



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

1. Ejercicios del enunciado	3
1.1. Ejercicio 1	3
1.2. Ejercicio 2	3
1.3. Ejercicio 3	4
1.4. Ejercicio 4	4
1.5. Ejercicio 5	6
1.6. Ejercicio 6	6
1.7. Ejercicio 7	7
2. Estructuras	8
3. Funciones creadas	10

1. Ejercicios del enunciado

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 0×27000 , 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 0×27000 como indica el enunciado. En este *page directory* se crea una primera *page table* que se ubica en la posición 0×28000 , 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 0×10000 . 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 0×401000 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 0×401000 . Se utiliza la dirección 0×401000 porque es una dirección dentro del segmento de datos que no será mapeada nunca en el TP por ninguna tarea.
- Se termina por mapear, la dirección 0×400000 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.

⋮	
0	
X	
Y	0x401000

Pila de la tarea con los parámetros cargados

- En las 4 tablas de páginas siguientes (entrada 2 a 5 inclusive del page directory) se mapean 4 páginas que se reservaron al inicializar 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.

Estas 4 tablas de páginas se comparten por todos los piratas de cada jugador, de esta manera, cada vez que un pirata explorador mapee una nueva posición del mapa con la función *mmu_mapear_pagina*, la posición estará mapeada para todos los piratas del jugador y por ejemplo, un minero se podrá mover a dicha posición.

Por último se exploran las 9 posiciones en la que se crea el pirata, esto es solo útil para el primer pirata. Al realizarse siempre, las posiciones ya podrían estar exploradas por piratas previos. Luego se devuelve el page directory del pirata recién creado. Para realizar esto, se llama a *game_explorar_posicion(pirata_a_crear, page_directory_del_pirata, puertoX, puertoY, TODO)* (ver en funciones propias).

1.5. Ejercicio 5

Se crean las 3 entradas en la IDT para las 3 interrupciones indicadas con:

```

1 /* Agregamos entrada para interrupcion del clock */
2 IDT_ENTRY(32, INTERRUPT);
3 /* Agregamos entrada para interrupcion del teclado */
4 IDT_ENTRY(33, INTERRUPT);
5 /* Agregamos entrada para interrupcion de software 0x46 */
6 IDT_ENTRY(70, USER_INTERRUPT);

```

Y las 3 funciones `_isr32`, `_isr_33` e `_isr70`.

Luego se activa el PIC con `resetear_pic` y `habilitar_pic`.

En la interrupción del reloj se avisa al PIC que se atendió la interrupción con `fin_intr_pic1` y se realizaba lo pedido en el enunciado, llamándose a `game_tick` que actualizaba el reloj del sistema.

En la interrupción del teclado también se llama a `fin_intr_pic1` y luego a la función `game_atender_teclado`, la cual en primer lugar solo se encargaba de imprimir en pantalla la tecla usando un switch y los distintos códigos de teclado.

Se hablará en mayor profundidad de esta y las otras interrupciones cuando se trate su implementación final.

Finalmente se agrega la interrupcion 0x46, la cual no hacia nada útil. Se posterga la explicación de 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. Todos los descriptors poseen *DPL 0*, de modo que las tareas de usuario no puedan realizar cambio de contexto y solo puedan ser realizados por código nivel kernel.

En la función `tss_inicializar` se configura la TSS de la tarea inicial y de la tarea idle como se pide, creando estas como variables globales en el código (`tss_inicial` y `tss_idle`) y modificando esta estructura con los valores correspondientes.

Primero para la tss inicial y la idle se asigna su dirección (base) en su descriptor correspondiente de la GDT y se ponen en 1 el bit de presente.

Se inicializa la estructura de la TSS de la tarea idle, esto significa, setear la pila local y la pila de nivel 0 ambas en la del kernel (0×27000), el `cr3` actual que es el perteneciente al kernel y los `eflags` con valor 0×202 que activa las interrupciones enmascarables y el `eip` apuntando a la posición 0×16000 como pide el enunciado, que corresponde a la posición donde se ubica el código de la tarea. Luego se asignan los segmentos de privilegio 0, y el `rpl` del selector a 0.

Finalmente en un ciclo se inicializan las bases y el bit de presente de todas los descriptors de TSS de los piratas, que son inicializadas con los valores posteriormente cuando se lanza un pirata.

