```
init-rule  THM

⊢  ∀i:Id, T:Type, v:T, x:Id.
|  @i: x:T
|       initially x = v
|  realizes es.(vartype(i;x) ⊆r T)
|              & (∀e:E. loc(e) = i ⇒ first(e) ⇒ (x when e) = v)
| by Auto
|    THEN
|    BackThru
|    Thm* ∀D:Dsys, P:({es:ES| es is an event system of D }→Prop{i'}).
|         D realizes2 es.P(es) ⇒ D realizes es.P(es)
|    {d_DASH_realizes2_DASH_implies_DASH_realizes}
|    THENA
|    Try (Complete Auto)
|
|\
| .....wf .....
| 1. i : Id
| 2. T : Type
| 3. v : T
| 4. x : Id
| ⊢  (λes.(vartype(i;x) ⊆r T)
| |   & (∀e:E. loc(e) = i ⇒ first(e) ⇒ (x when e) = v))
| |  ∈ {es:ES| es is an event system of @i: x:T initially x = v }→
| |    Prop  by Analyze THEN Analyze -1 THEN Analyze -1 THEN ExRepD
| |
| .....subterm .....
| 1. i : Id
| 2. T : Type
| 3. v : T
| 4. x : Id
| 5. es : ES
| 6. w : World
| 7. p : FairFifo
| 8. PossibleWorld(@i: x:T
| |                      initially x = v;w)
| 9. es = ES(w)
| 10. vartype(i;x) ⊆r T
| 11. e : E
| 12. loc(e) = i
| 13. first(e)
| ⊢  (x when e) ∈ T  by DoSubsume
| |
| |\
| | 1. i : Id
| | 2. T : Type
| | 3. v : T
| | 4. x : Id
| | 5. es : ES
| | 6. w : World
| | 7. p : FairFifo
| | 8. PossibleWorld(@i: x:T
| |                        initially x = v;w)
| | 9. es = ES(w)
```

```
| | 10. vartype(i;x) ⊆r T
| | 11. e : E
| | 12. loc(e) = i
| | 13. first(e)
| | ⊢  (x when e) ∈ vartype(loc(e);x)  by Auto THEN D_ES_Subtype
| |
| .\
| . .....subtype_rel .....
| . 1. i : Id
| . 2. T : Type
| . 3. v : T
| . 4. x : Id
| . 5. es : ES
| . 6. w : World
| . 7. p : FairFifo
| . 8. PossibleWorld(@i: x:T
| .                       initially x = v;w)
| . 9. es = ES(w)
| . 10. vartype(i;x) ⊆r T
| . 11. e : E
| . 12. loc(e) = i
| . 13. first(e)
| . ⊢  vartype(loc(e);x) ⊆r T  by HypSubst -2 0 THEN D_ES_Subtype
|
.\
. 1. i : Id
. 2. T : Type
. 3. v : T
. 4. x : Id
. ⊢  @i: x:T
. |       initially x = v realizes2 es.(vartype(i;x) ⊆r T)
. |  & (∀e:E. loc(e) = i ⇒ first(e) ⇒ (x when e) = v)
. | by let T ≡ Auto THEN DoSubsume THEN StrengthenSubtype in
. |    RepeatFor 3 (Analyze 0)
. |    THEN
. |    Unfolds [‘es-vartype‘;‘es-initially‘;‘w-es‘] 0
. |    THEN
. |    Reduce 0
. |    THEN
. |    Analyze -1
. |    THEN
. |    (let ops
. |         ≡ [‘d-Loc‘
. |           ;‘d-X‘
. |           ;‘d-single-init‘
. |           ;‘mk-d‘
. |           ;‘d-m‘
. |           ;‘mk-ma‘
. |           ;‘ma-ds‘
. |           ;‘ma-init‘
. |           ;‘ma-single-init‘
. |           ;‘fpf-val‘
. |           ;‘fpf-dom‘
. |           ;‘fpf-ap‘
. |           ;‘fpf-cap‘
```

```
. |           ;‘fpf-single‘] in
. |     Repeat (Unfolds ops -1 THEN Reduce -1) THEN ExRepD
. |     THEN
. |     RepeatFor 2 (Thin -1)
. |     THEN
. |     AllHyps (λj.SimpleInstHyp i j THENA Complete Auto)
. |     THEN
. |     AllHyps (λj.SimpleInstHyp x j THENA Complete T)
. |     THEN
. |     AllHyps
. |     (λh.
. |      RWO
. |      Thm* ∀d:EqDecider(A), i:A. (eqof(d)(i,i)) ∼ true₂
. |      {eqof_eq_btrue}
. |      h
. |      THENA
. |      Complete Auto
. |      THEN
. |      Reduce h)
. |     THEN
. |     AllHyps
. |     (λh.
. |      RWO
. |      Thm* ∀d:EqDecider(A), i:A. (eqof(d)(i,i)) ∼ true₂
. |      {eqof_eq_btrue}
. |      h
. |      THENA
. |      Complete Auto
. |      THEN
. |      Reduce h)
. |     THEN
. |     Analyze 0
. |     THEN
. |     Try Trivial)
. |
. 1. i : Id
. 2. T : Type
. 3. v : T
. 4. x : Id
. 5. w : World
. 6. p : FairFifo
. 7. FairFifo
. 8. ∀i@0,x@0:Id.
. |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. |                                                  if eqof(...)(i@0,i)→
. |                                                     <<[x],λx.T>
. |                                                     ,
. |                                                     ,<[x],λx.v>
. |                                                     ,
. |                                                     ,
. |                                                     ,
. |                                                     ,
. |                                                     ,
. |                                                     ,•>
. |                                                  else  fi)))→
```

```
. |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                                    <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                                 else  fi))
. |                          (x@0)
. |                       else Top fi
. 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. |  ¬isnull(a)
. |  ⇒
. |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                      else  fi.da(kind(a)))
. 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                   else  fi.da(rcv(l; tg))
. 11. ∀i@0,x@0:Id.
. |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                                          <<[x],λx.T>
. |                                          ,
. |                                          ,<[x],λx.v>
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,·>
. |                                       else  fi)))))
. |   ⇒
. |   s(i@0;0).x@0
. |   =
. |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                   else  fi))))
. |   (x@0)
. 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. 13. ∀a:Action(i).
. |   ¬isnull(a)
. |   ⇒
. |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>.da(kind(a)))
. 14. ∀x@0:Id.
. |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T else Top fi
. 15. vartype(i;x) ⊆r T
. 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. 17. ∀x@0:Id.
. |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                                          <<[x],λx.T>
. |                                          ,
. |                                          ,<[x],λx.v>
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,·>
. |                                       else  fi)))))
```

```
. |   ⇒
. |   s(x;0).x@0
. |   =
. |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                  else  fi))))
. |   (x@0)
. 18. ∀a:Action(x).
. |   ¬isnull(a)
. |   ⇒
. |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                   else  fi.da(kind(a)))
. 19. ∀x@0:Id.
. |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(if eqof(IdDeq)
. |                                                        (x
. |                                                        ,i)→
. |                                                        <<[x],λx.T>
. |                                                        ,
. |                                                        ,<[x],λx.v>
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,·>
. |                                                    else  fi)))→
. |                        2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                                   <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                                else  fi))
. |                        (x@0)
. |                     else Top fi
. 20. vartype(i;x) ⊆r T
. ⊢  ∀e:E. loc(e) = i ⇒ first(e) ⇒ (x when e) = v
. | by Repeat
. |    (Unfolds [‘es-E‘;‘es-loc‘;‘es-first‘;‘es-when‘;‘es-Loc‘] 0
. |     THEN
. |     Reduce 0)
. |
. 1. i : Id
. 2. T : Type
. 3. v : T
. 4. x : Id
. 5. w : World
. 6. FairFifo
. 7. FairFifo
. 8. ∀i@0,x@0:Id.
