

ESTRUCTURAS DE DATOS

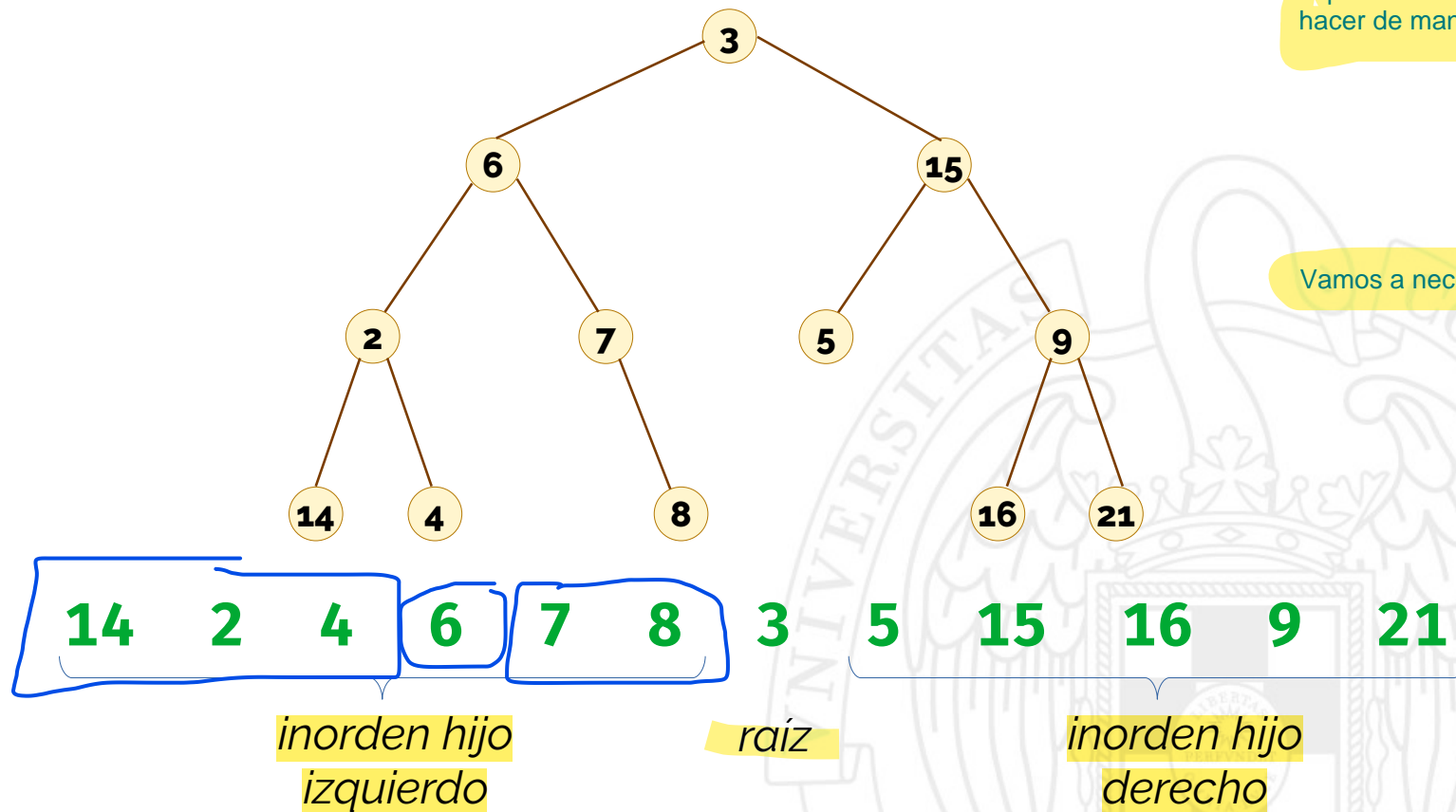
TIPOS ABSTRACTOS DE DATOS ARBORESCENTES

Recorrido en inorden iterativo (1)

Manuel Montenegro Montes
Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
Facultad de Informática – Universidad Complutense de Madrid

Recordatorio: recorrido en inorden

En vez de hacerlo de manera recursiva como hicimos cuando explicó el inorden, ahora lo queremos hacer de manera iterativa.



Vamos a necesitar una pila.

La implementación iterativa también ES posible en preorden y postorden.

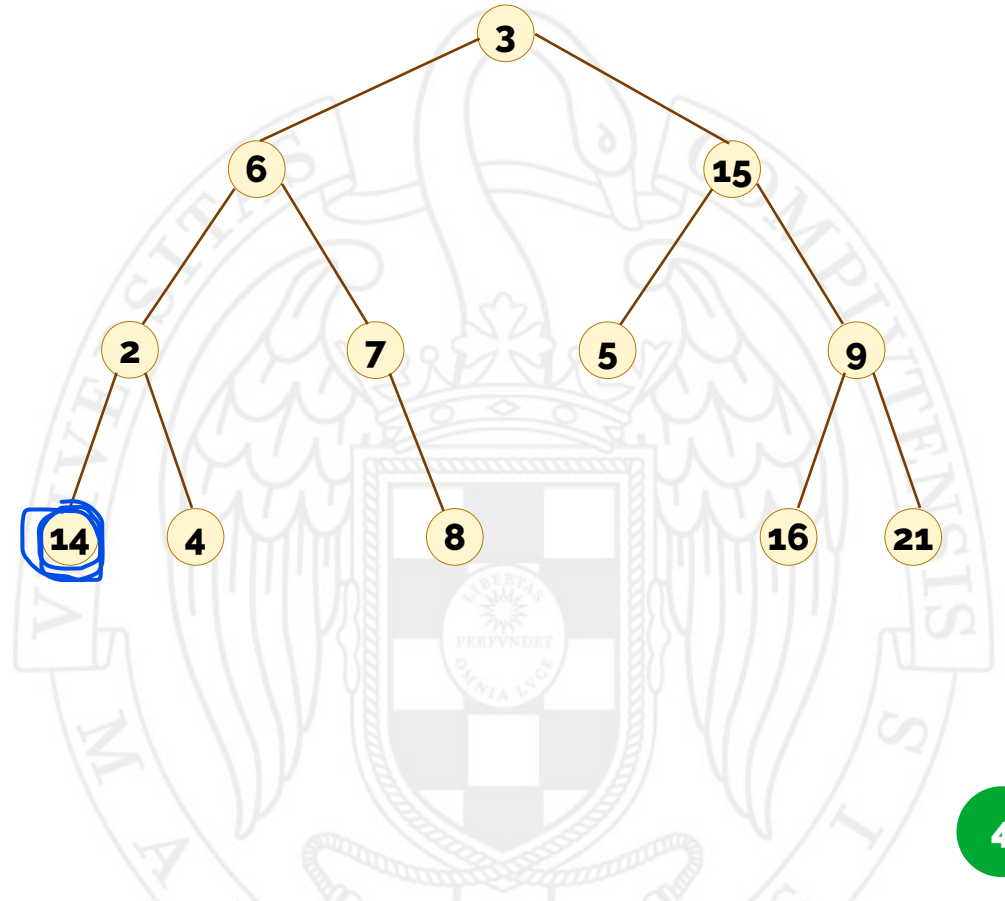
Observaciones previas

Antes de meternos a ver cómo hacer el recorrido en inorden de manera iterativa veremos unas observaciones previas.

Consideraciones previas

- ¿Cuál es el primer nodo que se visita?

El que se alcanza tras descender por los hijos izquierdos hasta que no se pueda más.

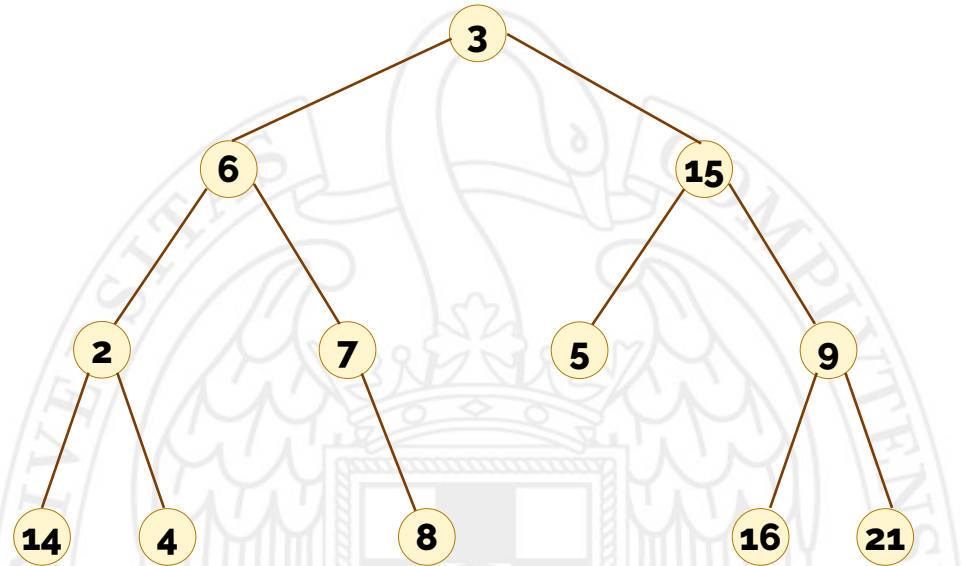


Consideraciones previas

- *Acabo de visitar un nodo. ¿Cuál es el siguiente?*

Baja al hijo derecho, y busca allí el primer nodo que habría que visitar:

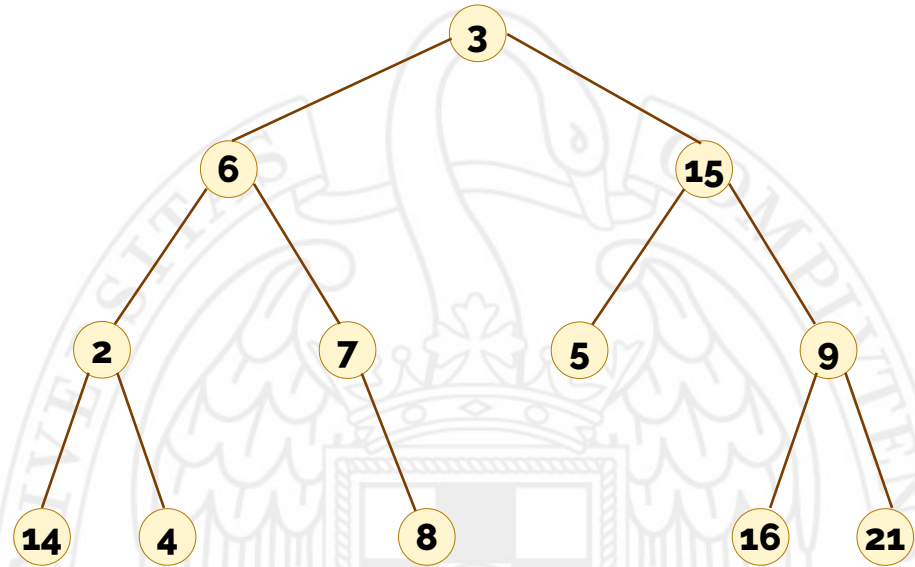
El que se alcanza tras descender por los hijos izquierdos hasta que no se pueda más.



Consideraciones previas

- ¿Y si no hay hijo derecho?

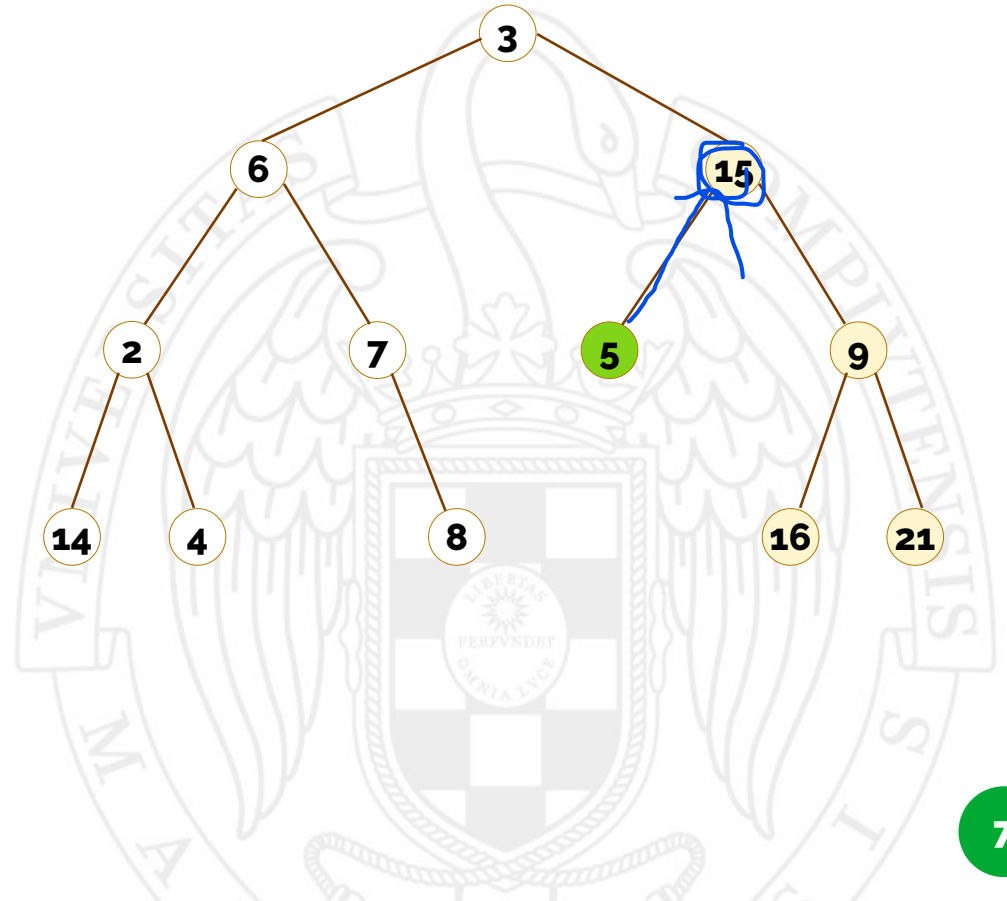
Hay que subir por el árbol hasta el primer antecesor no visitado.



Consideraciones previas

- ¿Y si no hay hijo derecho?

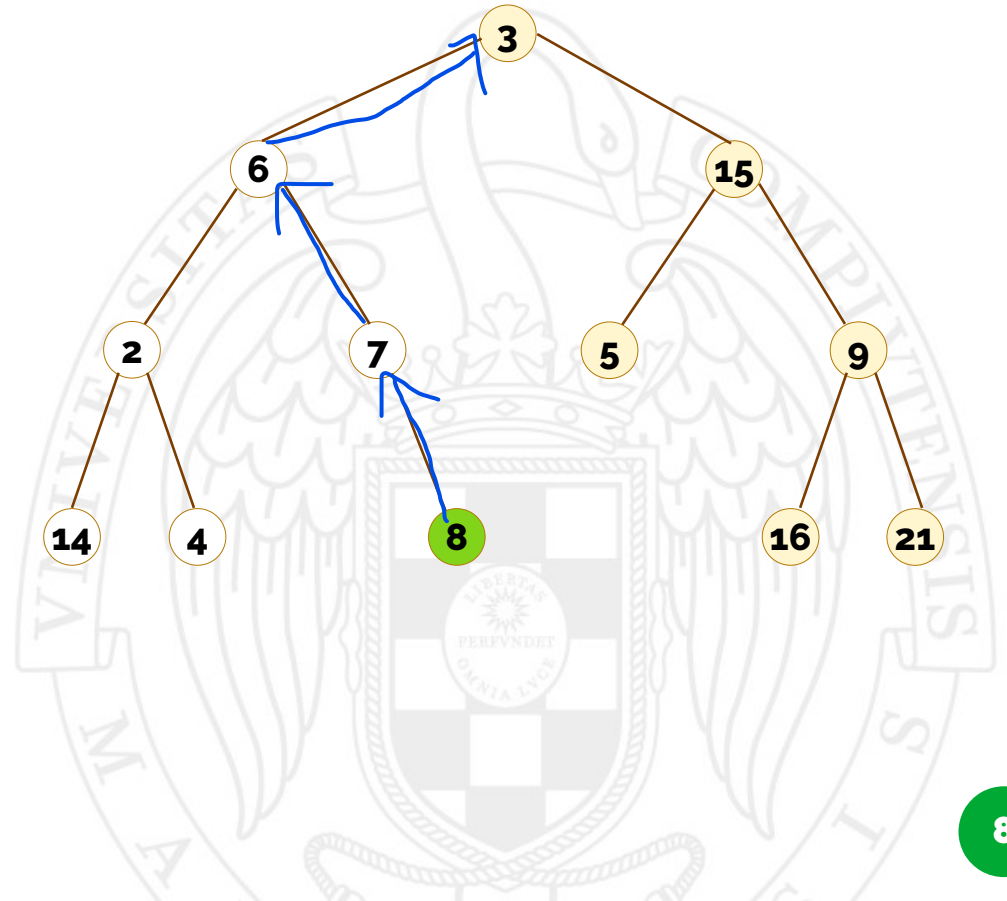
Hay que subir por el árbol hasta el primer antecesor no visitado.



