



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

DSIC
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS
INFORMÁTICOS Y COMPUTACIÓN

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática



**Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
Universitat Politècnica de València**

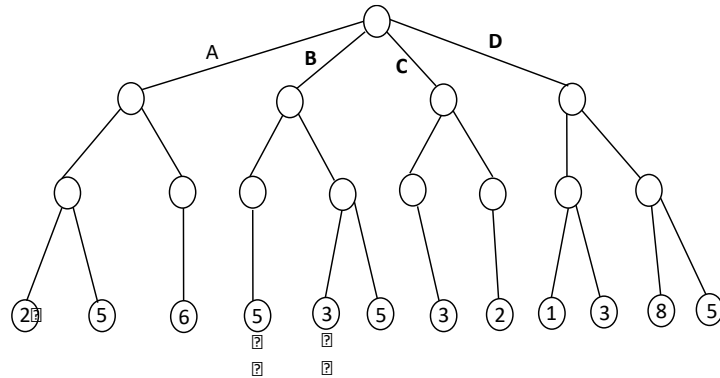
BOLETÍN DE EJERCICIOS SISTEMAS INTELIGENTES

Bloque 1: Búsqueda con adversario

Octubre 2024

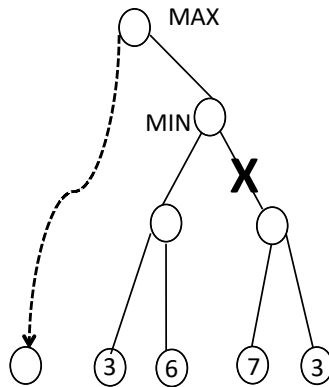
CUESTIONES

- 1) Dado el árbol de juego de la figura, ¿cuál es la mejor jugada para el nodo raíz MAX si aplicamos un alfa-beta?



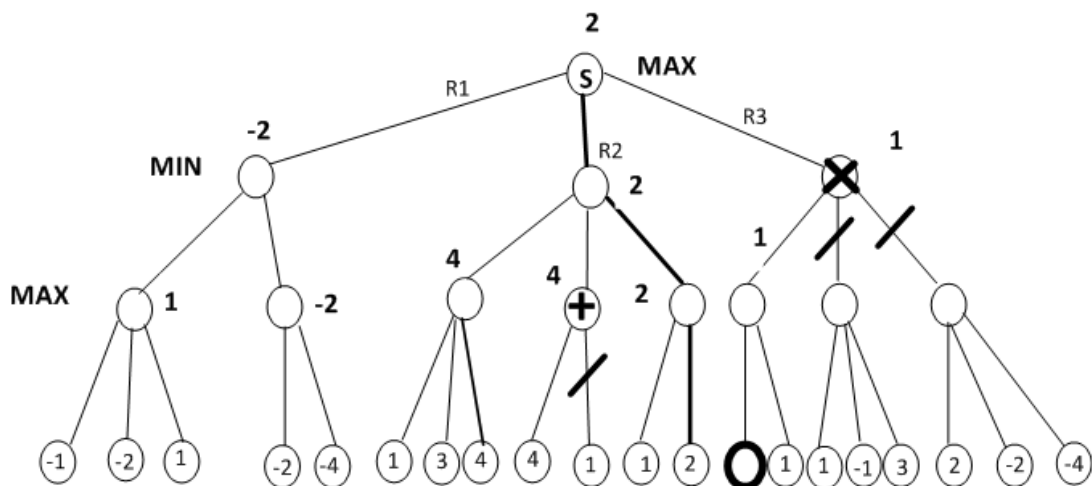
- A. La rama A
- B. La rama B
- C. La rama C
- D. La rama D

- 2) Dado el desarrollo parcial de una búsqueda alfa-beta indicado en la figura. ¿Qué valor volcado provisional debe tener el nodo MAX para que se produzca el corte indicado en la figura?



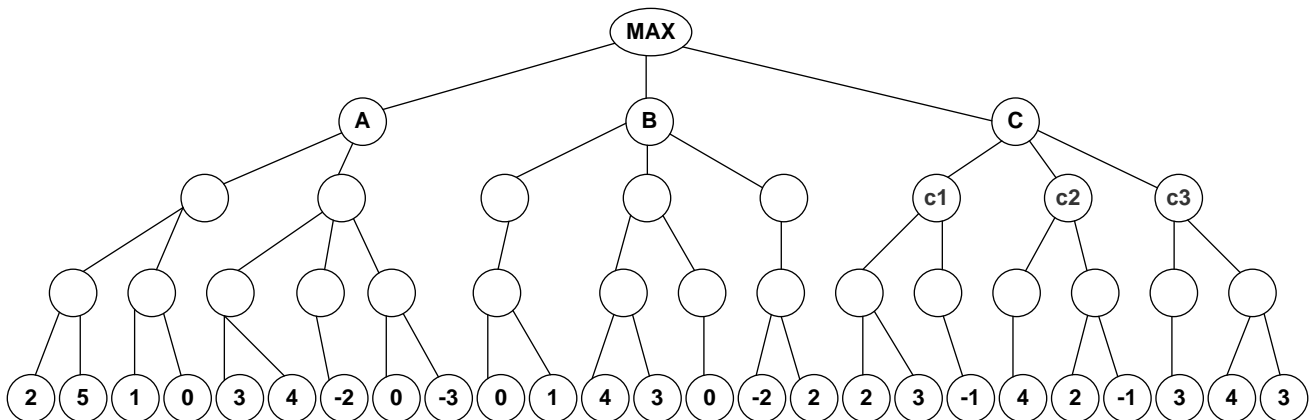
- A. 7
- B. Mayor o igual que 6
- C. Menor o igual que 6
- D. Menor que 3

- 3) Dado el espacio de búsqueda de un juego que se muestra en la figura, ¿qué valor tendría que tener el nodo terminal señalado en negrita?



- A. $[-\infty, 1]$
- B. 1
- C. $[2, +\infty]$
- D. No se puede determinar con los datos disponibles

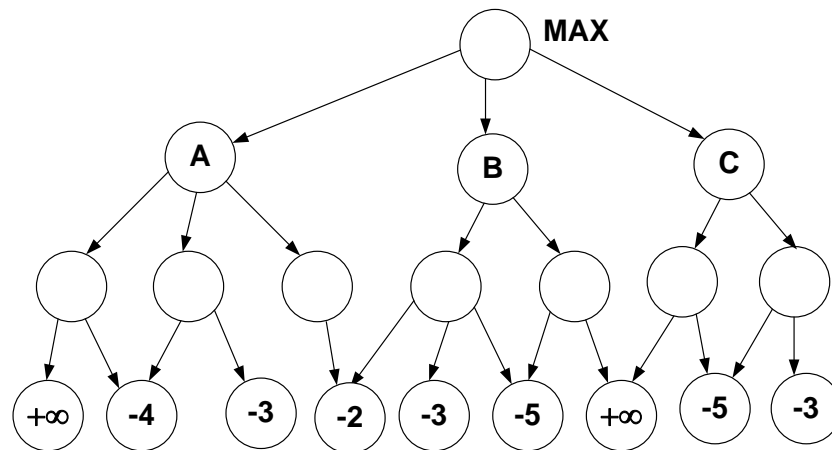
4) Dado el árbol de juego de la figura, ¿cuál es la mejor jugada para el nodo raíz MAX (S) si aplicamos un alfa-beta?



- A. La rama A
- B. La rama B
- C. La rama C
- D. La rama A ó B

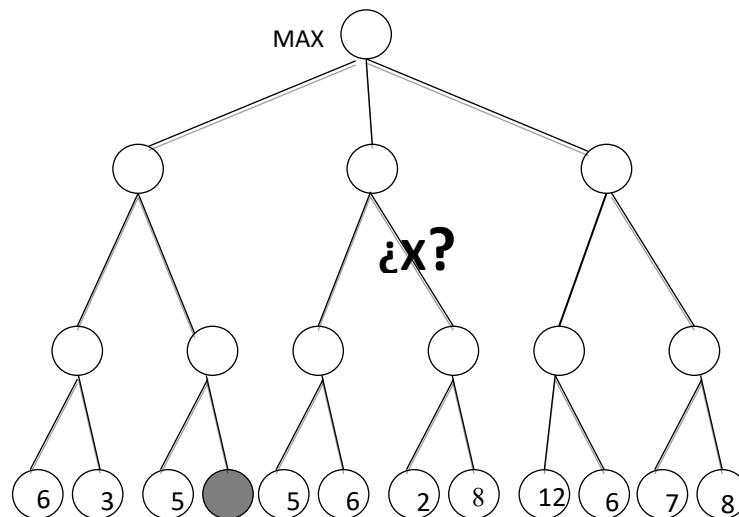
5) Dado el árbol de juego de la figura y aplicando un procedimiento alfa-beta:

- 7) En la siguiente figura se reproduce el espacio de búsqueda en un juego, donde inicialmente debe jugar MAX. Aplicando un procedimiento alfa-beta,



- A. Se puede elegir indistintamente cualquier rama, ya que todas pueden alcanzar posiciones finales ganadoras para MAX.
- B. Se elige la rama A.
- C. Se elige la rama B.
- D. Se elige la rama C

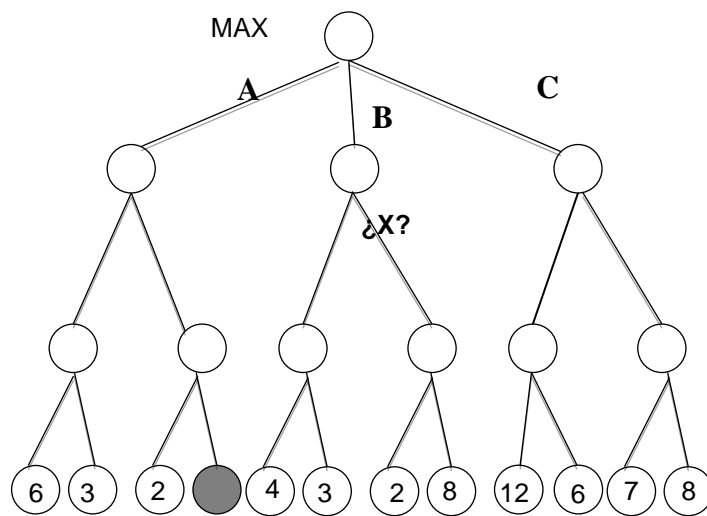
- 8) Dado el árbol de juego de la figura y aplicando un procedimiento alfa-beta:



¿Qué valor debería tener el NODO terminal sombreado para que se produzca el corte indicado en la figura?