. |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. |                                                  if eqof(...)(i@0,i)→
. |                                                     <<[x],λx.T>
. |                                                     ,
. |                                                     ,<[x],λx.v>
. |                                                     ,
. |                                                     ,
. |                                                     ,
```

```
. |                                                    ,
. |                                                    ,
. |                                                    ,·>
. |                                                else  fi)))→
. |                                2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                                       else  fi))
. |                                (x@0)
. |                             else Top fi
. 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. |  ¬isnull(a)
. |  ⇒
. |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                           <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                        else  fi.da(kind(a)))
. 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                      else  fi.da(rcv(l; tg))
. 11. ∀i@0,x@0:Id.
. |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                                            <<[x],λx.T>
. |                                            ,
. |                                            ,<[x],λx.v>
. |                                            ,
. |                                            ,
. |                                            ,
. |                                            ,
. |                                            ,
. |                                            ,·>
. |                                         else  fi)))))
. |   ⇒
. |   s(i@0;0).x@0
. |   =
. |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                      else  fi))))
. |   (x@0)
. 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. 13. ∀a:Action(i).
. |   ¬isnull(a)
. |   ⇒
. |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>.da(kind(a)))
. 14. ∀x@0:Id.
. |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T else Top fi
. 15. vartype(i;x) ⊆r T
. 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. 17. ∀x@0:Id.
. |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                                            <<[x],λx.T>
. |                                            ,
. |                                            ,<[x],λx.v>
. |                                            ,
. |                                            ,
. |                                            ,
```

```
. |                                                ,
. |                                                ,
. |                                                ,·>
. |                                             else  fi)))))
. |   ⇒
. |   s(x;0).x@0
. |   =
. |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                   else  fi))))
. |   (x@0)
. 18. ∀a:Action(x).
. |   ¬isnull(a)
. |   ⇒
. |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                     else  fi.da(kind(a)))
. 19. ∀x@0:Id.
. |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(if eqof(IdDeq)
. |                                                        (x
. |                                                        ,i)→
. |                                                        <<[x],λx.T>
. |                                                        ,
. |                                                        ,<[x],λx.v>
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,·>
. |                                                   else  fi)))→
. |                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                                    <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                                 else  fi))
. |                         (x@0)
. |                      else Top fi
. 20. vartype(i;x) ⊆r T
. ⊢  ∀e:E. loc(e) = i ⇒ first(e) ⇒ (x when e) = v
. | by Analyze 0 THEN DVar ‘e’ THEN DVar ‘e’
. |    THEN
. |    Unfolds [‘w-loc‘;‘w-when‘] 0
. |    THEN
. |    Reduce 0
. |    THEN
. |    Analyze 0
. |    THENA
. |    (Auto THEN D_ES_Subtype)
. |
. 1. i : Id
. 2. T : Type
. 3. v : T
. 4. x : Id
. 5. w : World
. 6. FairFifo
. 7. FairFifo
```

```
. 8. ∀i@0,x@0:Id.
. |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. |                                                  if eqof(...)(i@0,i)→
. |                                                     <<[x],λx.T>
. |                                                     ,
. |                                                     ,<[x],λx.v>
. |                                                     ,
. |                                                     ,
. |                                                     ,
. |                                                     ,
. |                                                     ,
. |                                                     ,·>
. |                                                  else  fi)))→
. |                           2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                                   else  fi))
. |                           (x@0)
. |                        else Top fi
. 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. |  ¬isnull(a)
. |  ⇒
. |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                      else  fi.da(kind(a)))
. 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                   else  fi.da(rcv(l; tg))
. 11. ∀i@0,x@0:Id.
. |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                                            <<[x],λx.T>
. |                                            ,
. |                                            ,<[x],λx.v>
. |                                            ,
. |                                            ,
. |                                            ,
. |                                            ,
. |                                            ,
. |                                            ,·>
. |                                         else  fi)))))
. |   ⇒
. |   s(i@0;0).x@0
. |   =
. |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                   else  fi))))
. |   (x@0)
. 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. 13. ∀a:Action(i).
. |   ¬isnull(a)
. |   ⇒
. |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>.da(kind(a)))
. 14. ∀x@0:Id.
. |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T else Top fi
. 15. vartype(i;x) ⊆r T
```

```
. 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. 17. ∀x@0:Id.
. |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                                          <<[x],λx.T>
. |                                          ,
. |                                          ,<[x],λx.v>
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,
. |                                          ,·>
. |                                       else  fi)))))
. |   ⇒
. |   s(x;0).x@0
. |   =
. |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                   else  fi))))
. |   (x@0)
. 18. ∀a:Action(x).
. |   ¬isnull(a)
. |   ⇒
. |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                    else  fi.da(kind(a)))
. 19. ∀x@0:Id.
. |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(if eqof(IdDeq)
. |                                                        (x
. |                                                        ,i)→
. |                                                        <<[x],λx.T>
. |                                                        ,
. |                                                        ,<[x],λx.v>
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,
. |                                                        ,·>
. |                                                     else  fi)))→
. |                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. |                                    <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. |                                 else  fi))
. |                         (x@0)
. |                      else Top fi
. 20. vartype(i;x) ⊆r T
. 21. e1 : Id
. 22. e2 : ℕ
. 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))  [not for witness]
. 24. e1 = i
. ⊢  first(<e1,e2>) ⇒ s(e1;e2).x = v
. | by Assert (∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x)
. |
. |\
. | .....assertion .....
```

```
. | 1. i : Id
. | 2. T : Type
. | 3. v : T
. | 4. x : Id
. | 5. w : World
. | 6. FairFifo
. | 7. FairFifo
. | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | |                                                  if eqof(IdDeq)
. | |                                                     (i@0
. | |                                                     ,i)→
. | |                                                     <<[x],λx.T>
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,<[x],λx.v>
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,·>
. | |                                                  else  fi)))→
. | |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | |                                     <<[x],λx.T>
. | |                                     ,
. | |                                     ,<[x],λx.v>
. | |                                     ,
. | |                                     ,
. | |                                     ,
. | |                                     ,
. | |                                     ,
. | |                                     ,·>
. | |                                  else  fi))
. | |                            (x@0)
. | |                         else Top fi
. | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | |  ¬isnull(a)
. | |  ⇒
. | |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | |                     else  fi.da(kind(a)))
. | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | |                  else  fi.da(rcv(l; tg))
. | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | |                                          <<[x],λx.T>
. | |                                          ,
. | |                                          ,<[x],λx.v>
. | |                                          ,
. | |                                          ,
. | |                                          ,
. | |                                          ,
. | |                                          ,
```

```
. | |                                                  ,·>
. | |                                                else  fi)))))
. | |   ⇒
. | |   s(i@0;0).x@0
. | |   =
. | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | |                   else  fi))))
. | |   (x@0)
. | 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | 13. ∀a:Action(i).
. | |   ¬isnull(a)
. | |   ⇒
. | |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>.da(kind(a)))
. | 14. ∀x@0:Id.
. | |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | |                     else Top fi
. | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | 17. ∀x@0:Id.
. | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | |                                                <<[x],λx.T>
. | |                                                ,
. | |                                                ,<[x],λx.v>
. | |                                                ,
. | |                                                ,
. | |                                                ,
. | |                                                ,
. | |                                                ,
. | |                                                ,·>
. | |                                             else  fi)))))
. | |   ⇒
. | |   s(x;0).x@0
. | |   =
. | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | |                   else  fi))))
. | |   (x@0)
. | 18. ∀a:Action(x).
. | |   ¬isnull(a)
. | |   ⇒
. | |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | |                    else  fi.da(kind(a)))
. | 19. ∀x@0:Id.
. | |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | |                                                if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | |                                                   <<[x],λx.T>
. | |                                                   ,
. | |                                                   ,<[x],λx.v>
. | |                                                   ,
. | |                                                   ,

. | |                                                   ,
. | |                                                   ,
. | |                                                   ,
```

```
. | |                                                  ,·>
. | |                                                else  fi)))→
. | |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | |                                     <<[x],λx.T>
. | |                                     ,
. | |                                     ,<[x],λx.v>
. | |                                     ,
. | |                                     ,
. | |                                     ,
. | |                                     ,
. | |                                     ,
. | |                                     ,·>
. | |                                  else  fi))
. | |                          (x@0)
. | |                       else Top fi
. | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | 21. e1 : Id
. | 22. e2 : ℕ
. | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))  [not for witness]
. | 24. e1 = i
. | ⊢  ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. | | by InductionOnNat
. | |
. | |\
. | | .....basecase .....
