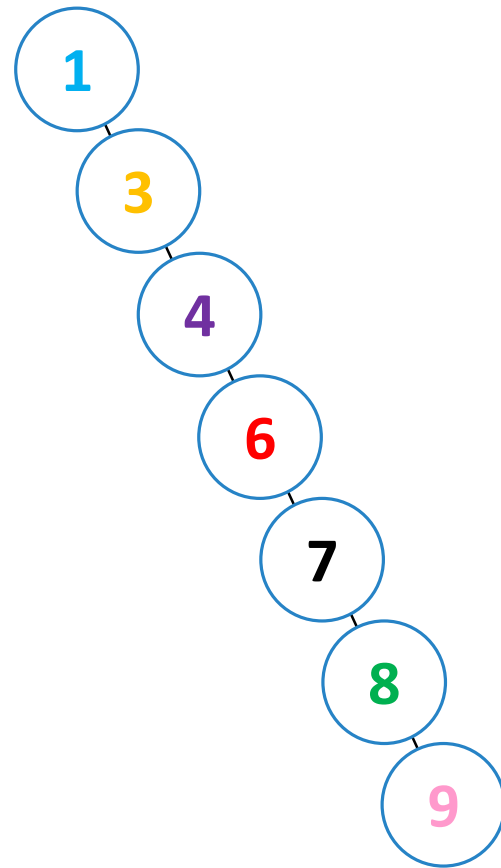
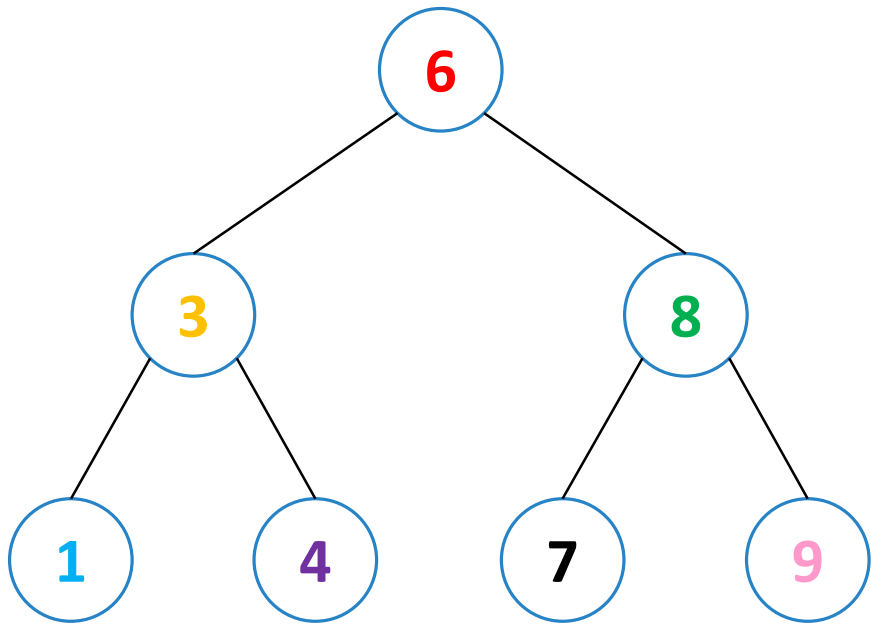


Mismos datos, distinto árboles



¡No podemos garantizar altura $O(\log n)$!

Balance AVL

Diremos que un ABB está **AVL-balanceado** si:

- Las alturas de sus hijos no difieren en más que 1 entre ellas
- Cada hijo a su vez está **AVL-balanceado**

Un ABB que cumple esta propiedad se llama **árbol AVL**

Árboles balanceados de otra manera



Queremos un árbol de búsqueda en que el balance esté dado porque todas las hojas están a la misma profundidad (y algo más)

¿Es esto posible con árboles binarios? ¿Y ternarios?

¿Cómo se puede hacer sino? ¿Será posible combinarlos?

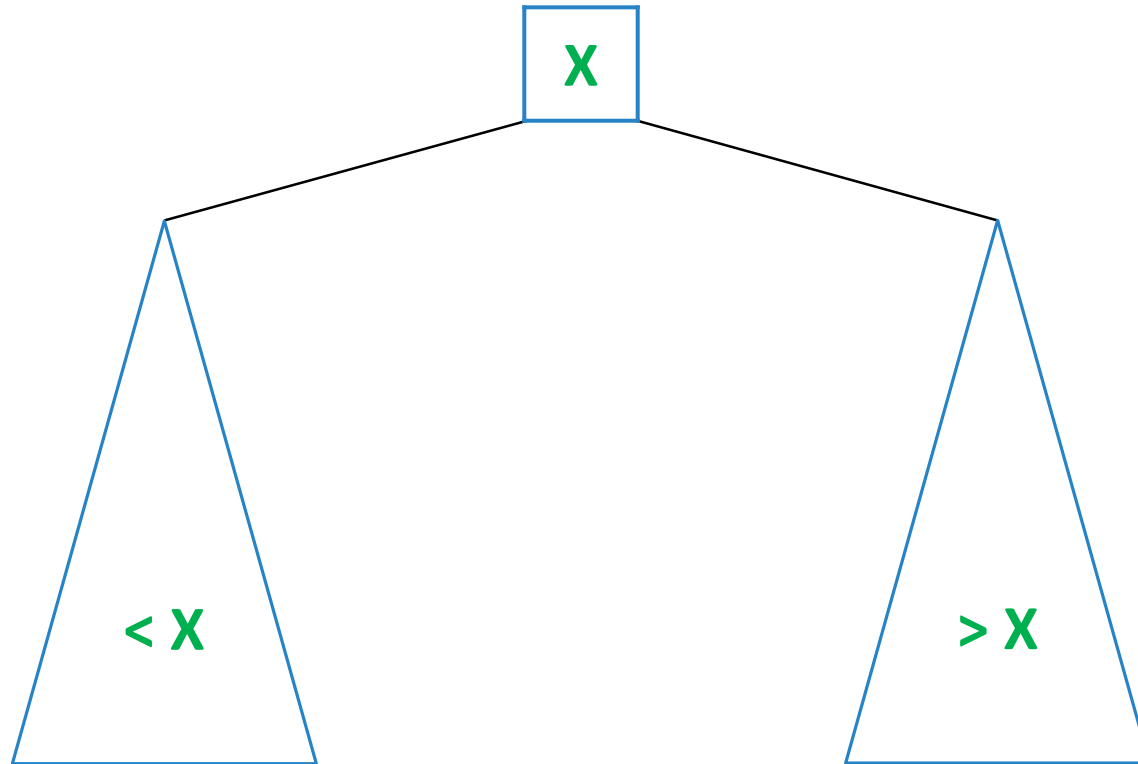
Árboles 2-3

En un árbol 2-3, hay dos tipos de nodos:

