NOMBRE Y APELLIDOS: _____

Ejercicios en Blanco: 1 2 3 4 5 (Rodea con un círculo los ejercicios no entregados)

TIEMPO DE REALIZACIÓN: 3 HORAS

Se ha de entregar cada ejercicio en folios distintos. Cada folio debe incluir el nombre del alumno y el número del ejercicio y estar numerado cuando hay más de una hoja por ejercicio.

1. Formalización Problema de Juegos entre adversarios (3 puntos)

Considérese el siguiente juego entre 2 adversarios que se desarrolla sobre un tablero de 3x3 casillas y consta de 3 fichas blancas para un jugador y 3 fichas negras para el contrincante. La posición inicial del tablero es la siguiente:

B_1	B_2	B_3
N_1	N_2	N_3

Los jugadores mueven por turno sus fichas, una ficha en cada jugada. El juego consiste en llegar a alguna posición inicial del adversario.
Las fichas pueden avanzar hacia el adversario (pero nunca retroceder) a una celda adyacente hacia delante (cada color en su sentido de avance). Si la celda justo de delante está libre, se puede realizar el movimiento hacia delante en la línea recta. Sólo si la celda en la diagonal (adyacente derecha o izquierda) está ocupada por una ficha del adversario, entonces se realiza el movimiento en diagonal para eliminar esa ficha del contricante y ocupar su posición.
Max juega con las fichas blancas (B_i). Un jugador gana cuando se dan una de las dos condiciones siguientes:

- una de las fichas del jugador ha alcanzado una de las casillas del extremo opuesto
- todas las fichas del contrario han sido eliminadas

Y se empata cuando se produce una situación de doble bloqueo: ningún jugador puede realizar un movimiento válido y ninguno ha conseguido llegar a alguna posición inicial del contrincante.

Realiza la formalización como un problema cuya resolución puede realizarse mediante búsqueda entre 2 adversarios (en C o en seudocódigo):

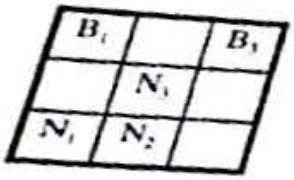
- Diseña el tipo de datos tNodo y utilízalo para crear la función crearNodo con el nodo inicial de este problema.
- Diseña el tipo de datos tJugada.
- Diseña la función esVálida (sólo para MAX) que determina si es o no posible la aplicación de cada jugada a partir de un estado concreto.
- Diseña la función aplicaJugada que lleva a cabo la aplicación de cualquiera de las posibles jugadas para MAX. (Las jugadas para Min serían simétricas)
- Diseña la función Terminal para comprobar si se ha llegado a un estado terminal.
- Diseña la función Utilidad que devuelva los valores de utilidad correspondientes a que gane MAX o MIN o queden empatados porque haya un doble bloqueo.

2. Aplicación Minimax y Poda alfa-beta (1,25 puntos)

Aplica ambas estrategias para juegos de 2 adversarios al siguiente estado inicial e indica cuál es la jugada más prometedora para Max. El orden de aplicación de los movimientos será primero seleccionando las fichas en orden ascendente en el que están numeradas y para cada ficha los movimientos diagonal izquierda, hacia delante y diagonal derecha (desde el punto de vista de cada jugador)

Elige una de las dos opciones:

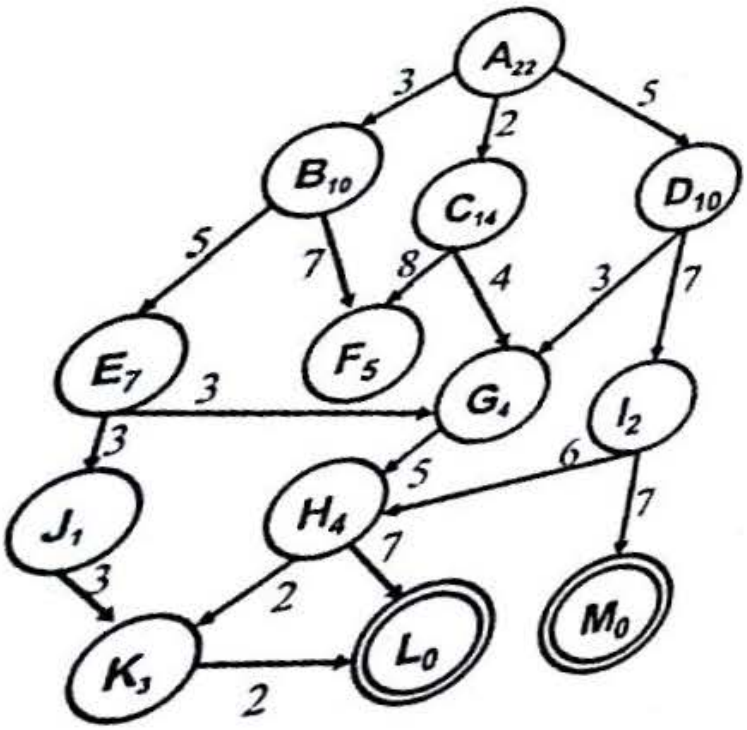
- **Construye el árbol de búsqueda completo suponiendo el siguiente estado inicial, y s**
  turno de MAX.
- **Diseña una función de evaluación heurística** y genera el árbol de profundidad 2 (un
  para cada jugador) suponiendo el siguiente estado inicial, y siendo el turno de MAX.