. | | 1. i : Id
. | | 2. T : Type
. | | 3. v : T
. | | 4. x : Id
. | | 5. w : World
. | | 6. FairFifo
. | | 7. FairFifo
. | | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | |    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | |                                                  if eqof(IdDeq)
. | |                                                     (i@0
. | |                                                     ,i)→
. | |                                                     <<[x],λx.T>
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,<[x],λx.v>
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,·>
. | |                                                  else  fi)))→
. | |                                2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | |                                           <<[x],λx.T>
. | |                                           ,
. | |                                           ,<[x],λx.v>
. | |                                           ,
. | |                                           ,
. | |                                           ,
. | |                                           ,
```

```
. | |                                        ,
. | |                                        ,·>
. | |                                   else  fi))
. | |                            (x@0)
. | |                         else Top fi
. | | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | |    ¬isnull(a)
. | |    ⇒
. | |    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | |                       else  fi.da(kind(a)))
. | | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | |     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | |                    else  fi.da(rcv(l; tg))
. | | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | |                                             <<[x],λx.T>
. | |                                             ,
. | |                                             ,<[x],λx.v>
. | |                                             ,
. | |                                             ,
. | |                                             ,
. | |                                             ,
. | |                                             ,
. | |                                             ,·>
. | |                                          else  fi)))))
. | |     ⇒
. | |     s(i@0;0).x@0
. | |     =
. | |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | |                     else  fi))))
. | |     (x@0)
. | | 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | | 13. ∀a:Action(i).
. | |     ¬isnull(a)
. | |     ⇒
. | |     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | |                       ,
. | |                       ,<[x],λx.v>
. | |                       ,
. | |                       ,
. | |                       ,
. | |                       ,
. | |                       ,·>.da(kind(a)))
. | | 14. ∀x@0:Id.
. | |     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | |                       else Top fi
. | | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | | 17. ∀x@0:Id.
. | |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | |                                             <<[x],λx.T>
```

```
. | |                                                  ,
. | |                                                  ,<[x],λx.v>
. | |                                                  ,
. | |                                                  ,
. | |                                                  ,
. | |                                                  ,
. | |                                                  ,
. | |                                                  ,·>
. | |                                              else  fi)))))
. | |     ⇒
. | |     s(x;0).x@0
. | |     =
. | |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | |                       else  fi))))
. | |     (x@0)
. | | 18. ∀a:Action(x).
. | |     ¬isnull(a)
. | |     ⇒
. | |     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | |                           <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | |                        else  fi.da(kind(a)))
. | | 19. ∀x@0:Id.
. | |     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | |                                                  if eqof(IdDeq)
. | |                                                     (x
. | |                                                     ,i)→
. | |                                                     <<[x],λx.T>
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,<[x],λx.v>
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,
. | |                                                     ,·>
. | |                                                  else  fi)))→
. | |                             2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | |                                                <<[x],λx.T>
. | |                                                ,
. | |                                                ,<[x],λx.v>
. | |                                                ,
. | |                                                ,
. | |                                                ,
. | |                                                ,
. | |                                                ,
. | |                                                ,·>
. | |                                           else  fi))
. | |                              (x@0)
. | |                           else Top fi
. | | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | | 21. e1 : Id
. | | 22. e2 : ℕ
. | | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))  [not for witness]
. | | 24. e1 = i
```

```
. | | ⊢  ∀j:Id. first(<j,0>) ⇒ s(j;0).x = s(j;0).x
. | |   by RecUnfold ‘w-first‘ 0 THEN Reduce 0 THEN D_ES_Subtype
. | |
. | .\
. | . .....upcase .....
. | . 1. i : Id
. | . 2. T : Type
. | . 3. v : T
. | . 4. x : Id
. | . 5. w : World
. | . 6. FairFifo
. | . 7. FairFifo
. | . 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . |                                                  if eqof(IdDeq)
. | . |                                                     (i@0
. | . |                                                     ,i)→
. | . |                                                     <<[x],λx.T>
. | . |                                                     ,
. | . |                                                     ,<[x],λx.v>
. | . |                                                     ,
. | . |                                                     ,
. | . |                                                     ,
. | . |                                                     ,
. | . |                                                     ,
. | . |                                                     ,·>
. | . |                                                  else  fi)))→
. | . |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                                     <<[x],λx.T>
. | . |                                     ,
. | . |                                     ,<[x],λx.v>
. | . |                                     ,

. | . |                                     ,
. | . |                                     ,
. | . |                                     ,
. | . |                                     ,
. | . |                                     ,·>
. | . |                                  else  fi))
. | . |                             (x@0)
. | . |                        else Top fi
. | . 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . |  ¬isnull(a)
. | . |  ⇒
. | . |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                     else  fi.da(kind(a)))
. | . 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . |                    <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                 else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                                         <<[x],λx.T>
. | . |                                         ,
. | . |                                         ,<[x],λx.v>
```

```
. | . |                                                ,
. | . |                                                ,
. | . |                                                ,
. | . |                                                ,
. | . |                                                ,
. | . |                                                ,·>
. | . |                                           else  fi)))))
. | . |   ⇒
. | . |   s(i@0;0).x@0
. | . |   =
. | . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                   else  fi))))
. | . |   (x@0)
. | . 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . 13. ∀a:Action(i).
. | . |   ¬isnull(a)
. | . |   ⇒
. | . |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . |                     ,
. | . |                     ,<[x],λx.v>
. | . |                     ,
. | . |                     ,
. | . |                     ,
. | . |                     ,
. | . |                     ,
. | . |                     ,·>.da(kind(a)))
. | . 14. ∀x@0:Id.
. | . |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . |                      else Top fi
. | . 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . 17. ∀x@0:Id.
. | . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                                           <<[x],λx.T>
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,<[x],λx.v>
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,·>
. | . |                                      else  fi)))))
. | . |   ⇒
. | . |   s(x;0).x@0
. | . |   =
. | . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                   else  fi))))
. | . |   (x@0)
. | . 18. ∀a:Action(x).
. | . |   ¬isnull(a)
. | . |   ⇒
. | . |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
```

```
. | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                    else  fi.da(kind(a)))
. | . 19. ∀x@0:Id.
. | . |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . |                                                 if eqof(IdDeq)
. | . |                                                    (x
. | . |                                                    ,i)→
. | . |                                                    <<[x],λx.T>
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,<[x],λx.v>
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,·>
. | . |                                                 else  fi)))→
. | . |                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                                    <<[x],λx.T>
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,<[x],λx.v>
. | . |                                    ,

. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,·>
. | . |                                 else  fi))
. | . |                        (x@0)
. | . |                      else Top fi
. | . 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . 21. e1 : Id
. | . 22. e2 : ℕ
. | . 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))  [not for witness]
. | . 24. e1 = i
. | . 25. t : ℤ
. | . 26. 0<t
. | . 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . ⊢  ∀j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x  by Analyze 0
. | . |
. | . 1. i : Id
. | . 2. T : Type
. | . 3. v : T
. | . 4. x : Id
. | . 5. w : World
. | . 6. FairFifo
. | . 7. FairFifo
. | . 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . |                                                  if eqof(IdDeq)
. | . |                                                     (i@0
. | . |                                                     ,i)→
. | . |                                                     <<[x],λx.T>
. | . |                                                     ,
. | . |                                                     ,<[x],λx.v>
```

```
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,·>
. | . |                                                 else  fi)))→
. | . |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                                    <<[x],λx.T>
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,<[x],λx.v>
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,·>
. | . |                                 else  fi))
. | . |                           (x@0)
. | . |                        else Top fi
. | . 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . |  ¬isnull(a)
. | . |  ⇒
. | . |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                     else  fi.da(kind(a)))
. | . 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                   else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                                          <<[x],λx.T>
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,<[x],λx.v>
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,·>
. | . |                                       else  fi)))))
. | . |   ⇒
. | . |   s(i@0;0).x@0
. | . |   =
. | . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                   else  fi))))
. | . |   (x@0)
. | . 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . 13. ∀a:Action(i).