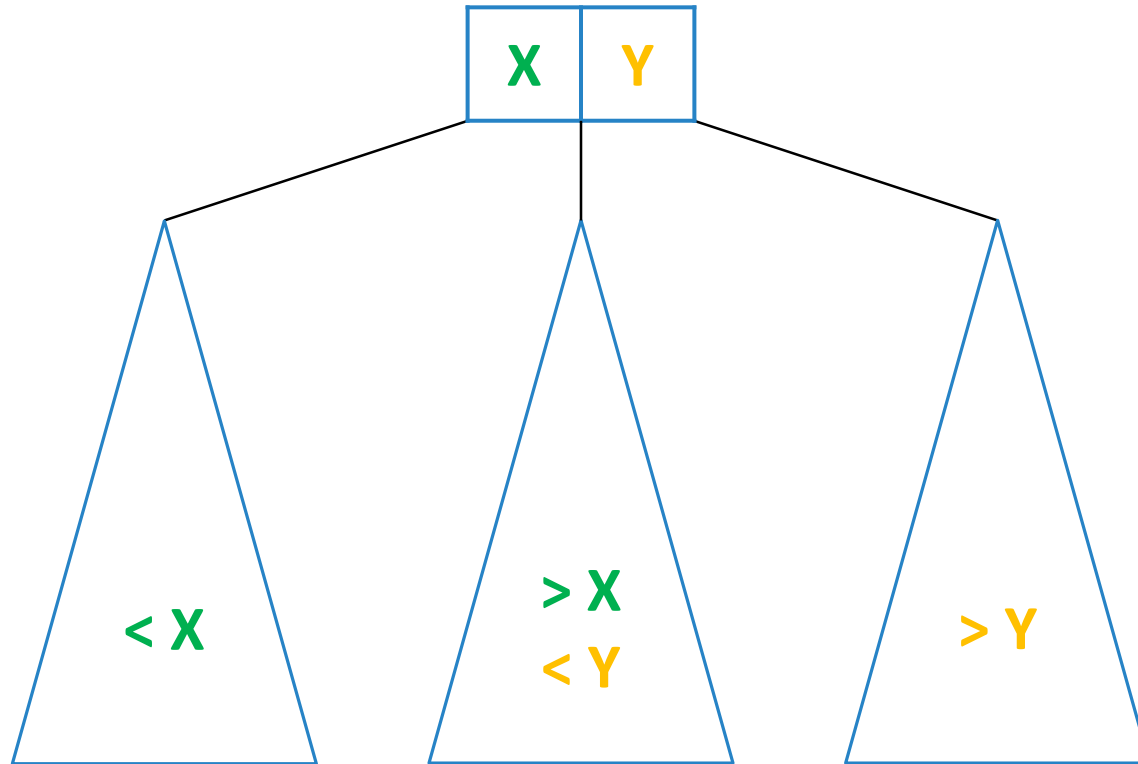
- *Nodo 2*, con 2 hijos y una clave
- *Nodo 3*, con 3 hijos y dos claves distintas y ordenadas

Esto permite que todas las hojas estén a la misma profundidad

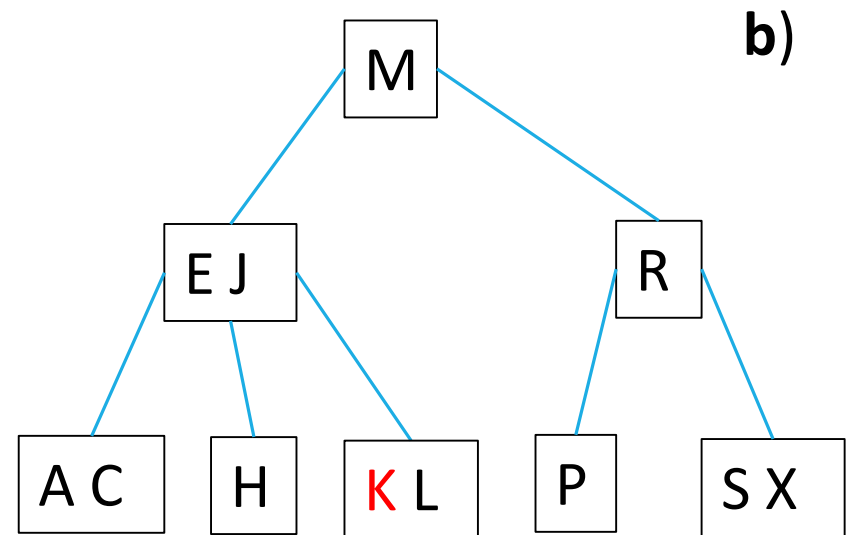
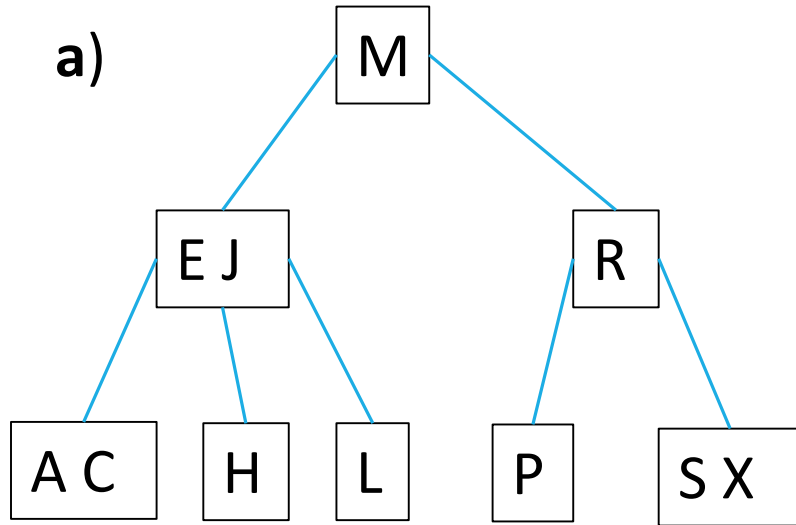
Nodo 2



Nodo 3



Ejemplo



Insertión en 2-3



Al insertar nuevos datos al árbol, podría cambiar su altura

Queremos mantener todas las hojas a igual profundidad

¿Cómo podemos insertar los datos para que se cumpla esto?