Consideraciones previas

- ¿Y si no hay hijo derecho?

Hay que subir por el árbol hasta el primer antecesor no visitado.

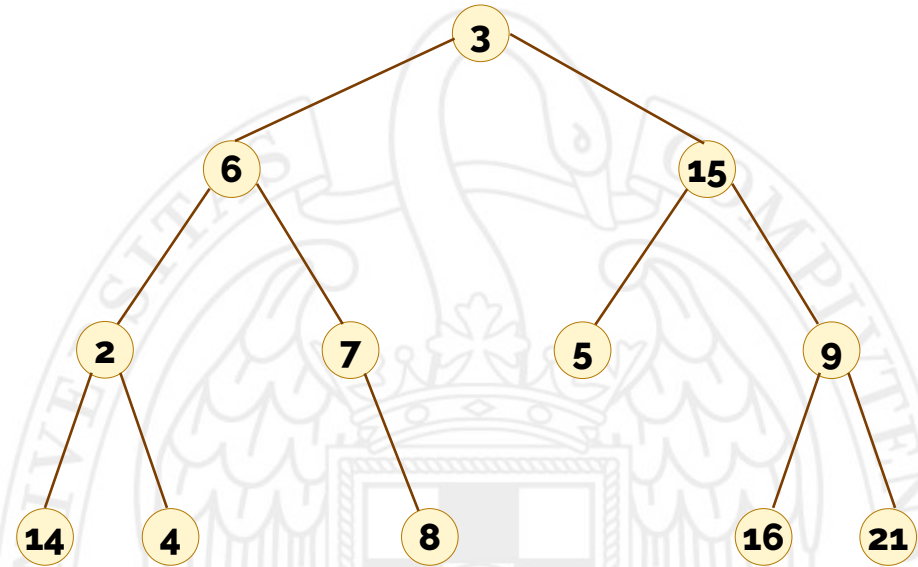


Consideraciones previas

No es lo mismo subir en el árbol que bajar ya que para bajar utilizamos los dos punteros a los nodos hijos.

- ¿Cómo subo hasta el antecesor no visitado? Solamente tengo punteros a los hijos, pero no al nodo padre.

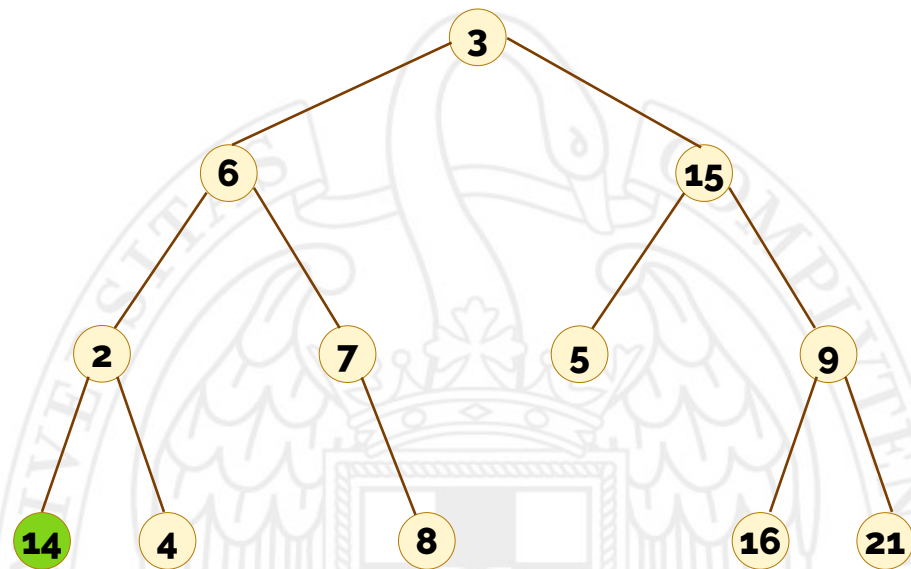
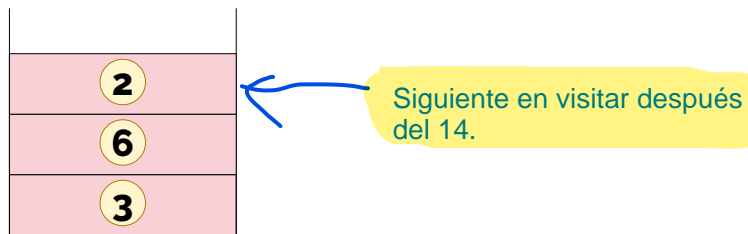
Es necesaria una **pila** que almacene los antecesores no visitados hasta uno dado.



Consideraciones previas

- ¿Cómo subo hasta el antecesor no visitado? Solamente tengo punteros a los hijos, pero no al nodo padre.

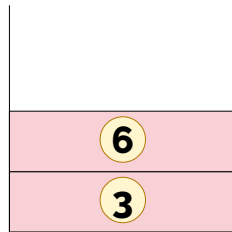
Es necesaria una **pila** que almacene los antecesores no visitados hasta uno dado.



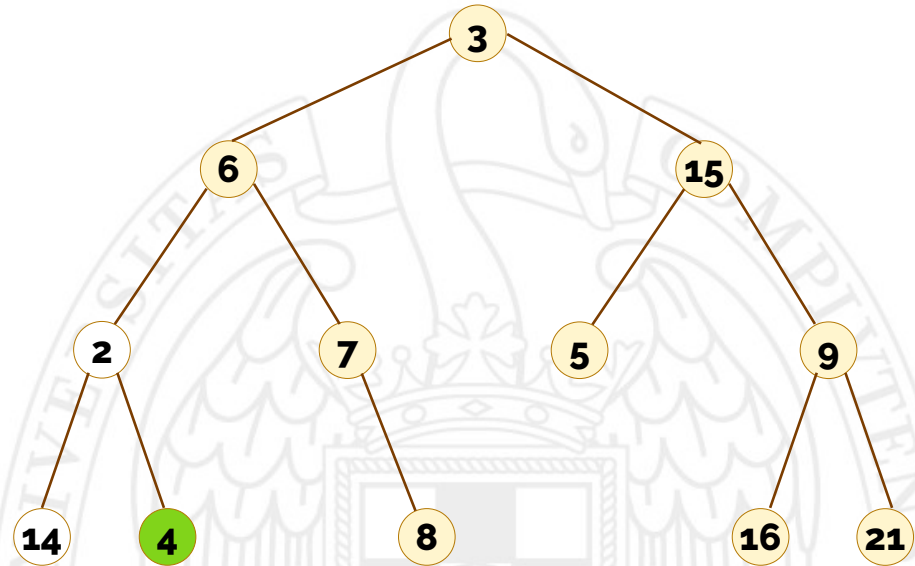
Consideraciones previas

- ¿Cómo subo hasta el antecesor no visitado? Solamente tengo punteros a los hijos, pero no al nodo padre.

Es necesaria una **pila** que almacene los antecesores no visitados hasta uno dado.



Después, el siguiente que debo visitar después del 4 es el 6.

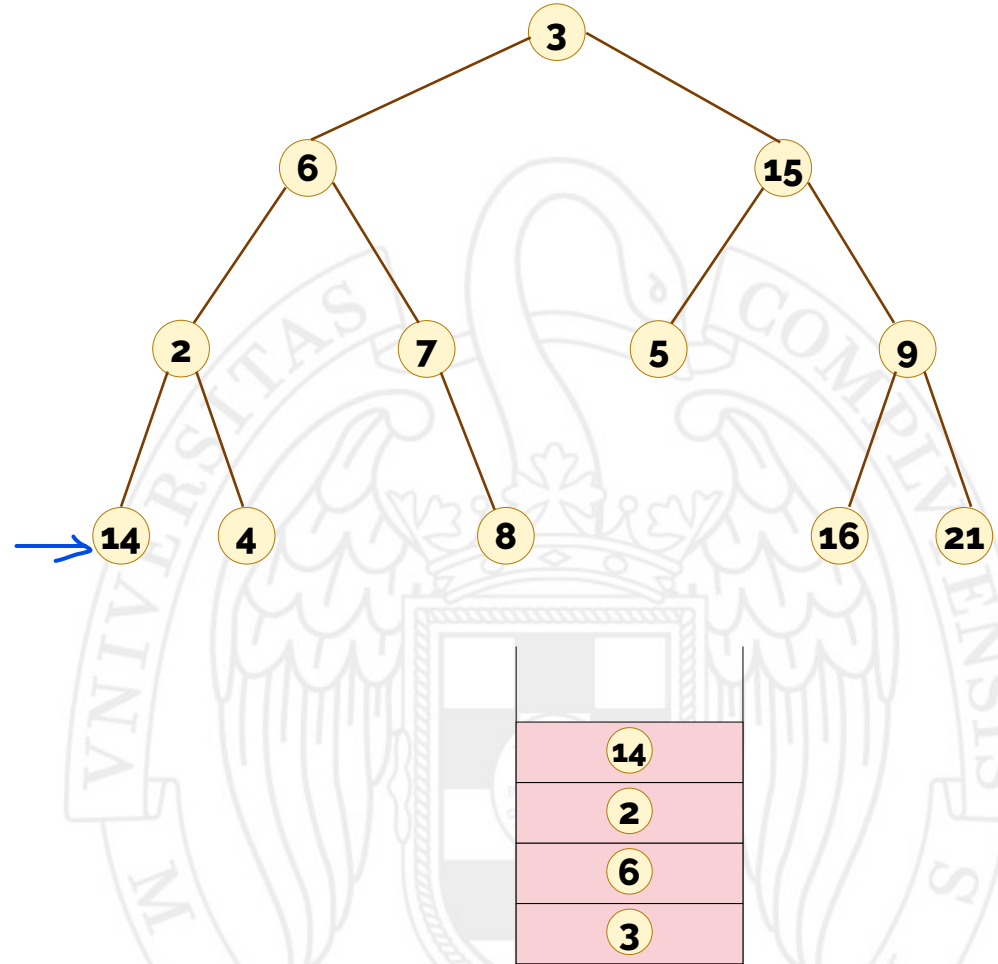


Algoritmo de recorrido

En inorden e iterativo.

Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.



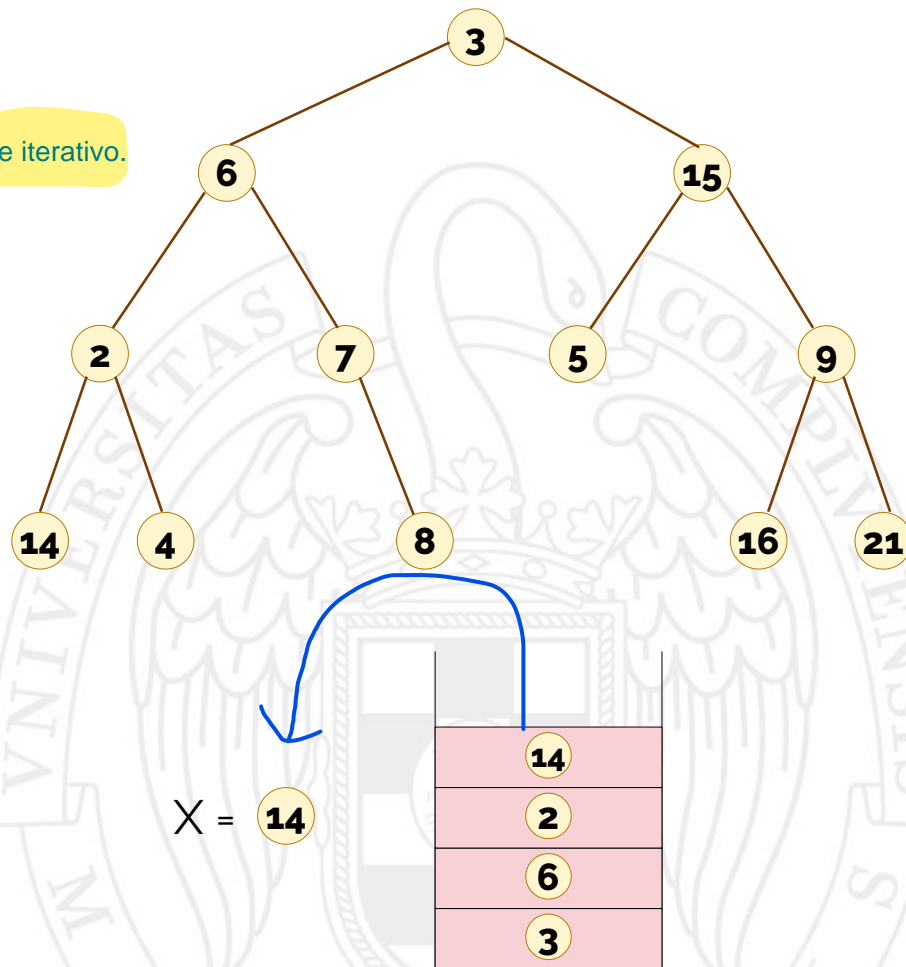
Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Así va a funcionar nuestro bucle iterativo.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.

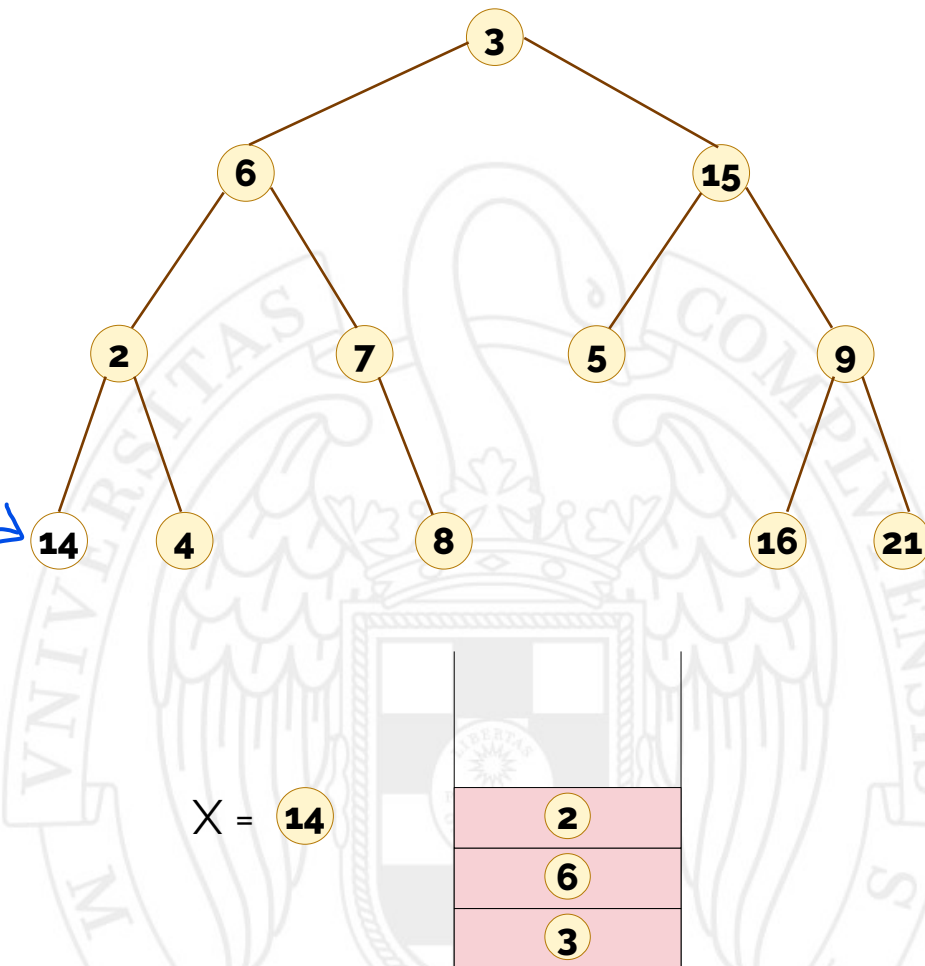
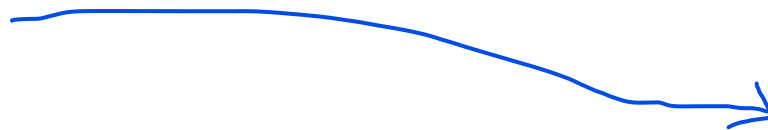


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.