. | . |   ¬isnull(a)
. | . |   ⇒
. | . |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . |                    ,
```

```
. | . |                    ,<[x],λx.v>
. | . |                    ,
. | . |                    ,
. | . |                    ,
. | . |                    ,
. | . |                    ,
. | . |                    ,•>.da(kind(a)))
. | . 14. ∀x@0:Id.
. | . |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . |                      else Top fi
. | . 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . 17. ∀x@0:Id.
. | . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                                          <<[x],λx.T>
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,<[x],λx.v>
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,
. | . |                                          ,•>
. | . |                                       else  fi)))))
. | . |   ⇒
. | . |   s(x;0).x@0
. | . |   =
. | . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . |                   else  fi))))
. | . |   (x@0)
. | . 18. ∀a:Action(x).
. | . |   ¬isnull(a)
. | . |   ⇒
. | . |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . |                    else  fi.da(kind(a)))
. | . 19. ∀x@0:Id.
. | . |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . |                                             if eqof(IdDeq)
. | . |                                                (x
. | . |                                                ,i)→
. | . |                                                <<[x],λx.T>
. | . |                                                ,
. | . |                                                ,<[x],λx.v>
. | . |                                                ,
. | . |                                                ,
. | . |                                                ,
. | . |                                                ,
. | . |                                                ,•>
. | . |                                             else  fi)))→
. | . |                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                                    <<[x],λx.T>
. | . |                                    ,
```

```
. | . |                                    ,<[x],λx.v>
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,
. | . |                                    ,·>
. | . |                                 else  fi))
. | . |                          (x@0)
. | . |                       else Top fi
. | . 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . 21. e1 : Id
. | . 22. e2 : ℕ
. | . 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))  [not for witness]
. | . 24. e1 = i
. | . 25. t : ℤ
. | . 26. 0<t
. | . 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . 28. j : Id
. | . ⊢  first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. | . | by RecUnfold ‘w-first‘ 0 THEN Reduce 0 THEN SplitOnConclITE
. | . |
. | . |\
. | . | .....truecase .....
. | . | 1. i : Id
. | . | 2. T : Type
. | . | 3. v : T
. | . | 4. x : Id
. | . | 5. w : World
. | . | 6. FairFifo
. | . | 7. FairFifo
. | . | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . |    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . |                                                    if eqof(IdDeq)
. | . |                                                       (i@0
. | . |                                                       ,i)→
. | . |                                                       <<[x],λx.T>
. | . |                                                       ,
. | . |                                                       ,<[x],λx.v>
. | . |                                                       ,
. | . |                                                       ,
. | . |                                                       ,
. | . |                                                       ,
. | . |                                                       ,
. | . |                                                       ,·>
. | . |                                                    else  fi)))→
. | . |                                2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                                           <<[x],λx.T>
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,<[x],λx.v>
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,
. | . |                                           ,
```

```
. | . |                                        ,·>
. | . |                                    else  fi))

. | . |                             (x@0)
. | . |                          else Top fi
. | . | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . |    ¬isnull(a)
. | . |    ⇒
. | . |    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                             <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                          else  fi.da(kind(a)))
. | . | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . |     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                       else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(
. | . |                                    if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                                       <<[x],λx.T>
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,<[x],λx.v>
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,·>
. | . |                                    else  fi)))))
. | . |     ⇒
. | . |     s(i@0;0).x@0
. | . |     =
. | . |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                       else  fi))))
. | . |     (x@0)
. | . | 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . | 13. ∀a:Action(i).
. | . |     ¬isnull(a)
. | . |     ⇒
. | . |     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . |                          ,
. | . |                          ,<[x],λx.v>
. | . |                          ,
. | . |                          ,
. | . |                          ,
. | . |                          ,
. | . |                          ,
. | . |                          ,·>.da(kind(a)))
. | . | 14. ∀x@0:Id.
. | . |     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . |                          else Top fi
. | . | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . | 17. ∀x@0:Id.
. | . |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                                                 <<[x],λx.T>
```

```
. | . |                                                  ,
. | . |                                                  ,<[x],λx.v>
. | . |                                                  ,
. | . |                                                  ,
. | . |                                                  ,
. | . |                                                  ,
. | . |                                                  ,
. | . |                                                  ,·>
. | . |                                              else  fi)))))
. | . |     ⇒
. | . |     s(x;0).x@0
. | . |     =
. | . |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                     else  fi))))
. | . |     (x@0)
. | . | 18. ∀a:Action(x).
. | . |     ¬isnull(a)
. | . |     ⇒
. | . |     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . |                       else  fi.da(kind(a)))
. | . | 19. ∀x@0:Id.
. | . |     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . |                                                 if eqof(IdDeq)
. | . |                                                    (x
. | . |                                                    ,i)→
. | . |                                                    <<[x],λx.T>
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,<[x],λx.v>
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,
. | . |                                                    ,·>
. | . |                                                 else  fi)))→
. | . |                            2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . |                                       <<[x],λx.T>
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,<[x],λx.v>
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,
. | . |                                       ,·>
. | . |                                    else  fi))
. | . |                               (x@0)
. | . |                          else Top fi
. | . | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . | 21. e1 : Id
. | . | 22. e2 : ℕ
. | . | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))  [not for witness]
. | . | 24. e1 = i
```

```
. | . | 25. t : ℤ
. | . | 26. 0<t
. | . | 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . | 28. j : Id
. | . | 29. t = 0
. | . | ⊢  true₂ ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x  by Auto
. | . |
. | . .\
. | . . .....falsecase .....
. | . . 1. i : Id
. | . . 2. T : Type
. | . . 3. v : T
. | . . 4. x : Id
. | . . 5. w : World
. | . . 6. FairFifo
. | . . 7. FairFifo
. | . . 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . |                                                  if eqof(IdDeq)
. | . . |                                                     (i@0
. | . . |                                                     ,i)→
. | . . |                                                     <<[x],λx.T>
. | . . |                                                     ,
. | . . |                                                     ,<[x],λx.v>
. | . . |                                                     ,
. | . . |                                                     ,
. | . . |                                                     ,
. | . . |                                                     ,
. | . . |                                                     ,
. | . . |                                                     ,·>
. | . . |                                                  else  fi)))→
. | . . |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . |                                     <<[x],λx.T>
. | . . |                                     ,
. | . . |                                     ,<[x],λx.v>
. | . . |                                     ,
. | . . |                                     ,
. | . . |                                     ,
. | . . |                                     ,
. | . . |                                     ,
. | . . |                                     ,·>
. | . . |                                  else  fi))
. | . . |                             (x@0)
. | . . |                        else Top fi
. | . . 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . . |  ¬isnull(a)
. | . . |  ⇒
. | . . |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . |                      else  fi.da(kind(a)))
. | . . 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . . |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . |                   else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . . 11. ∀i@0,x@0:Id.
```

```
. | . . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(
. | . . |                                 if eqof(IdDeq)(i@0,i)⟶
. | . . |                                    <<[x],λx.T>
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,<[x],λx.v>
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,•>
. | . . |                                 else  fi)))))
. | . . |   ⇒
. | . . |   s(i@0;0).x@0
. | . . |   =
. | . . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)⟶
. | . . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . |                   else  fi))))
. | . . |   (x@0)
. | . . 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . . 13. ∀a:Action(i).
. | . . |   ¬isnull(a)
. | . . |   ⇒
. | . . |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . . |                    ,
. | . . |                    ,<[x],λx.v>
. | . . |                    ,
. | . . |                    ,
. | . . |                    ,
. | . . |                    ,
. | . . |                    ,
. | . . |                    ,•>.da(kind(a)))
. | . . 14. ∀x@0:Id.
. | . . |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂⟶ T
. | . . |                      else Top fi
. | . . 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . . 17. ∀x@0:Id.
. | . . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)⟶
. | . . |                                            <<[x],λx.T>
. | . . |                                            ,
. | . . |                                            ,<[x],λx.v>
. | . . |                                            ,
. | . . |                                            ,
. | . . |                                            ,
. | . . |                                            ,
. | . . |                                            ,
. | . . |                                            ,•>
. | . . |                                         else  fi)))))
. | . . |   ⇒
. | . . |   s(x;0).x@0
. | . . |   =
. | . . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)⟶
. | . . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . |                   else  fi))))
```

```
. | . . |   (x@0)
. | . . 18. ∀a:Action(x).
. | . . |   ¬isnull(a)
. | . . |   ⇒
. | . . |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . |                     else  fi.da(kind(a)))
. | . . 19. ∀x@0:Id.
. | . . |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . |                                                 if eqof(IdDeq)
. | . . |                                                    (x
. | . . |                                                    ,i)→
. | . . |                                                    <<[x],λx.T>
. | . . |                                                    ,
. | . . |                                                    ,<[x],λx.v>
. | . . |                                                    ,
. | . . |                                                    ,
. | . . |                                                    ,
. | . . |                                                    ,
. | . . |                                                    ,
. | . . |                                                    ,·>
. | . . |                                                 else  fi)))→
. | . . |                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . |                                    <<[x],λx.T>
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,<[x],λx.v>
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,
. | . . |                                    ,·>
. | . . |                                 else  fi))
. | . . |                         (x@0)
. | . . |                       else Top fi
. | . . 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . 21. e1 : Id
. | . . 22. e2 : ℕ
. | . . 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))  [not for witness]
. | . . 24. e1 = i
. | . . 25. t : ℤ
. | . . 26. 0<t
. | . . 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . 28. j : Id
. | . . 29. ¬t=₂0
. | . . ⊢  if isnull(a(j;t-1))→ first(<j,t-1>) else false₂ fi
. | . . |  ⇒
. | . . |  s(j;t).x = s(j;0).x  by SplitOnConclITE
. | . . |
. | . . |\
. | . . | .....truecase .....
. | . . | 1. i : Id
. | . . | 2. T : Type
. | . . | 3. v : T
. | . . | 4. x : Id
```

```
. | . . | 5. w : World
. | . . | 6. FairFifo
. | . . | 7. FairFifo
. | . . | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | |                                                 if eqof(...)
. | . . | |                                                    (i@0
. | . . | |                                                    ,i)→
. | . . | |                                                    <<[x]
. | . . | |                                                     ,λx.T>
. | . . | |                                                    ,
. | . . | |                                                    ,<[x]
. | . . | |                                                     ,λx.v>
. | . . | |                                                    ,
. | . . | |                                                    ,
. | . . | |                                                    ,
. | . . | |                                                    ,
. | . . | |                                                    ,
. | . . | |                                                    ,·>
. | . . | |                                                 else  fi)))→
. | . . | |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | |                                     <<[x],λx.T>
. | . . | |                                     ,
. | . . | |                                     ,<[x],λx.v>
. | . . | |                                     ,
. | . . | |                                     ,
. | . . | |                                     ,

. | . . | |                                     ,
. | . . | |                                     ,
. | . . | |                                     ,·>
. | . . | |                                  else  fi))
. | . . | |                             (x@0)
. | . . | |                         else Top fi
. | . . | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . . | |  ¬isnull(a)
. | . . | |  ⇒
. | . . | |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | |                     else  fi.da(kind(a)))
. | . . | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . . | |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . . | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | |                  else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . . | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | |                                            (i@0
. | . . | |                                            ,i)→
. | . . | |                                            <<[x],λx.T>
. | . . | |                                            ,
. | . . | |                                            ,<[x],λx.v>
. | . . | |                                            ,
. | . . | |                                            ,
. | . . | |                                            ,
. | . . | |                                            ,
. | . . | |                                            ,
```

```
. | . . | |                                              ,·>
. | . . | |                                           else  fi)))))
. | . . | |   ⇒
. | . . | |   s(i@0;0).x@0
. | . . | |   =
. | . . | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | |                   else  fi))))
. | . . | |   (x@0)
. | . . | 12. ∀x@0:Id.
. | . . | |   (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . . | 13. ∀a:Action(i).
. | . . | |   ¬isnull(a)
. | . . | |   ⇒
. | . . | |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . . | |                    ,
. | . . | |                    ,<[x],λx.v>
. | . . | |                    ,
. | . . | |                    ,
. | . . | |                    ,
. | . . | |                    ,
. | . . | |                    ,
. | . . | |                    ,·>.da(kind(a)))
. | . . | 14. ∀x@0:Id.
. | . . | |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . . | |                      else Top fi
. | . . | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . . | 17. ∀x@0:Id.
. | . . | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(
. | . . | |                                 if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | |                                    <<[x],λx.T>
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,<[x],λx.v>
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,·>
. | . . | |                                 else  fi)))))
. | . . | |   ⇒
. | . . | |   s(x;0).x@0
. | . . | |   =
. | . . | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | |                   else  fi))))
. | . . | |   (x@0)
. | . . | 18. ∀a:Action(x).
. | . . | |   ¬isnull(a)
. | . . | |   ⇒
. | . . | |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | |                    else  fi.da(kind(a)))
. | . . | 19. ∀x@0:Id.
```

```
. | . . | |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | |                                                if eqof(IdDeq)
. | . . | |                                                   (x
. | . . | |                                                   ,i)→
. | . . | |                                                   <<[x],λx.T>
. | . . | |                                                   ,
. | . . | |                                                   ,<[x],λx.v>
. | . . | |                                                   ,
. | . . | |                                                   ,
. | . . | |                                                   ,
. | . . | |                                                   ,
. | . . | |                                                   ,
. | . . | |                                                   ,•>
. | . . | |                                                else  fi)))→
. | . . | |                        2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | |                                   <<[x],λx.T>
. | . . | |                                   ,

. | . . | |                                   ,<[x],λx.v>
. | . . | |                                   ,
. | . . | |                                   ,
. | . . | |                                   ,
. | . . | |                                   ,
. | . . | |                                   ,
. | . . | |                                   ,•>
. | . . | |                                else  fi))
. | . . | |                        (x@0)
. | . . | |                     else Top fi
. | . . | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | 21. e1 : Id
. | . . | 22. e2 : ℕ
. | . . | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))  [not for witness]
. | . . | 24. e1 = i
. | . . | 25. t : ℤ
. | . . | 26. 0<t
. | . . | 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | 28. j : Id
. | . . | 29. ¬t=₂0
. | . . | 30. isnull(a(j;t-1))
. | . . | ⊢  first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x  by Analyze 0
. | . . | |
. | . . | |\
. | . . | | 1. i : Id
. | . . | | 2. T : Type
. | . . | | 3. v : T
. | . . | | 4. x : Id
. | . . | | 5. w : World
. | . . | | 6. FairFifo
. | . . | | 7. FairFifo
. | . . | | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | | |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;...)→
. | . . | | |                        2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | | |                                   <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                   ,
```

```
. | . . | | |                                        ,
. | . . | | |                                        ,
. | . . | | |                                        ,
. | . . | | |                                        ,
. | . . | | |                                        ,·>
. | . . | | |                                   else  fi))
. | . . | | |                              (x@0)
. | . . | | |                           else Top fi
. | . . | | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . . | | |  ¬isnull(a)
. | . . | | |  ⇒
. | . . | | |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | | |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                      else  fi.da(kind(a)))
. | . . | | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . . | | |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . . | | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                     else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . . | | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | | |                                           (i@0
. | . . | | |                                           ,i)→
. | . . | | |                                           <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                           ,
. | . . | | |                                           ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                           ,
. | . . | | |                                           ,
. | . . | | |                                           ,
. | . . | | |                                           ,
. | . . | | |                                           ,
. | . . | | |                                           ,·>
. | . . | | |                                      else  fi)))))
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   s(i@0;0).x@0
. | . . | | |   =
. | . . | | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                   else  fi))))
. | . . | | |   (x@0)
. | . . | | 12. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . . | | 13. ∀a:Action(i).