Insertemos los datos D, A, C, E, N, F, H

D

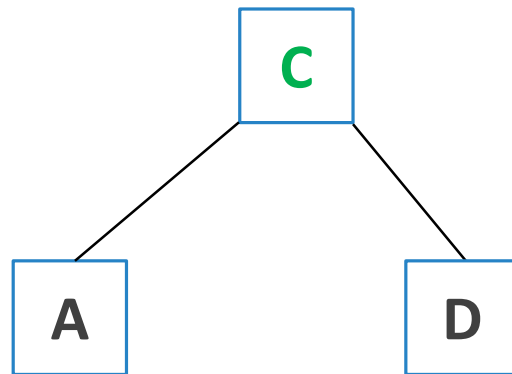
Insertemos los datos A, C, E, N, F, H

A	D
---	---

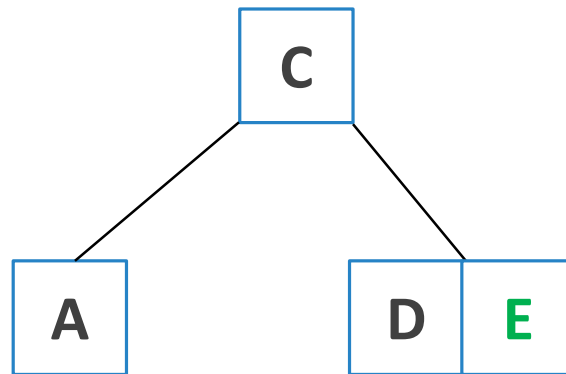
Insertemos los datos C, E, N, F, H

A	C	D
---	---	---

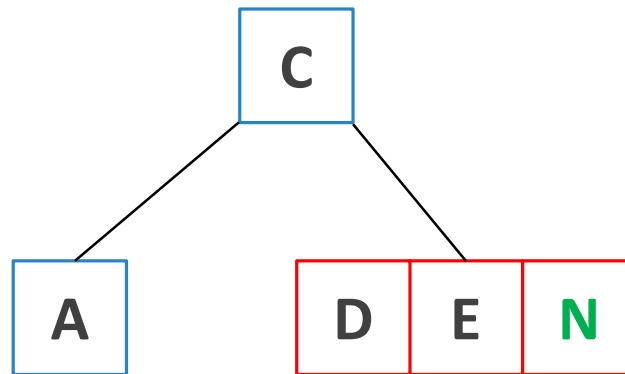
Insertemos los datos C, E, N, F, H



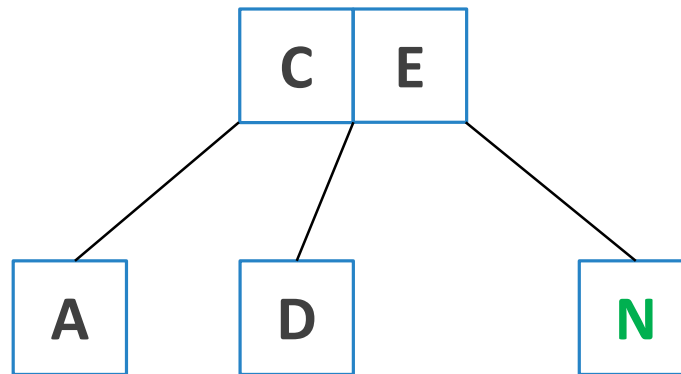
Insertemos los datos E, N, F, H



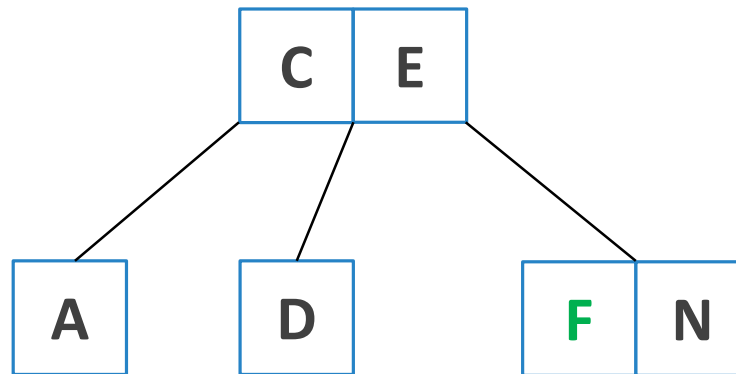
Insertemos los datos D, A, C, E, N, F, H