Para inicializar las TSS de los piratas, se pide una página para la pila de nivel 0 y asignando la base y el `esp` al final de esta página, seteando su pila local al final de su pagina asignada, pero con el `esp` 3 posiciones arriba asumiendo que tiene los dos parámetros y la posición de retorno que se pasan en la pila.

También se asigna el `eip` apuntando al principio de la página de código (0×400000). El `eflags` con valor 0×202 y con todos los segmentos de nivel 3 y RPL 3, es decir, con privilegios de usuario.

Se escribe el código necesario para cargar la tarea inicial como la actual, cargando el selector de la tarea inicial con `ltr` e inmediatamente salta a la tarea idle.

En este punto, modificamos la interrupción 0×46 , la cual ahora pone en la pila los parámetros que le pasan y llama a `game_syscall_manejar`. Esta le pide al `scheduler` cual es el jugador actual y el pirata

actual y con una serie de condicionales comprueba cual fue el servicio pedido y llama a *game_syscall_pirata_mover*, *game_syscall_cavar* o *game_syscall_pirata_posicion*, si no es ningún caso de los anteriores, destruye al pirata y devuelve un -1.

game_syscall_pirata_mover Esta función chequea en primer lugar que se haya pedido mover con una dirección válida y hacia una posición válida, en caso contrario se mata al pirata (se llama a *game_pirata_exploto*) y se devuelve -1. Luego puede ocurrir que el pirata sea un *explorador*, en cuyo caso mapea las páginas descubiertas en la dirección a la que se mueve llamando a *game_explorar_posicion* con el *pirata*, el *cr3* actual, la nueva posición (X,Y) y la dirección como parámetros. En caso que sea un *minero*, no mapea ninguna página. Notar que un minero podría moverse a una posición no descubierta, en cuyo caso tendrá un problema de *page_fault*.

Por último se llama a *game_pirata_mover* que efectivamente mueve al pirata. Si se movió correctamente, se devuelve un 0 (ver *game_pirata_mover* y *game_explorar_posicion* en funciones propias).

game_syscall_cavar Toma al jugador y al pirata como parámetros y averigua la posición del pirata, si el pirata es un explorador o no hay monedas disponibles en esta posición (botín vacío o no había botín) se llama a *game_pirata_exploto* y se devuelve -1.

En caso contrario, se le suma una moneda al jugador, con *game_minar_botin/* y *screen_pintar_puntajes*, esta última se encarga de mostrar el nuevo puntaje en pantalla. Finalmente se devuelve un 0.

game_syscall_pirata_posicion Recibe por parámetro el *jugador* y un *index*.

Si el *index* está fuera de rango (menor a -1 o mayor a 7) se mata al pirata y se devuelve un -1.

Si el *index* es -1, se apunta al pirata actual, en caso contrario, se apunta a la posición *index* del arreglo piratas del jugador pasado por parámetro.

Una vez seleccionado el pirata se devuelve en un solo registro la posición *X* en los primeros 8 bits y la posición *Y* en los siguientes 8, quedando los últimos 16 sin importancia.

Por último al retornar a la interrupción, esta acomoda la pila, recupera el parámetro de la interrupción y comprueba si se devolvió un -1 (el pirata explotó), en este caso salta a la tarea idle, en caso contrario, se fija si se pidió la posición, si fue así, se pone manualmente en la pila en el registro *eax* guardado de la tarea la posición actual de la misma, de manera que al realizarse el **popad** antes de salir de la interrupción se devuelva la posición en el registro *eax*.

1.7. Ejercicio 7

- Se adoptó la siguiente estructura para el scheduler:

Se tiene un *flag* para saber si el scheduler está activo o no, una lista de enteros sin signo de 17 posiciones que guardan los índices de la GDT a los descriptores de la TSS de la respectiva tarea, siendo las 8 primeras del jugador A, las segundas 8 del jugador B y la última para la tarea idle (posición 16).

Hay una variable que indica el jugador actual (0 para A, 1 para B) y una tupla de uints que indica en la primera posición el índice del último pirata ejecutado del Jugador A y en la otra el del último pirata ejecutado del jugador B en las dos listas siguientes. En estas dos listas se indica con un int si el pirata correspondiente al índice está libre (0) o en ejecución (1);

- La implementación de *sched_proxima_a_ejecutar* es como se detalla a continuación: 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 está 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).

- 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`.
- El funcionamiento final de esta instruccion fue detallado en la seccion g) del ejercicio 6.
- Esta modificacion ya se hizo dentro de `sched_tick` como se explico en la seccion c de este ejercicio.
- 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.
- 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.