3. Búsqueda HEURÍSTICA (0,75 puntos)

El siguiente grafo representa un problema de espacio de estados, donde los nodos representan los estados del problema, los arcos el coste real de ir de un nodo a otro, y el número junto al nombre de cada nodo representa el valor de la heurística en cada estado. El estado inicial es A y el estado final K.

Determina qué solución y qué coste real se obtienen aplicando **el algoritmo de búsqueda A***
Especifica el proceso de búsqueda paso a paso, estableciendo en cada iteración cuál es el nodo Actual, y el contenido de las listas de nodos Abiertos y Cerrados junto con los valores de la función de evaluación. En caso de empate, los nodos se almacenan y extraen de cualquier lista en Orden Alfabético



4. Implementación en CLIPS de un Sistema Basado en Reglas (2,5 puntos)

Se va a realizar la simulación de un sistema que realiza el control de distintas acciones sobre una aeronave dados diferentes factores. En particular nos centraremos en la autorización por parte de un aeródromo para realizar la maniobra de despegue y para determinar el tiempo estimado de vuelo cuando se alcanza la velocidad de crucero.

Para ello en el aeródromo de origen y de destino se ha de disponer de información relativa a la aeronave, al piloto asignado para su control, al aeródromo y de otras características del vuelo entre dos puntos en general.

4.1. Define las plantillas necesarias para cada una de estas entidades:

- Las **aeronaves** cuentan con diferente información para identificar la aeronave, la compañía, los aeródromos de origen y destino, la velocidad actual así como dos campos que deben tomar una serie de valores específicos. El primer campo con valores enumerados será la Petición que realiza la aeronave para realizar una determinada acción: Ninguna, Despegue, Aterrizaje, Emergencia, Intecerptacion, Informacion, Rumbo. El segundo campo hace referencia al estado actual de la aeronave: *enTierra* (valor por defecto), *Ascenso*, *Crucero*, *Descenso*.
- Los **aeródromos**, que tienen un identificador, la ciudad donde se encuentran, el estado del Radar, que puede tomar los valores ON cuando funciona correctamente y OFF en cualquier otra situación, y varios parámetros relativos a las condiciones atmosféricas, como son el radio de Visibilidad, medido en kms y la velocidad del viento, medida también en km/h.
- El **piloto** asignado a una determinada aeronave para realizar un vuelo determinado, y que confirma la acción requerida por una aeronave a través de un campo, estado, cuyos valores permitidos son: *OK*, *SOS*, *Ejecutando*, *Stand-by* (valor por defecto).
- Información general sobre los **vuelos** entre dos aeródromos (sus identificadores), donde se especifica la distancia, la velocidad de despegue (por defecto 240 km/h) y la velocidad de crucero estándar medida de acuerdo a una serie de parámetros de los vuelos comerciales típicos (no entramos en más detalles en este enunciado), por defecto 700 km/h.

4.2. Reglas: No se admiten instrucciones *if then else* en los antecedentes de las reglas. Todas las reglas deben imprimir en pantalla el resultado de las acciones realizadas lo más detallado posible, por ejemplo, para una acción de despegue:

El vuelo FX001 de la compañía IBERIA va a realizar la acción despegue desde el aeródromo UB34 de Jerez con destino Madrid.