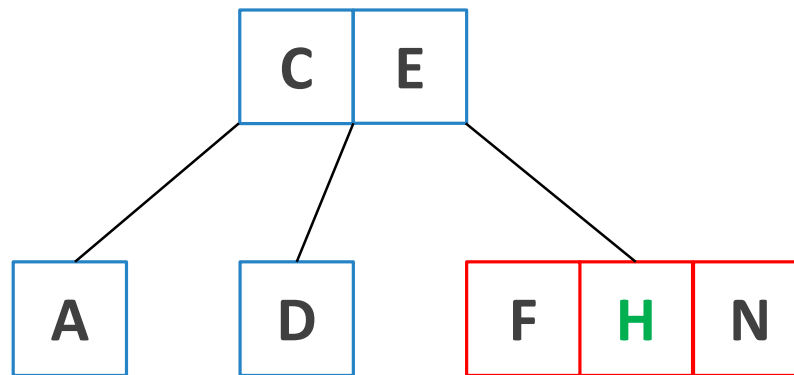
Insertemos los datos N, F, H



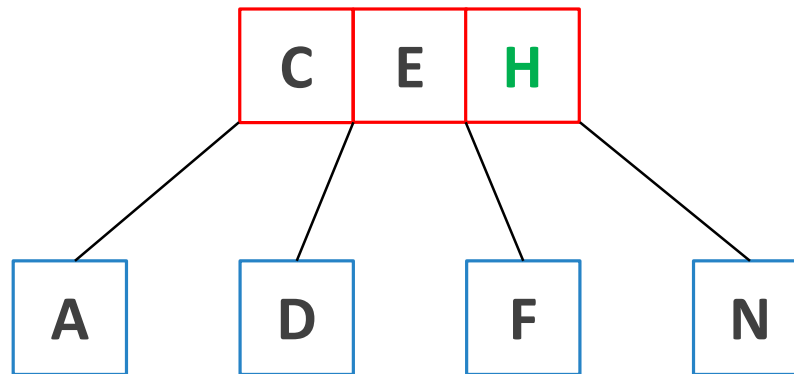
Insertemos los datos F, H



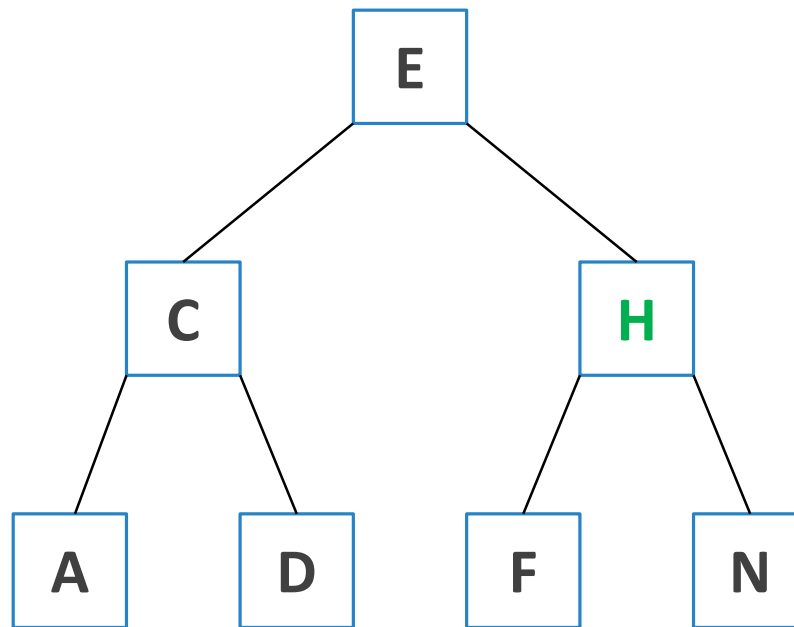
Insertemos el dato H



Insertemos el dato H



Insertemos el dato H



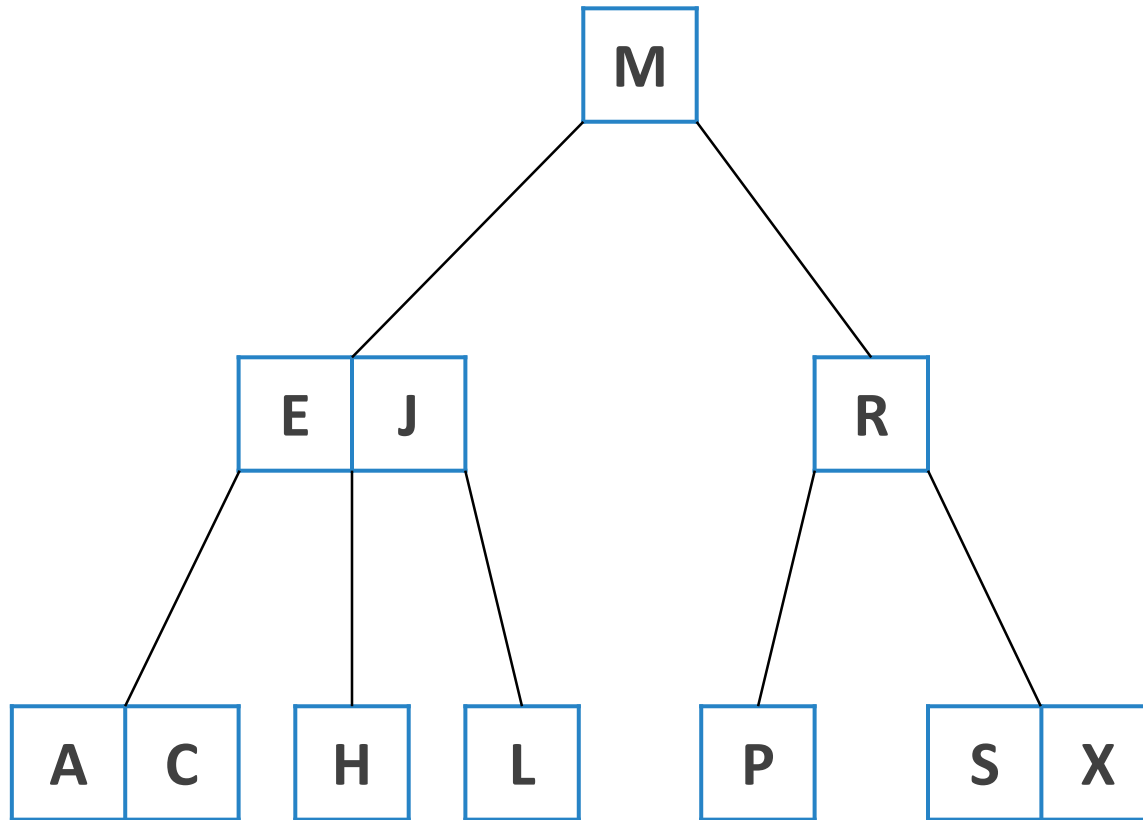
La inserción en 2-3 sigue ciertas reglas

La inserción siempre se hace en una hoja

Si un nodo se llena, sube el dato del medio —la clave mediana— al nodo padre

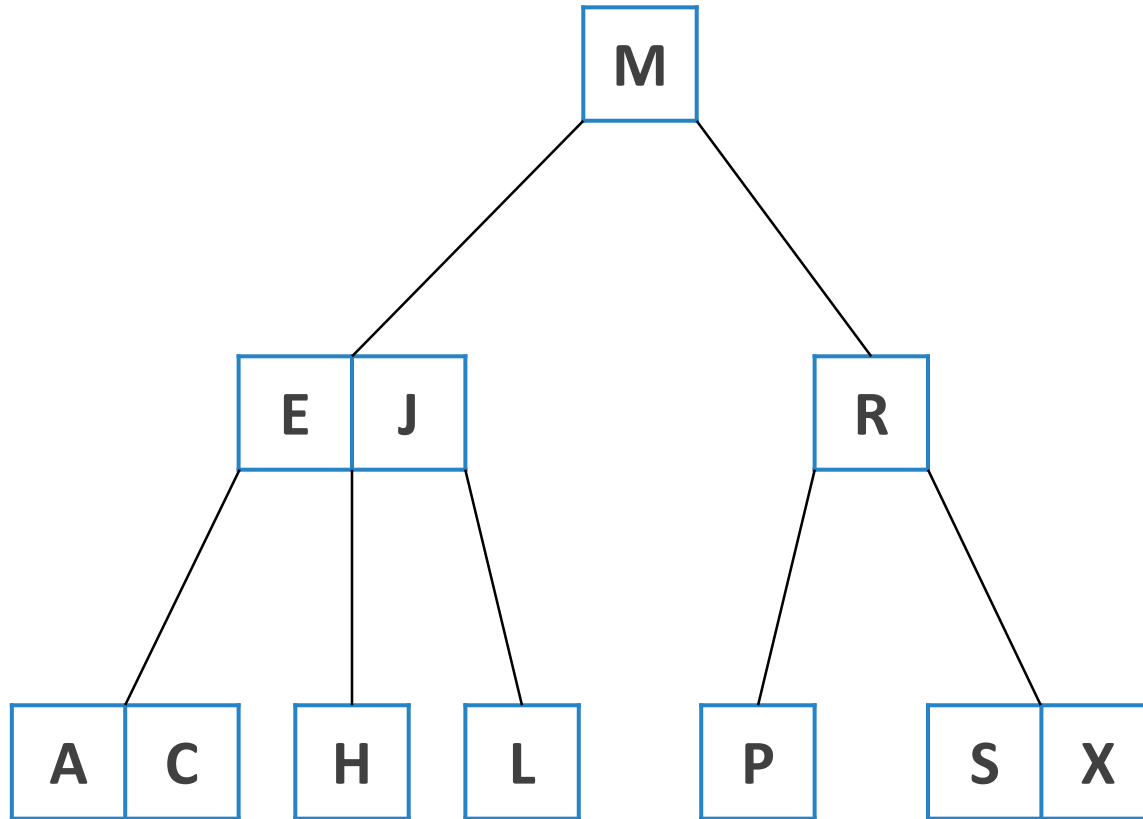
¡El árbol sólo aumenta de altura cuando se llena la raíz!

