se asignan al comienzo del juego al campo *codigo* de la estructura jugador, son paramétricos y pueden modificarse si el código de las tareas cambia de ubicación.

- Con el *cr3* actual se mapea en la dirección  $0 \times 401000$  el lugar donde va a ir localizado el código, se copia efectivamente el código a esta dirección recién mapeada y se pone manualmente en las últimas posiciones de la pila de la tarea los parámetros *x* e *y* necesarios por el código y una dirección de retorno 0 la cual no va a ser llamada nunca. Finalmente se desmapea esta dirección  $0 \times 401000$ . Se utiliza la dirección  $0 \times 401000$  porque es una dirección dentro del segmento de datos que no será mapeada nunca en el TP por ninguna tarea.
- Se termina por mapear, en la dirección 0x40000 en el page directory creado al comienzo de la función, con la posición en memoria a donde se copió el código de la tarea en los pasos anteriores.
- En las 4 tablas de paginas siguientes se mapean 4 tablas las cuales se crean cuando se inicia un jugador. Estas corresponden a indicar las direcciones del mapa que ya son conocidas por todos los piratas del jugador y se ven actualizadas con cada movimiento de los piratas exploradores. se hablara de como funcionan especificamente esta estructura de cuatro paginas al final del informe cuando se detalle el funcionamiento general del juego. (HABLAR DE TABLAS DE JUGADOR QUE MAPEAN LO DESCUBIERTO) Por ultimo se da por explorada la posicion en la que se crea el pirata en esta estructura de posiciones exploradas, en caso de que sea la primera vez, luego se devuelve el page directory del pirata.

## 1.5. Ejercicio 5

Se crean las 3 entradas en la IDT para las 3 interrupciones indicadas. En la interrupcion del reloj se deshabilitan las interrupciones de PIC y se realizaba lo pedido de igual manera que lo que recomienda el enunciado, se hablara en mayor profundidad de esta y las otras interrupciones cuando se trate su implementacion final (HABLAR DE LAS 3 INTERRUPCIONES AL FINAL) En la interrupcion del teclado tambien se deshabilitan las interrupciones del PIC y luego se llama a la funcion *game\_atender\_teclado*, la cual en primer lugar solo se encargaba de imprimir en pantalla la tecla usando un switch y los distintos codigos de teclado, tambien se comentara en la funcion final de esto mas adelante.

Finalmente se agrega la interrupcion 0x46, la cual no hacia nada util y se explica su funcionamiento final más adelante cuando es correctamente implementada.

## 1.6. Ejercicio 6

Se agrega en la GDT un descriptor de TSS para la tarea inicial, uno para la tarea idle, 8 para los piratas de jugador A y otras 8 para los piratas del jugador B.

En la funcion `tss_inicializar` se configura la TSS de la tarea idle como se pide, creando esta como una variable local en el codigo y modificando esta estructura con los valores correspondientes, la pila en la del kernel, el `cr3` del kernel los `eflags` con valor `0x202` y el `eip` apuntando a la posicion `0x16000`.

Finalmente en un ciclo se inicializan las bases y el bit de presente de todas las TSS de los piratas, que son inicializadas completamente luego, cuando se lanza un pirata con los valores necesarios de un pirata, pidiendo una pagina para la pila de nivel 0, seteando su pila al final de su pagina pero asumiendo que tiene los dos paramentros y la direccione de retorno en la pila y con el `eip` apuntando al principio de la pagina.

Se escribe el codigo necesario para cargar la tarea inicial como la actual e inmediatamente saltar a la tarea idle.

(ESTO ACA O EN EL EJERCICIO 7?) Modificamos la interrupcion `0x46` la cual ahora pone en la pila los parametros que se le pasan y llama a `game_syscall_manejar`. Esta le pide al scheduler cual es el jugador actual y el pirata actual, con una serie de ifs chequea cual fue el servicio pedido y llama a `game_syscall_pirata_mover`, `game_syscall_cavar` o `game_syscall_pirata_posicion`. si no es nungun caso destruye al pirata y devuelve un `-1`.

Cuando retorna a la interrupcion, esta acomoda la pila, recupera el resultado y chequea si se devolvio un `-1`, en este caso salta a la tarea idle, si no, se fija si se intento pedir la posicion, si fue asi, manualmente se pone en la pila en el registro guardado de la tarea la posicion actual de la misma y tambien se salta a la tarea idle.

## 1.7. Ejercicio 7

La estructura utilizada para el scheduler es la siguiente: Se tiene un `uint` para saber si el scheduler esta activo o no, una lista de `uints` con 17 posiciones las cuales representan los indices de la GDT que llevan al indice de la TSS de la respectiva tarea, las 8 primeras de jugador A, las segundas del jugador B y la ultima para la tarea idle. Hay un `uint` que indica el jugador actual (0 para A, 1 para B).

