

Quiz

① $\{ \text{var } x; A: \text{int}; \{A \geq 0\}$
 $x := 0$

\rightarrow Invariante: $\{x \geq 0 \wedge x \leq 2A\}$.

\rightarrow función $\text{cota}: 2A - x + 1$

$\{ \text{do } x \neq 2A \rightarrow x := x + 2 \text{ od}$
 $\{x = 2A\}$

II.

② $\{Q\}$ inicio $\{P\}$

$\{A \geq 0\} x := 0 \{x \geq 0 \wedge x \leq 2A\}$

$\equiv \langle \text{Asignación} \rangle$

$\{A \geq 0\} \rightarrow \{x \geq 0 \wedge x \leq 2A\} [x := 0]$

$\equiv \langle \text{substitución} \rangle$

$\{A \geq 0\} \rightarrow \{0 \geq 0 \wedge 0 \leq 2A\}$

$\equiv \langle \text{Aritmética} \rangle$

$\{A \geq 0\} \rightarrow \{ \text{true} \wedge A \geq 0 \}$

$\equiv \langle \text{CAT } \emptyset \wedge \text{true} \rangle$

$\{A \geq 0\} \rightarrow \{A \geq 0\}$

$\equiv \langle \text{CAT } \emptyset \rightarrow \emptyset \rangle$

true

③ $\{P \wedge B_0\} S_0 \{P\}$

$\{P \wedge B_0\} \rightarrow \{x = 0 \wedge x \leq 2A\}$

④ $P \wedge (B_0) \rightarrow R$

$\{x \geq 0 \wedge x \leq 2A\} \wedge (x \neq 2A) \rightarrow \{x = 2A\}$

$\{x \geq 0 \wedge x \leq 2A\} \wedge x = 2A \rightarrow \{x = 2A\}$

$\equiv \langle \text{Aritmética } (x \leq 2A \wedge x = 2A) \Rightarrow x = 2A \rangle$

$\{x \geq 0 \wedge x = 2A\} \rightarrow \{x = 2A\}$

$\equiv \langle \text{CAT} \rangle$

$\{x = 2A \wedge x \geq 0\} \rightarrow \{x = 2A\}$

$\equiv \langle \text{CAT } (\emptyset \wedge \text{true}) \rightarrow \emptyset \rangle$

true

⑤ $P \wedge (B_0) \rightarrow C > 0$

$\{x \geq 0 \wedge x \leq 2A\} \wedge (x \neq 2A) \rightarrow 2A - x + 1 > 0$

$\equiv \langle \text{Aritmética } (x \leq 2A \wedge x \neq 2A) \Rightarrow x < 2A \rangle$

$\{x \geq 0 \wedge x < 2A\} \rightarrow 2A - x + 1 > 0$

$\{x \geq 0 \wedge x < 2A\}$

$\equiv \langle \text{Aritmética} \rangle$

\neg
 A) $\{0\} \text{ inicio } \{P\}$
 $\{A \geq 0 \wedge X = 0 \wedge X \geq 0 \wedge X \leq 2A\}$
 $\equiv \langle \text{Ax. assignment} \rangle$
 $\{A \geq 0\} \rightarrow \{X \geq 0 \wedge X \leq 2A\} [X := 0]$
 $\equiv \langle \text{substitution} \rangle$
 $\{A \geq 0\} \rightarrow \{0 \geq 0 \wedge 0 \leq 2A\}$
 $\equiv \langle \text{Arithmetic} \rangle$
 $\{A \geq 0\} \rightarrow \text{True} \wedge A \geq 0$
 $\equiv \langle \text{LCAT} \rangle$
 $\{A \geq 0\} \rightarrow \{A \geq 0\}$
 $\equiv \langle \text{LCAT} \rangle \rightarrow \emptyset$
 True

C) $\{P_1, B_0\} S_0 \{P\}$
 $\{X \neq 0 \wedge X \leq 2A \wedge X \neq 2A\} X := X + 2 \{X \geq 0 \wedge X \leq 2A\}$
 $\equiv \langle \text{Ax. assignment} \rangle$
 $\{X \neq 0 \wedge X \leq 2A \wedge X \neq 2A\} \rightarrow \{X \geq 0 \wedge X \leq 2A\} [X := X + 2]$
 $\equiv \langle \text{substitution} \rangle$
 $\{X \neq 0 \wedge X \leq 2A \wedge X \neq 2A\} \rightarrow \{X + 2 \geq 0 \wedge X + 2 \leq 2A\}$
 $\equiv \langle \text{Arithmetic} \rangle (X \leq 2A \wedge X \neq 2A) \Rightarrow X < 2A$
 $\{X \neq 0 \wedge X < 2A\} \rightarrow \{X + 2 \geq 0 \wedge X + 2 \leq 2A\}$
 $\equiv \langle \text{Arithmetic} \rangle$
 True