Despegar: se realizará esta acción cuando una aeronave que se encuentra en tierra haya realizado esta petición al aeródromo de origen, el piloto de la misma ha dado su visto bueno (estado *OK*) y en el aeródromo de origen el radar funciona correctamente, el radio de visibilidad es mayor de 5 kms y la velocidad del viento es menor de 75km/h. La autorización de despegue implica que el piloto pasa al estado de *Ejecutando* (esta acción) y la aeronave al estado *Ascenso*. La velocidad actual debe tomar el valor de la velocidad de despegue establecida para este vuelo. Se actualiza la petición de la aeronave a *Ninguno*.

Excepción: Cuando no hay un piloto asociado a una aeronave para realizar un vuelo de los registrados en el aeródromo de origen y la aeronave se encuentra en petición de Despegue. La aeronave realiza una petición de Emergencia mostrando un mensaje que indique este estado de excepción.

Crucero: La velocidad de crucero se alcanza después de que el piloto ha realizado una maniobra de despegue, la aeronave se encuentra en el estado *Ascenso* y pasa a *Crucero*, donde, a partir de la velocidad inicial se alcanza la altura y velocidad de crucero establecidas para este vuelo.

En este momento se informa a los pasajeros de que el despegue ha sido correcto y se estima el tiempo de vuelo, que se calcula con la distancia al destino y la velocidad de crucero alcanzada (Se ha de crear una función que devuelva esta estimación) El estado del piloto pasará a *stand by*

Función tiempo estimado Crear dos funciones en Clips para calcular el tiempo para llegar al destino, según la velocidad de crucero y la distancia en kms

Una función ha de devolver el número de horas y la otra los minutos Por ejemplo una aeronave que va a velocidad de crucero 800 km/h tardará en recorrer 880 kms 1 hora y 6 minutos.

(Puedes usar las funciones div y mod si las necesitas)

5. RETE (1,5 puntos)

Dado la siguiente Base de Reglas y la Base de Hechos, de acuerdo a las plantillas definidas y suponiendo que existe en el sistema una función llamada siguiente_pasillo que devuelve el siguiente pasillo al actual o el primer pasillo cuando se llega al número 11 (esta función no es necesario implementarla ni incluirla en el gráfico)

1. Construye la Red de Redundancia Temporal (RETE)
2. Realiza una simulación de la ejecución correspondiente con la red construida

Plantillas de hechos

```
(deftemplate producto
  (slot id_producto)
  (slot nombre)
  (slot pasillo)
  (slot stock)
  (slot precio)
)
```

```
(deftemplate pedido
  (slot id_cliente)
  (slot id_producto)
  (slot unidades (default 1))
)
```

```
(deftemplate carro
  (slot id_cliente)
  (slot factura (default 0))
  (multislot productos)
  (slot num_productos (default 0))
  (slot pasillo_actual(default 1))
)
```

Base de Reglas

```
(defrule R1_asignar_carro
  (nuevo_cliente ?c1)
  (not (carro (id_cliente ?c1)))
=>
  (assert (carro (id_cliente ?c1) ))
)
```

```
(defrule R2_mover
  (pedido (id_cliente ?c1) (id_producto ?p1))
  ?f1<-(carro (pasillo_actual ?pa1)) (id_cliente ?c1)
  (producto (id_producto ?p1) (pasillo ?pa2&~?pa1))
=>
  (modify ?f1  (pasillo_actual (siguientePasillo ?pa1)))
);; mover2
```

```
(defrule R3_comprar
  ?f1<-(producto (pasillo ?pa) (id_producto ?pr) (stock ?s) (precio ?pu))
  ?f2<-(pedido (id_cliente ?c) (id_producto ?pr) (unidades ?u))
  ?f3<-(carro (pasillo_actual ?pa) (id_cliente ?c) (factura ?f) (num_productos ?np))
  (test (>= ?s ?u)) ;; hay cantidad suficiente
=>
  (modify ?f1 (stock (- ?s ?u)))
  (retract ?f2)
(modify ?f3 (num_productos (+ ?np ?u)) (factura (+ ?f  (* ?pu ?u))) )
)
```

Base de Hechos

```
(producto (id_producto 1) (nombre leche) (pasillo 3)  (stock 25) (precio 0.9))
(pedido (id_cliente 33) (id_producto 1) (unidades 4))
(nuevo_cliente 33)
(nuevo_cliente 11)
(producto (id_producto 5) (nombre galletas) (pasillo 2)  (stock 50) (precio 1.5))
(pedido (id_cliente 11) (id_producto 5) (unidades 1))
```