Una tupla de `uints` que indica en la primera posicion el indice del ultimo pirata ejecutado del Jugador A y en la otra el del ultimo pirata ejecutado del jugador B en las dos listas siguientes.

En estas dos listas se indica con un `int` si el pirata correspondiente al indice esta libre (0) o en ejecucion (1);

a) La estructura utilizada para el scheduler es la siguiente: Se tiene un `uint` para saber si el scheduler esta activo o no, una lista de `uints` con 17 posiciones las cuales representan los indices de la GDT que llevan al indice de la TSS de la respectiva tarea, las 8 primeras de jugador A, las segundas del jugador B y la ultima para la tarea idle. Hay un `uint` que indica el jugador actual (0 para A, 1 para B). Una tupla de `uints` que indica en la primera posicion el indice del ultimo pirata ejecutado del Jugador A y en la otra el del ultimo pirata ejecutado del jugador B en las dos listas siguientes. En estas dos listas se indica con un `int` si el pirata correspondiente al indice esta libre (0) o en ejecucion (1); b) La implementacion de `sched_proxima_a_ejecutar` es como sigue: en primer lugar se obtiene el jugador activo, el inactivo y se asigna una variable proximo con valor inicial de 16 (la tarea idle) Luego, si el scheduler esta activo chequea si el jugador inactivo tiene un slot para ejecutar, esto lo hace con la funcion `sched_hay_slot_a_ejecutar`, en esta funcion se recorre la lista de tareas del jugador indicado y si hay una que esta en ejecucion, se devuelve un 1, si no hay ninguna activa, devuelve 0. Si esta funcion retorna un 1, se cambia el jugador actual del scheduler por el que se tenia como inactivo y a proximo se le asigna el proximo slot de activo de este jugador con la funcion `sched_proximo_slot_a_ejecutar`, esta funcion recorre el array de slots del jugador a partir de la ultima tarea ejecutada (dandola vuelta y volviendo a la misma si

no hay otra) y devolviendo el Indices de la proxima en la lista que este activa. Si el jugador inactivo no tiene un slot a ejecutar, chequea con `sched_hay_slot_a_ejecutar` lo mismo para el jugador activo y tambien asigna a proximo el indice de la proxima tarea de este jugador a ejecutar. Si ningun jugador esta activo, devuelve proximo como estaba (indicando la tarea idle). c) En `sched_tick` se llama primero a `game_tick`, luego a `game_mineros_pendientes` con el jugador actual del scheduler (se habla mas de esta funcion luego) y se define el indice de la proxima tarea a ejecutar llamando a `sched_proxima_a_ejecutar`. Finalmente se devuelve el indice de la GDT de la proxima tarea a ejecutar que se obtiene del atributo selectores del scheduler con el indice que se consigue en el paso anterior. tambien se modifica el llamado que hace la interrupcion del reloj a `game_tick` por `sched_tick`. d) El funcionamiento final de esta instruccion fue detallado en la seccion g) del ejercicio 6. e) Esta modificacion ya se hizo dentro de `sched_tick` como se explico en la seccion c de este ejercicio. f) Aqui se modifico la macro que define el comportamiento de cada interrupcion. la unica diferencia entre las interrupciones son las que tienen error code y las que no. esto modifica el lugar en la pila de los parametros que se pasan a la funcion de C `game_atender_excepcion`, para solucionar esto, se chequea primero si la excepcion genera error code o no, en base a esto se define un offset para acceder a la pila y obtener los datos necesarios para luego ponerlos en el tope de la pila y llamar a la funcion de C. La funcion `game_atender_excepcion` se encarga de llamar a `game_pirata_exploto` para desalojar el pirata, ademas de chequear si se esta en modo debug (con una variable global que se pone en 0 o en 1) para frenar el scheduler, guardar la pantalla actual y mostrar la informacion de debug. de no estar en modo debug, vuelve a la interrupcion. g) cuando `game_atender_excepcion` entra en modo debug esta hace lo dicho anteriormente, guarda la pantalla actual con `screen_guardar`, imprime lo pedido por el modo debug con `screen_debug` la cual toma todos los parametros que se pasaron inicialmente por la pila el modo debug se inicia cuando se llama a la interrupcion del teclado presionando la tecla y, en este caso se chequea, si ya esta en modo debug simplemente se activa el scheduler y se continua la ejecucion. si no, se setea el indicador de debug en 1 lo cual desactivara el scheduler cuando haya una excepcion.

`game_mineros_pendientes`: esta funcion esta destinada a chequear si el jugador actual encontro algun botin pero en el momento no tenia lugar para enviar un minero. primero se chequea si el jugador tiene algun slot libre con `sched_hay_slot_libre`, si no lo hay se vuelve sin hacer nada, si lo hay, se cicla el arreglo botin del jugador, el cual indica con un 1 si el jugador vio ese botin y no lo envio a minar, o 0 en caso contrario, si se da lo primero se llama a `game_jugador_lanzar_minero` con destino al botin no minado pero descubierto y se setea a cero la posicion correspondiente del arreglo botin del jugador.