Búsqueda en 2-3

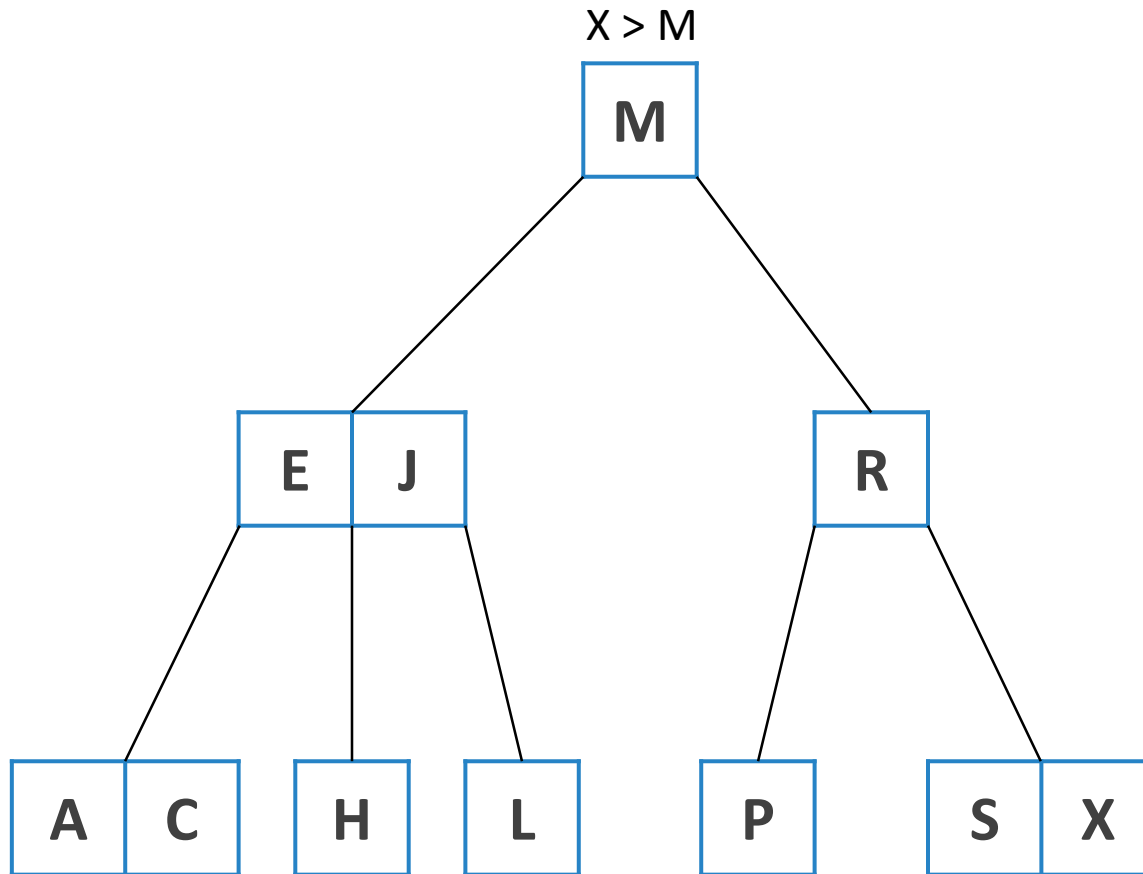


¿Cómo buscamos una clave en un árbol 2-3?

