Tarea 2:
Lenguajes de Programación

Araujo Chavez Mauricio
312210047

Carmona Mendoza Matín
313075977

1. Escribe las reglas de evaluación (semántica dinámica) para cada una de las expresiones anteriores. Debes indicar cuáles expresiones son valores.

Considera la gramática:

$$e \ ::= \ x|n|true|false|e+e|if\ e\ then\ e\ else\ e|iszero\ e|let\ x=e\ in\ e\ end|e<e|e=e|\neg e$$

con $n \in \mathbb{Z}$. La extensión al paradigma imperativo se hace de la siguiente manera:

$$l_n|e_1 \ := \ e_2|ref\ e|!e|e_1;e_2|while\ e_1\ do\ e_2|()$$

- Tomamos a l_n y () como valores.
- $e_1 \ := \ e_2$

$$\frac{}{<\mu, l := v> \to <\mu[l \to v], ()>}$$

$$\frac{<\mu, e_2> \to <\mu', e_2'>}{<\mu, l := e_2> \to <\mu', l := e_2'>}$$

$$\frac{<\mu, e_1> \to <\mu', e_1'>}{<\mu, e_1 := e_2> \to <\mu', e_1' := e_2>}$$

- $ref\ e$

$$\frac{l \notin dom(\mu)}{<\mu, ref\ v> \to <(\mu, l \to v), l>}$$

Donde $dom(\mu)$ es el conjunto de direcciones de la memoria.

$$\frac{<\mu, e> \to <\mu', e'>}{<\mu, ref\ e> \to <\mu', ref\ e'>}$$

- $!e$

$$\frac{\mu(l) = v}{<\mu, !l> \to <\mu, v>}$$

$$\frac{<\mu, e> \to <\mu', e'>}{<\mu, !e> \to <\mu', !e'>}$$

- $e_1; e_2$

$$\frac{}{void; e_2 \to e_2}$$

$$\frac{e_1 \to e_1'}{e_1; e_2 \to e_1'; e_2}$$

- $while\ e_1\ do\ e_2$

$$\frac{}{<\mu, while(e_1, e_2> \to <\mu, if\ e_1\ then\ e_2; while(e_1, e_2)\ else\ ()>}$$

2. Escribe la ejecución detallada de los tres programas descritos.

- $p_1 \rightleftharpoons$

```
let x = ref (iszero(3+4)) in
        let y = ref (if !x then 3 else 4) in
                let z = if !y < 10 then !y + 6 else 7+!y
        end
end
```

$$< \emptyset,\ p_1 >$$

$$(iszero(3+4))$$

$$(iszero(7))$$

$$false$$

$$< l_x \rightarrow false,\ let\ y\ =\ ref\ (if\ !l_x\ then\ 3\ else\ 4)\ in\ let\ z\ =\ if\ !y\ <\ 10\ then\ !y\ +\ 6\ else\ 7{+}!y\ end >$$

$$(if\ false\ then\ 3\ else\ 4)$$

$$4$$

$$< (l_x \rightarrow false,\ l_y \rightarrow 4),\ let\ z\ =\ if\ !l_y\ <\ 10\ then\ !l_y\ +\ 6\ else\ 7{+}!l_y >$$

$$if\ 4\ <\ 10\ then\ !l_y\ +\ 6\ else\ 7 + !l_y$$

$$if\ true\ then\ !l_y\ +\ 6\ else\ 7 + !l_y$$

$$!l_y\ +\ 6$$

$$4\ +\ 6$$

$$10$$

$$< (l_x \rightarrow false,\ l_y \rightarrow 4)\ l_z \rightarrow 10, () >$$

- $p_2 \rightleftharpoons$

```
let z = ref 5 in
      let w = ref 3 in
         while (0 < !w)
            z := 5+3;
            w := !w−1
      end
      !z
end
```

$$< \emptyset, p_2 >$$

$$< l_z \rightarrow 5,\ let\ w\ =\ ref\ 3\ in\ while\ (0\ < !w)\ l_z\ :=\ 5+3;\ w\ := !w - 1\ end\ !l_z\ >$$

$$< (l_z \rightarrow 5, l_w \rightarrow 3),\ while\ (0\ < !l_w)\ l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1\ !l_z >$$

$$< (l_z \rightarrow 5, l_w \rightarrow 3), if\ (0\ < !l_w)\ then(l_z\ :=\ 5{+}3;\ l_w\ := !l_w{-}1;\ while\ (0\ < !l_w)\ l_z\ :=\ 5{+}3;\ l_w\ := !l_w{-}1)$$

$$else\ ()\ !l_z >$$

$$(0\ < !l_w)$$

$$(0\ <\ 3)$$

$$true$$

$$if\ true\ then(l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1;\ while\ (0\ < !l_w)\ l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1)\ else\ ()$$

$$l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1;\ while\ (0\ < !l_w)\ l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1$$