Estructura del mapa explorado: Cada jugador posee un arreglo mapa de 4 posiciones, cuanndo se inicializa el jugador se llama a `game_jugador_inicializar_mapa`, esta funcion se encarga de pedir cuatro paginas libres e iniciarlas como page tables vacias, se asigna a las cuatro posiciones del arreglo las 4 direcciones de memoria de estas paginas. Luego cada pirata tiene su page directory con el kernel y su codigo, se asignan a las cuatro entradas siguientes de este directorio las 4 posiciones de memoria de las tablas que se encuentran en el arreglo mapa de su jugador. Cuando un pirata se mueve, este tiene su posicion x e y, con estos valores obtiene las posiciones de memoria del mapa a las que se mueve y las mapea en este grupo de 4 tablas de paginas, entonces todos los piratas del jugador pueden "ver"lo explorado por los otros piratas.

Estructura Jugador: La estructura jugador es la encargada de tener la informacion que comparten todos los piratas asi como su puntaje, su puerto y donde se encuentra el codigo de sus tareas. La estructura tiene los siguientes atributos: Un identificador index (0 para A, 1 para B). Un arreglo de piratas cuya capacidad maxima es el total de los que puede tener vivos. La cantidad de monedas que tiene recolectadas y su color. Un arreglo de 4 posiciones con las direcciones de memoria de las tablas de paginas que se usaran para mapear el mapa visto por sus piratas. Las posiciones X e Y de su puerto. Las dos direcciones a los codigos de sus piratas, minero o explorador. un arreglo con tantas posiciones como botines hay en el mapa el cual sirve para indicar cual fue descubierto pero aun no se le envio un minero.

Estructura Pirata: La estructura pirata se encarga de conocer a su jugador, su posicion actual y su tipo. Esta tiene los siguientes atributos: Un index que define que numero de pirata es para su jugador. Tiene un puntero a una estructura Jugador, el cual apunta a su jugador. Sus posiciones X e Y en el mapa. Su tipo (explorador o minero).

Estructura Scheduler: La estructura scheduler es la encargada de saber que jugador esta activo en este momento y tener la informacion necesaria para saber que tarea ejecutar en el proximo ciclo del reloj. Esta posee los siguientes atributos: activo: Indica si el scheduler esta actualmente manejando el juego o no. selectores: Este arreglo de 17 posiciones tiene los selectores de las entradas de la GDT de las 8 tareas del jugador A, las 8 del B y la tarea idle. jugadorActual: Como era de esperarse, indica el jugador actualmente activo. slotActual: Es una tupla la cual posee el indice del arreglo slots de la ultima tarea ejecutada por el jugador A en su primer valor, y del jugador B en su segundo valor. slots: esta tupla de dos arreglos de ocho posiciones indica en cada una de ellas si la tarea correspondiente a ese indice (para el jugador A en el primer arreglo y el jugador B en el segundo) esta fuera del juegp (0) o esta actualmente en el mapa activa (1).

Funciones creadas:

game\_minar\_botin: Esta funcion toma dos parametros que indican una posicion por sus coordenadas X e Y. dentro de ella se cicla tantas veces como botines haya y si uno de esos botines esta ubicado en la posicion (X,Y) se le resta una moneda al botin y se sale del ciclo.

La funcion game\_lineal2virtual se encarga de pasar de direcciones lineales del mapa a las direcciones virtuales correspondientes a la posicion correspondiente a las estructuras de paginacion para el mapa.

La funcion game\_lineal2physical se encarga de pasar de direcciones lineales del mapa a las direcciones fisicas correspondientes a la misma posicion pero del mapa en memoria.

game\_actualizar\_codigo: Esta funcion toma dos puntos (X0,Y0) y (X1,Y1). con (X0,Y0) obtiene la direccion virtual para esas coordenadas, que es donde esta el codigo de la tarea ahora con (X1,Y1) obtiene la direccion fisica en donde se va a pasar el codigo de la tarea cuando esta se haya movido luego se mapea en la direccion 0x400000 la pagina fisica recién obtenida para despues copiar desde la posicion actual a la posicion 0x400000, la cual apunta a la nueva posicion de la tarea

game\_calcular\_fin: Esta funcion chequea si el contador del juego es igual a la variable global FIN, en ese caso se llama a game\_terminar\_si\_es\_hora y se devuelve un 1. Luego si el scheduler esta activo y ambos jugadores tienen todos los slots ocupados y sus puntajes no cambiaron (chequeado con dos variables globales puntajeA y puntajeB comparadas con el atributo monedas de cada jugador) entonces crece el contador. si algo de esto no se cumple, se resetea el contador y se actualizan las variables globales de puntaje de cada jugador. finalmente se devuelve un 0.