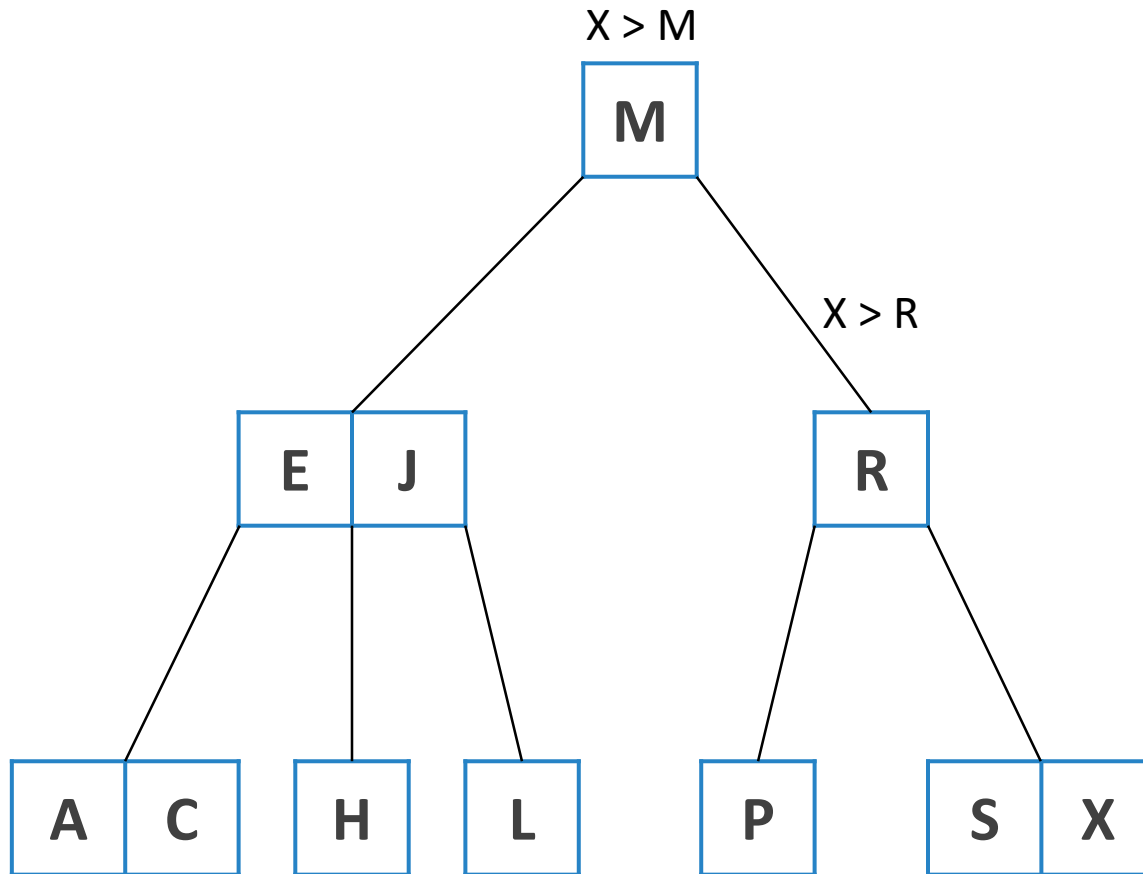
Busquemos la X



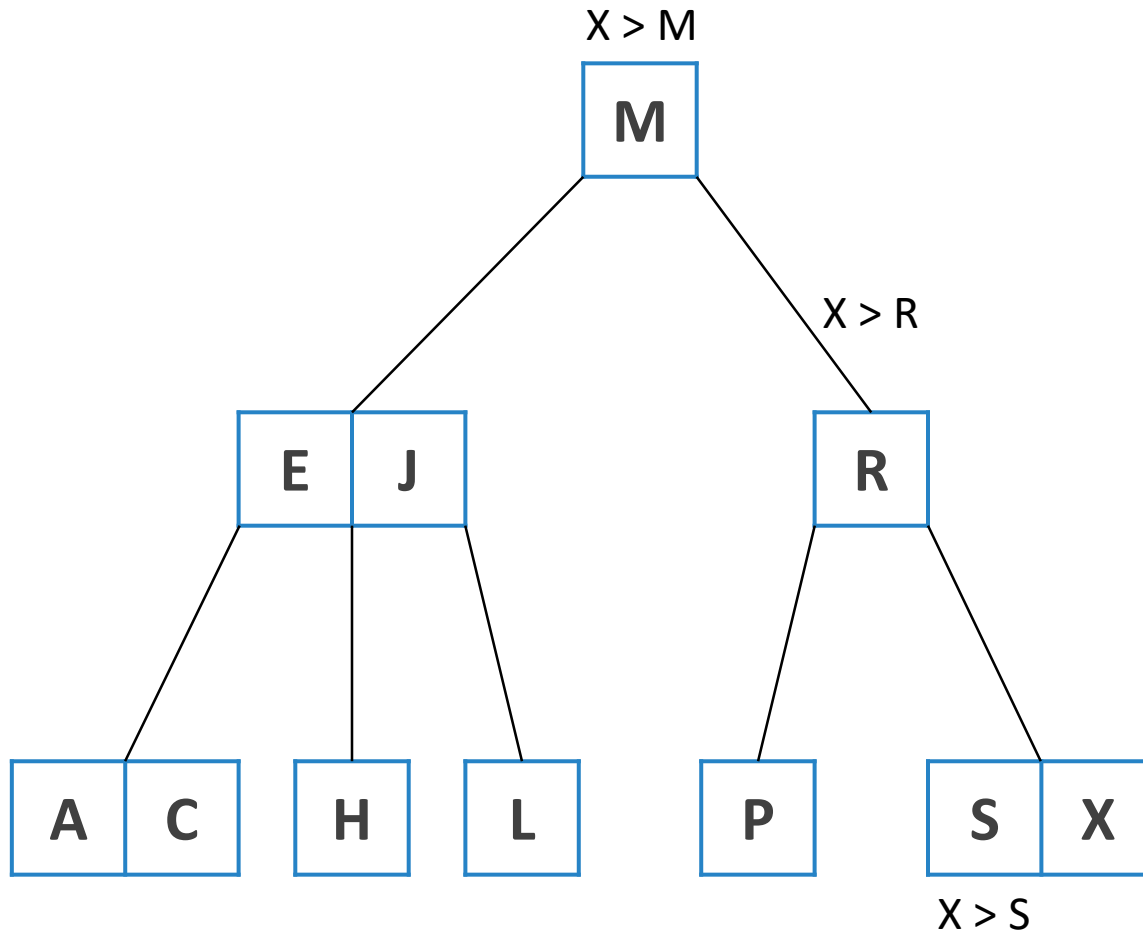
Busquemos la X



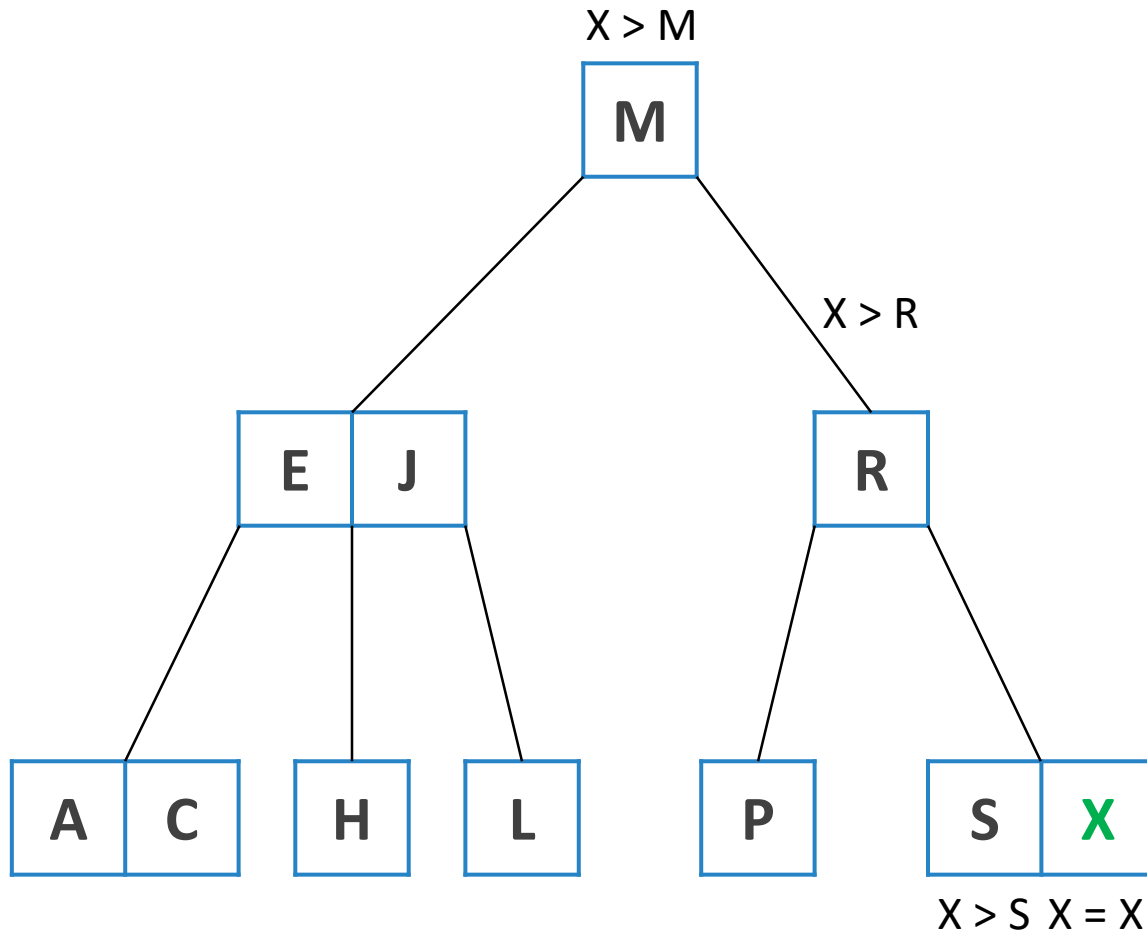
Busquemos la X



