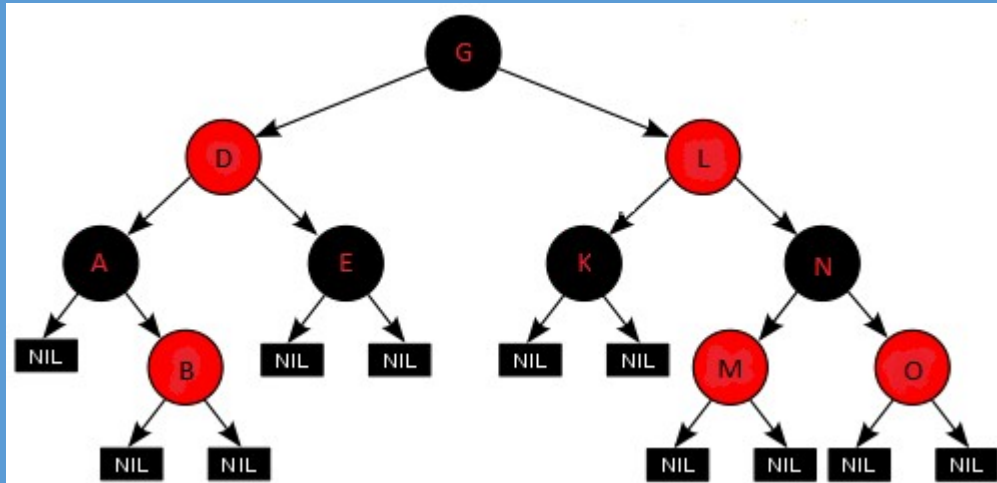


## TAD ARN



{inv. : Cada nodo es rojo o blanco, el root del árbol es negro, cada hoja o siguiente apuntador a sus hijos es negro, si un nodo es rojo entonces sus dos hijos son negros, para cada nodo, todos los caminos desde el nodo hasta sus hojas contienen el mismo número de hojas negras y para todos los nodos, el padre es mayor o igual que su hijo izquierdo y menor que su hijo derecho}

### Operaciones Primitivas:

- CrearARN: -> ARN
- BuscarEnARN: ARN x Llave -> Nodo
- EliminarEnARN: ARN x Llave -> ARN
- AgregarEnARN: ARN x Nodo -> ARN
- EstaVacioARN: ARN -> Booleano
- RotacionDerecha: ARN -> ARN
- RotacionIzquierda: ARN -> ARN

### CrearARN()

“Crea un árbol binario de búsqueda rojo y negro el cual será la cabeza o root de los elementos que se agreguen después.”

{pre: True}

{post: Crea un árbol binario de búsqueda rojo y negro vacío}

### **BuscarEnARN(arn, llave)**

“Devuelve un nodo donde `nodo.llave = llave`”

{pre: arn y llave  $\neq$  NIL}

{post: nodo donde `nodo.llave = llave`}

### **EliminarEnARN(arn, llave)**

“Borra un nodo con la primera coincidencia donde `nodo.llave = llave`”

{pre: arn y llave  $\neq$  NIL}

{post: arn con `nodo.llave = llave` eliminado}

### **AgregarEnARN(arn, nodo)**

“Agrega un nodo, que contiene llave y valor, en el árbol binario de búsqueda rojo y negro arn”

{pre: arn y nodo  $\neq$  NIL}

{post: `nodo  $\in$  arn`}

### **EstaVacioARN(arn)**

“Devuelve un valor booleano de verdadero o falso si el árbol no tiene hijos”

{pre: arn  $\neq$  NIL}

{post: True si el hijo derecho y el hijo izquierdo son NIL y False de lo contrario}

### **RotacionDerecha(arn)**

“Transforma la configuración a la izquierda en la configuración a la derecha.”

{pre: arn  $\neq$  NIL}

{post: arn con la rotación a la derecha hecha}

### **RotacionIzquierda(arn)**

“Transforma la configuración de los dos nodos de la derecha en la configuración de la izquierda cambiando un número constante de punteros.”

{pre: arn  $\neq$  NIL}

{post: arn con la rotación izquierda hecha}