- A. Con cualquier valor del nodo se produciría un corte
- B. Menor que 6
- C. Mayor o igual que 6
- D. Nunca se podría producir el corte indicado (o ninguna de las anteriores)

9) Dado el árbol de juego de la figura y aplicando un procedimiento alfa-beta:



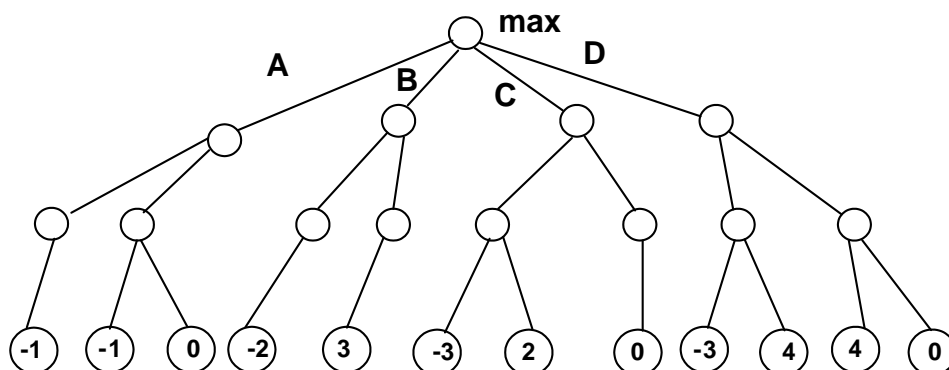
¿Qué valor debería tener el nodo terminal sombreado para que se produzca el corte indicado en la figura?

- A. Con cualquier valor del nodo se produciría un corte
- B. Menor que 3
- C. Mayor o igual que 4
- D. Nunca se podría producir el corte indicado (o ninguna de las anteriores)

10) Dado el árbol de juego de la figura anterior y asumiendo que se produce el corte indicado, tras la aplicación del procedimiento alfa-beta:

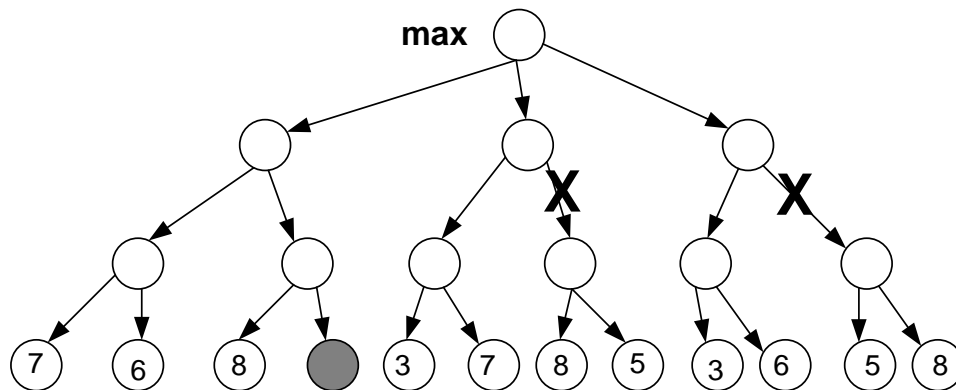
- A. Se elige la rama A
- B. Se elige la rama B
- C. Se elige la rama C
- D. Se elige la rama A o B

11) Dado el árbol de juego de la figura, ¿Cuántos nodos evitamos generar respecto a un algoritmo MINIMAX si realizamos una exploración alfa-beta?



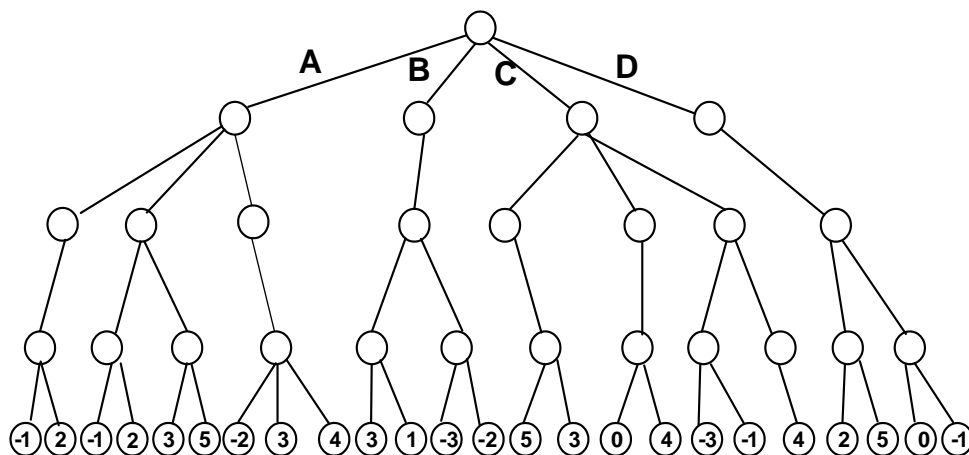
- A. 3
- B. 4
- C. 5
- D. 6

12) Dado el árbol de juego de la figura y aplicando un procedimiento alfa-beta, ¿Qué valor debería tener el NODO terminal sombreado para que se produzcan los cortes indicados en la figura?



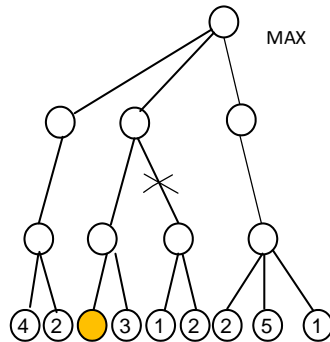
- A. Mayor o igual a 7
- B. Mayor o igual a 8
- C. Menor o igual a 7
- D. Con cualquier valor se producirían dichos cortes

13) Si se aplica el algoritmo MINIMAX al árbol de juego de la figura, ¿qué rama se escogería?



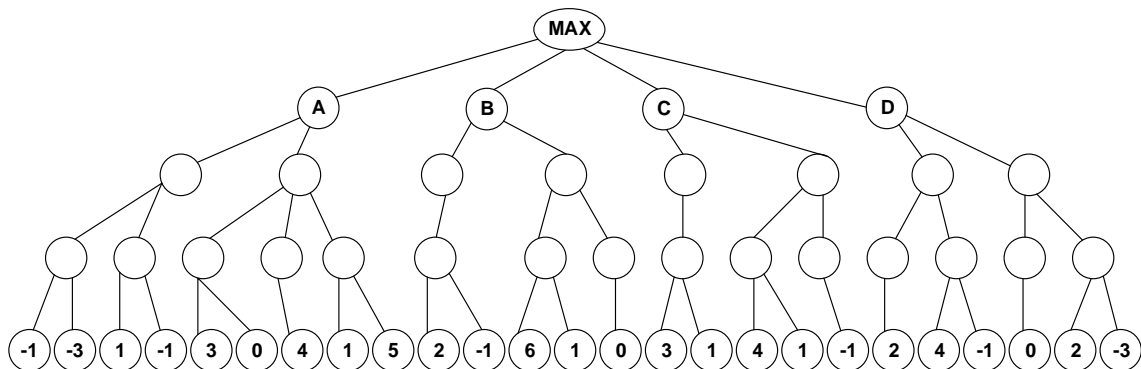
- A. A
- B. B
- C. C
- D. D

14) ¿Qué valores debería tener el nodo sombreado para que se produzca siempre el corte mostrado en la figura?



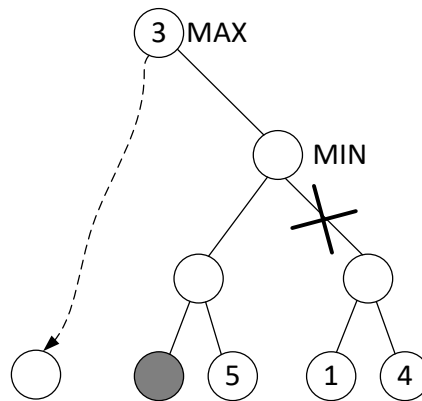
- A. Cualquier valor comprendido en $[-\infty 4]$
- B. Cualquier valor.
- C. Cualquier valor comprendido en $[4 +\infty]$
- D. Nunca se producirá

15) Indica la rama que se elegiría al aplicar la poda α - β al árbol de juego de la figura.



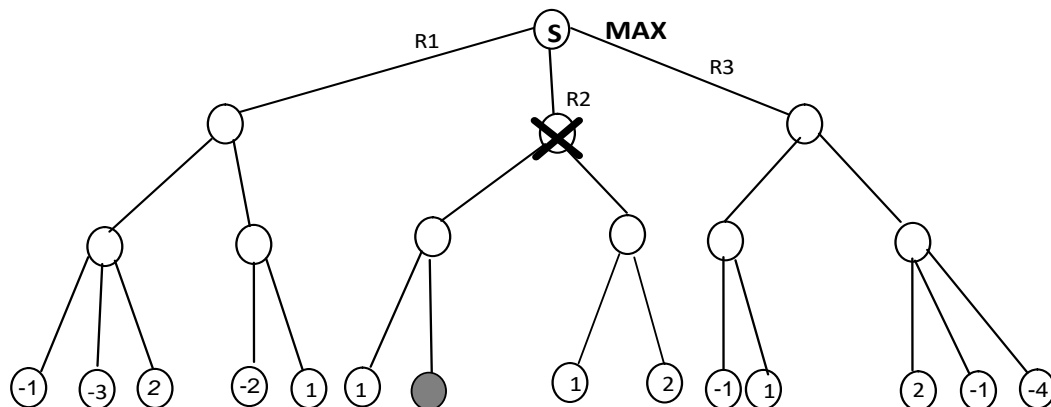
- A. A
- B. B
- C. C
- D. D

16) ¿Qué valor provisional debería tener el nodo sombreado para que se produzca el corte indicado?