⑥

B) $P \wedge (B_0) \rightarrow R$
 $\{X \geq 0 \wedge X \leq 2A\} \wedge (X \neq 2A) \rightarrow \{X = 2A\}$
 $\{X \geq 0 \wedge X \leq 2A\} \wedge X = 2A \rightarrow \{X = 2A\}$
 $\equiv \langle \text{Arithmetic} \rangle (X \leq 2A \wedge X = 2A) \Rightarrow X = 2A$
 $\{X \geq 0 \wedge X = 2A\} \rightarrow \{X = 2A\}$
 $\equiv \langle \text{LCAT} \rangle$
 $\{X = 2A \wedge X \geq 0\} \rightarrow \{X = 2A\}$
 $\equiv \langle \text{LCAT} \rangle (\emptyset \wedge \emptyset) \rightarrow \emptyset$
 True

D) $P \wedge (B_0) \wedge C \geq 0$
 $\{X \geq 0 \wedge X \leq 2A\} \wedge (X \neq 2A) \rightarrow 2A - X + 1 > 0$
 $\equiv \langle \text{Arithmetic} \rangle (X \leq 2A \wedge X \neq 2A) \Rightarrow X < 2A$
 $\{X \geq 0 \wedge X < 2A\} \rightarrow 2A - X + 1 > 0$
 $\{X \geq 0 \wedge X < 2A\}$
 $\equiv \langle \text{Arithmetic} \rangle$
 $X + 1 > 0 \wedge 0 < 2A - 2X$
 $\equiv \langle \text{Union} \rangle$
 $2A - 2X + X + 1 > 0$
 $2A - X + 1 > 0$
 $\{2A - X + 1 > 0\} \rightarrow 2A - X + 1 > 0$
 $\equiv \langle \text{LCAT} \rangle$
 True

\equiv substitution

$$\{x \geq 0 \wedge x \leq 2A \wedge x \neq 2A\} \rightarrow \{x+2 \geq 0 \wedge x+2 \leq 2A\}$$

$$\equiv \text{Arithmetic } (x \leq 2A \wedge x \neq 2A) \Rightarrow x < 2A$$

$$\{x \geq 0 \wedge x < 2A\} \rightarrow \{x+2 \geq 0 \wedge x+2 \leq 2A\}$$

\equiv Arithmetic

True

\equiv Arithmetic

$$2A - 2x + x + 1 > 0$$

$$2A - x + 1 > 0$$

$$\{2A - x + 1 > 0\} \rightarrow 2A - x + 1$$

\equiv LCAT

True

$$\textcircled{E} \{P \wedge B_0 \wedge C\} \text{ so } \{t \in C\}$$

$$\{x \geq 0 \wedge x \leq 2A \wedge x \neq 2A \wedge 2A - x + 1 = C\} \quad x := x + 2 \quad \{2A - x + 1 < C\}$$

\equiv Arithmetic

$$\{x \geq 0 \wedge x \leq 2A \wedge x \neq 2A \wedge 2A - x + 1 = C\} \rightarrow \{2A - x + 1 < C\} \quad [x := x + 2]$$

\equiv substitution

$$\{x \geq 0 \wedge x \leq 2A \wedge x \neq 2A \wedge 2A - x + 1 = C\} \rightarrow \{2A - x + 2 + 1 < C\}$$

$$\{x \geq 0 \wedge x \leq 2A \wedge x \neq 2A\} \wedge (2A - x + 1 = C)$$

\equiv Arithmetic $x \leq 2A \wedge x \neq 2A \Rightarrow x < 2A$

$$\{x \geq 0 \wedge x < 2A\} \wedge (2A - x + 1 = C)$$

② $\{ \text{Cond } x, y, z := \text{ini}; \{ \text{true} \} \rightarrow \text{Invariante: } \{ \text{true} \}.$
 $\text{do } x < y \rightarrow x := x + 1$
 $\text{od } y < z \rightarrow y := y + 1$
 $\text{if } z < x \rightarrow z := z + 1$
 od
 $\{ x = y = z \}.$

$\rightarrow \text{Cond de inicio } \{ x, y, z := 1, 2, 3 \}$
 $\rightarrow \text{función } \text{cond} =$

$\{ \}$

③ $\{ \emptyset \}$ inicio $\{ P \}.$

$\{ \text{true} \} x, y, z := 1, 2, 3 \{ \text{true} \}.$

$\equiv \langle \text{Asignación} \rangle$

$\{ \text{true} \} \rightarrow \{ \text{true} \} [x, y, z := 1, 2, 3]$

$\equiv \langle \text{mutación} \rangle$

$\text{true} \rightarrow \text{true}$

$\equiv \langle \text{CAT } \emptyset \rightarrow \emptyset \rangle$

true

④ $P \wedge (A_1 \vee B_1 \vee C_1) \rightarrow R.$

$\text{true} \wedge \{ x < y \vee y < z \vee z < x \} \rightarrow \{ x = y = z \}.$

$\equiv \langle \text{CAT} \rangle$

$\neg \{ x < y \vee y < z \vee z < x \} \rightarrow \{ x = y = z \}.$

$\neg \{ (x < y \vee y < z) \vee z < x \} \rightarrow \{ x = y = z \}.$

$\equiv \langle \text{CAT} \rangle$

$\{ \neg (x < y \vee y < z) \wedge \neg (z < x) \} \rightarrow \{ x = y = z \}.$