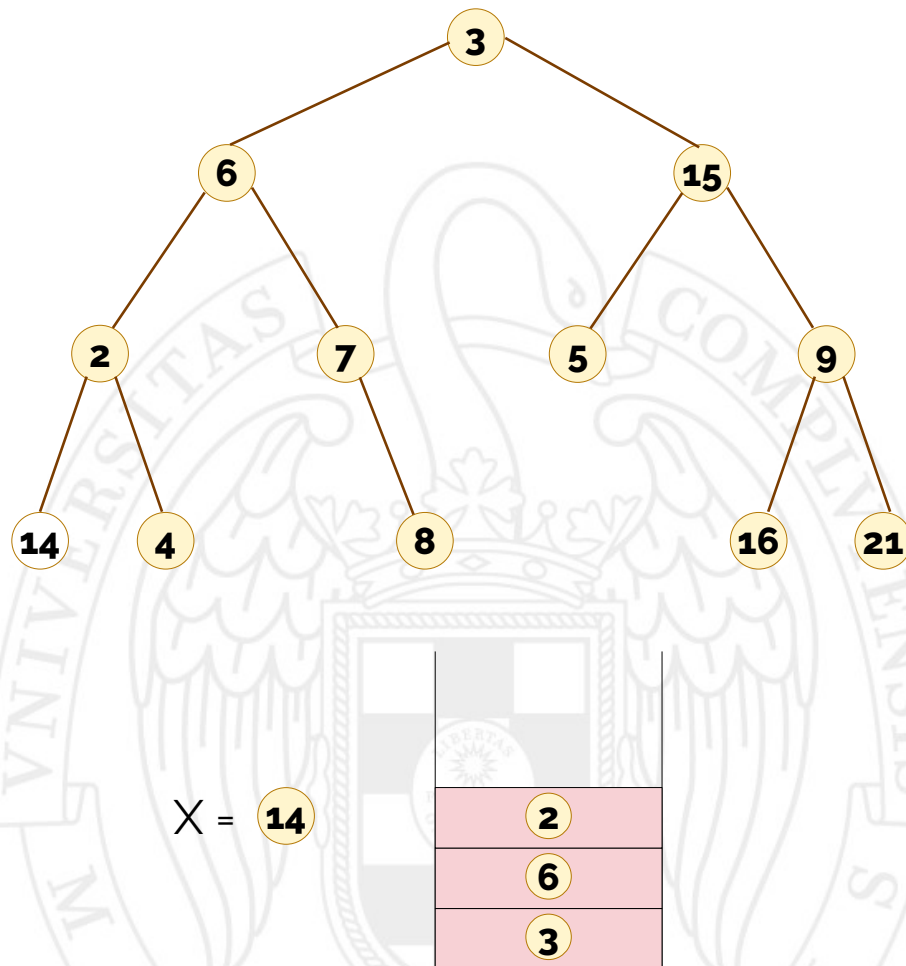
Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - ...
 - ...

Como 14 no tiene hijo derecho no va a decir lo que debe hacer el algoritmo en ese caso aún.

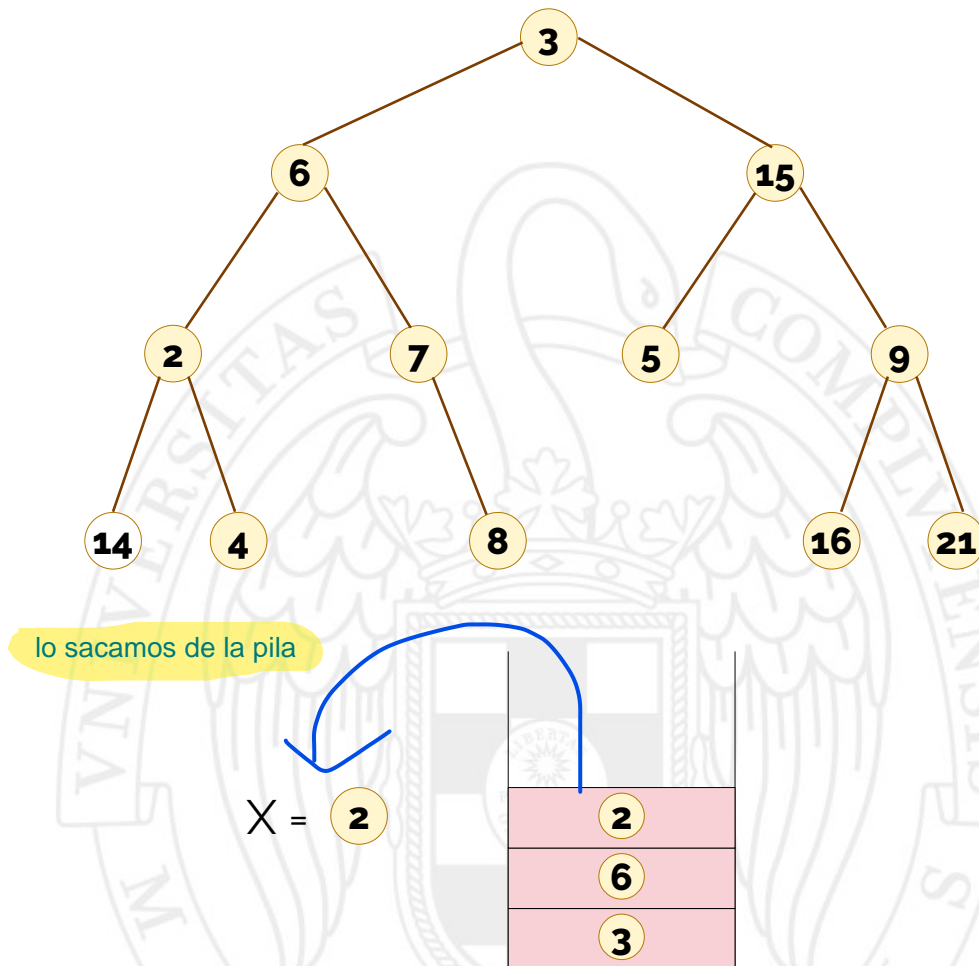


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - ...
 - ...

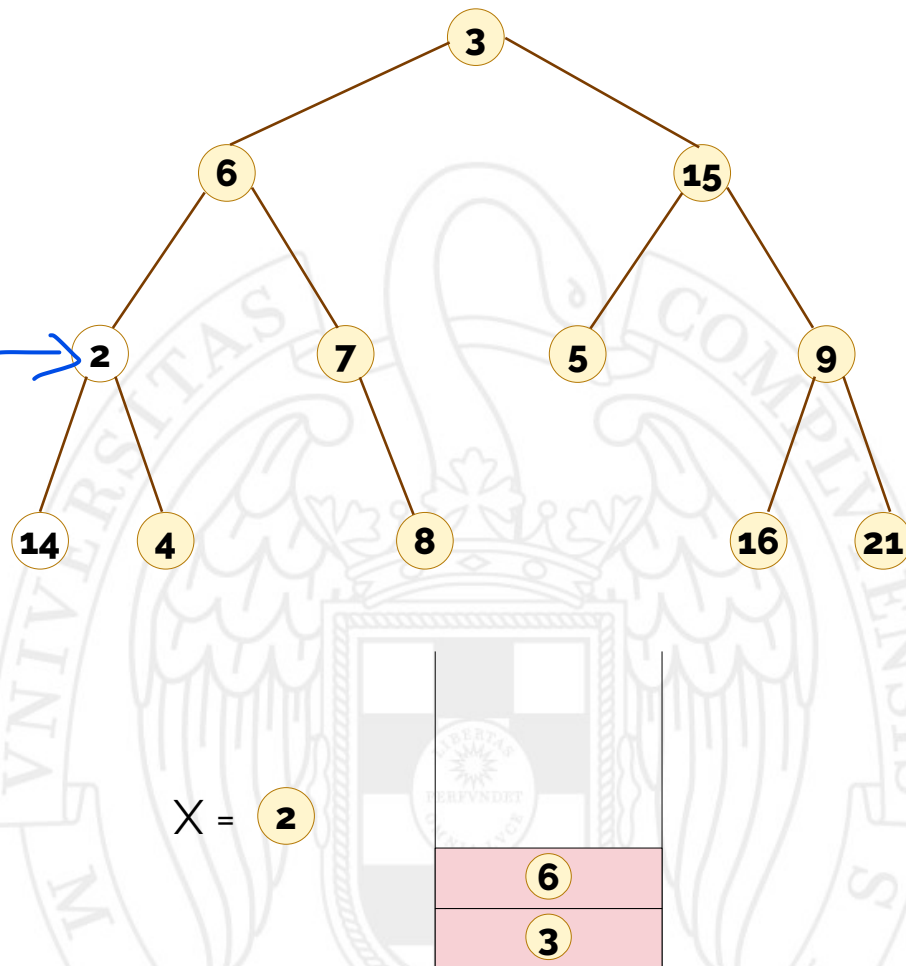


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - ...
 - ...

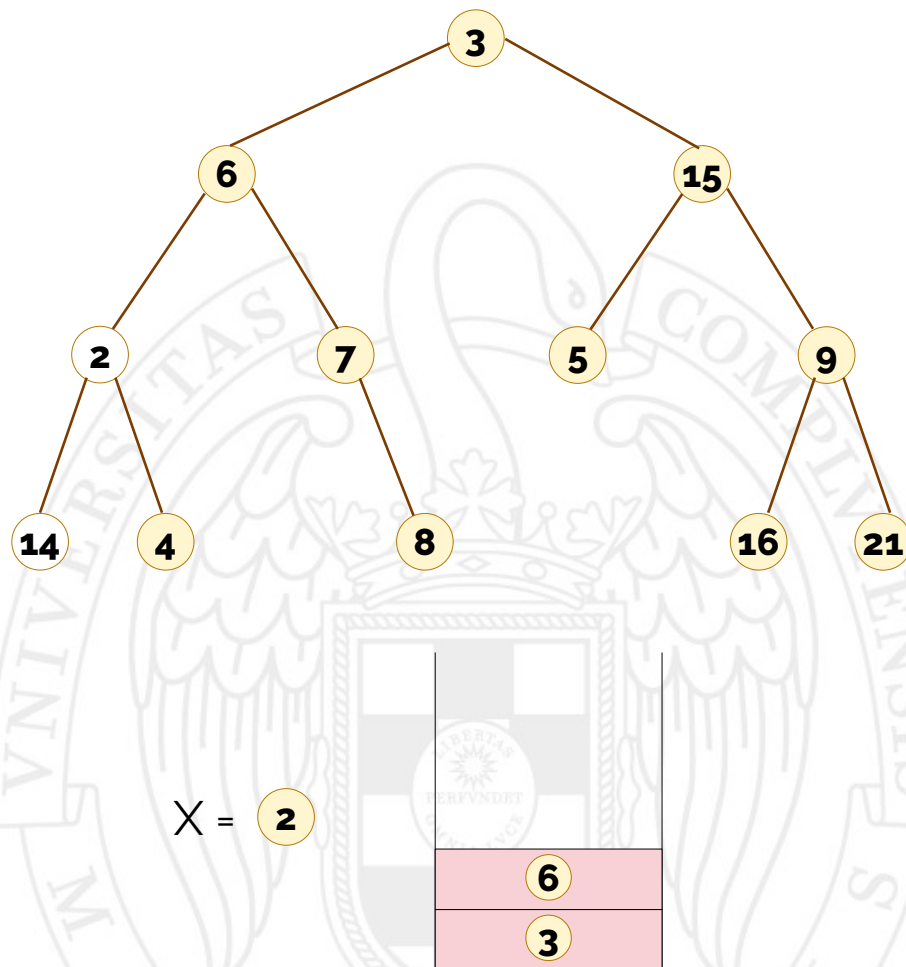


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
- Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