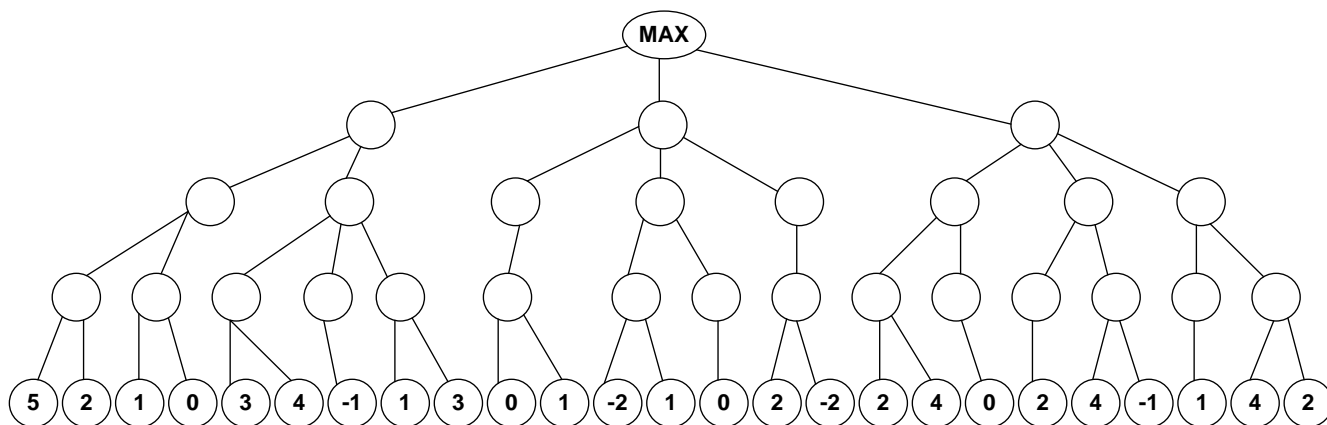
- A. $[-\infty, 2]$
- B. $[-\infty, 3]$
- C. $[-\infty, 5]$
- D. No es posible el corte

17) Dado el espacio de búsqueda de un juego representado en la figura siguiente, asumiendo que se aplica un procedimiento alfa-beta, indica el valor que debería tomar el nodo sombreado para que se produzca el corte señalado en la rama R2:



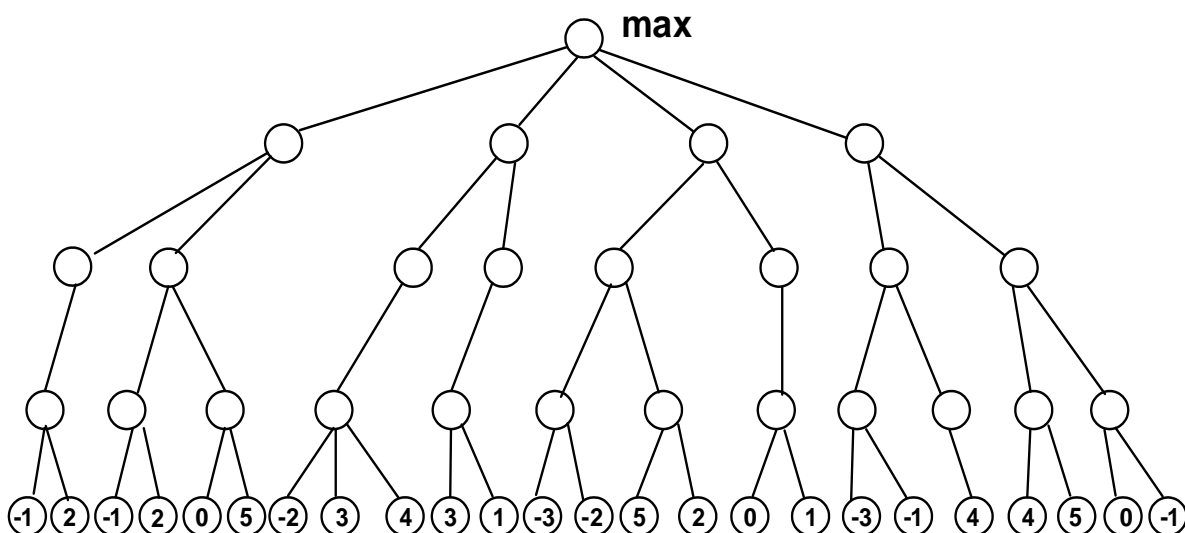
- A. Un valor en $[-\infty, 1]$
- B. Un valor en $[1, +\infty]$
- C. El nodo sombreado solo puede tomar el valor 1
- D. No se puede producir el corte de la figura.

18) Dado el siguiente árbol de juego y aplicando un procedimiento alfa-beta, ¿cuántos nodos terminales no hace falta generar?



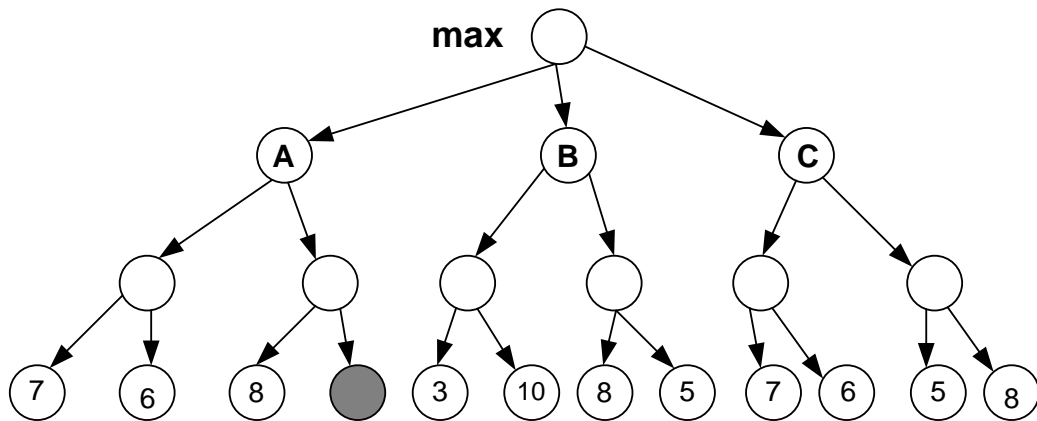
- A. 13
- B. 15
- C. 16
- D. 17

19) Indica cuantos nodos terminales se generarían si se aplicara un procedimiento alfa-beta al siguiente árbol de juego:



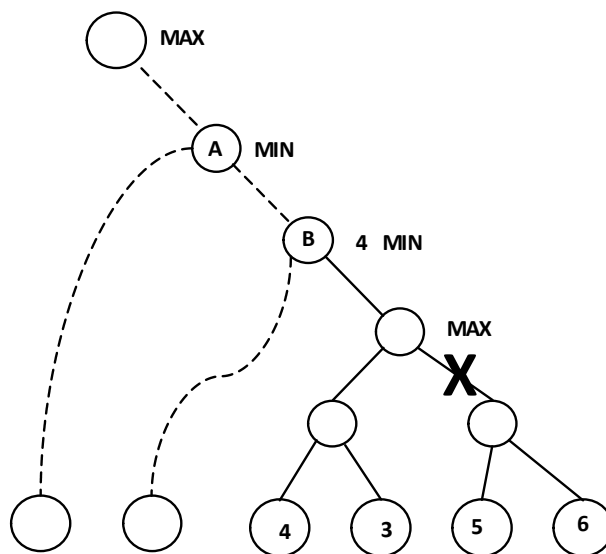
- A. 13
- B. 12
- C. 11
- D. 14

20) Dado el árbol de juego de la figura, donde aplicamos un procedimiento alfa-beta, indica la respuesta CORRECTA:



- A. Si el nodo sombreado toma un valor ≤ 8 , se producirá un corte alfa en el nodo B y C.
- B. Si el nodo sombreado toma un valor ≥ 10 , se producirá un corte alfa en el nodo B y C.
- C. Para cualquier valor del nodo sombreado, se producirá siempre un corte alfa en B.
- D. Para cualquier valor del nodo sombreado, se producirá siempre un corte alfa en C.

21) Dado el desarrollo parcial de una búsqueda alfa-beta indicado en la figura, donde el nodo B tiene un valor volcado provisional de 4 ¿Qué valor volcado provisional debe tener el nodo A para que se produzca el corte efectivo indicado en la figura?

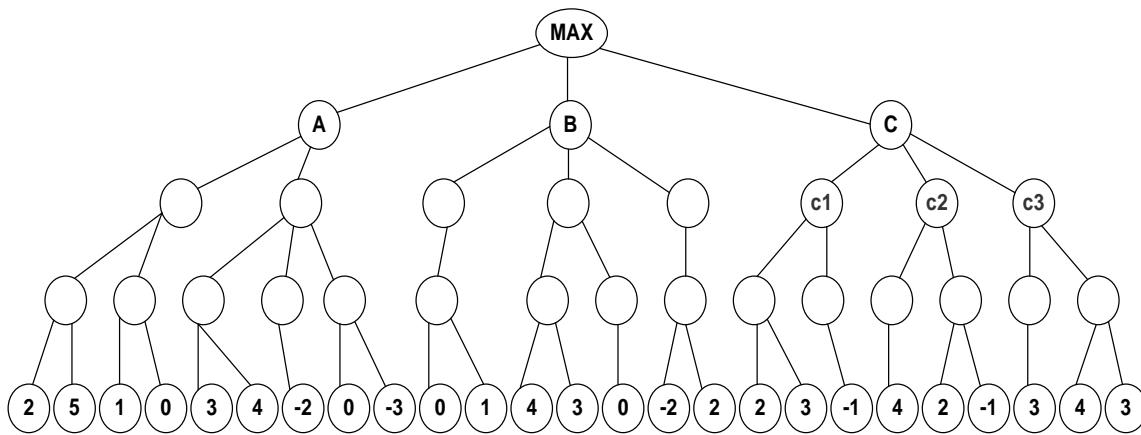


- A. Nunca se producirá el corte
- B. Menor o igual que 3
- C. Mayor o igual que 3
- D. Menor que 3

22) Sea n_1 y n_2 los dos únicos nodos hijo de un nodo n el cual es un nodo MAX en un árbol de juego. Asumimos que se explora primero el nodo n_1 y luego n_2 . Indica la respuesta CORRECTA:

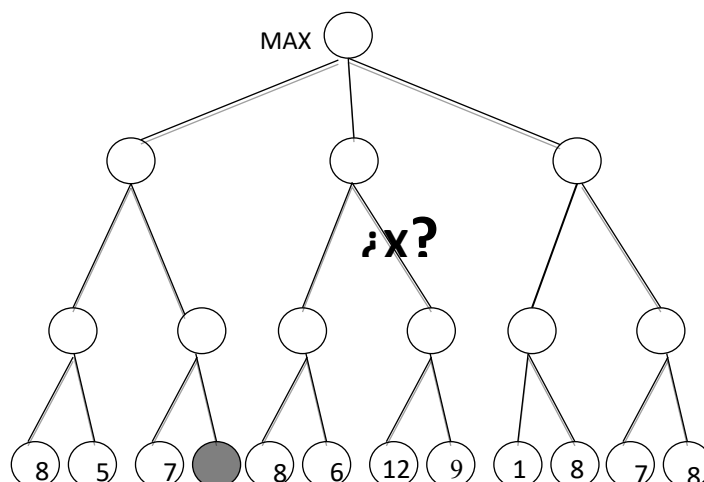
- A. El valor definitivo del nodo n será el máximo entre el valor definitivo de n_1 y n_2 solo cuando n_1 y n_2 son nodos terminales.
- B. Cuando se vuelva el valor de n_1 al nodo padre n , este puede tener asociado un valor volcado anteriormente.
- C. Cuando se vuelva el valor de n_1 al nodo padre n , se puede producir un corte beta en n .
- D. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

23) ¿Cuál es la mejor jugada para el nodo raíz MAX si aplicamos un alfa-beta al árbol de juego?