. | . . | | |   ¬isnull(a)
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,·>.da(kind(a)))
. | . . | | 14. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
```

```
. | . . | | |                    else Top fi
. | . . | | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . . | | 17. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | | |                                          (x
. | . . | | |                                          ,i)→
. | . . | | |                                          <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,·>
. | . . | | |                                      else  fi)))))
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   s(x;0).x@0
. | . . | | |   =
. | . . | | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                  else  fi))))
. | . . | | |   (x@0)
. | . . | | 18. ∀a:Action(x).
. | . . | | |   ¬isnull(a)
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                    else  fi.da(kind(a)))
. | . . | | 19. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | | |                                          if eqof(...)
. | . . | | |                                             (x
. | . . | | |                                             ,i)→
. | . . | | |                                             <<[x]
. | . . | | |                                              ,λx.T>
. | . . | | |                                             ,
. | . . | | |                                             ,<[x]
. | . . | | |                                              ,λx.v>
. | . . | | |                                             ,
. | . . | | |                                             ,
. | . . | | |                                             ,
. | . . | | |                                             ,
. | . . | | |                                             ,
. | . . | | |                                             ,·>
. | . . | | |                                          else  fi)))→
. | . . | | |                       2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | | |                                  <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                  ,
. | . . | | |                                  ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                  ,
. | . . | | |                                  ,
. | . . | | |                                  ,
. | . . | | |                                  ,
```

```
. | . . | | |                                    ,
. | . . | | |                                    ,·>
. | . . | | |                                 else  fi))
. | . . | | |                           (x@0)
. | . . | | |                       else Top fi
. | . . | | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | | 21. e1 : Id
. | . . | | 22. e2 : ℕ
. | . . | | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. | . . | | 24. e1 = i
. | . . | | 25. t : ℤ
. | . . | | 26. 0<t
. | . . | | 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | | 28. j : Id
. | . . | | 29. ¬t=₂0
. | . . | | 30. isnull(a(j;t-1))
. | . . | | 31. first(<j,t-1>)
. | . . | | ⊢  s(j;t).x = s(j;0).x  by InstHyp [j] -5
. | . . | | |
. | . . | | 1. i : Id
. | . . | | 2. T : Type
. | . . | | 3. v : T
. | . . | | 4. x : Id
. | . . | | 5. w : World
. | . . | | 6. FairFifo
. | . . | | 7. FairFifo
. | . . | | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | | |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;...)→
. | . . | | |                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | | |                                   <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,·>
. | . . | | |                                else  fi))
. | . . | | |                           (x@0)
. | . . | | |                       else Top fi
. | . . | | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . . | | |  ¬isnull(a)
. | . . | | |  ⇒
. | . . | | |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                     else  fi.da(kind(a)))
. | . . | | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . . | | |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . . | | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                  else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . . | | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | | |                                              (i@0
. | . . | | |                                              ,i)→
```

```
. | . . | | |                                                <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,·>
. | . . | | |                                            else  fi)))))
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   s(i@0;0).x@0
. | . . | | |   =
. | . . | | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                  else  fi))))
. | . . | | |   (x@0)
. | . . | 12. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . . | 13. ∀a:Action(i).
. | . . | | |   ¬isnull(a)
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,·>.da(kind(a)))
. | . . | 14. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . . | | |                      else Top fi
. | . . | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . . | 17. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | | |                                                (x
. | . . | | |                                                ,i)→
. | . . | | |                                                <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,·>
. | . . | | |                                            else  fi)))))
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   s(x;0).x@0
. | . . | | |   =
. | . . | | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
```

```
. | . . | | |                    else  fi))))
. | . . | | |   (x@0)
. | . . | | 18. ∀a:Action(x).
. | . . | | |   ¬isnull(a)
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . | | |                    else  fi.da(kind(a)))
. | . . | | 19. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | | |                                                 if eqof(...)
. | . . | | |                                                    (x
. | . . | | |                                                    ,i)→
. | . . | | |                                                    <<[x]
. | . . | | |                                                     ,λx.T>
. | . . | | |                                                    ,
. | . . | | |                                                    ,<[x]
. | . . | | |                                                     ,λx.v>
. | . . | | |                                                    ,
. | . . | | |                                                    ,
. | . . | | |                                                    ,
. | . . | | |                                                    ,
. | . . | | |                                                    ,
. | . . | | |                                                    ,•>
. | . . | | |                                                 else  fi)))→
. | . . | | |                        2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | | |                                   <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,•>
. | . . | | |                                 else  fi))
. | . . | | |                       (x@0)
. | . . | | |                    else Top fi
. | . . | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | 21. e1 : Id
. | . . | 22. e2 : ℕ
. | . . | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. | . . | 24. e1 = i
. | . . | 25. t : ℤ
. | . . | 26. 0<t
. | . . | 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | 28. j : Id
. | . . | 29. ¬t=₂0
. | . . | 30. isnull(a(j;t-1))
. | . . | 31. first(<j,t-1>)
. | . . | 32. s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | ⊢  s(j;t).x = s(j;0).x  by Assert (s(j;t).x = s(j;t-1).x)
. | . . | |
. | . . | .....assertion .....
. | . . | 1. i : Id
```

```
. | . . | | 2. T : Type
. | . . | | 3. v : T
. | . . | | 4. x : Id
. | . . | | 5. w : World
. | . . | | 6. FairFifo
. | . . | | 7. FairFifo
. | . . | | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | | |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;...)→
. | . . | | |                        2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | | |                                  <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                  ,
. | . . | | |                                  ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                  ,
. | . . | | |                                  ,
. | . . | | |                                  ,
. | . . | | |                                  ,
. | . . | | |                                  ,
. | . . | | |                                  ,·>
. | . . | | |                               else  fi))
. | . . | | |                          (x@0)
. | . . | | |                      else Top fi
. | . . | | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . . | | |  ¬isnull(a)
. | . . | | |  ⇒
. | . . | | |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                    else  fi.da(kind(a)))
. | . . | | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . . | | |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . . | | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                  else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . . | | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | | |                                          (i@0
. | . . | | |                                          ,i)→
. | . . | | |                                          <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,·>
. | . . | | |                                       else  fi)))))
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   s(i@0;0).x@0
. | . . | | |   =
. | . . | | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | | |                  else  fi))))
. | . . | | |   (x@0)
. | . . | | 12. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . . | | 13. ∀a:Action(i).
```

```
. | . . | | |   ¬isnull(a)
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,
. | . . | | |                    ,•>.da(kind(a)))
. | . . | | 14. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . . | | |                      else Top fi
. | . . | | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . . | | 17. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | | |                                          (x
. | . . | | |                                          ,i)→
. | . . | | |                                          <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,
. | . . | | |                                          ,•>
. | . . | | |                                      else  fi)))))
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   s(x;0).x@0

. | . . | | |   =
. | . . | | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . | | |                  else  fi))))
. | . . | | |   (x@0)
. | . . | | 18. ∀a:Action(x).
. | . . | | |   ¬isnull(a)
. | . . | | |   ⇒
. | . . | | |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . | | |                    else  fi.da(kind(a)))
. | . . | | 19. ∀x@0:Id.
. | . . | | |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | | |                                             if eqof(...)
. | . . | | |                                                (x
. | . . | | |                                                ,i)→
. | . . | | |                                                <<[x]
. | . . | | |                                                 ,λx.T>
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,<[x]
. | . . | | |                                                 ,λx.v>
. | . . | | |                                                ,
. | . . | | |                                                ,
```

```
. | . . | | |                                                  ,
. | . . | | |                                                  ,
. | . . | | |                                                  ,
. | . . | | |                                                  ,·>
. | . . | | |                                             else  fi)))→
. | . . | | |                        2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | | |                                   <<[x],λx.T>
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,<[x],λx.v>
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,
. | . . | | |                                   ,·>
. | . . | | |                                else  fi))
. | . . | | |                        (x@0)
. | . . | | |                     else Top fi
. | . . | | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | | 21. e1 : Id
. | . . | | 22. e2 : ℕ
. | . . | | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. | . . | | 24. e1 = i
. | . . | | 25. t : ℤ
. | . . | | 26. 0<t
. | . . | | 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | | 28. j : Id
. | . . | | 29. ¬t=₂0
. | . . | | 30. isnull(a(j;t-1))
. | . . | | 31. first(<j,t-1>)
. | . . | | 32. s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | | ⊢  s(j;t).x = s(j;t-1).x
. | . . | | | by AssertBY
. | . . | | |    (∀i:Id, t:ℕ.