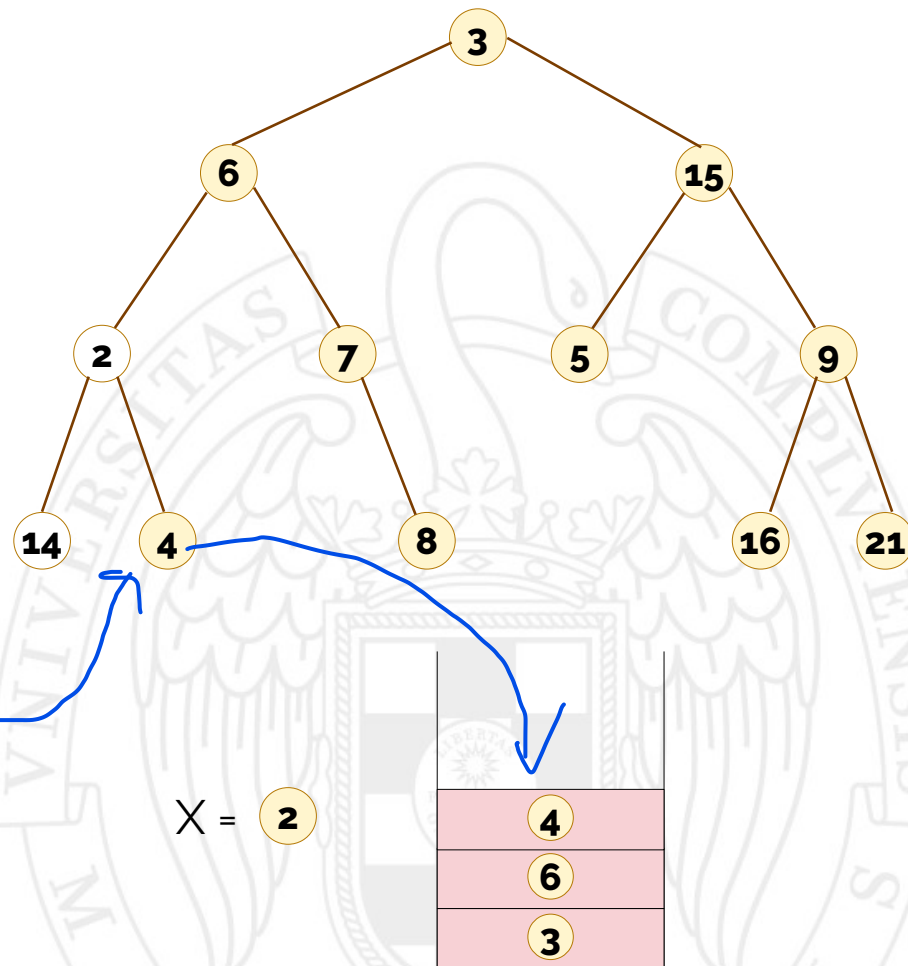


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

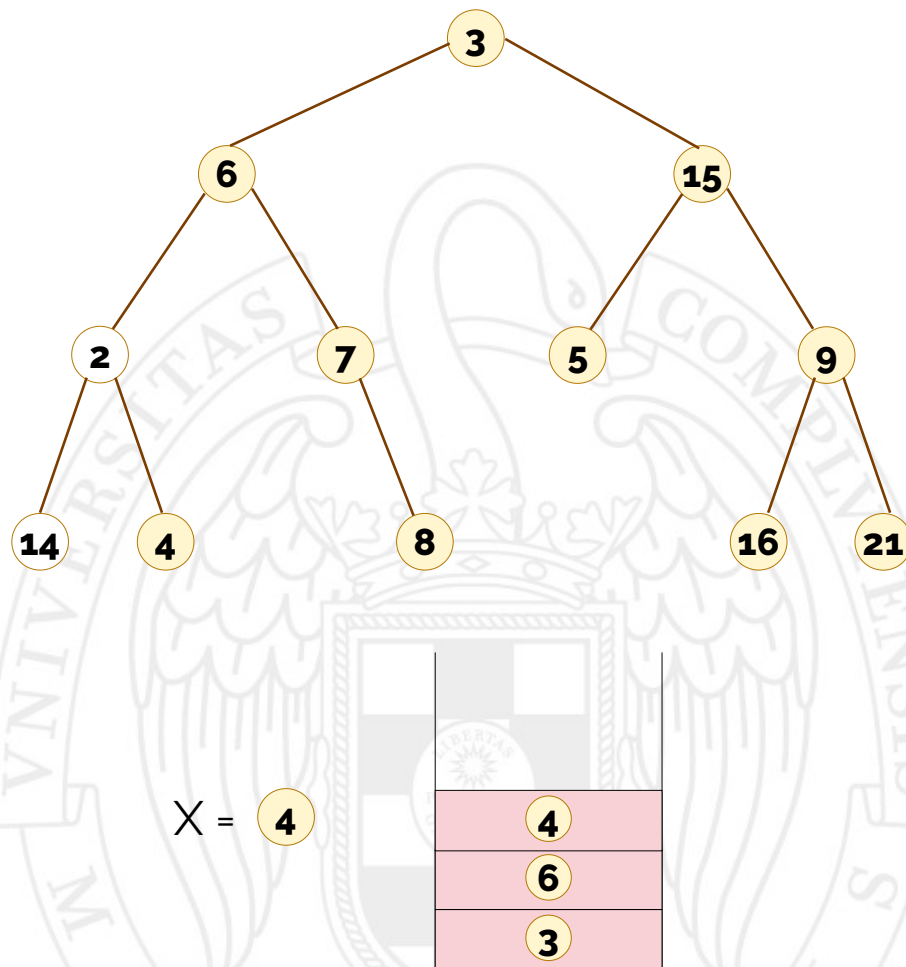


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

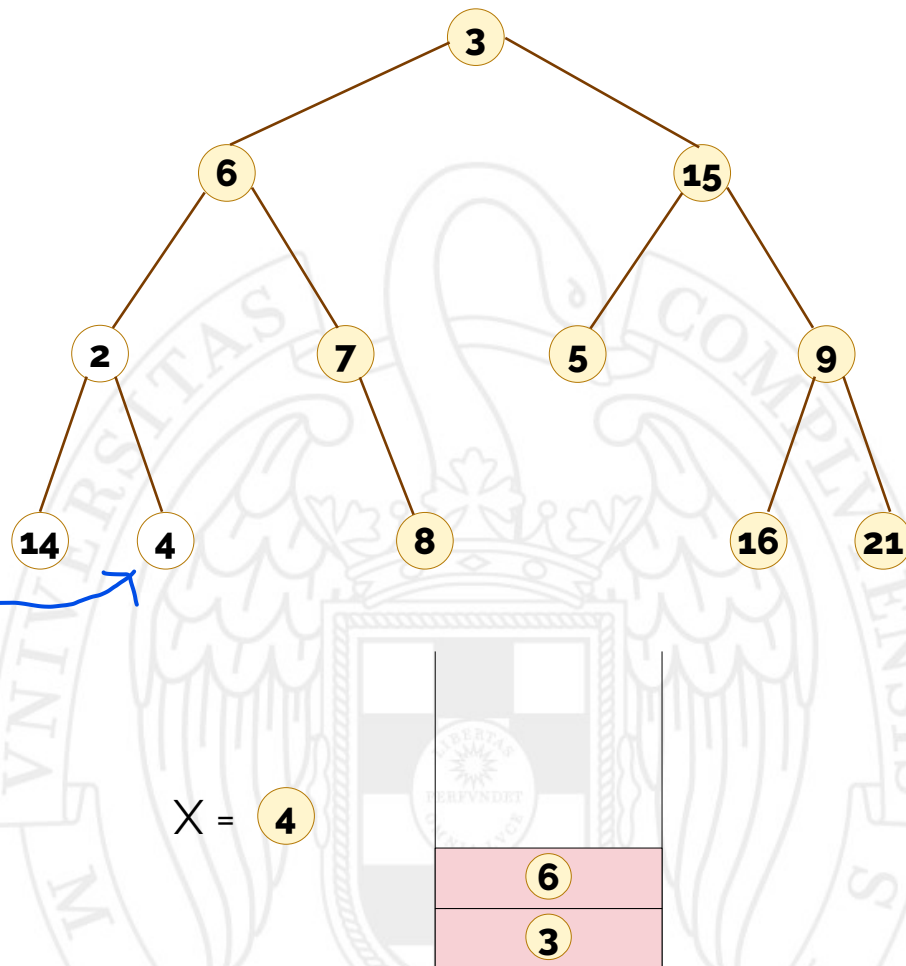


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

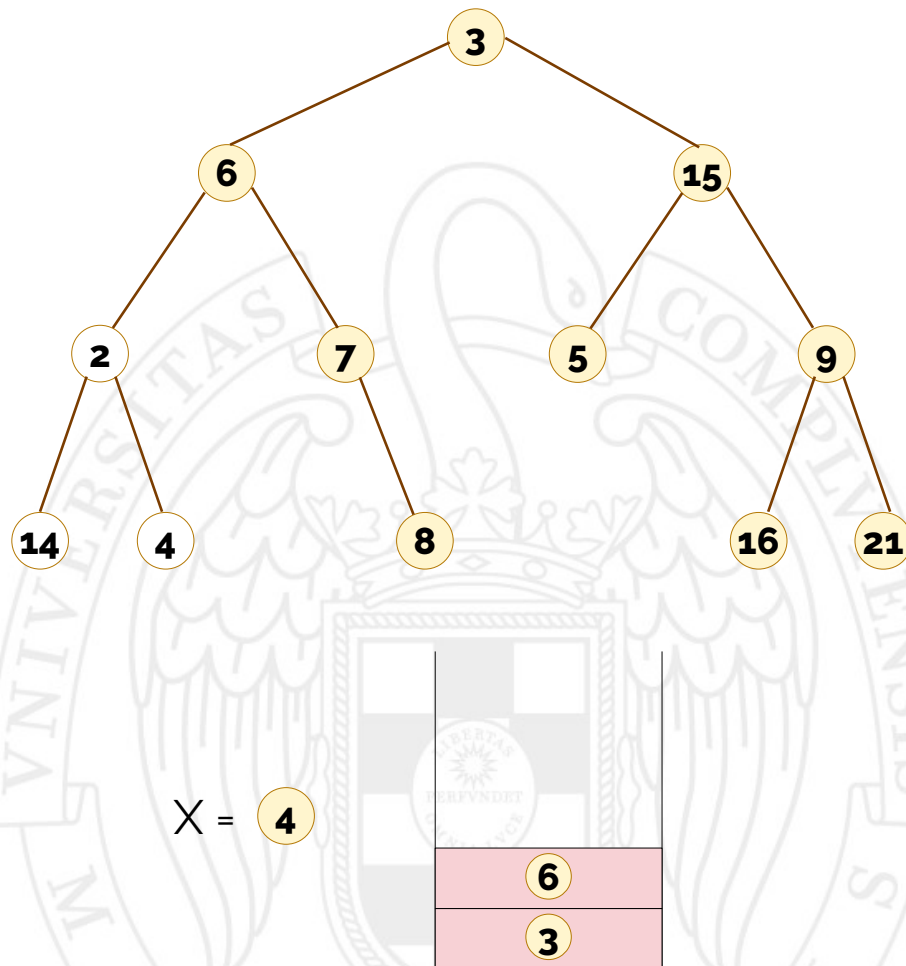


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

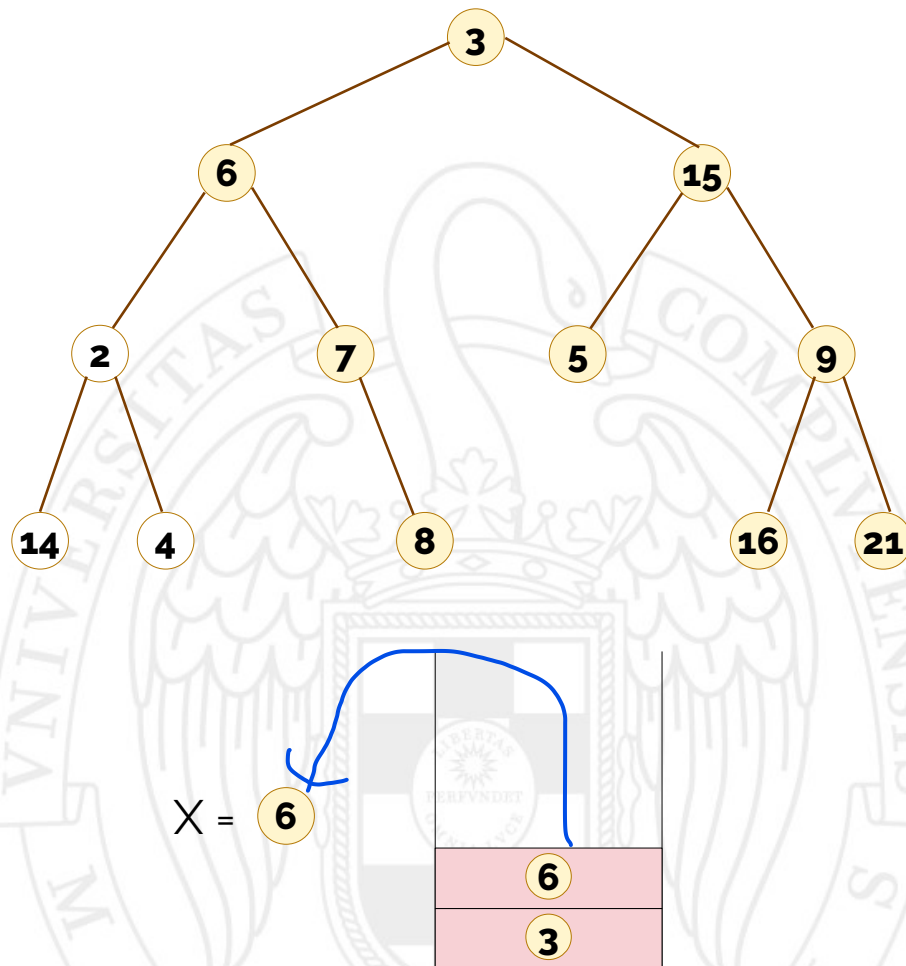


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

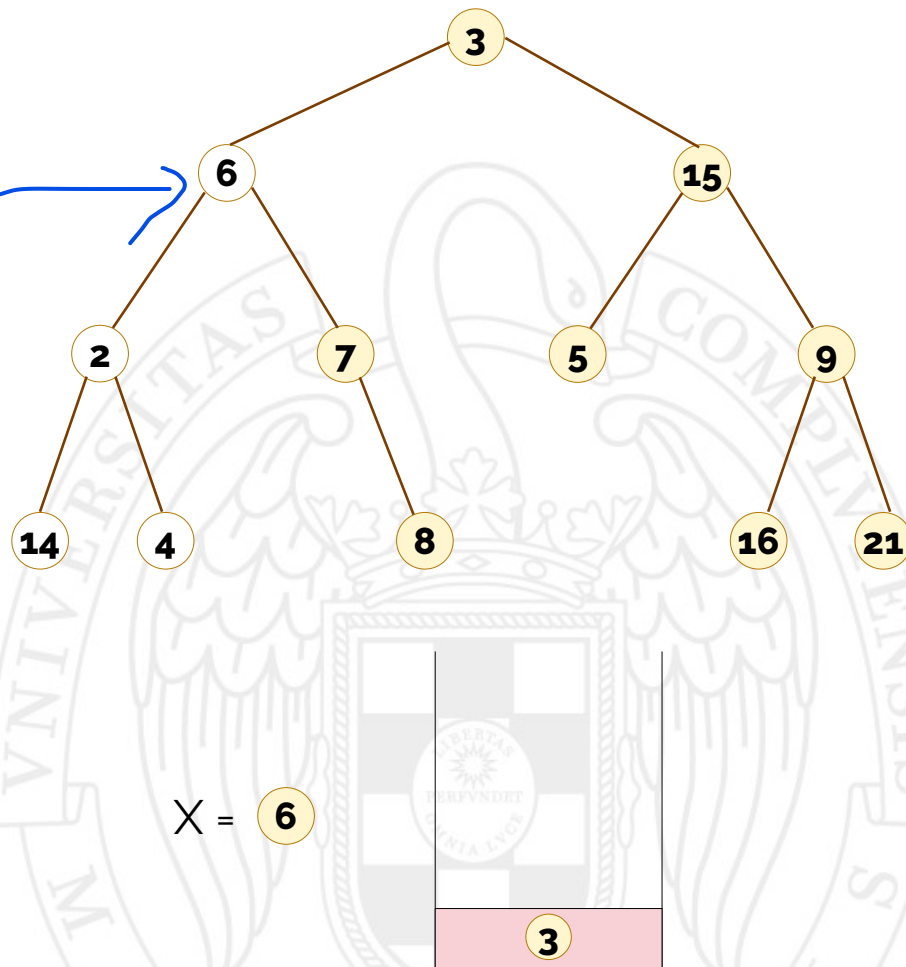


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

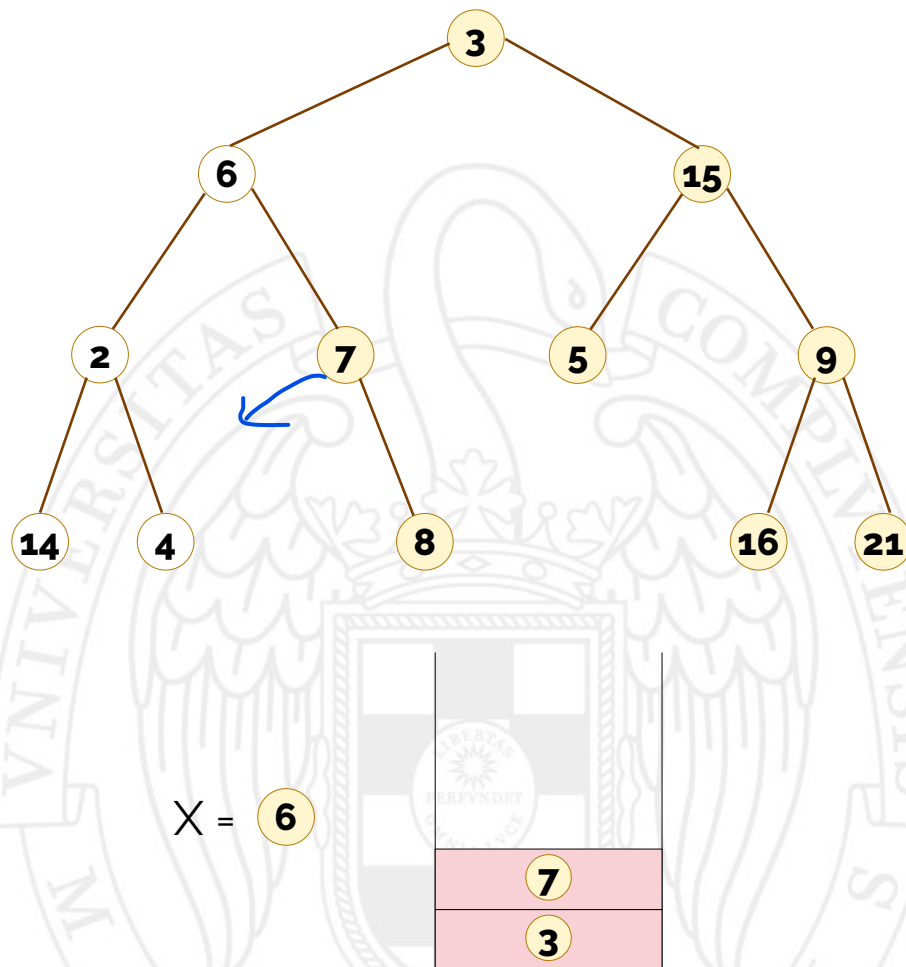