2. Estructuras

Estructura de paginación del pirata Cada jugador posee un arreglo *mapa* de 4 posiciones, cuando se inicializa el jugador se llama a `game_jugador_inicializar_mapa`, esta función se encarga de pedir por única vez cuatro páginas libres e iniciarlas como page tables vacías (todos sus valores a 0), se asigna a las cuatro posiciones del arreglo las 4 direcciones de memoria de estas páginas.

Luego cada pirata tiene su propio page directory con el identity mapping de las posiciones del kernel en la primera entrada y su código en la segunda. A este page directory también se asignan las 4 posiciones de memoria de las tablas que se encuentran en el arreglo mapa de su jugador.

Cuando un explorador 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 compartir lo explorado por los otros piratas del mismo jugador.

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 código de sus tareas.

La estructura tiene los siguientes atributos:

index Un identificador (0 para A, 1 para B).

piratas Un arreglo de piratas cuya capacidad máxima es el total de los que puede tener vivos.

monedas La cantidad de monedas que tiene recolectadas

color Verde para el jugador A y magenta para el jugador B.

mapa Un arreglo de 4 posiciones con las direcciones de memoria de las tablas de páginas que se usarán para mapear el mapa visto por sus piratas.

puertoX Posición *X* del mapa donde comienza el jugador.

puertoY Posición *Y* del mapa donde comienza el jugador.

codigo Las dos direcciones a los códigos de sus piratas, explorador en la posición 0 y minero en la posición 1.

botines Un arreglo con tantas posiciones como botines hay en el mapa el cual sirve para indicar que un botín fue descubierto pero no había slot disponible para lanzar un explorador. Una vez se libere un slot, se lanza un explorador para el botín descubierto.

Estructura Pirata La estructura pirata se encarga de conocer a su jugador, su posición actual y su tipo.

Esta tiene los siguientes atributos:

index Define qué número de pirata es para su jugador.

jugador Puntero a su jugador.

posicionX Su posición *X* en el mapa.

posicionY Su posición *Y* en el mapa.

tipo Explorador o minero.

Estructura Scheduler La estructura scheduler es la encargada de saber que tarea está activa en este momento y tener la informacion necesaria para saber que tarea ejecutar en el próximo ciclo del reloj.

Esta posee los siguientes atributos:

activo Indica si el scheduler está actualmente manejando el juego o no.

selectores Este arreglo de 17 posiciones tiene indices a los descriptores de las entradas de la GDT de las 8 tareas del jugador A, las 8 del jugador B y la tarea idle.

jugadorActual Como era de esperarse, indica el jugador actualmente activo.

slotActual Es una tupla que posee el índice del arreglo de slots de la última tarea ejecutada por el jugador A en su primer valor, y la última 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 índice (para el jugador A en el primer arreglo y el jugador B en el segundo) esta fuera del juego (0) o está actualmente en el mapa activa ejecutandose (1).

3. Funciones creadas

game_mineros_pendientes Esta función chequea si el jugador actual encontró algún botín pero en el momento no tenía slots libre para enviar un minero.

Primero se chequea si el jugador tiene algun slot libre con *sched_hay_slot_libre*, si no lo hay se termina sin hacer nada, si lo hay, se cicla el arreglo *botín* del jugador, el cual indica con un 1 si el jugador vió ese botin y no lo envió a minar, o 0 en caso contrario. Si ocurre o primero se llama a *game_jugador_lanzar_minero* con destino al botín no minado pero descubierto y se setea a cero la posicion correspondiente del arreglo botin del jugador.

game_minar_botin Esta función toma dos parámetros *X* e *Y* que indican las coordenadas de una posición del mapa.

Dentro de ella se cicla por el arreglo de botines del mapa y busca el botín correspondiente, al que se le resta una moneda y consecuentemente sale del ciclo.

game_lineal2virtual Se encarga de pasar de direcciones lineales del mapa a las direcciones virtuales correspondientes. Usada para la paginación del mapa.

game_lineal2physical Se encarga de pasar de direcciones lineales del mapa a las direcciones físicas correspondientes. Se utiliza para la paginación del mapa.

game_actualizar_codigo Esta función toma dos puntos (*X0, Y0*) y (*X1, Y1*) del mapa.

Con (*X0, Y0*) se obtiene la dirección virtual para esas coordenadas, que es donde está el código de la tarea actualmente.