. | . . | | |     isnull(a(i;t))
. | . . | | |     ⇒
. | . . | | |     (∀x:Id. s(i;t+1).x = s(i;t).x) & m(i;t) = nil)
. | . . | | |    (AllHyps
. | . . | | |     ...)
. | . . | | |    THEN
. | . . | | |    InstHyp [j;t-1] -1
. | . . | | |    THEN
. | . . | | |    InstHyp [x] -2
. | . . | | |    THENA
. | . . | | |    (Auto THEN D_ES_Subtype)
. | . . | | |
. | . . | | 1. i : Id
. | . . | | 2. T : Type
. | . . | | 3. v : T
. | . . | | 4. x : Id
. | . . | | 5. w : World
. | . . | | 6. FairFifo
. | . . | | 7. FairFifo
. | . . | | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | |    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;...)→
```

```
. | . . | |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | |                                    <<[x],λx.T>
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,<[x],λx.v>
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,
. | . . | |                                    ,·>
. | . . | |                                 else  fi))
. | . . | |                            (x@0)
. | . . | |                         else Top fi
. | . . | | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . . | |    ¬isnull(a)
. | . . | |    ⇒
. | . . | |    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | |                       else  fi.da(kind(a)))
. | . . | | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . . | |     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . . | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | |                    else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . . | | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | |                                             (i@0
. | . . | |                                             ,i)→
. | . . | |                                             <<[x],λx.T>
. | . . | |                                             ,
. | . . | |                                             ,<[x],λx.v>
. | . . | |                                             ,
. | . . | |                                             ,
. | . . | |                                             ,
. | . . | |                                             ,
. | . . | |                                             ,
. | . . | |                                             ,·>
. | . . | |                                          else  fi)))))
. | . . | |     ⇒
. | . . | |     s(i@0;0).x@0
. | . . | |     =
. | . . | |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | |                    else  fi))))
. | . . | |     (x@0)
. | . . | | 12. ∀x@0:Id.
. | . . | |     (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . . | | 13. ∀a:Action(i).
. | . . | |     ¬isnull(a)
. | . . | |     ⇒
. | . . | |     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . . | |                       ,
. | . . | |                       ,<[x],λx.v>
. | . . | |                       ,
. | . . | |                       ,
. | . . | |                       ,
```

```
. | . . | |                      ,
. | . . | |                      ,
. | . . | |                      ,•>.da(kind(a)))
. | . . | | 14. ∀x@0:Id.
. | . . | |     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . . | |                        else Top fi
. | . . | | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . . | | 17. ∀x@0:Id.
. | . . | |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | |                                          (x
. | . . | |                                          ,i)→
. | . . | |                                          <<[x],λx.T>
. | . . | |                                          ,
. | . . | |                                          ,<[x],λx.v>
. | . . | |                                          ,
. | . . | |                                          ,
. | . . | |                                          ,
. | . . | |                                          ,
. | . . | |                                          ,
. | . . | |                                          ,•>
. | . . | |                                     else  fi)))))
. | . . | |     ⇒
. | . . | |     s(x;0).x@0
. | . . | |     =
. | . . | |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . | |                    else  fi))))
. | . . | |     (x@0)
. | . . | | 18. ∀a:Action(x).
. | . . | |     ¬isnull(a)
. | . . | |     ⇒
. | . . | |     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . | |                      else  fi.da(kind(a)))
. | . . | | 19. ∀x@0:Id.
. | . . | |     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | |                                            if eqof(...)
. | . . | |                                               (x
. | . . | |                                               ,i)→
. | . . | |                                               <<[x]
. | . . | |                                                ,λx.T>
. | . . | |                                               ,
. | . . | |                                               ,<[x]
. | . . | |                                                ,λx.v>
. | . . | |                                               ,
. | . . | |                                               ,
. | . . | |                                               ,
. | . . | |                                               ,
. | . . | |                                               ,
. | . . | |                                               ,•>
. | . . | |                                            else  fi)))→
. | . . | |                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | |                                    <<[x],λx.T>
. | . . | |                                    ,
```

```
. | . . | |                                        ,<[x],λx.v>
. | . . | |                                        ,
. | . . | |                                        ,
. | . . | |                                        ,
. | . . | |                                        ,
. | . . | |                                        ,
. | . . | |                                        ,·>
. | . . | |                                   else  fi))
. | . . | |                              (x@0)
. | . . | |                           else Top fi
. | . . | | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | | 21. e1 : Id
. | . . | | 22. e2 : ℕ
. | . . | | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. | . . | | 24. e1 = i
. | . . | | 25. t : ℤ
. | . . | | 26. 0<t
. | . . | | 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | | 28. j : Id
. | . . | | 29. ¬t=₂0
. | . . | | 30. isnull(a(j;t-1))
. | . . | | 31. first(<j,t-1>)
. | . . | | 32. s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | | 33. ∀i:Id, t:ℕ.
. | . . | |     isnull(a(i;t))
. | . . | |     ⇒
. | . . | |     (∀x:Id. s(i;t+1).x = s(i;t).x) & m(i;t) = nil
. | . . | | 34. ∀x:Id. s(j;t-1+1).x = s(j;t-1).x
. | . . | | 35. m(j;t-1) = nil
. | . . | | 36. s(j;t-1+1).x = s(j;t-1).x
. | . . | | ⊢  s(j;t).x = s(j;t-1).x  by Subst ((t-1+1) ∼ t) -1
. | . . | |
. | . . | .\
. | . . | . .....wf .....
. | . . | . 1. i : Id
. | . . | . 2. T : Type
. | . . | . 3. v : T
. | . . | . 4. x : Id
. | . . | . 5. w : World
. | . . | . 6. FairFifo
. | . . | . 7. FairFifo
. | . . | . 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | . |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;...)→
. | . . | . |                        2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | . |                                  <<[x],λx.T>
. | . . | . |                                  ,
. | . . | . |                                  ,<[x],λx.v>
. | . . | . |                                  ,
. | . . | . |                                  ,
. | . . | . |                                  ,
. | . . | . |                                  ,
. | . . | . |                                  ,·>
. | . . | . |                               else  fi))
. | . . | . |                        (x@0)
```

```
. | . . | . |                        else Top fi
. | . . | . 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . . | . |  ¬isnull(a)
. | . . | . |  ⇒
. | . . | . |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | . |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . |                      else  fi.da(kind(a)))
. | . . | . 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . . | . |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . . | . |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . |                   else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . . | . 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | . |                                          (i@0
. | . . | . |                                          ,i)→
. | . . | . |                                          <<[x],λx.T>
. | . . | . |                                          ,
. | . . | . |                                          ,<[x],λx.v>
. | . . | . |                                          ,
. | . . | . |                                          ,
. | . . | . |                                          ,
. | . . | . |                                          ,
. | . . | . |                                          ,
. | . . | . |                                          ,·>
. | . . | . |                                       else  fi)))))
. | . . | . |   ⇒
. | . . | . |   s(i@0;0).x@0
. | . . | . |   =
. | . . | . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . |                    else  fi))))
. | . . | . |   (x@0)
. | . . | . 12. ∀x@0:Id.
. | . . | . |   (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . . | . 13. ∀a:Action(i).
. | . . | . |   ¬isnull(a)
. | . . | . |   ⇒
. | . . | . |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . . | . |                    ,
. | . . | . |                    ,<[x],λx.v>
. | . . | . |                    ,
. | . . | . |                    ,
. | . . | . |                    ,
. | . . | . |                    ,
. | . . | . |                    ,
. | . . | . |                    ,·>.da(kind(a)))
. | . . | . 14. ∀x@0:Id.