$$l_z \rightarrow 8$$

$$l_w \rightarrow 3 - 1$$

$$l_w \rightarrow 2$$

Por comodidad definimos $while\ (0\ < !l_w)\ l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1$ como *ciclo*
Y a $if\ (0\ < !l_w)\ then(l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1;\ ciclo)\ else\ ()$ como cicloIf

$$< (l_z \rightarrow 8, l_w \rightarrow 2), ciclo\ !l_z >$$

$$< (l_z \rightarrow 8, l_w \rightarrow 2), cicloIf\ !l_z >$$

$$(0\ < !l_w)$$

$$(0\ <\ 2)$$

$$true$$

$$if\ true\ then(l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1;\ while\ (0\ < !l_w)\ l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1)\ else\ ()$$

$$l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1;\ ciclo$$

$$l_z \to 8$$

$$l_w \to 2-1$$

$$l_w \to 1$$

$$< (l_z \to 8, l_w \to 1), ciclo\ !l_z >$$

$$< (l_z \to 8, l_w \to 1), cicloIf\ !l_z >$$

$$(0\ < !l_w)$$

$$(0\ <\ 1)$$

$$true$$

$$if\ true\ then(l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1;\ while\ (0\ < !l_w)\ l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1)\ else\ ()$$

$$l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1;\ ciclo$$

$$l_z \to 8$$

$$l_w \to 1-1$$

$$l_w \to 0$$

$$< (l_z \to 8, l_w \to 0), ciclo\ !l_z >$$

$$< (l_z \to 8, l_w \to 0), cicloIf\ !l_z >$$

$$(0\ < !l_w)$$

$$(0\ <\ 0)$$

$$false$$

$$if\ false\ then(l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1;\ while\ (0\ < !l_w)\ l_z\ :=\ 5+3;\ l_w\ := !l_w - 1)\ else\ ()$$

$$()$$

$$< (l_z \to 8, ()), !l_z >$$

$$< (l_z \to 8, ()), 8 >$$

- $p_3 \rightleftharpoons$

```
let z = ref 10 in
     let w = ref 7 in
          while (0 < !w)
               z := !z−1;
               w := !w–1
     end
     if !z = 3 then true else false
end
```

$$< \emptyset, p_3 >$$

$$< l_z \rightarrow 10,\ \mathit{let}\, w \ = \ \mathit{ref}\ 7\, \mathit{in}\, \mathit{while}\, (0\ <!w)\, l_z\ := !l_z{-}1;\ w\ := !w{-}1\, \mathit{end}\, \mathit{if}\ !l_z\ =\ 3\, \mathit{then}\, \mathit{true}\, \mathit{else}\, \mathit{false} >$$

$$< (l_z \rightarrow 10, l_w \rightarrow 7)\ \mathit{while}\ (0\ < !l_w)\ l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1\ \ \mathit{if}\ !l_z\ =\ 3\ \mathit{then}\ \mathit{true}\ \mathit{else}\ \mathit{false} >$$

$$< (l_z \rightarrow 10, l_w \rightarrow 7)\, \mathit{if}\ (0\ < !l_w)\, \mathit{then}(l_z\ := !l_z{-}1;\ l_w\ := !l_w{-}1; (\mathit{while}\ (0\ < !l_w)\, l_z\ := !l_z{-}1;\ l_w\ := !l_w{-}1))$$

$$\mathit{else}\ ()\ \mathit{if}\ !l_z\ =\ 3\ \mathit{then}\ \mathit{true}\ \mathit{else}\ \mathit{false} >$$

$$(0\ <\ l_w)$$

$$(0\ <\ 7)$$

$$\mathit{true}$$

$$\mathit{if}\ \mathit{true}\ \mathit{then}(l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1; (\mathit{while}\ (0\ < !l_w)\ l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1))\ \mathit{else}\ ()$$

$$l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1;\ \mathit{while}\ (0\ < !l_w)\ l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1$$

$$l_z \rightarrow 10 - 1$$

$$l_z \rightarrow 9$$

$$l_w \rightarrow 7 - 1$$

$$l_w \rightarrow 6$$

Por comodidad definimos $\mathit{while}\ (0\ < !l_w)\ l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1$ como *ciclo*
Y a $\mathit{if}\ (0\ < !l_w)\ \mathit{then}(l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1; \mathit{ciclo})\ \mathit{else}\ ()$ como cicloIf

$$< (l_z \rightarrow 9, l_w \rightarrow 6), \mathit{ciclo}\ \mathit{if}\ !l_z\ =\ 3\ \mathit{then}\ \mathit{true}\ \mathit{else}\ \mathit{false} >$$

$$< (l_z \rightarrow 9, l_w \rightarrow 6), \mathit{cicloIf}\ \mathit{if}\ !l_z\ =\ 3\ \mathit{then}\ \mathit{true}\ \mathit{else}\ \mathit{false} >$$