Con (*X1, Y1*) obtiene la dirección física en donde se va a pasar el código de la tarea cuando esta se haya movido. Luego se mapea en la dirección 0×400000 la página física recién obtenida para después copiar desde la posición actual a la posición 0×400000 , que apunta a la nueva posición de la tarea.

game_explorar_posicion Toma como parámetros un puntero a un *pirata*, un *page directory*, dos puntos *X* e *Y* y una dirección.

En primer lugar se crean 2 arreglos de enteros que representan las coordenadas de las posiciones *X* e *Y* a mapear.

Luego se llama a *game_calcular_posiciones_vistas* con estos dos arreglos, las posiciones *X* e *Y* que se pasaron en primer lugar, y la dirección. Esta función devuelve un entero que representa la cantidad de posiciones a explorar y asigna en los arreglos dichas posiciones.

A continuación se recorre con un índice *i* la cantidad de posiciones, se chequea si es una posición válida, si no lo es, no se hace nada ; si lo es, se llama a *game_pirata_habilitar_posicion* que toma como parámetro la posición *i* de los dos arreglos creados en primer lugar y el *page directory* pasado como parámetro a la función principal.

También se llama a *screen_pintar_rect_color* con el color del jugador, las coordenadas del punto a pintar y 1, 1 (dimensiones del rectángulo a pintar).

Adentro del ciclo también se chequea si la posición tiene botín, si este es el caso, se chequea que haya un slot libre, si lo hay, se lanza un minero hacia esa posicion; si no lo hay, se escribe un uno en la posición correspondiente a este botin en el arreglo *botin* del jugador correspondiente.

Por último se pinta en pantalla que hay un botín en esa posición.

game_calcular_posiciones_vistas Esta función toma como parámetros dos arreglos, dos enteros que representan una posición *X* e *Y*, y una dirección.

Se crean 4 enteros (*iniX*, *iniY*), (*finX*, *finY*), se comienza un switch con el parametro *dir* el cual tiene los siguientes casos:

```

1  case IZQ:  iniX = -1; finX = -1; iniY = -1; finY = 1; break;
2  case DER:  iniX = 1; finX = 1; iniY = -1; finY = 1; break;
3  case ABA:  iniX = -1; finX = 1; iniY = 1; finY = 1; break;
4  case ARR:  iniX = -1; finX = 1; iniY = -1; finY = -1; break;
5  case TODO: iniX = -1; finX = 1; iniY = -1; finY = 1; break;

```

Estos 4 valores indican el lado al que se debe expandir lo explorado relativamente a la posición actual, por ejemplo, en el primer caso *X* comienza y termina en -1 (lado izquierdo del cuadrado) e *Y* comienza en -1 y termina en 1 (toda la altura del cuadrado). Entonces luego, con dos ciclos anidados que recorren estas posiciones relativas de *iniX* e *iniY*, se guarda en los dos arreglos que representan las posiciones en *X* y en *Y* los valores iniciales de *X* e *Y* sumados a este valor relativo, en la posición indicada por *next* el cual se va avanzando con cada asignación, de esta forma en los arreglos finales se obtienen las nuevas posiciones *X* e *Y* que ahora puede ver el pirata y por ende el jugador.

GRAFICO

game_pirata_mover Esta función simplemente llama a *game_actualizar_codigo* con la posición actual del pirata y con otras dos coordenadas, los cuales suelen ser la posición a la que el pirata intenta moverse.

Luego se actualizan los atributos *posicionX* y *posicionY* del pirata y se llama a *screen_pintar_pirata* con el pirata modificado, su jugador y la dirección.

game_pirata_exploto Esta función pide el pirata actual al *scheduler*, llama a *screen_matar_pirata*, que lo quita de la pantalla y finalmente llama a *sched_liberar_slot*.

sched_liberar_slot averigua el jugador actual del *scheduler*, pide el slot de ese jugador y finalmente setea como *LIBRE* el slot del pirata.

game_calcular_fin Esta función chequea si el contador del juego es igual a la variable global *FIN*, en ese caso se llama a *game_terminar_si_es_hora* que finaliza el juego desactivando el *scheduler* y el *PIC* y se devuelve un 1.

Si el juego no finalizó, comprueba si el *scheduler* está activo y ambos jugadores tienen todos los slots ocupados y sus puntajes no cambiaron (se usan dos variables globales *puntajeA* y *puntajeB* que guardan los puntajes de los jugadores en el tick anterior) e incrementa un 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.