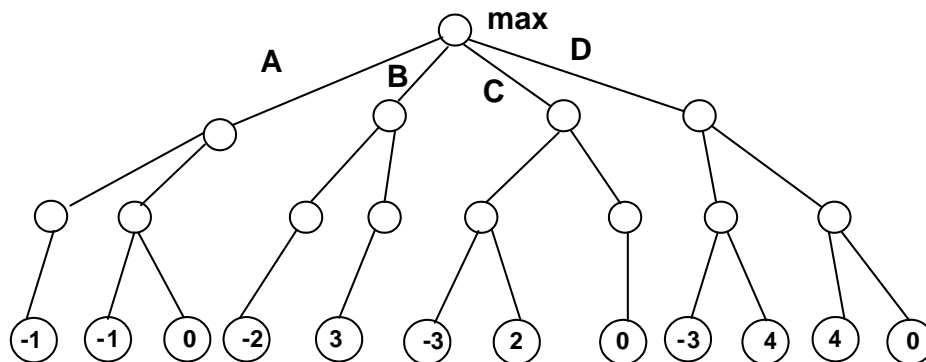
- A. La rama A
- B. La rama B
- C. La rama C
- D. La rama A ó B

24) Dado el espacio de búsqueda de un juego representado en la figura siguiente, asumiendo que se aplica un procedimiento alfa-beta, indica el valor que debería tener el nodo terminal sombreado para que se produzca el corte ilustrado en la figura:



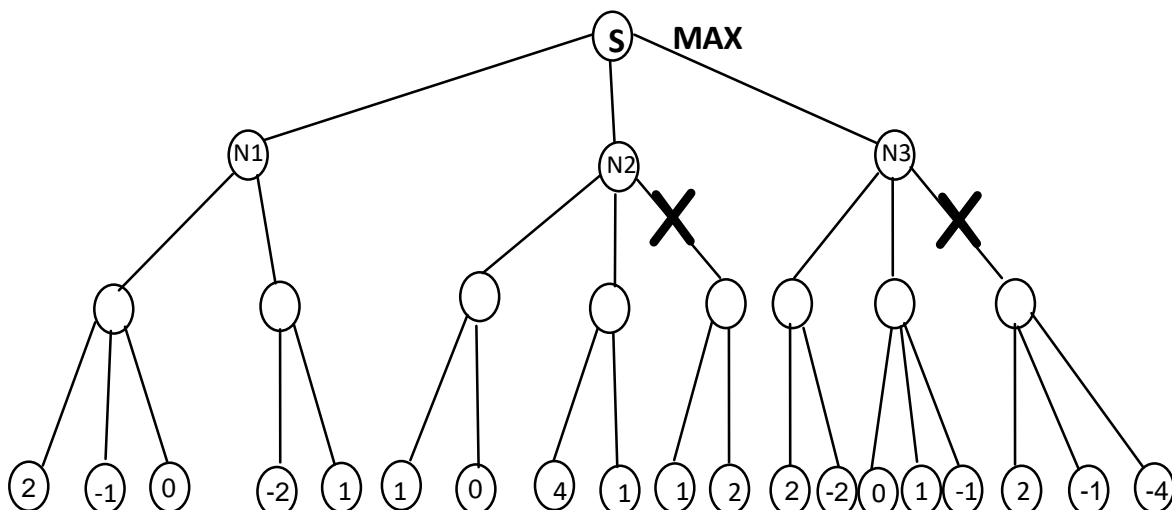
- A. Con cualquier valor del nodo se produciría un corte
- B. Menor que 8
- C. Mayor o igual que 8
- D. Nunca se podría producir el corte indicado (o ninguna de las anteriores)

25) Dado el árbol de juego de la figura, ¿Cuántos nodos evitamos generar respecto a un algoritmo MINIMAX si realizamos una exploración alfa-beta?



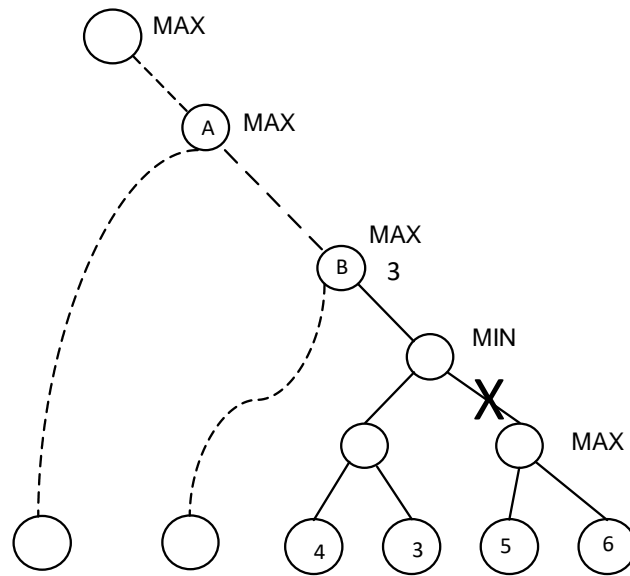
- A. 3
- B. 4
- C. 5
- D. 6

26) Dado el árbol de juego de la figura donde se ha aplicado un procedimiento alfa-beta, indica la respuesta correcta:



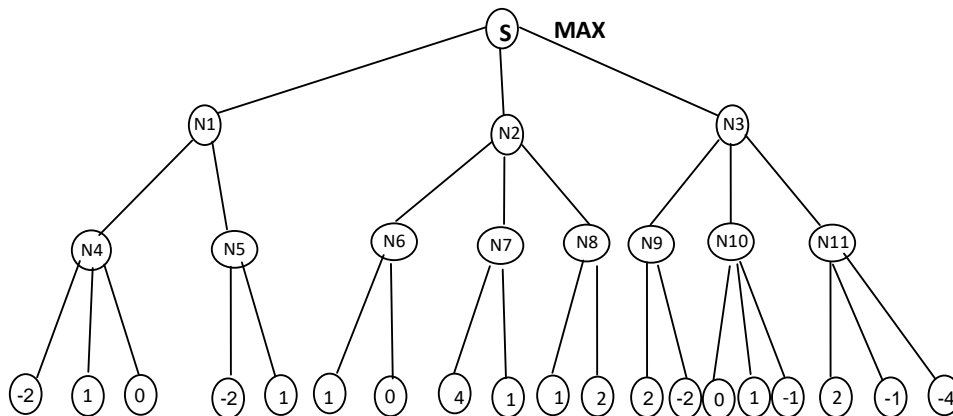
- A. No se produce corte en N3 y por tanto no se poda la rama de la derecha de N3
- B. No se produce corte en N2 y por tanto no se poda la rama de la derecha de N2
- C. Se produce un corte en el nodo N3 que podaría también la rama intermedia de N3
- D. Se produce un corte en el nodo N2 que podaría también la rama intermedia de N2

27) Dado el desarrollo parcial de una búsqueda alfa-beta indicado en la figura, ¿qué valor provisional debería tener el nodo A para que se produzca el corte de la figura?



- A. Todos los valores comprendidos en el intervalo $[4, +\infty]$ provocarían el corte
- B. Todos los valores comprendidos en el intervalo $[3, +\infty]$ provocarían el corte
- C. Todos los valores comprendidos en el intervalo $[-\alpha, 3]$ provocarían el corte
- D. El corte de la figura no se puede producir nunca

28) Dado el árbol de juego de la figura donde se ha aplicado un procedimiento alfa-beta, indica la respuesta correcta:

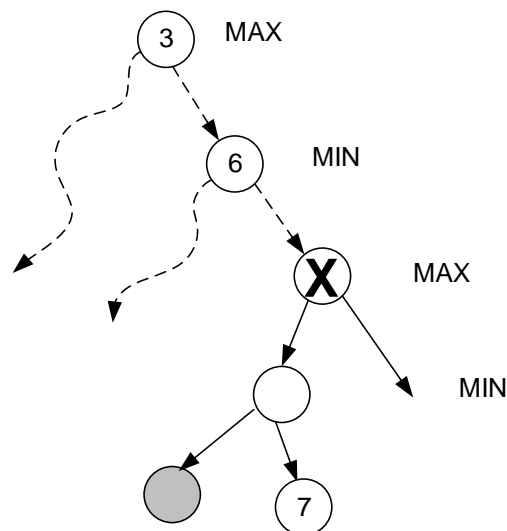


- A. Se produce un corte en el nodo N5
- B. Se produce un corte en el nodo N6
- C. Se produce un corte en el nodo N7
- D. Se produce un corte en el nodo N10

29) Dado el desarrollo parcial de una búsqueda alfa-beta indicado en la figura, indica la respuesta correcta:

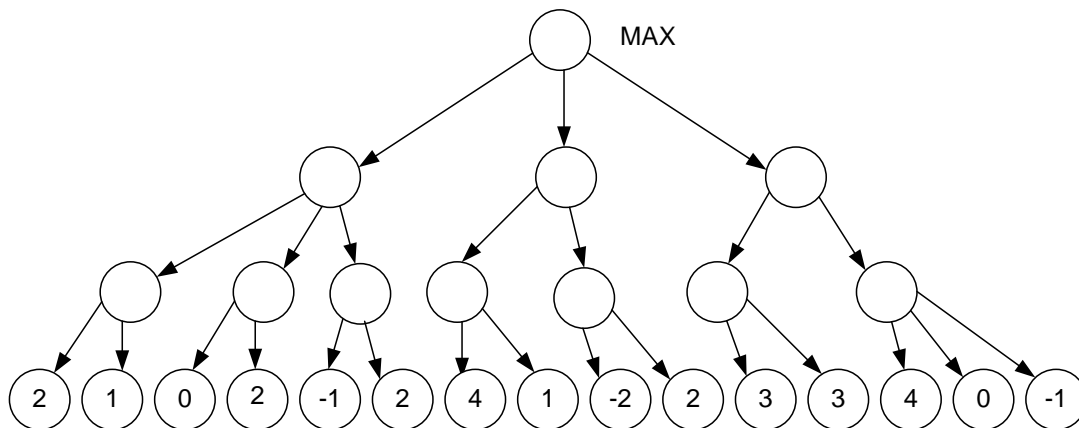
- A. El corte de la figura no se puede producir
B. Si se cambia el valor -1 por el valor 4 entonces se produciría el corte
C. Si se cambia el valor 2 por el valor 4 entonces se produciría el corte
D. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

30) ¿Qué valor debería tener el nodo sombreado para que se produzca el corte indicado?