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

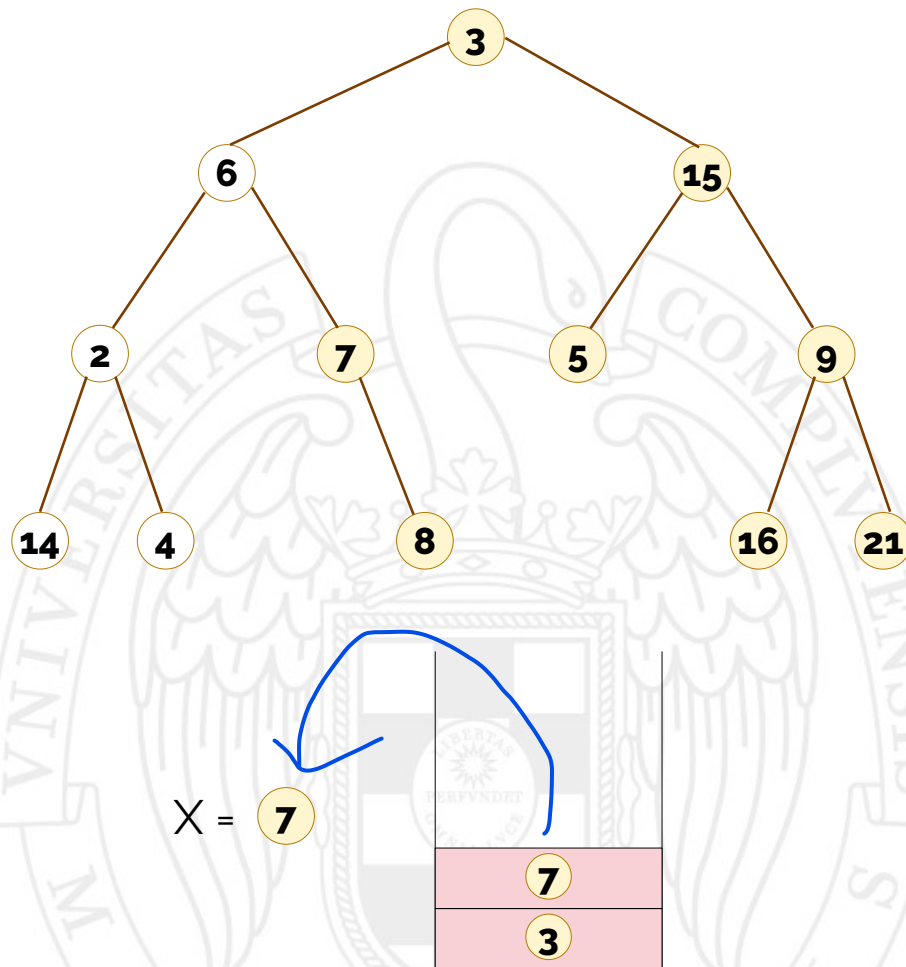


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

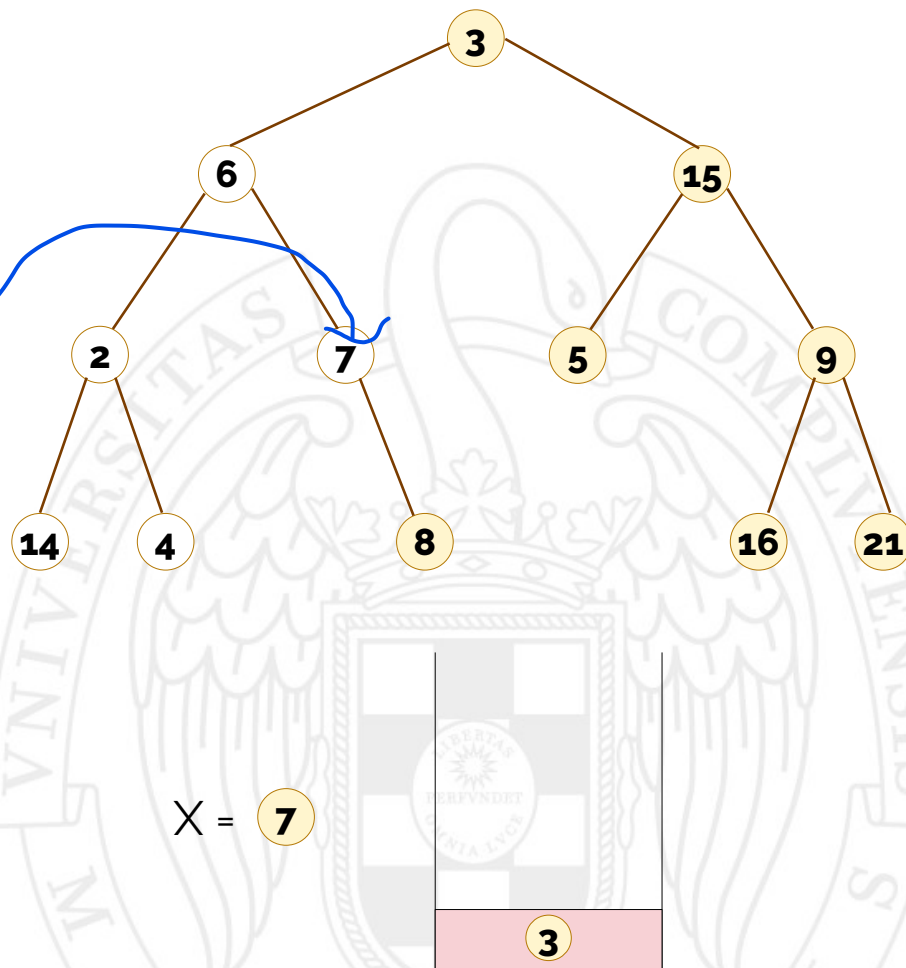


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

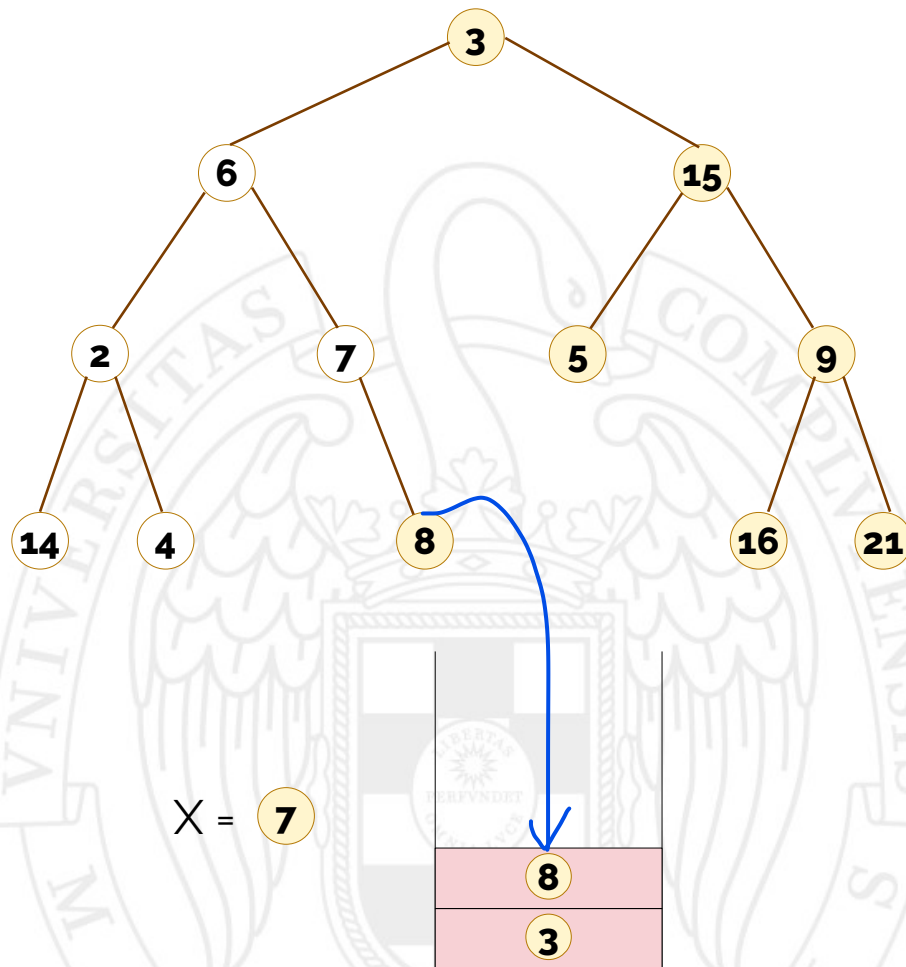


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

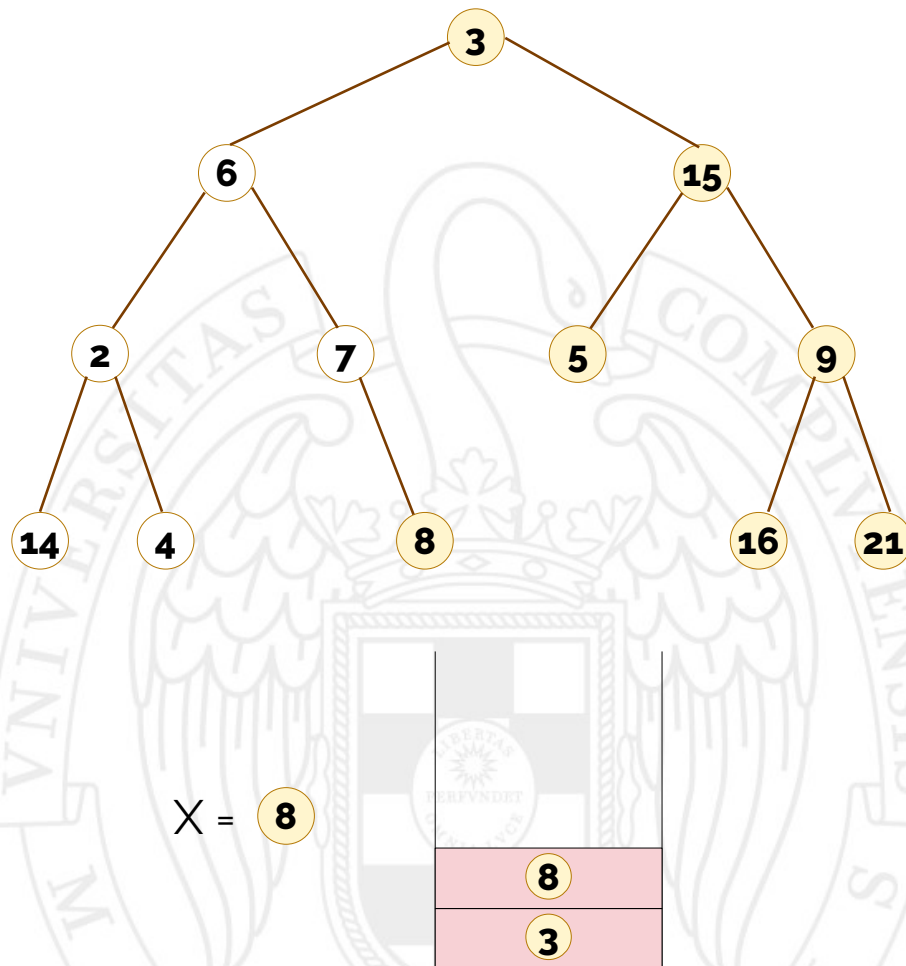


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

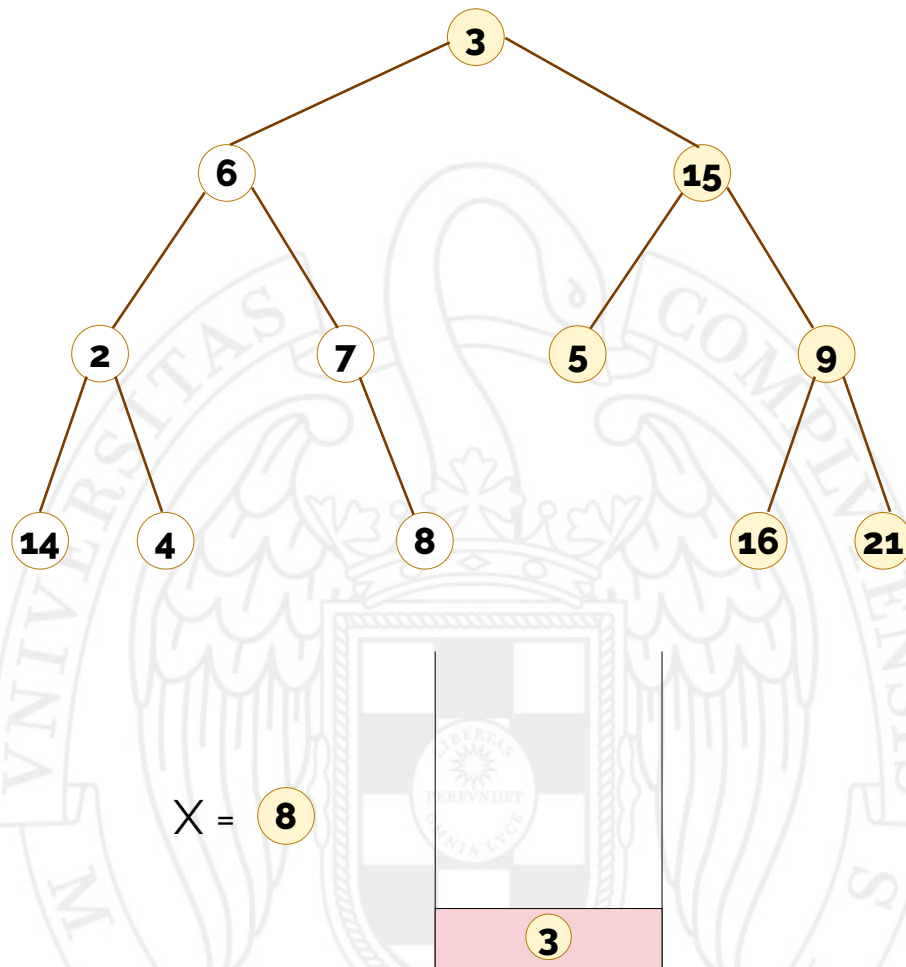


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- **Visitar X.**
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