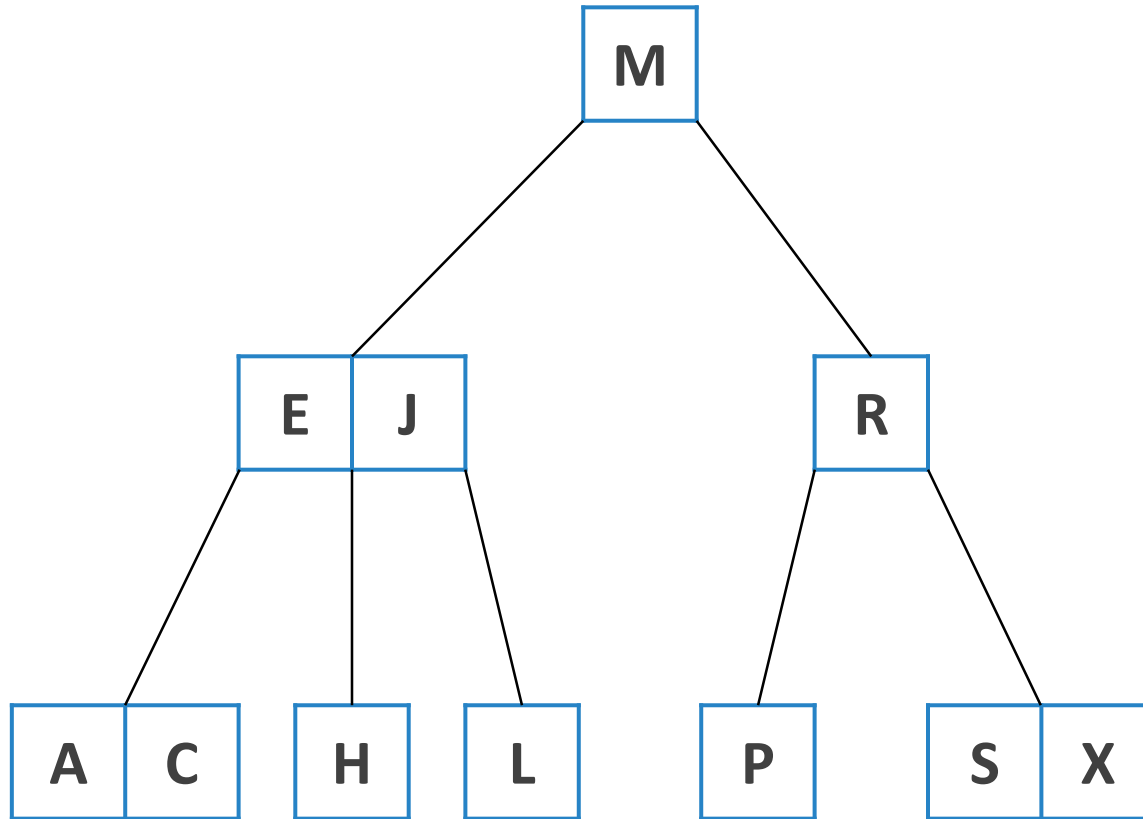
Busquemos la X



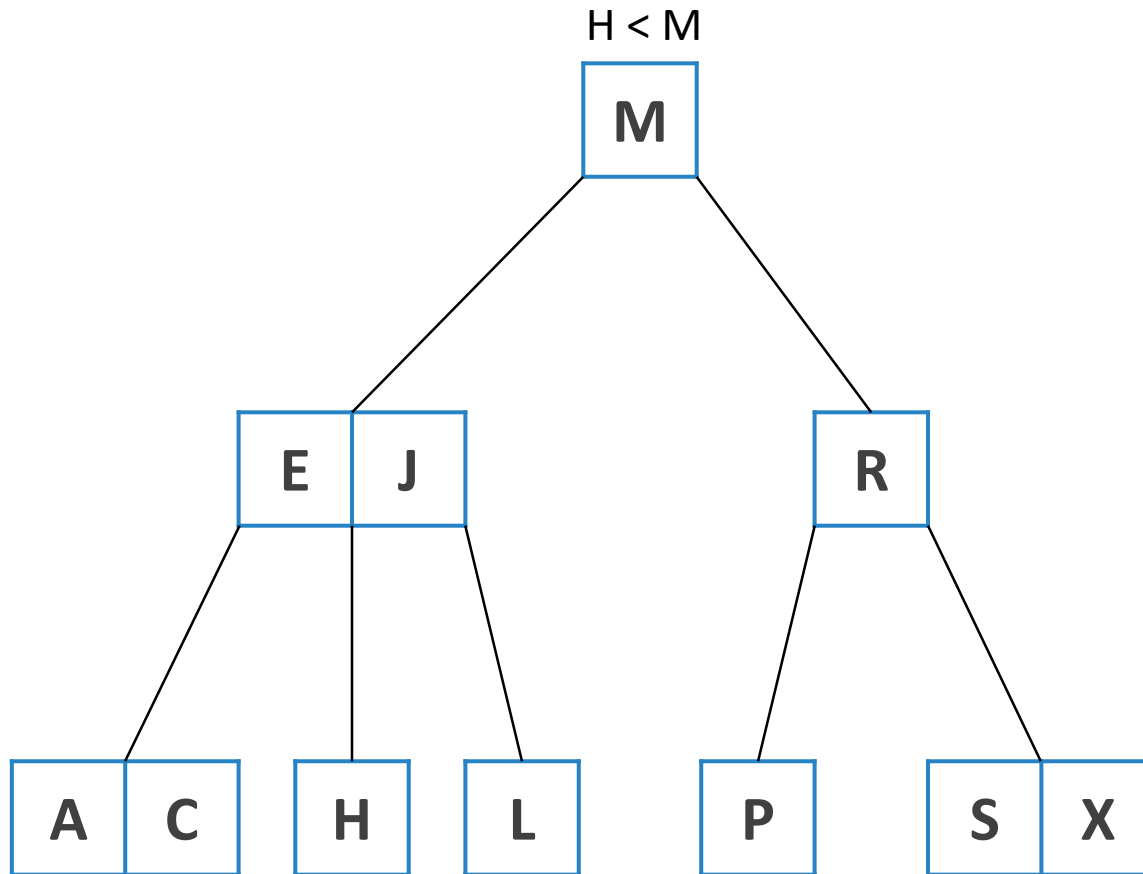
Busquemos la X



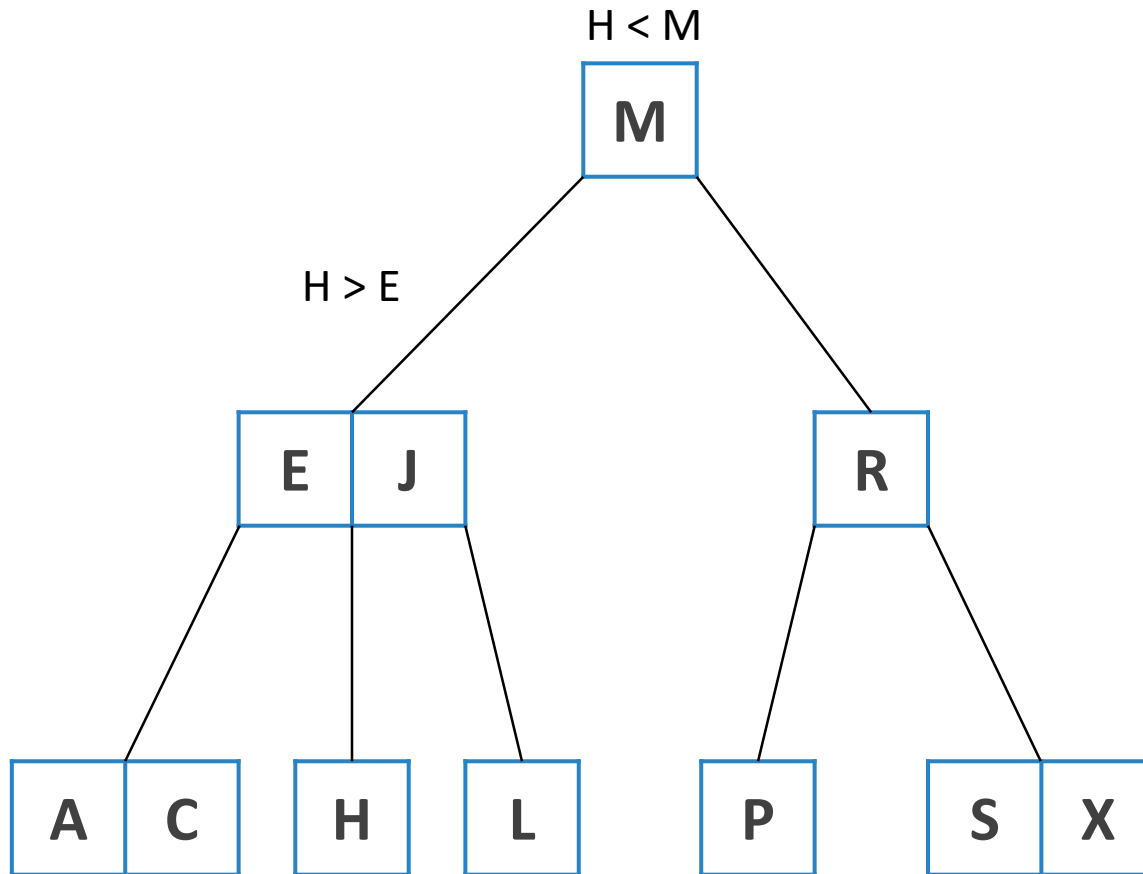
Busquemos la H



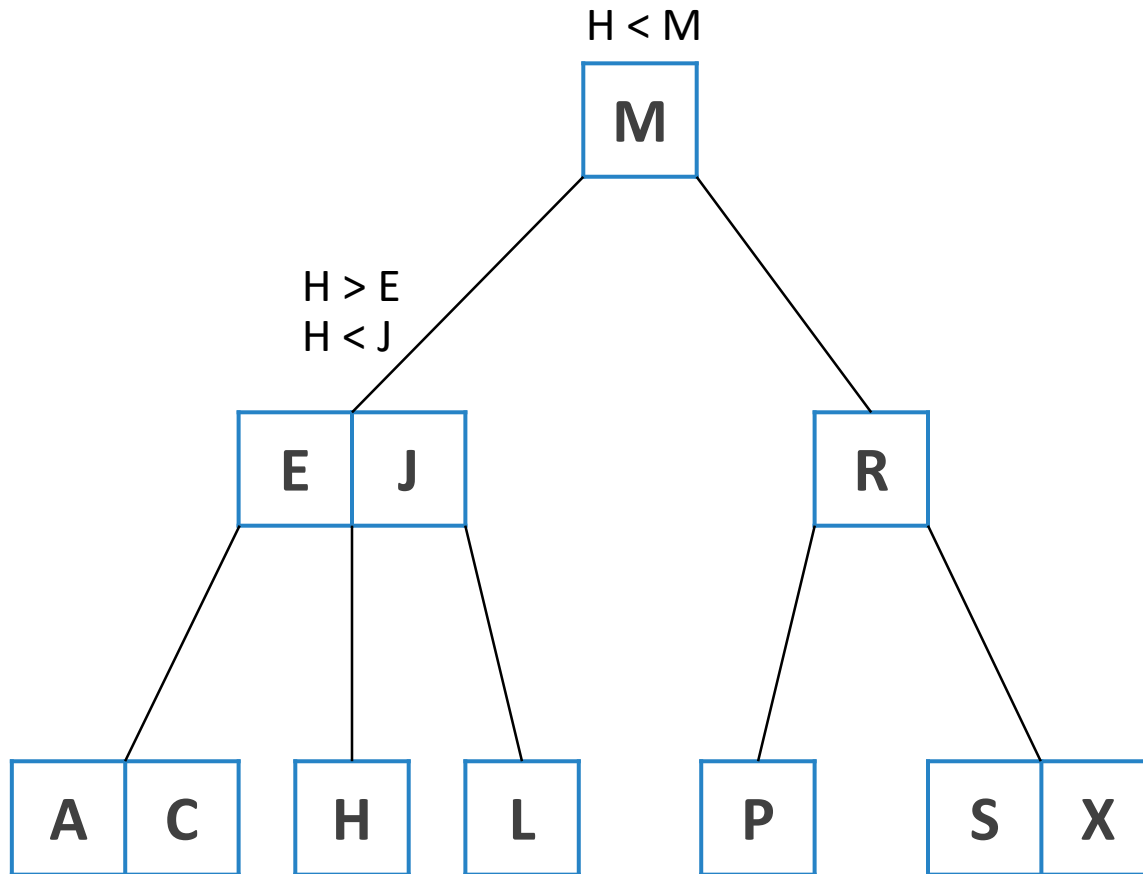