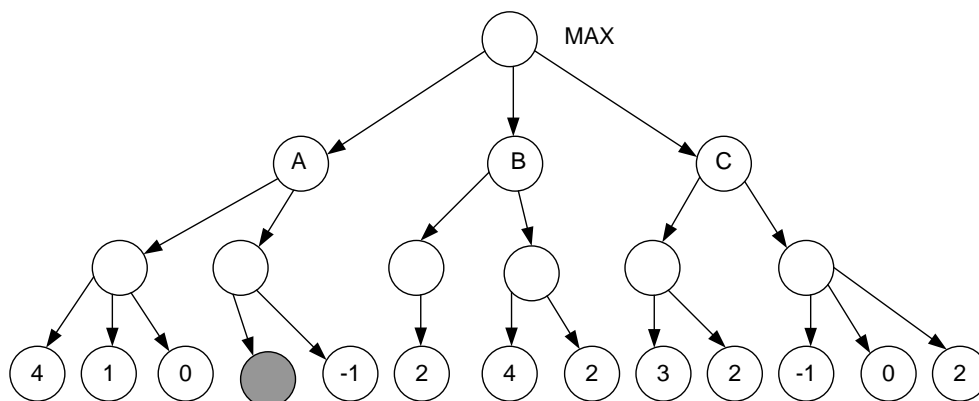
- A. Cualquier valor comprendido en $[6, \infty]$
 B. Cualquier valor comprendido en $[-\infty, 6]$
 C. Cualquier valor comprendido en $[3, \infty]$
 D. Cualquier valor comprendido en $[-\infty, 7]$

31) Dado el árbol de juego de la figura, donde se aplica un procedimiento alfa-beta, indica cuántos nodos evitamos generar respecto a un algoritmo MINIMAX si realizamos una exploración alfa-beta:



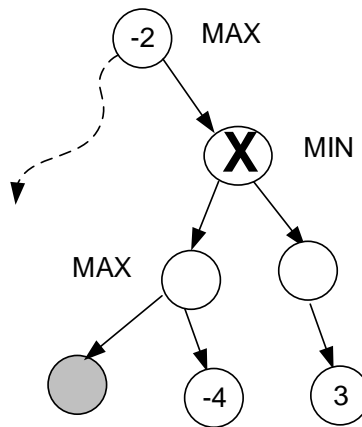
- A. Más de 4 y menos de 7
- B. Más de 6
- C. 2
- D. 4

32) Dado el árbol de juego de la figura, donde se aplica un procedimiento alfa-beta, indica la respuesta **CIERTA**:



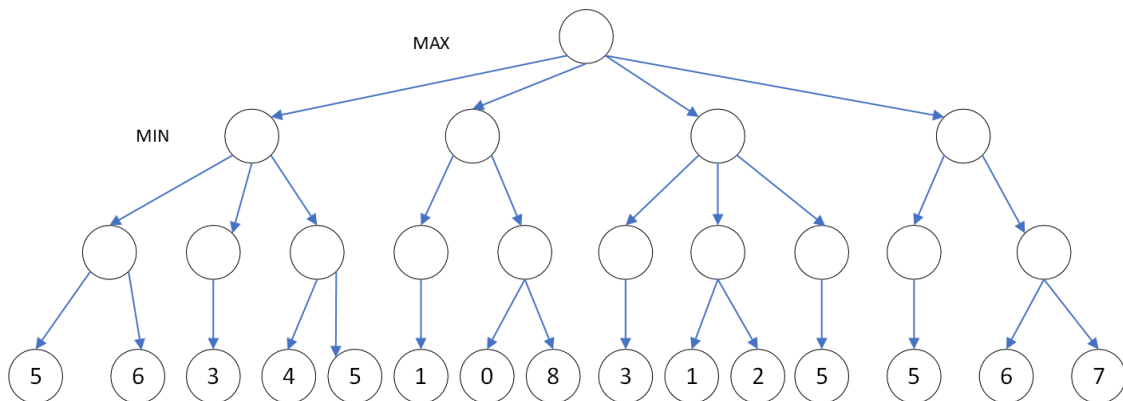
- A. Si el valor del nodo sombreado es mayor o igual a 4, se expanden 7 nodos terminales.
- B. Independientemente del valor del nodo sombreado, nunca se producirá un corte alfa en B.
- C. Independientemente del valor del nodo sombreado, nunca se producirá un corte alfa en C.
- D. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

33) Dado el siguiente árbol de búsqueda de un algoritmo alfa-beta ¿Qué rango de valores podría tener el nodo sombreado para que se realizase el corte indicado?



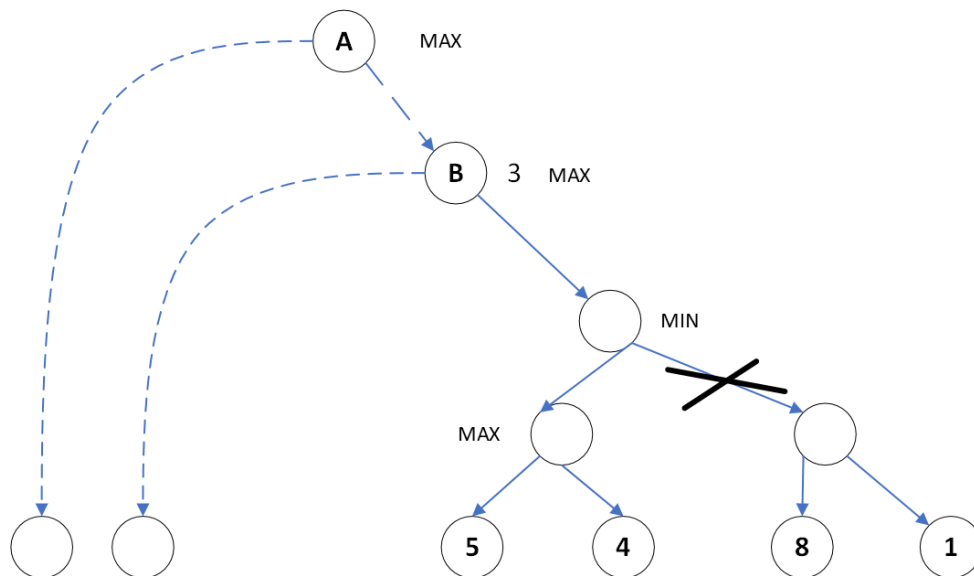
- A. $[-2, +\infty]$
- B. $[-4, +\infty]$
- C. $[-\infty, -2]$
- D. $[-\infty, -4]$

34) ¿Cuántos nodos se dejan de generar usando el algoritmo alfa-beta frente al Minimax en el siguiente árbol (expansión por la izquierda)?



- A. 9
- B. 10
- C. 8
- D. 11

35) Considerando que el nodo B tiene un valor volcado provisional de 3, ¿Qué valor provisional debería tener el nodo A para que se produzca el corte indicado?

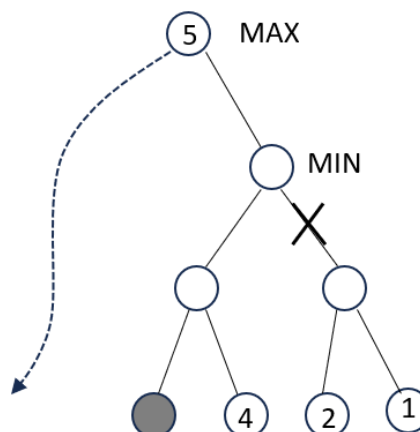


- A. Mayor o igual a 3
- B. Mayor o igual a 4
- C. Mayor o igual a 5
- D. Mayor o igual a 8

36) En un algoritmo Alfa-Beta, indica la sentencia **CORRECTA**:

- A. Los valores α provisionales de un nodo MAX son cotas inferiores del nodo y nunca pueden disminuir al desarrollar la búsqueda.
- B. El valor β de un nodo MIN no terminal es el mayor valor entre los valores de sus nodos sucesores
- C. Los valores β provisionales de un nodo MIN son cotas inferiores del nodo y nunca pueden disminuir al desarrollar la búsqueda.
- D. Ninguna de las anteriores es correcta

37) ¿Qué valor debería tener el nodo sombreado para que se produzca el corte indicado?



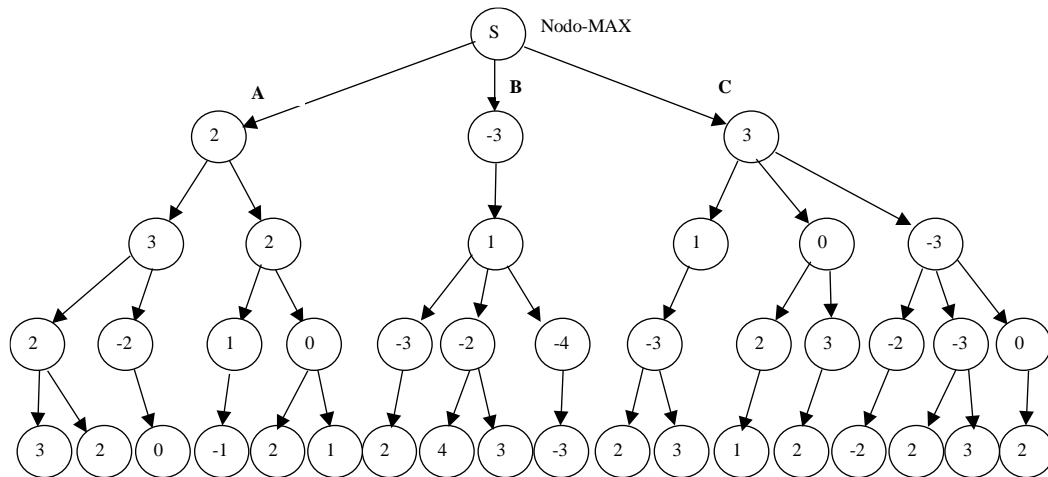
- A. Mayor o igual que 4
- B. Menor o igual que 5
- C. Entre 2 y 6
- D. No es posible el corte

PROBLEMAS

EJERCICIOS: BÚSQUEDA CON ADVERSARIO

Ejercicio 1

Considérese el árbol de juego de la figura. Los valores situados en los nodos corresponden a la evaluación de una determinada función de estimación.