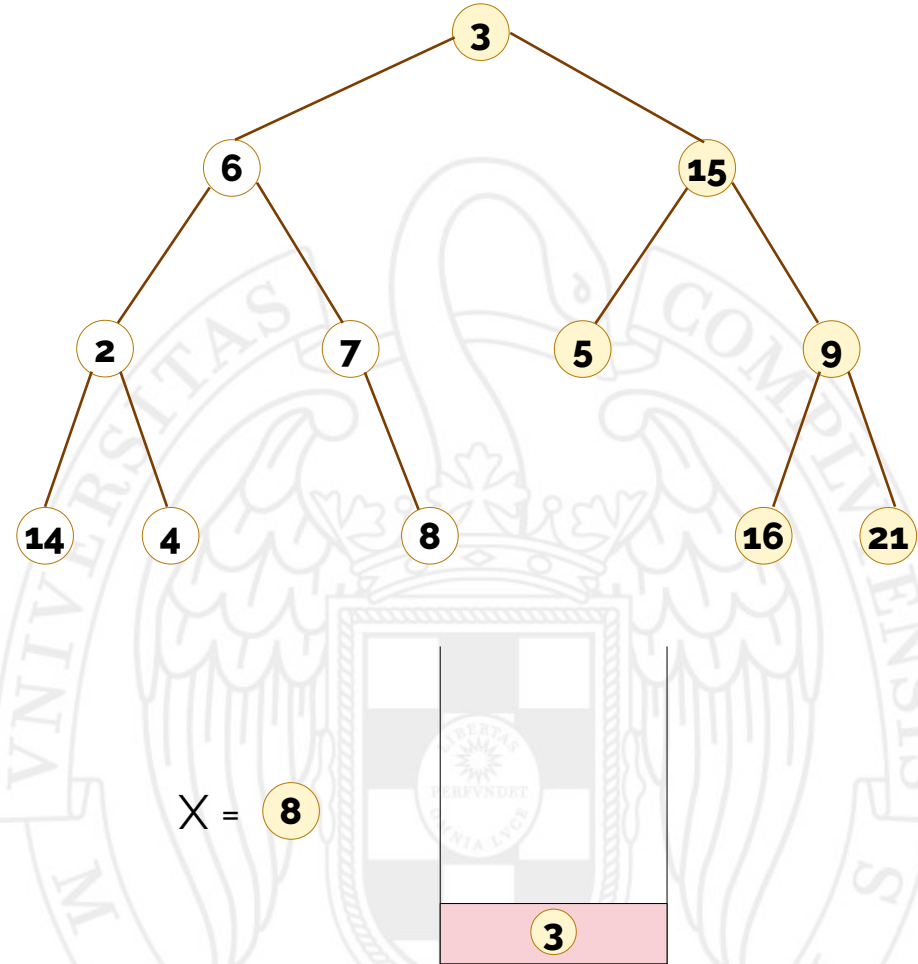


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

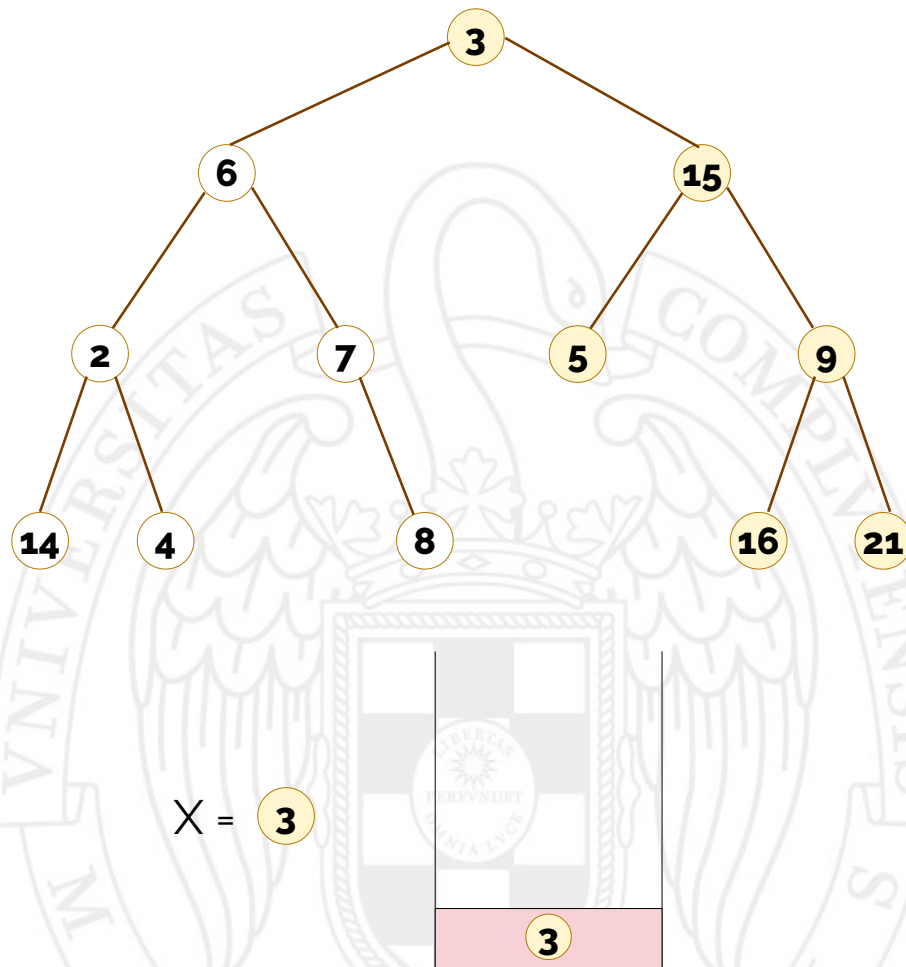


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

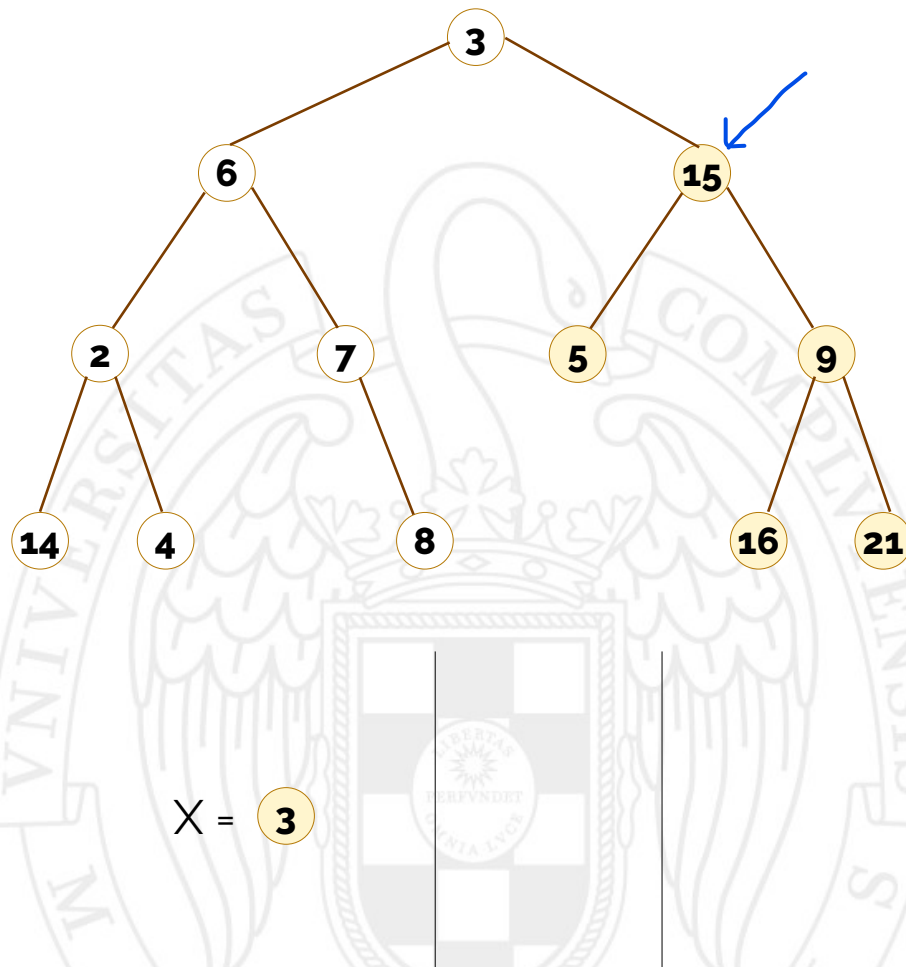


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

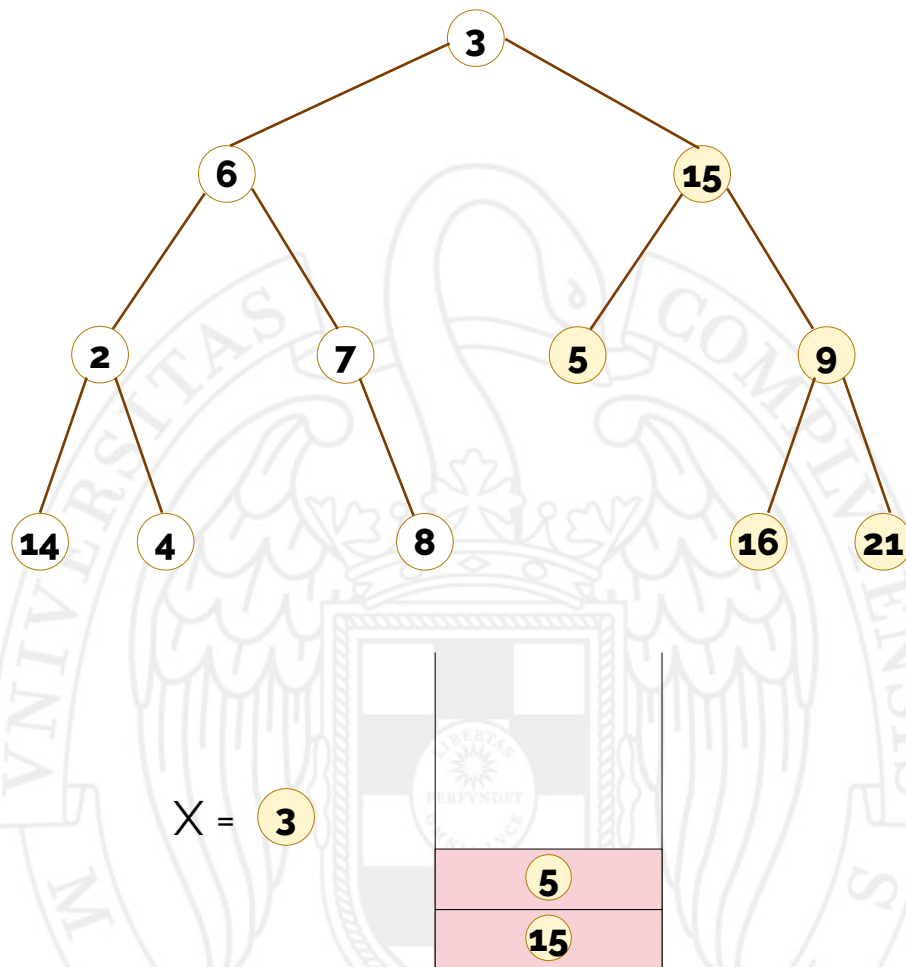


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

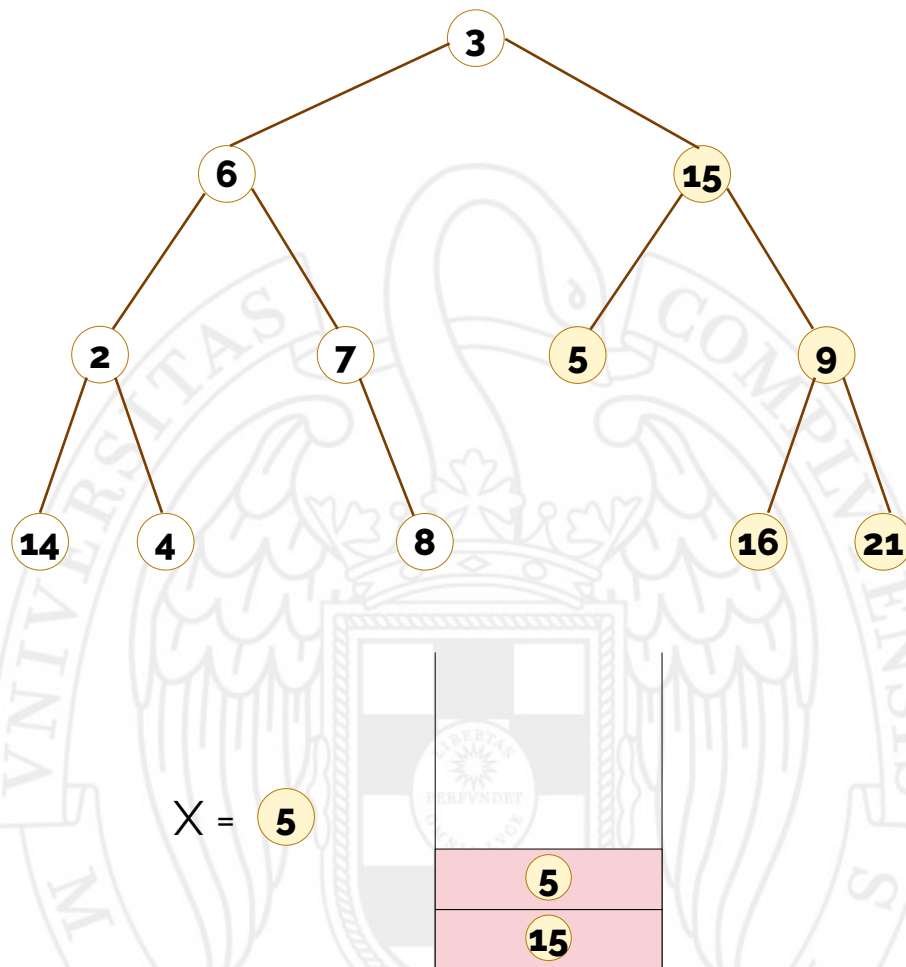


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

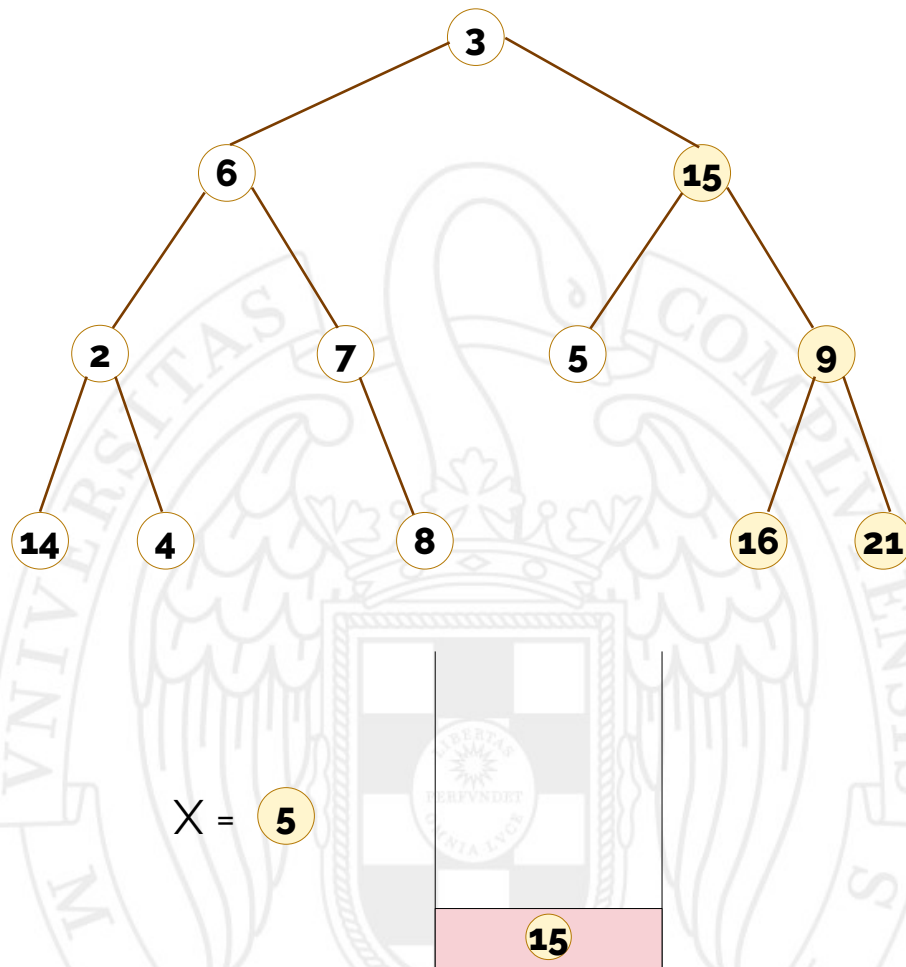


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

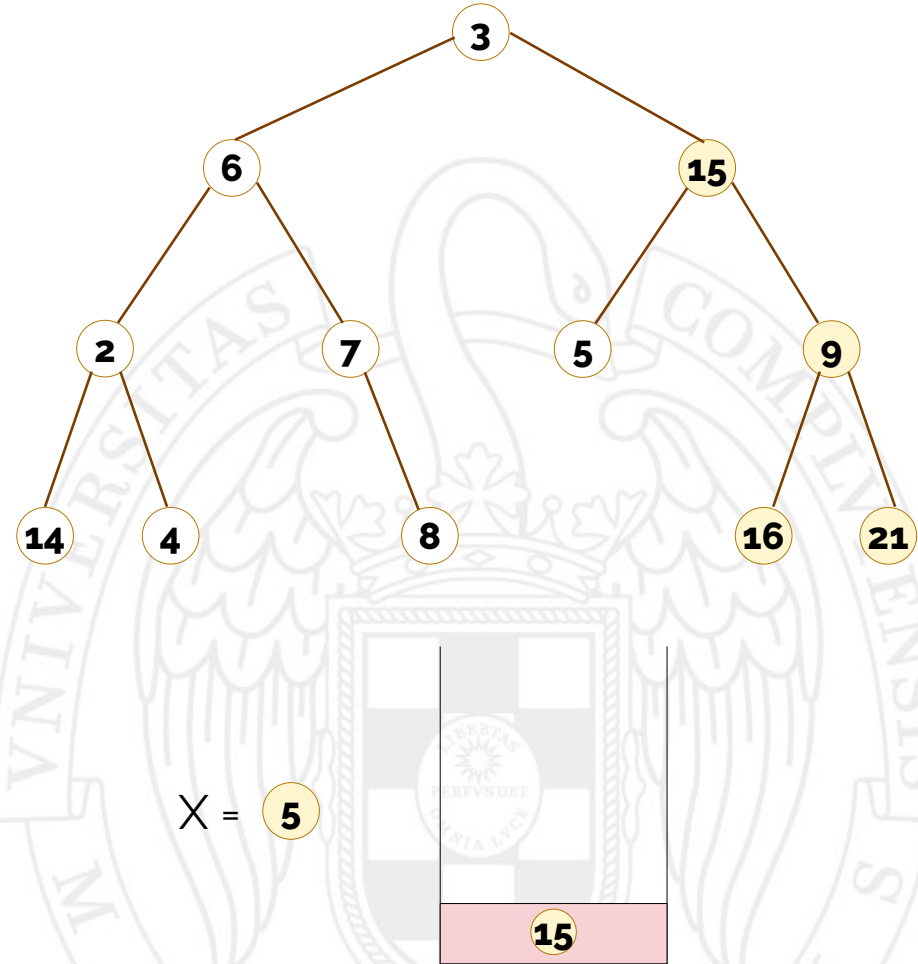


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

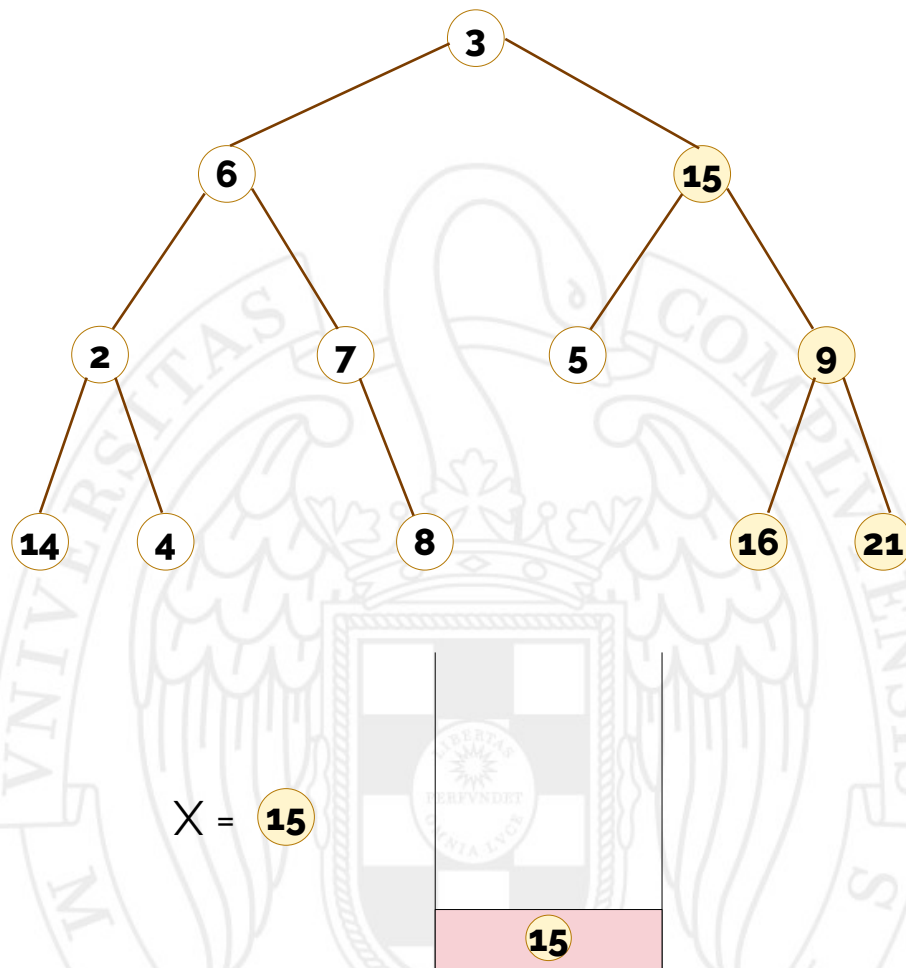


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

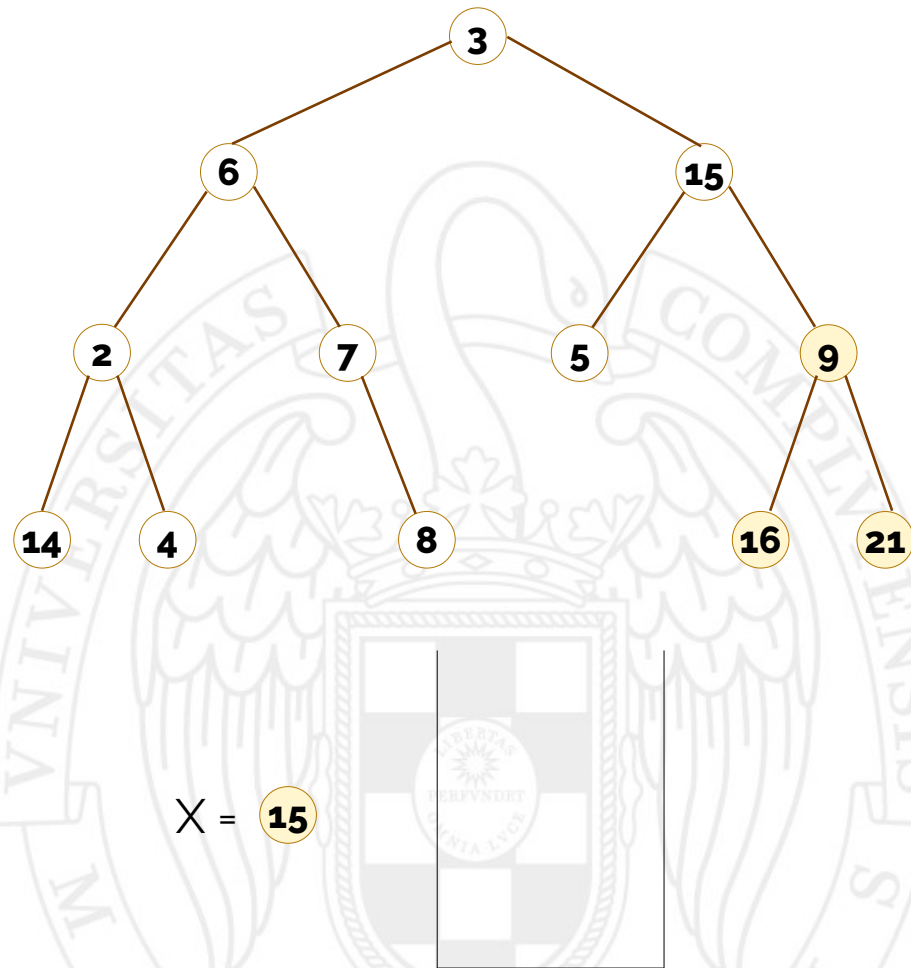


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

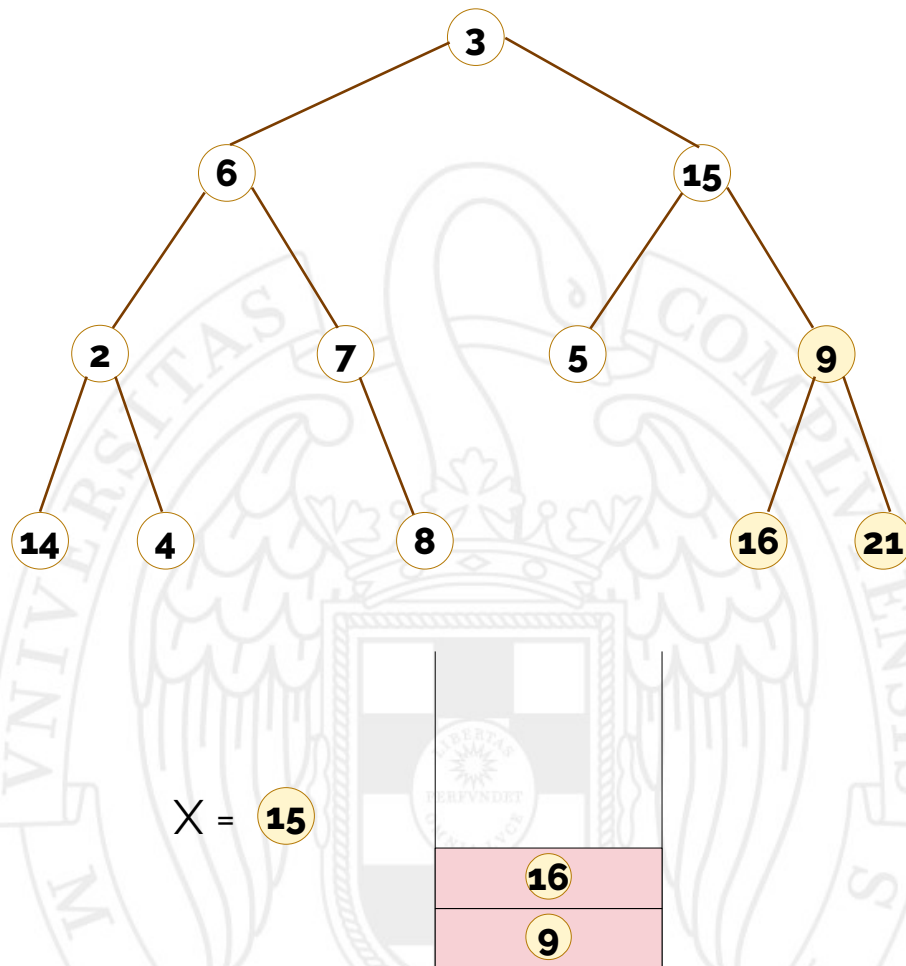


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

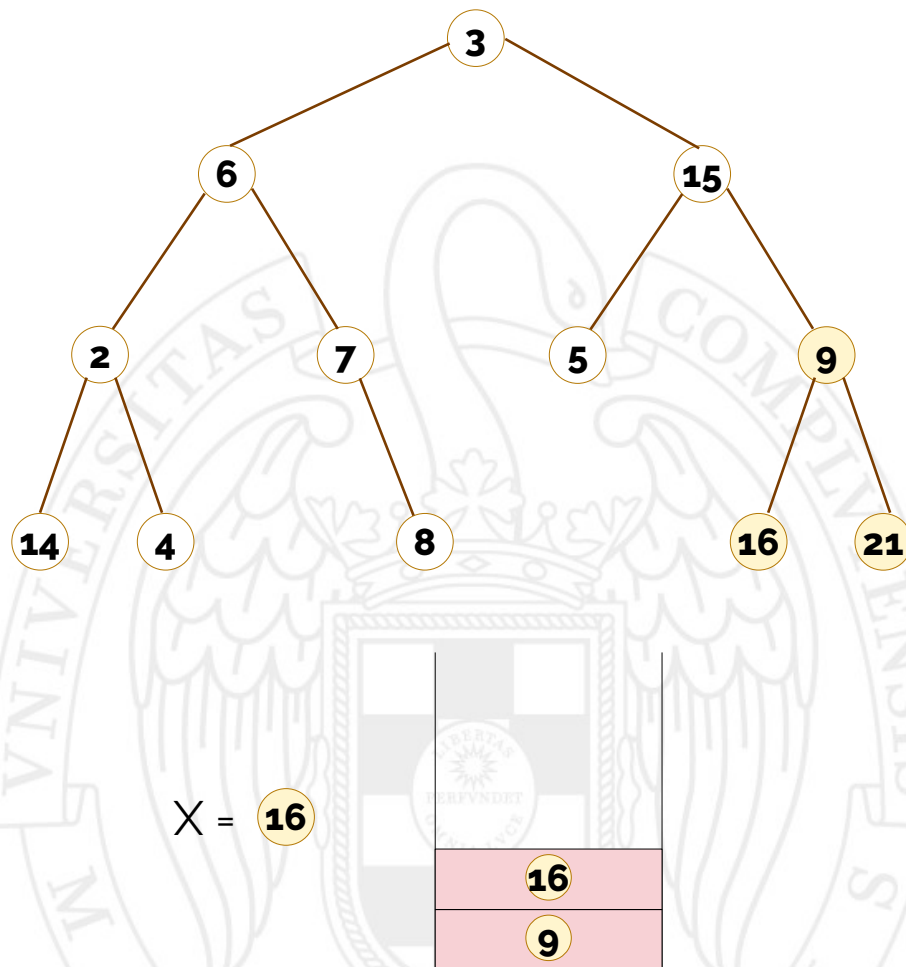


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

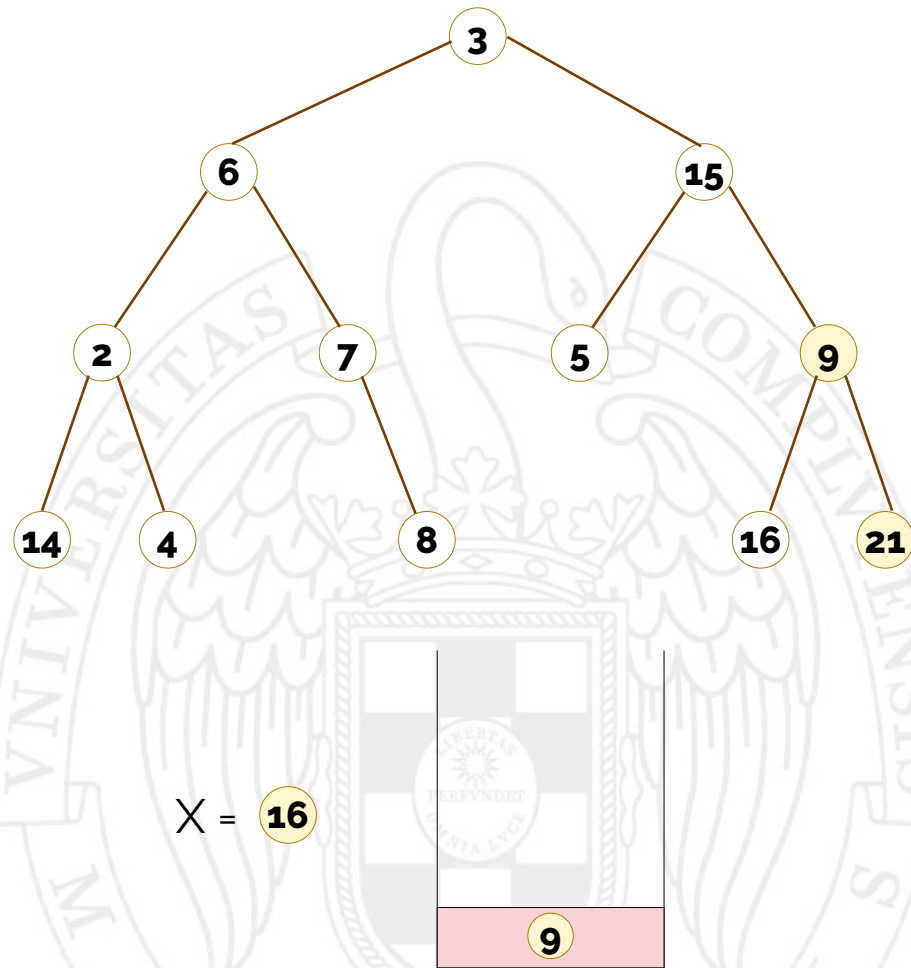