Busquemos la H



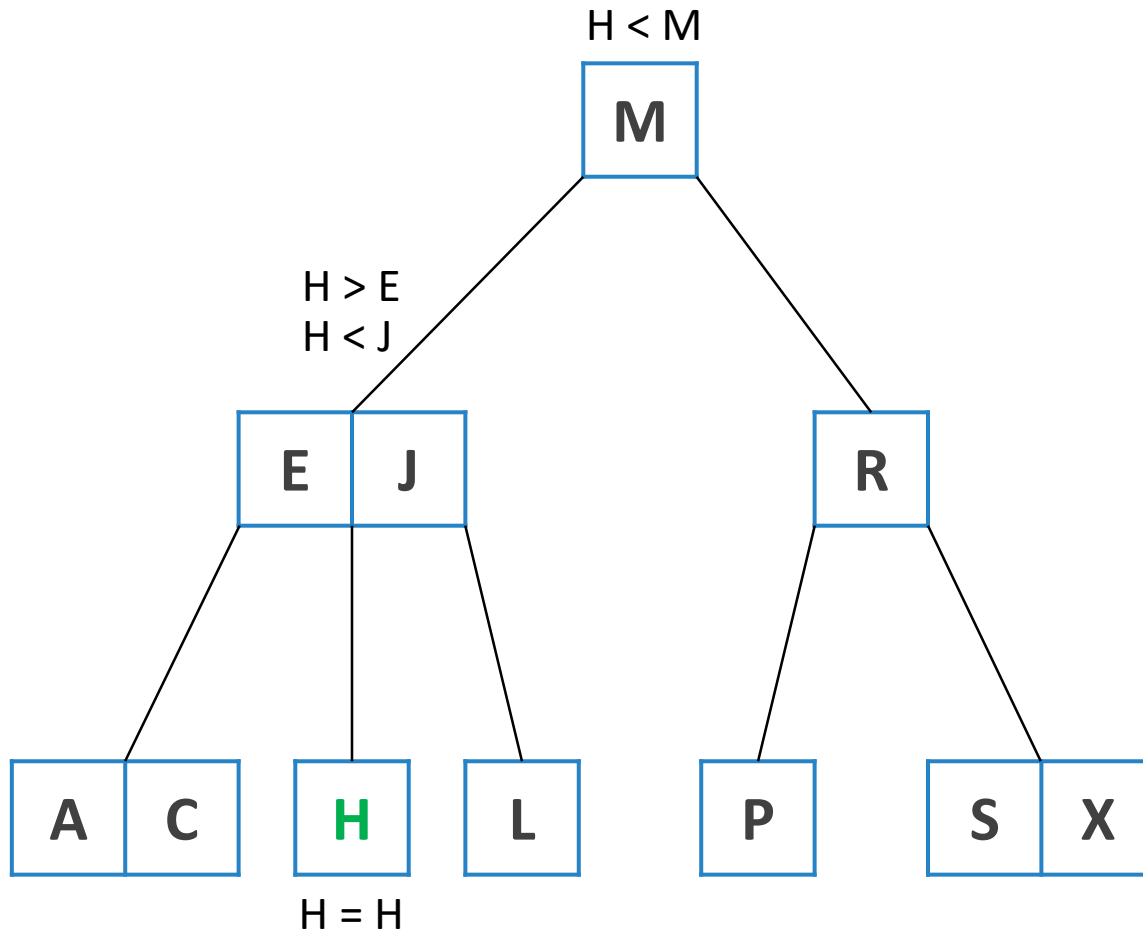
Busquemos la H



Busquemos la H



Busquemos la H



Altura en 2-3



¿Cuál es la altura de un árbol 2-3 de n nodos?