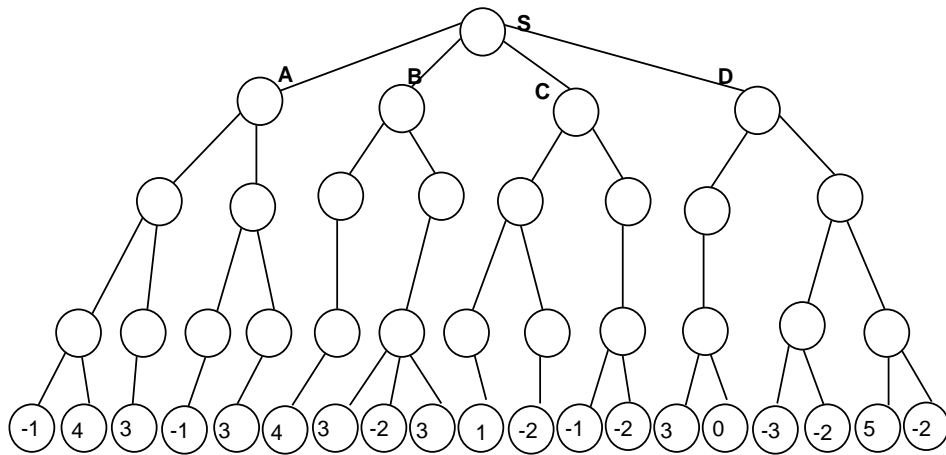
Mediante un algoritmo de búsqueda con poda alfa-beta, expandiendo primero los nodos sucesores que se encuentran más a la izquierda, obtener cual sería la mejor jugada inicial (A, B, C). Indicar claramente las podas que se realizan y la rama seleccionada por MAX.

Ejercicio 2

En el juego del NIM, dos jugadores deben coger alternativamente 1, 2 ó 3 monedas (y dejarlas sobre la mesa) de una pila que inicialmente contiene 5 monedas. Pierde el jugador que desapila la última moneda. Desarrolla el árbol del juego y determina cuál es la mejor jugada para MAX. Comenta las alternativas que existen a dicha primera jugada inicial.

Ejercicio 3

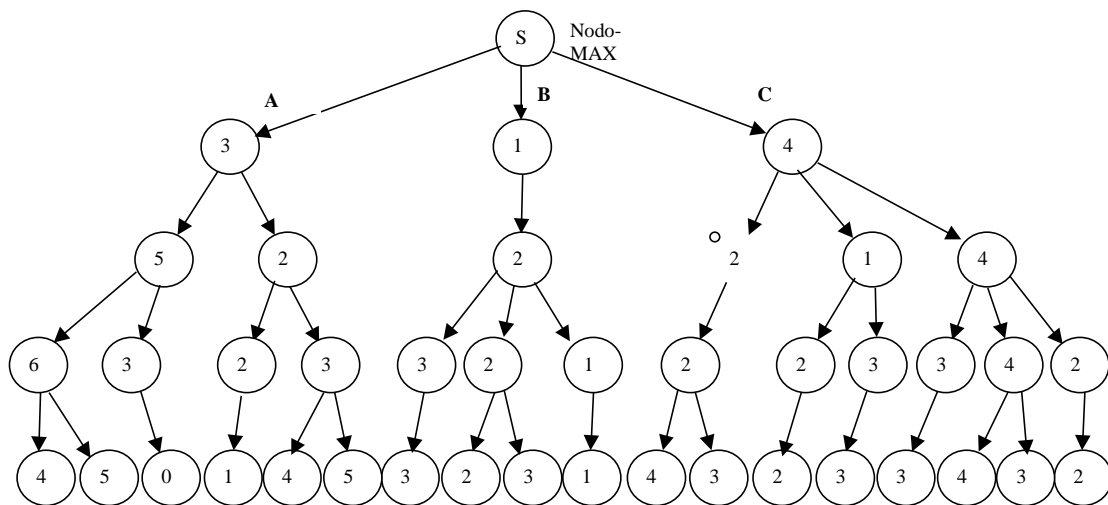
Dado el siguiente árbol de búsqueda, donde se representa la evaluación que se obtendría por una determinada función sobre los nodos terminales, y considerando un procedimiento de búsqueda α - β en profundidad:



- Marcar con X y con + aquellos nodos donde se efectuaría un corte α y β respectivamente.
- Valor final asociado al nodo inicial S y rama que se elegiría.

Ejercicio 4

Considérese el árbol de juego de la figura. Los valores situados en los nodos corresponden a la evaluación de una determinada función de estimación.



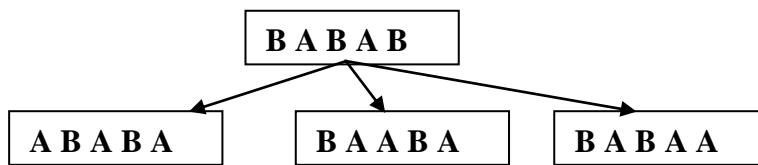
Se pide: Mediante un algoritmo de búsqueda con poda alfa-beta, expandiendo primero los nodos sucesores que se encuentran más a la izquierda, obtener cual sería la mejor jugada inicial (A, B, C). Indicar claramente las podas que se realizan y la rama seleccionada por MAX.

Ejercicio 5

Dos jugadores A y B tienen delante un conjunto de fichas alineadas. Hay 2 clases de fichas A y B. Los dos jugadores juegan por turnos.

- Turno de A: Una ficha A puede “comerse” todas las fichas del tipo B que se encuentren entre dos fichas A, o entre una ficha A y un extremo del tablero. Los huecos resultantes se eliminan.
- Turno de B: Recíproco del anterior. Las fichas B se “comen” a las fichas A.

Por ejemplo a partir de la situación inicial, las posibles jugadas para A serían:



El juego termina cuando algún jugador se queda sin fichas. Gana el jugador que conserve fichas al terminar el juego.

Aplicar un **procedimiento de búsqueda con poda alfa-beta** a partir de la situación inicial anterior [BABABA], suponiendo que empieza el jugador A y se desarrolla hasta estados finales (en los que gane uno u otro jugador). Obtener la mejor jugada inicial para el jugador A.

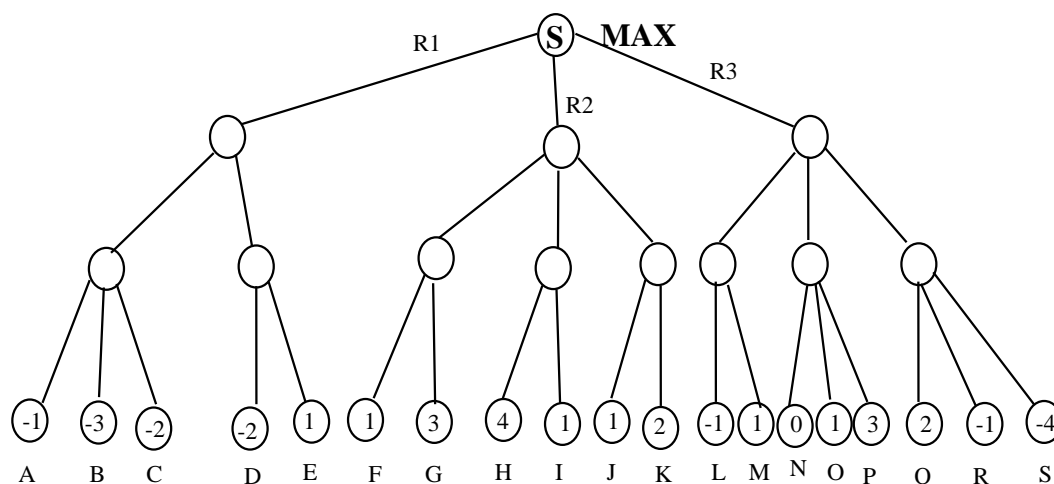
Notas importantes:

- Desarrollar el árbol de forma que los sucesores de un nodo se ordenen entre sí con el siguiente criterio: el hijo más a la izquierda sería el que corresponda a la eliminación de las fichas enemigas que estén más a la izquierda.
- Debe tenerse en cuenta que, dado que se utiliza un procedimiento alfa-beta, **no todo el árbol de juego requerirá ser generado**: Solo deben aparecer en el árbol los nodos que necesariamente se hayan generado.

Ejercicio 6

Aplica el algoritmo alfa-beta al árbol de juego de la figura. Asumimos que los nodos se expanden siempre de izquierda a derecha en la aplicación del algoritmo alfa-beta en profundidad.

- Indica claramente los valores que se asocian a cada uno de los nodos. Marca con una **X** los cortes alfa y con una **+** los cortes beta. Muestra todos los cortes, tanto efectivos como no efectivos (en el primer caso señala adecuadamente que ramas son las que se podan). Indica cuál será la mejor jugada de MAX.
- Asumiendo que el orden de expansión de los nodos es siempre de izquierda a derecha, ¿qué valores deberían tener los nodos terminales para que el resultado fuera un alfa-beta óptimo (máximo número de cortes)? Indica que nodos terminales tendrían que cambiar su valor y cuál sería este nuevo valor. Justifica adecuadamente tu respuesta.