$$(0\ <\ l_w)$$

$$(0\ <\ 6)$$

$$\mathit{true}$$

$$\mathit{if}\ \mathit{true}\ \mathit{then}(l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1; \mathit{ciclo})\ \mathit{else}\ ()$$

$$l_z \rightarrow 9 - 1$$

$$l_z \rightarrow 8$$

$$l_w \rightarrow 6 - 1$$

$$l_w \rightarrow 5$$

$$< (l_z \rightarrow 8, l_w \rightarrow 5), \mathit{ciclo}\ \mathit{if}\ !l_z\ =\ 3\ \mathit{then}\ \mathit{true}\ \mathit{else}\ \mathit{false} >$$

$$< (l_z \rightarrow 8, l_w \rightarrow 5), \mathit{cicloIf}\ \mathit{if}\ !l_z\ =\ 3\ \mathit{then}\ \mathit{true}\ \mathit{else}\ \mathit{false} >$$

$$(0\ <\ l_w)$$

$$(0\ <\ 5)$$

$$\mathit{true}$$

$$\mathit{if}\ \mathit{true}\ \mathit{then}(l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1; \mathit{ciclo})\ \mathit{else}\ ()$$

$$l_z \rightarrow 8 - 1$$

$$l_z \rightarrow 7$$

$$l_w \rightarrow 5 - 1$$

$$l_w \rightarrow 4$$

$$< (l_z \rightarrow 7, l_w \rightarrow 4), \mathit{ciclo}\ \mathit{if}\ !l_z\ =\ 3\ \mathit{then}\ \mathit{true}\ \mathit{else}\ \mathit{false} >$$

$$< (l_z \rightarrow 7, l_w \rightarrow 4), \mathit{cicloIf}\ \mathit{if}\ !l_z\ =\ 3\ \mathit{then}\ \mathit{true}\ \mathit{else}\ \mathit{false} >$$

$$(0\ <\ l_w)$$

$$(0\ <\ 4)$$

$$true$$

$$if\ true\ then(l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1; ciclo)\ else\ ()$$

$$l_z \to 7 - 1$$

$$l_z \to 6$$

$$l_w \to 4 - 1$$

$$l_w \to 3$$

$$< (l_z \to 6, l_w \to 3), ciclo\ if\ !l_z\ =\ 3\ then\ true\ else\ false >$$

$$< (l_z \to 6, l_w \to 3), cicloIf\ if\ !l_z\ =\ 3\ then\ true\ else\ false >$$

$$(0\ <\ l_w)$$

$$(0\ <\ 3)$$

$$true$$

$$if\ true\ then(l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1; ciclo)\ else\ ()$$

$$l_z \to 6 - 1$$

$$l_z \to 5$$

$$l_w \to 3 - 1$$

$$l_w \to 2$$

$$< (l_z \to 5, l_w \to 2), ciclo\ if\ !l_z\ =\ 3\ then\ true\ else\ false >$$

$$< (l_z \to 5, l_w \to 2), cicloIf\ if\ !l_z\ =\ 3\ then\ true\ else\ false >$$

$$(0\ <\ l_w)$$

$$(0\ <\ 2)$$

$$true$$

$$if\ true\ then(l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1; ciclo)\ else\ ()$$

$$l_z \to 5 - 1$$

$$l_z \to 4$$

$$l_w \to 2 - 1$$

$$l_w \to 1$$

$$< (l_z \to 4, l_w \to 1), ciclo\ if\ !l_z\ =\ 3\ then\ true\ else\ false >$$

$$< (l_z \to 4, l_w \to 1), cicloIf\ if\ !l_z\ =\ 3\ then\ true\ else\ false >$$

$$(0\ <\ l_w)$$

$$(0\ <\ 1)$$

$$true$$

$$if\ true\ then(l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1; ciclo)\ else\ ()$$

$$l_z \to 4 - 1$$

$$l_z \to 3$$

$$l_w \to 1 - 1$$

$$l_w \to 0$$

$$< (l_z \to 3, l_w \to 0), ciclo\ if\ !l_z\ =\ 3\ then\ true\ else\ false >$$

$$< (l_z \to 3, l_w \to 0), cicloIf\ if\ !l_z\ =\ 3\ then\ true\ else\ false >$$

$$(0\ <\ l_w)$$

$$(0\ <\ 0)$$

$$false$$

$$if\ false\ then(l_z\ := !l_z - 1;\ l_w\ := !l_w - 1; ciclo)\ else\ ()$$

$$()$$

$$< (l_z \rightarrow 3, ()),\ if\ !l_z\ =\ 3\ then\ true\ else\ false >$$

$$if\ !l_z\ =\ 3\ then\ true\ else\ false$$

$$if\ 3\ =\ 3\ then\ true\ else\ false$$

$$if\ true\ then\ true\ else\ false$$

$$true$$

$$< (l_z \rightarrow 3, ()),\ true >$$