

Predicados y Auxiliares

- **aux** *coordenadaEnRango* (*c*: *coordenada*) : $\text{Bool} = 0 \leq c_0, c_1 \leq 7$;
- **aux** *esCasillaVacía* (*p*: *posicion*, *c*: *coordenada*) : $\text{Bool} = p_0[c_0][c_1] = (0, 0)$;
- **aux** *jugadorEnTurno* (*p*: *posicion*) : $\mathbb{Z} = p_1$;
- **aux** *jugadorOponente* (*p*: *posicion*) : $\mathbb{Z} = \text{if } p_1 = 1 \text{ then } 2 \text{ else } 1 \text{ fi}$;
- **aux** *piezaEn* (*p*: *posicion*, *c*: *coordenada*) : $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z} = p_0[c_0][c_1]$;
- **pred** *esPosicionValidaContemplandoJaque* (*p*: *posicion*) {
 $esPosicionValida(p)$
 $\wedge \neg hayJaqueMate(p)$
 $\wedge \neg((esJaque(p, 1) \wedge jugadorEnTurno(p) = 2) \vee (esJaque(p, 2) \wedge jugadorEnTurno(p) = 1))$
 }
- **pred** *esPosicionSiguienteConMovimiento* (*p1*: *posicion*, *p2*: *posicion*, *o*: *coordenada*, *d*: *coordenada*) {
 $(esMovimientoValido(p1, o, d) \vee esCapturaValida(p1, o, d))$
 $\wedge jugadorEnTurno(p1) \neq jugadorEnTurno(p2)$
 $\wedge (\forall c : coordenada)(coordenadaEnRango(c) \wedge c \neq o \wedge c \neq d \longrightarrow_L piezaEn(p1, c) = piezaEn(p2, c))$
 $\wedge esCasillaVacía(p2, o)$
 $\wedge (piezaEn(p2, d) = piezaEn(p1, o) \vee (piezaEn(p1, o) = peonBlanco \wedge o_0 = 1 \wedge abs(d_1 - o_1) = 1 \wedge d_0 = 0 \wedge$
 $piezaEn(p2, d) = torreBlanca) \vee$
 $(piezaEn(p1, o) = peonNegro \wedge o_0 = 6 \wedge abs(d_1 - o_1) = 1 \wedge d_0 = 7 \wedge piezaEn(p2, d) = torreNegra))$
 }
- **pred** *esJugadaLegal* (*p* : *posicion*, *o*: *coordenada*, *d*: *coordenada*) {
 $esPosicionValidaContemplandoJaque(p) \wedge coordenadaEnRango(o) \wedge coordenadaEnRango(d)$
 $\wedge jugadorEn(p, o) = jugadorEnTurno(p) \wedge jugadorEn(p, d) \neq jugadorEnTurno(p)$
 $\wedge (\forall q : posicion)(esPosicionSiguienteConMovimiento(p, q, o, d) \longrightarrow_L \neg esJaque(q, p_1))$
 }
- **pred** *esPosicionSiguienteLegal* (*p*: *posicion*, *q*: *posicion*, *o*: *coordenada*, *d*: *coordenada*) {
 $esPosicionSiguienteConMovimiento(p, q, o, d) \wedge esJugadaLegal(p, o, d)$
 }
- **pred** *esJaque* (*p* : *posicion*, *j*: *jugador*) {
 $(j = 1 \wedge (\exists c : coordenada)(esCoordenadaDelReyJ(p, c, 1) \wedge_L esCasillaBajoPotencialCaptura(p, c)))$
 \vee
 $(j = 2 \wedge (\exists c : coordenada)(esCoordenadaDelReyJ(p, c, 2) \wedge_L esCasillaBajoPotencialCaptura(p, c)))$
 }
- **pred** *hayJaqueMate* (*p*: *posicion*) {
 $esPosicionValida(p)$
 $\wedge esJaque(p, p_1)$
 $\wedge \neg(\exists o, d : coordenada)(coordenadaEnRango(o) \wedge coordenadaEnRango(d) \wedge$
 $(esMovimientoValido(p, o, d) \vee esCapturaValida(p, o, d)) \wedge jugadorEn(p, o) = jugadorEnTurno(p) \wedge$
 $(\exists q : posicion)(esPosicionSiguienteConMovimiento(p, q, o, d) \wedge \neg esJaque(p, jugadorEnTurno(p))))$
 }

Ejercicio 16

```
proc hayMateEn1 (in p: posicion, out res:Bool) {  
  Pre {esPosicionValidaContemplandoJaque(p)}  
  Post {res = true  $\leftrightarrow$   
    ( $\forall q : \text{posicion}$ )( $\forall o, d : \text{coordenada}$ )( $\text{coordenadaEnRango}(o) \wedge \text{coordenadaEnRango}(d)$   
     $\wedge \text{esPosicionSiguienteLegal}(p, q, o, d)$   
     $\longrightarrow_L (\exists r : \text{posicion})(\exists b, c : \text{coordenada})(\text{coordenadaEnRango}(b) \wedge \text{coordenadaEnRango}(c)$   
     $\wedge \text{esPosicionSiguienteLegal}(q, r, b, c) \wedge \text{hayJaqueMate}(r))$ }}  
}
```

Ejercicio 17

```
proc ejecutarSecuenciaForzada (inout p: posicion, in s: seq<coordenada  $\times$  coordenada>) {  
  Pre { $p = \tilde{p} \wedge \text{esSecuenciaForzada}(s, p, p, \text{false})$ }  
  Post { $\text{esSecuenciaForzada}(s, \tilde{p}, p, \text{true})$ }  
}
```

Predicados auxiliares:

```
pred esSecuenciaForzada (s: seq<coordenada  $\times$  coordenada>, q: posicion, f: posicion, ejecuta: Bool) {  
  ( $\exists \text{pos} : \text{seq}(\text{posicion})$ )( $|\text{pos}| = 2 * |s| + 1 \wedge \text{pos}[0] = q \wedge (\neg \text{ejecuta} \vee \text{pos}[|\text{pos}| - 1] = f) \wedge$   
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )( $1 \leq i \leq |s| \longrightarrow_L$   
   $\text{esPosicionSiguienteLegal}(\text{pos}[2 * i - 2], \text{pos}[2 * i - 1], s[i - 1]_0, s[i - 1]_1) \vee$   
  ( $\exists o, d : \text{coordenada}$ )( $\text{esPosicionSiguienteLegal}(\text{pos}[2 * i - 1], \text{pos}[2 * i], o, d) \wedge$   
  ( $\forall \tilde{o}, \tilde{d} : \text{coordenada}$ )( $\text{coordenadaEnRango}(\tilde{o}) \wedge \text{coordenadaEnRango}(\tilde{d}) \wedge o \neq \tilde{o} \wedge d \neq \tilde{d} \longrightarrow_L$   
   $\neg \text{esPosicionSiguienteLegal}(\text{pos}[2 * i - 1], \text{pos}[2 * i], \tilde{o}, \tilde{d}))$ )))  
}
```