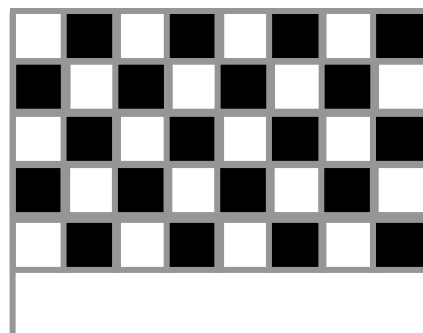
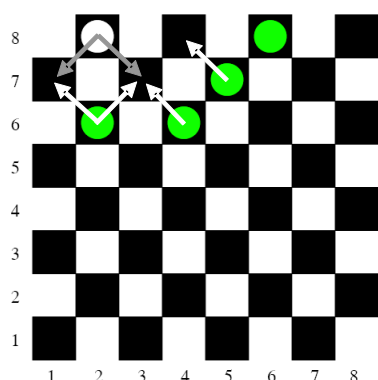


Ejercicio 7

El juego del gato y el ratón se juega en un tablero de ajedrez (8x8), utilizando solo las casillas negras. Los gatos son las fichas negras, situadas inicialmente en las casillas negras de la primera fila, y el ratón (ficha blanca) está inicialmente en cualquiera de las casillas negras de la última fila. Los jugadores se van turnando en sus movimientos. Los gatos solo puede mover una ficha en cada turno y siempre avanzando, ocupando una de las posibles dos casillas negras diagonales contiguas de la fila siguiente. El ratón se puede mover hacia adelante y atrás, es decir, a cualquiera de las cuatro diagonales inmediatas.

Los gatos ganan la partida si consiguen acorralar e impedir el movimiento del ratón. El ratón gana si se encuentra en una fila anterior a la del gato más atrasado o bien en línea con el gato más retrasado y es su turno de juego, dado que los gatos solo pueden ir hacia adelante y el ratón se escaparía.

Suponiendo la situación inicial descrita en la figura, y que juega el ratón (computador, MAX),



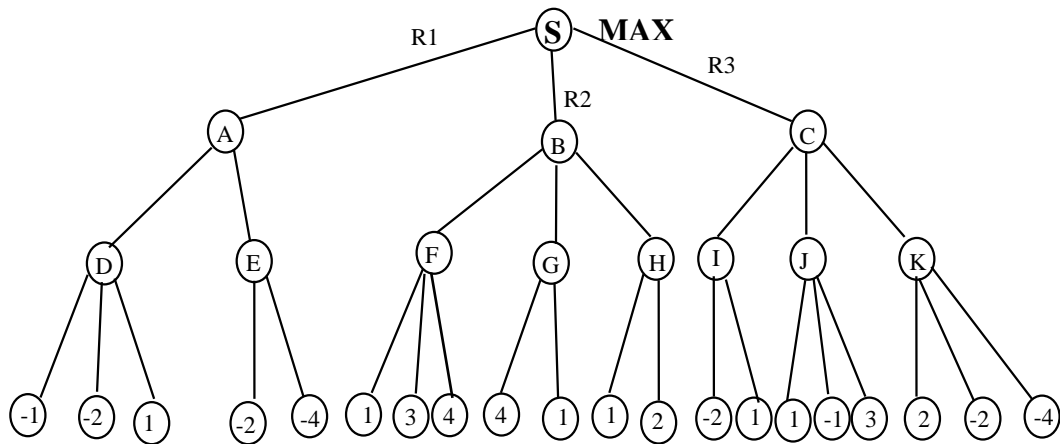
Nota: Para clarificar el desarrollo del procedimiento, representar cada nodo mediante la plantilla de la figura derecha.

- Definir una función de evaluación, tal que resulte $+\infty$ (o $-\infty$) si gana (o pierde) el ratón.
- Determinar la jugada inicial mediante un procedimiento alfa-beta en profundidad, con nivel máximo de exploración 3, efectuando e **indicando claramente** los cortes que sean necesarios. En la evaluación de los nodos terminales, usar la función de evaluación anterior. Representar cada nodo mediante la plantilla de la figura derecha anterior.
- Para la exploración en profundidad, supóngase:
 - Prioridad movimiento ratón: a casillas de filas inferiores antes que a superiores, y en segundo lugar, a columnas inferiores antes que a superiores.
 - Prioridad movimiento gato: el gato más a la izquierda primero y, en segundo lugar, el movimiento a columna inferior (diagonal izquierda) primero.

Ejercicio 8

Sea el árbol de juego de la figura que se muestra a continuación:

- Asumiendo que los nodos se expanden de izquierda a derecha, aplica el algoritmo alfa-beta en profundidad. Indica claramente los valores que se asocian a cada uno de los nodos. Marca con una **X** los cortes alfa y con una **+** los cortes beta. Muestra todos los cortes, tanto efectivos como no efectivos (en el primer caso señala adecuadamente que ramas son las que se podan). Indica cuál será la mejor jugada de MAX y el número de nodos que se podan.
- Queremos ejecutar de nuevo el algoritmo alfa-beta pero expandiendo los nodos de tal modo que la aplicación del algoritmo provoque el mayor número de nodos podados posibles. Aplica de nuevo el algoritmo alfa-beta escogiendo el orden en el que se expanden los nodos de nivel 1 y nivel 2 (los nodos terminales siempre se expanden de izquierda a derecha). Indica y justifica claramente el orden en que se expanden los nodos A,B,C ... K.

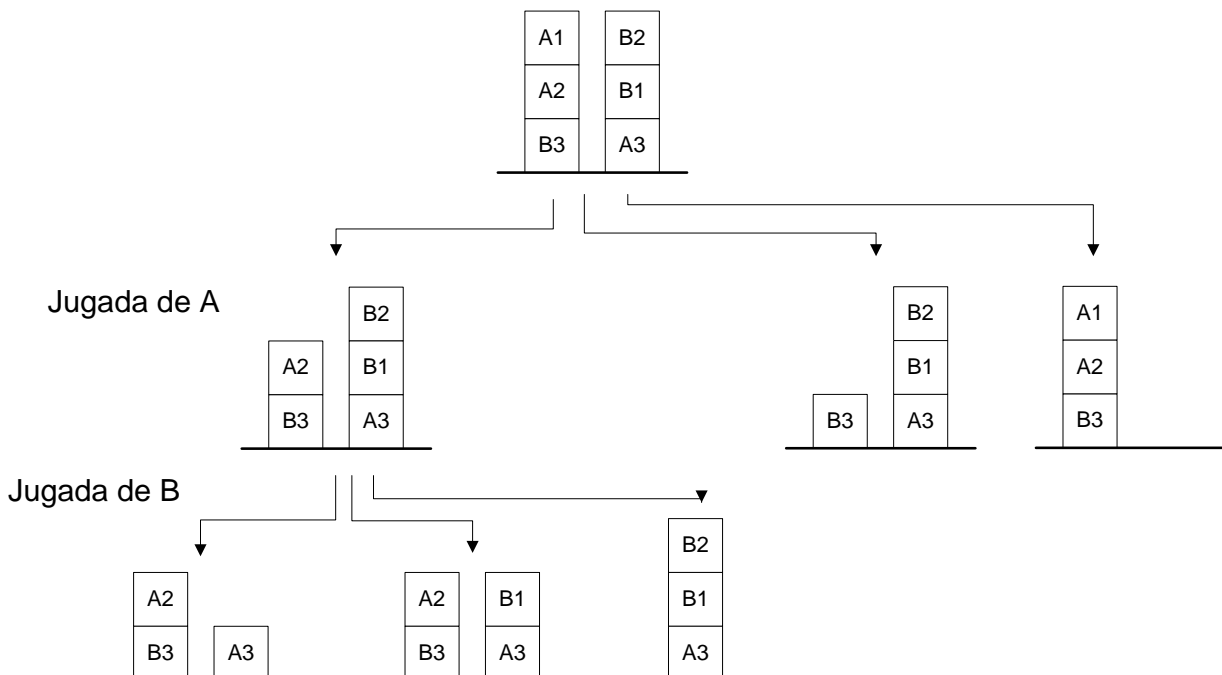


Ejercicio 9

Dos jugadores A y B, juegan una variante del denominado juego de Hackenbusch, en la que sobre un tablero hay varias columnas de bloques apilados. Hay bloques de tipo A y bloques de tipo B. Los jugadores A y B juegan por turnos, cada jugador sólo con los bloques de su mismo tipo. Un jugador en su turno debe elegir un bloque de su tipo y retirarlo. Siempre que se retire un bloque todos los bloques que están encima de él, sean del tipo que sean, han de ser retirados también. Pierde el jugador que en el siguiente turno no tiene bloques para retirar.

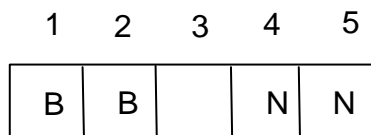
En la figura, se muestra la situación inicial del juego así como las posibilidades de la primera jugada de A y parte de la primera jugada de B.

- Desarrollar el árbol de juego completo hasta estados terminales.
- Utilizar el procedimiento Minimax con poda alfa-beta para decidir la mejor jugada de A..
- Razonar que posibilidades tiene A de ganar el juego si B también aplicara el mismo procedimiento para decidir su siguiente jugada.

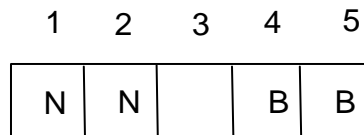


Ejercicio 10

La figura (a) muestra el estado inicial de un puzzle lineal que consta de 5 casillas: las dos de la izquierda contienen 2 fichas blancas (B), la del medio es un espacio vacío, y las dos de la derecha contienen 2 piezas negras (N). La figura (b) muestra el estado final al que se desea llegar.



(a) Estado inicial



(b) Estado final

Las acciones que se pueden aplicar en este problema son:

- A1. Una ficha se puede mover al espacio vacío si está al lado del espacio vacío
- A2. Una ficha se puede mover al espacio vacío saltando sobre otra ficha de cualquier color
- A3. Una ficha se puede mover al espacio vacío saltando sobre dos fichas de cualquier color

Además, hay que tener en cuenta que las fichas B solo se pueden mover hacia la DERECHA, y las fichas N solo se pueden mover hacia la IZQUIERDA.

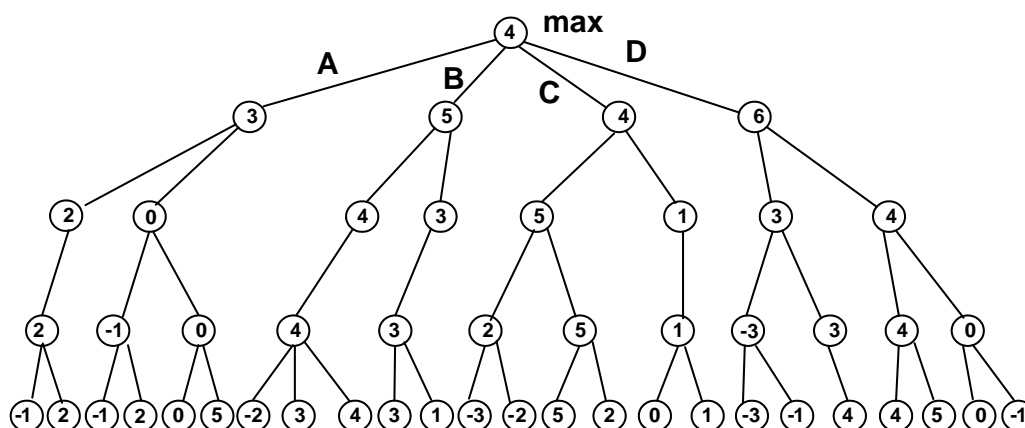
Supongamos que tenemos dos jugadores: jugador-B que juega con las fichas B, y jugador-N, que juega con las fichas N. Los movimientos que puede realizar cada jugador son los que se especifican en el enunciado (A1, A2 y A3).