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

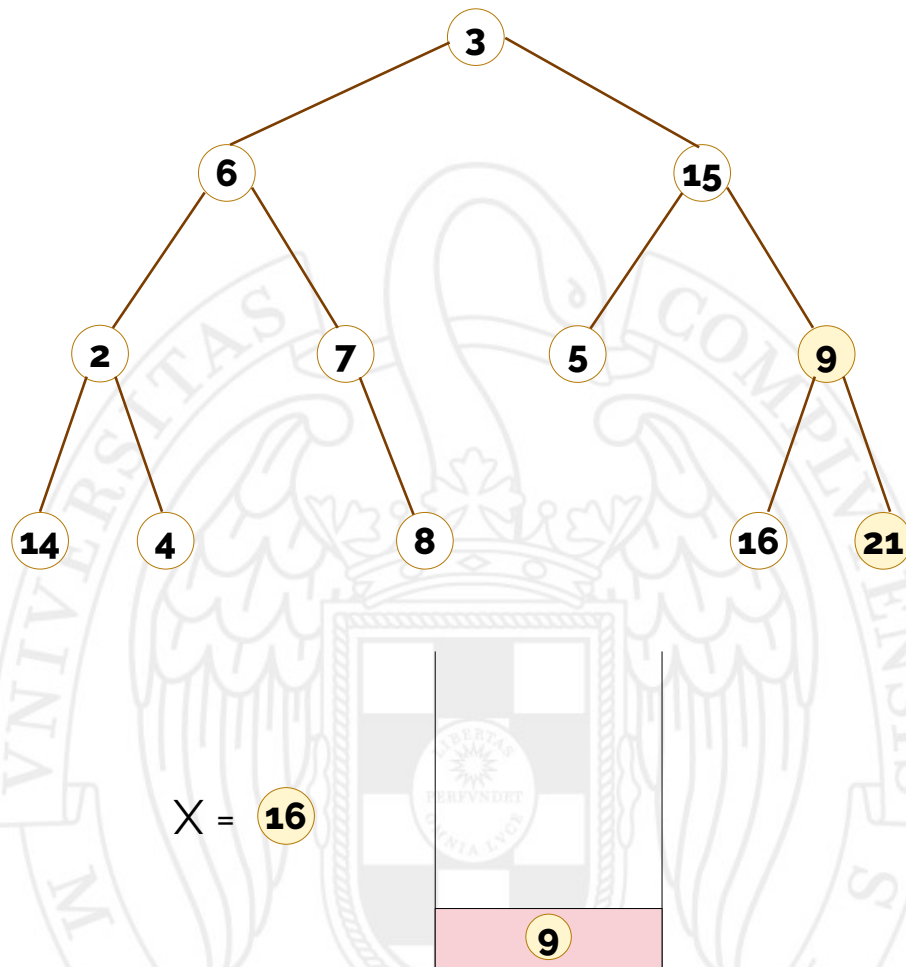


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

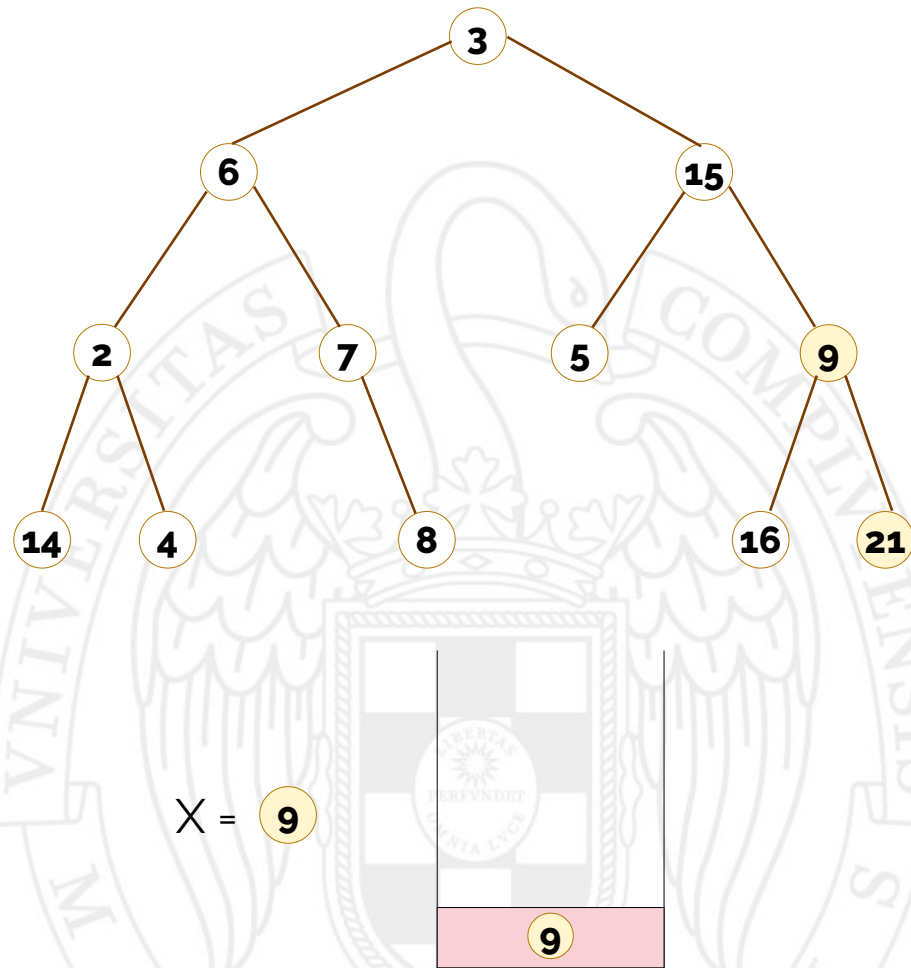


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

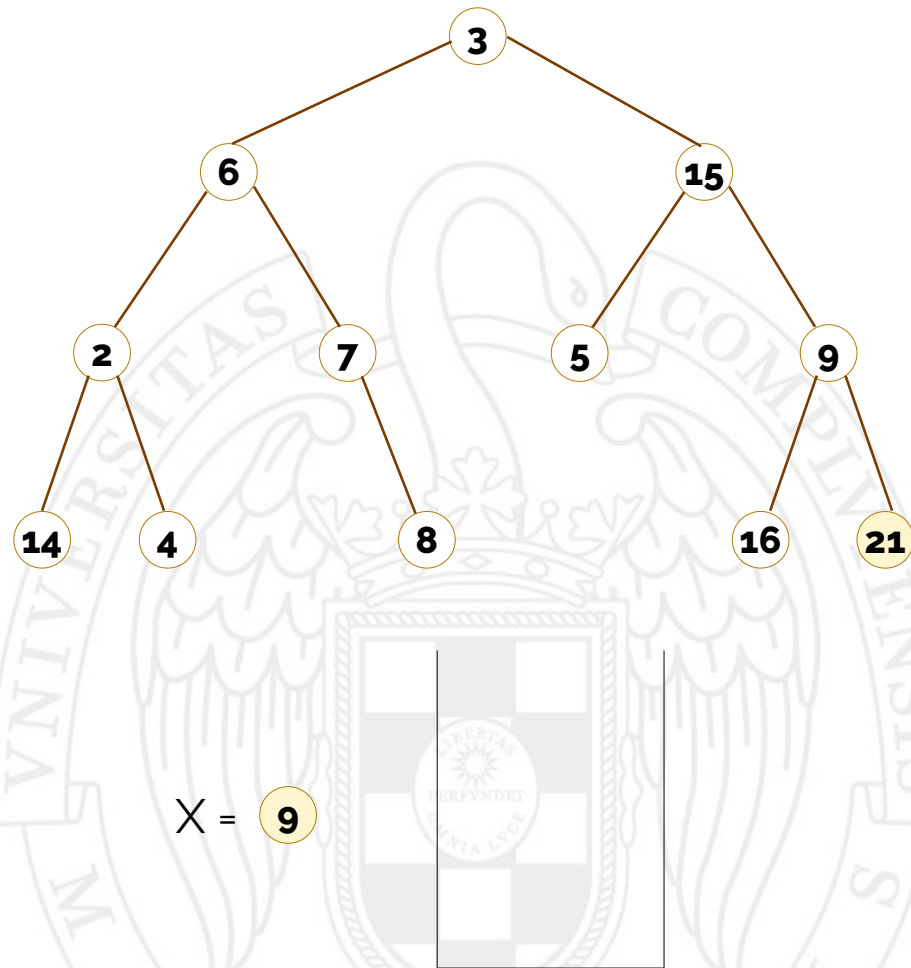


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

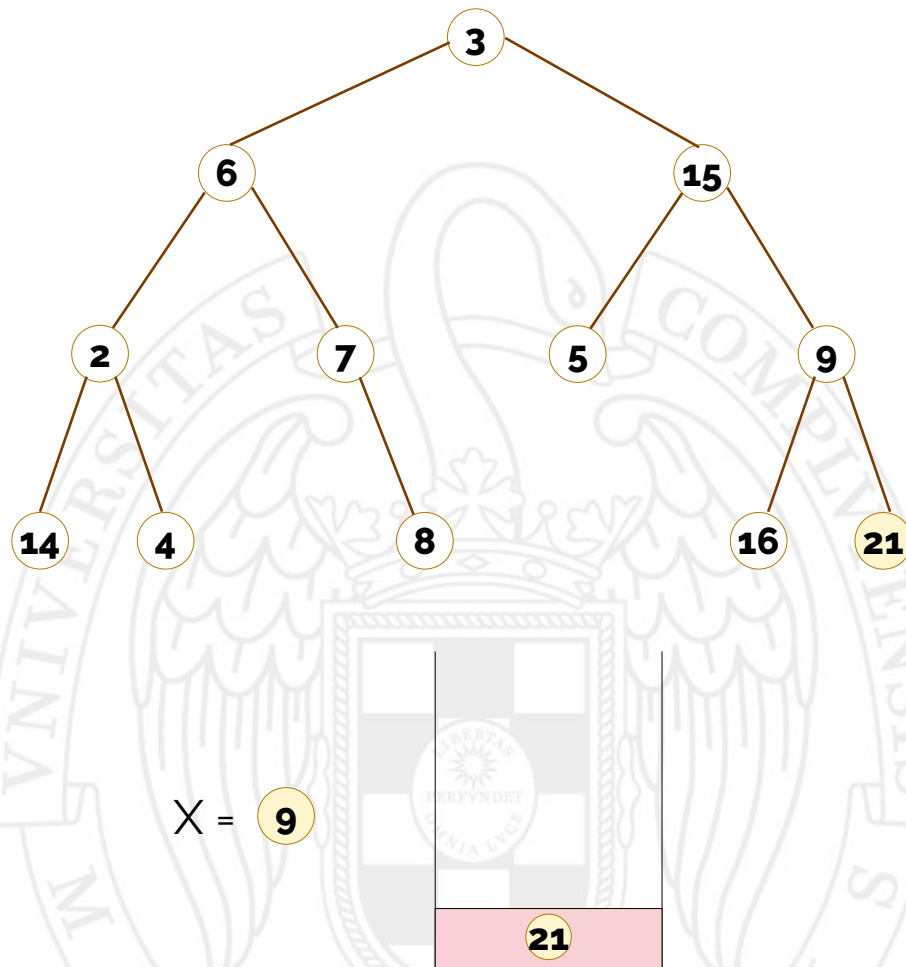


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

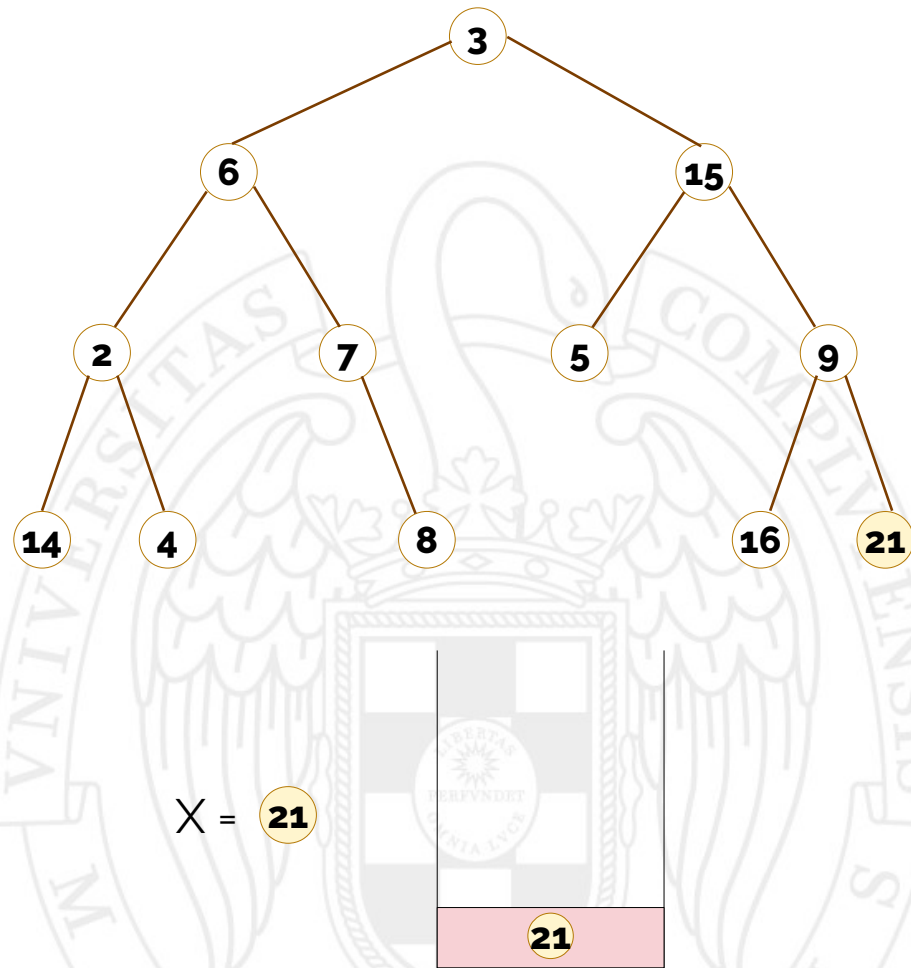


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

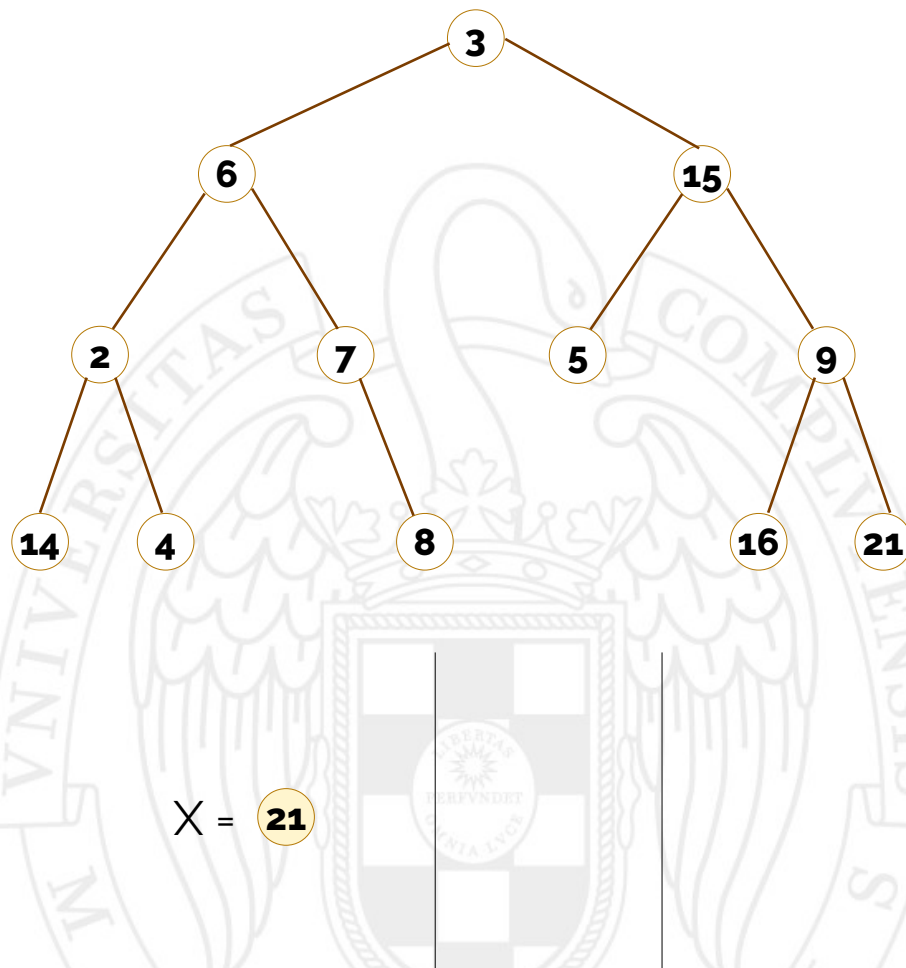


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

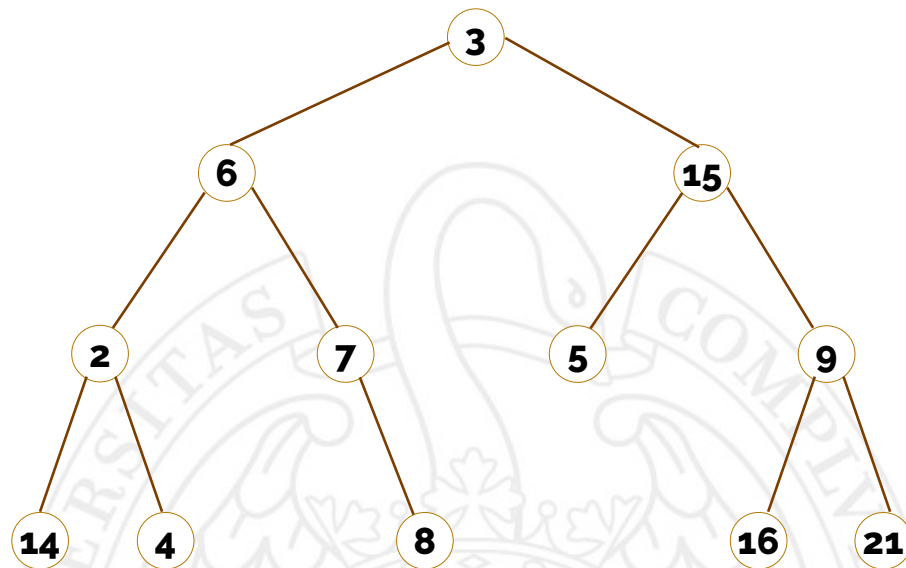


Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.



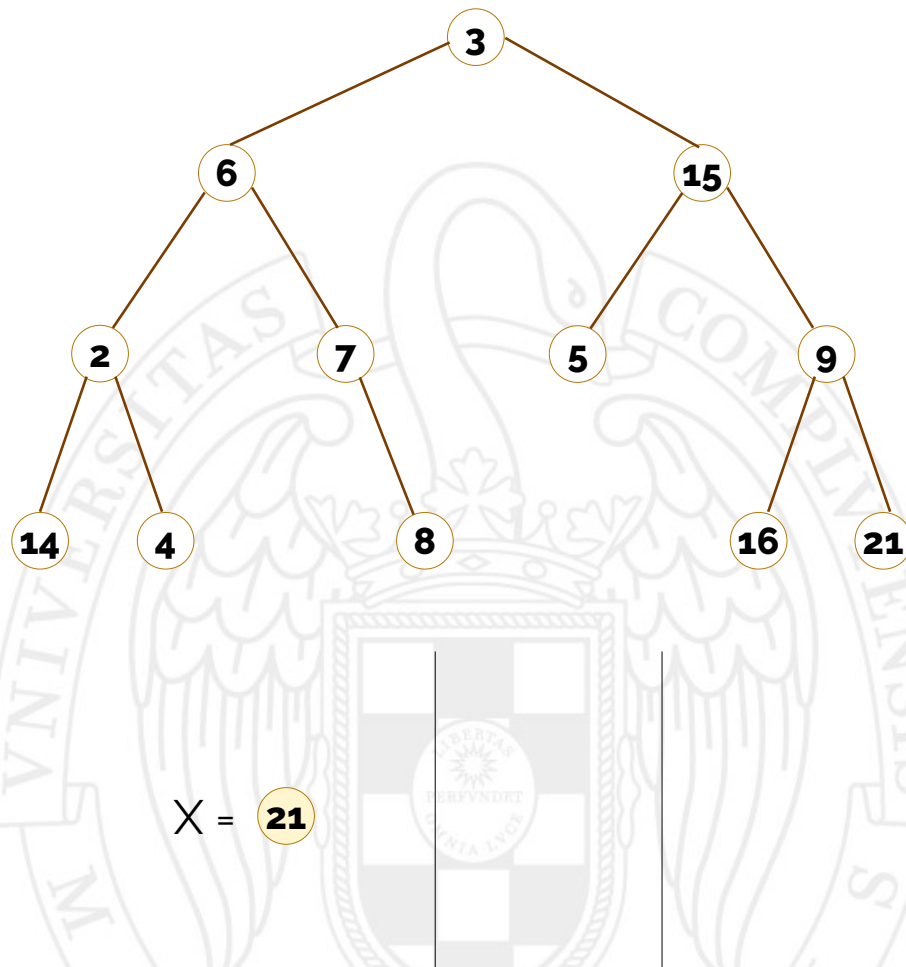
X = 21

Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir **mientras la pila no esté vacía**:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.



Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir mientras la pila no esté vacía:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Tendremos una función a parte para realizar estos pasos.

```
void descend_and_push(const NodePointer &node,  
                      std::stack<NodePointer> &st) {  
    NodePointer current = node;  
    while (current != nullptr) {  
        st.push(current);  
        current = current->left;  
    }  
}
```

Si recibe puntero nulo no va a entrar ni si quiera en el bucle.

Algoritmo de recorrido

Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

Repetir mientras la pila no esté vacía:

- Sacar el nodo de la cima de la pila. Lo llamamos X.
- Visitar X.
- Si X tiene hijo derecho:
 - Bajar al hijo derecho de X.
 - Descender por los hijos izquierdos mientras sea posible. Apilar los nodos encontrados en el camino.

```
template <typename U>
void inorder(U func) const {
    std::stack<NodePointer> st;
    descend_and_push(root_node, st);

    while (!st.empty()) {
        NodePointer x = st.top();
        st.pop();
        func(x->elem);
        descend_and_push(x->right, st);
    }
}
```

No vamos a ver el preorden (que es muy parecido a este), ni el postorden (que es bastante diferente a este).