El objetivo del jugador-B es colocar sus dos fichas en las posiciones 4 y 5. El objetivo del jugador-N es colocar sus dos fichas en las posiciones 1 y 2. Si un jugador no puede mover ninguna de sus fichas en su turno (el jugador-B no puede mover ninguna ficha B hacia la derecha o el jugador-N no puede mover ninguna ficha N a la izquierda), el jugador pierde el turno y mueve el jugador contrario. Desarrolla un procedimiento de búsqueda alfa-beta con expansión en profundidad a partir de la situación inicial (BB_NN), suponiendo que empieza el jugador-B y que la búsqueda se desarrolla hasta estados terminales finales. Obtener la mejor jugada inicial para jugador-B. Justifica la respuesta.

NOTA RECORDATORIO: El valor beta inicial de los nodos MIN es $+\infty$, y el valor alfa inicial de los nodos MAX es $-\infty$.

Ejercicio 11

Dado el siguiente espacio de búsqueda para un problema de juego dado, en donde se indica sobre cada nodo (intermedios y terminales) la evaluación obtenida por una determinada función de evaluación:



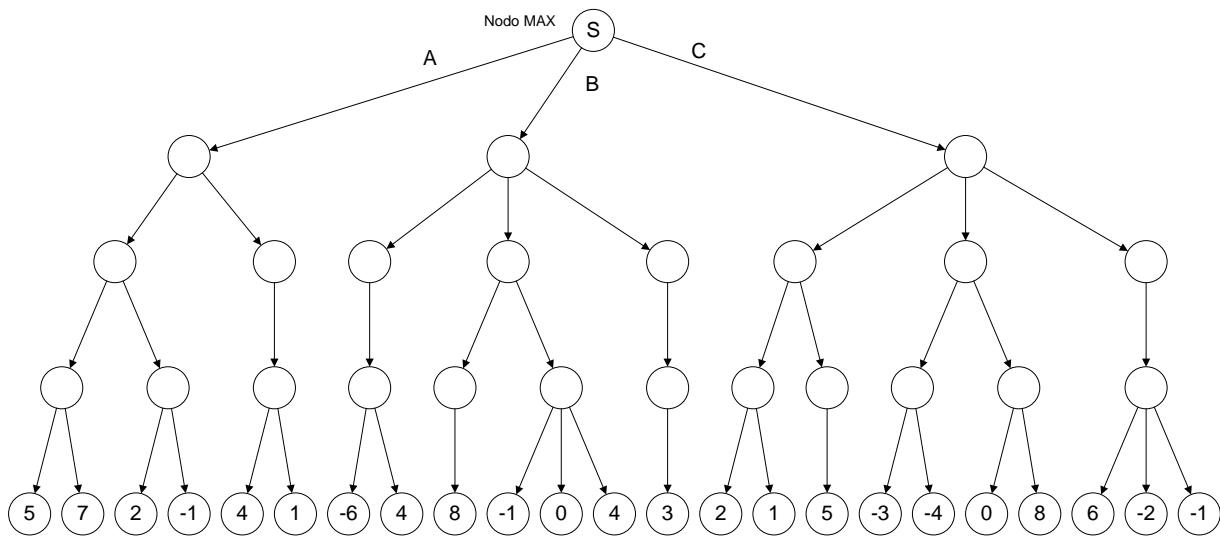
Se pide:

- 1) Aplicar un algoritmo de búsqueda con **poda alfa-beta en profundidad**, expandiendo primero los nodos que se encuentran más a la izquierda.

- Obtener la mejor jugada inicial (A, B, C, D), **marcando claramente** las ramas y nodos generados, así como la evaluación final de cada nodo.
- Indicar claramente los cortes que se realizan. No es preciso indicar los cortes cuando no haya poda en la exploración.
- Indicar el número total de nodos que son **generados** (excluyendo el nodo raíz) y los nodos que son **evaluados**.

Ejercicio 12

Considérese el árbol de juego de la figura. Los valores situados en los nodos corresponden a la evaluación de una determinada función de estimación.



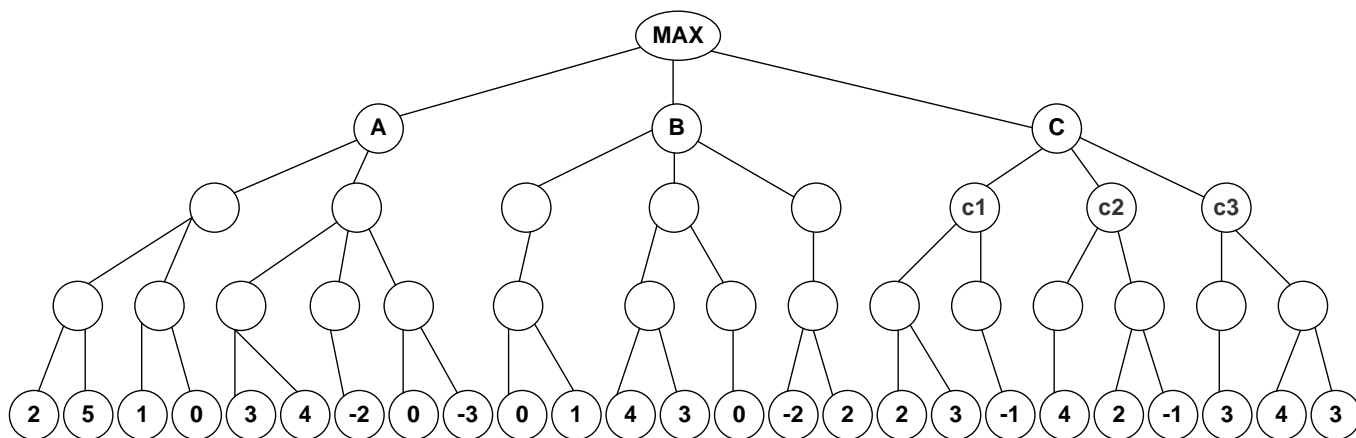
Se pide:

- Mediante un algoritmo de búsqueda con poda alfa-beta, expandiendo primero los nodos sucesores que se encuentran más a la izquierda, obtener cual sería la mejor jugada inicial (A, B, C). Indicar claramente las podas que se realizan y la rama seleccionada por MAX.
- ¿Diferiría la rama que elegiría MAX si no se aplica la poda alfa-beta? Justifica la respuesta.

Ejercicio 13

Considérese el árbol de juego de la figura. Los valores situados en los nodos terminales corresponden a la evaluación de una determinada función de estimación.

- Mediante un algoritmo de búsqueda con poda alfa-beta, expandiendo primero los nodos sucesores que se encuentran más a la izquierda, obtener la mejor jugada inicial. Indicar claramente: puntuación final de MAX y rama inicial elegida (A, B, C), podas que se realizan, y remarcar los nodos terminales que se han visitado.
- En el caso de que el jugador MAX escogiese la rama C, que jugada debería elegir MIN a continuación? Aplicar un procedimiento MINIMAX para determinar esta mejor jugada de MIN.



Ejercicio 14

Considere el juego del tictactoe de 2×2 , en la siguiente figura se puede observar el tablero:



Las reglas del juego son:

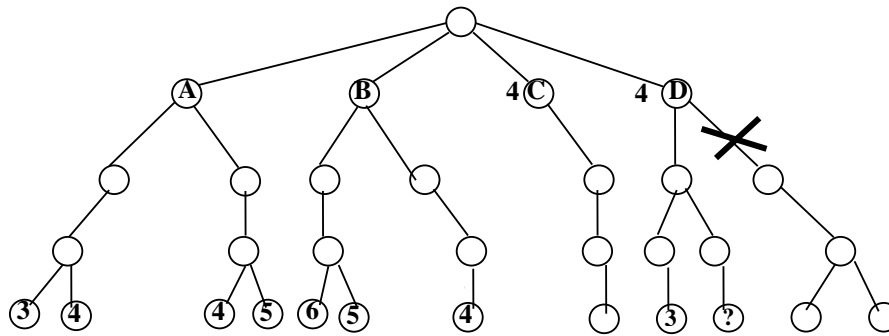
- poner MAX una X o MIN una O en una casilla cuando es su turno,
- otra posible jugada es que cada jugador tiene la opción adicional de pasar (es decir, no marcar un cuadrado).

Como es habitual, asumimos que X juega primero.

- Dibujar el árbol de juego completo hasta una profundidad de 2. No hay que mostrar los nodos que son simetrías (rotaciones o reflexiones) de nodos ya dibujados. **(El árbol debe tener cinco hojas)**
- Supongamos que la función de evaluación es el **número de X menos el número de O**. Marcar los valores de todos las hojas y nodos internos con el resultado de aplicar esta función de evaluación a cada uno de ellos.
- Aplicar el algoritmo alfa-beta al árbol obtenido en (a) con los valores obtenidos en (b) para los nodos hoja ¿Cuál sería la mejor jugada para X?
- Aplicar el algoritmo mini-max al árbol obtenido en (a) con los valores obtenidos en (b) para los nodos hoja ¿Cuál sería la mejor jugada para X?

Ejercicio 15 (Examen 2013)

El siguiente árbol representa el resultado parcial de aplicar el algoritmo alfa-beta de izquierda a derecha al espacio de búsqueda de un juego dado. En el árbol se han eliminado los valores volcados de algunos de los nodos así como algunas de las podas.



Determinar, razonando cada una de las respuestas:

- Calcular en las dos ramas de la izquierda (A y B) los valores volcados aplicando alfa-beta.
- Teniendo en cuenta la resolución del apartado a). ¿Qué rama (A, B, C o D) será la mejor jugada para el nodo raíz?. ¿por qué?
- Teniendo en cuenta el corte que se produce por debajo del nodo de nivel 1 de la rama D, ¿qué valor deberá tener el nodo hoja marcado con '?'?