. | . . | . |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . . | . |                       else Top fi
. | . . | . 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | . 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . . | . 17. ∀x@0:Id.
. | . . | . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | . |                                          (x
. | . . | . |                                          ,i)→
```

```
. | . . | . |                                                <<[x],λx.T>
. | . . | . |                                                ,
. | . . | . |                                                ,<[x],λx.v>
. | . . | . |                                                ,
. | . . | . |                                                ,
. | . . | . |                                                ,
. | . . | . |                                                ,
. | . . | . |                                                ,
. | . . | . |                                                ,·>
. | . . | . |                                           else  fi)))))
. | . . | . |   ⇒
. | . . | . |   s(x;0).x@0
. | . . | . |   =
. | . . | . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . |                   else  fi))))
. | . . | . |   (x@0)
. | . . | . 18. ∀a:Action(x).
. | . . | . |   ¬isnull(a)
. | . . | . |   ⇒
. | . . | . |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | . |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . |                    else  fi.da(kind(a)))
. | . . | . 19. ∀x@0:Id.
. | . . | . |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | . |                                              if eqof(...)
. | . . | . |                                                 (x
. | . . | . |                                                 ,i)→
. | . . | . |                                                 <<[x]
. | . . | . |                                                  ,λx.T>
. | . . | . |                                                 ,
. | . . | . |                                                 ,<[x]
. | . . | . |                                                  ,λx.v>
. | . . | . |                                                 ,
. | . . | . |                                                 ,
. | . . | . |                                                 ,
. | . . | . |                                                 ,
. | . . | . |                                                 ,
. | . . | . |                                                 ,·>
. | . . | . |                                              else  fi)))→
. | . . | . |                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | . |                                    <<[x],λx.T>
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,<[x],λx.v>
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,·>
. | . . | . |                                 else  fi))
. | . . | . |                          (x@0)
. | . . | . |                       else Top fi
. | . . | . 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | . 21. e1 : Id
```

```
. | . . | . 22. e2 : ℕ
. | . . | . 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. | . . | . 24. e1 = i
. | . . | . 25. t : ℤ
. | . . | . 26. 0<t
. | . . | . 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | . 28. j : Id
. | . . | . 29. ¬t=₂0
. | . . | . 30. isnull(a(j;t-1))
. | . . | . ⊢  first(<j,t-1>) ∈ Prop
. | . . | . | by Assert (∀t:ℕ. first(<j,t>) ∈ 𝔹)
. | . . | . |
. | . . | . |\
. | . . | . | .....assertion .....
. | . . | . | 1. i : Id
. | . . | . | 2. T : Type
. | . . | . | 3. v : T
. | . . | . | 4. x : Id
. | . . | . | 5. w : World
. | . . | . | 6. FairFifo
. | . . | . | 7. FairFifo
. | . . | . | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | . |    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | . |                                                  ...)))→
. | . . | . |                            2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | . |                                       <<[x],λx.T>
. | . . | . |                                       ,
. | . . | . |                                       ,<[x],λx.v>
. | . . | . |                                       ,
. | . . | . |                                       ,
. | . . | . |                                       ,
. | . . | . |                                       ,
. | . . | . |                                       ,
. | . . | . |                                       ,·>
. | . . | . |                                  else  fi))
. | . . | . |                              (x@0)
. | . . | . |                         else Top fi
. | . . | . | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . . | . |    ¬isnull(a)
. | . . | . |    ⇒
. | . . | . |    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | . |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . |                       else  fi.da(kind(a)))
. | . . | . | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . . | . |     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . . | . |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . |                    else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . . | . | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | . |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | . |                                          (i@0
. | . . | . |                                          ,i)→
. | . . | . |                                          <<[x],λx.T>
. | . . | . |                                          ,
. | . . | . |                                          ,<[x],λx.v>
. | . . | . |                                          ,
```

```
. | . . | . |                                                  ,
. | . . | . |                                                  ,
. | . . | . |                                                  ,
. | . . | . |                                                  ,
. | . . | . |                                                  ,·>
. | . . | . |                                              else  fi)))))
. | . . | . |     ⇒
. | . . | . |     s(i@0;0).x@0
. | . . | . |     =
. | . . | . |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | . |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . |                    else  fi))))
. | . . | . |     (x@0)
. | . . | . | 12. ∀x@0:Id.
. | . . | . |     (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . . | . | 13. ∀a:Action(i).
. | . . | . |     ¬isnull(a)
. | . . | . |     ⇒
. | . . | . |     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . . | . |                      ,
. | . . | . |                      ,<[x],λx.v>
. | . . | . |                      ,
. | . . | . |                      ,
. | . . | . |                      ,
. | . . | . |                      ,
. | . . | . |                      ,
. | . . | . |                      ,·>.da(kind(a)))
. | . . | . | 14. ∀x@0:Id.
. | . . | . |     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . . | . |                        else Top fi
. | . . | . | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | . | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . . | . | 17. ∀x@0:Id.
. | . . | . |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | . |                                              (x
. | . . | . |                                              ,i)→
. | . . | . |                                              <<[x],λx.T>
. | . . | . |                                              ,
. | . . | . |                                              ,<[x],λx.v>
. | . . | . |                                              ,
. | . . | . |                                              ,
. | . . | . |                                              ,
. | . . | . |                                              ,
. | . . | . |                                              ,
. | . . | . |                                              ,·>
. | . . | . |                                          else  fi)))))
. | . . | . |     ⇒
. | . . | . |     s(x;0).x@0
. | . . | . |     =
. | . . | . |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | . |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . |                    else  fi))))
. | . . | . |     (x@0)
. | . . | . | 18. ∀a:Action(x).
. | . . | . |     ¬isnull(a)
```

```
. | . . | . |     ⇒
. | . . | . |     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | . |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . | . |                      else  fi.da(kind(a)))
. | . . | . | 19. ∀x@0:Id.
. | . . | . |     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | . |                                                  ...)))→
. | . . | . |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | . |                                    <<[x],λx.T>
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,<[x],λx.v>
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,
. | . . | . |                                    ,•>
. | . . | . |                                 else  fi))
. | . . | . |                          (x@0)
. | . . | . |                       else Top fi
. | . . | . | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | . | 21. e1 : Id
. | . . | . | 22. e2 : ℕ
. | . . | . | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. | . . | . | 24. e1 = i
. | . . | . | 25. t : ℤ
. | . . | . | 26. 0<t
. | . . | . | 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | . | 28. j : Id
. | . . | . | 29. ¬t=₂0
. | . . | . | 30. isnull(a(j;t-1))
. | . . | . | ⊢  ∀t:ℕ. first(<j,t>) ∈ 𝔹
. | . . | . |   by InductionOnNat THEN RecUnfold ‘w-first‘ 0
. | . . | . |      THEN
. | . . | . |      Reduce 0
. | . . | . |
. | . . | .\

. | . . | . . 1. i : Id
. | . . | . . 2. T : Type
. | . . | . . 3. v : T
. | . . | . . 4. x : Id
. | . . | . . 5. w : World
. | . . | . . 6. FairFifo
. | . . | . . 7. FairFifo
. | . . | . . 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | . .    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | . .                                                  ...)))→
. | . . | . .                            2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | . .                                      <<[x],λx.T>
. | . . | . .                                      ,
. | . . | . .                                      ,<[x],λx.v>
. | . . | . .                                      ,
. | . . | . .                                      ,
. | . . | . .                                      ,
. | . . | . .                                      ,
```

```
. | . . | . .                                        ,
. | . . | . .                                        ,·>
. | . . | . .                                    else  fi))
. | . . | . .                               (x@0)
. | . . | . .                           else Top fi
. | . . | . . 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . . | . .    ¬isnull(a)
. | . . | . .    ⇒
. | . . | . .    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | . .                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . .                       else  fi.da(kind(a)))
. | . . | . . 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . . | . .     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . . | . .                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . .                     else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . . | . . 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . | . .     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | . .                                            (i@0
. | . . | . .                                            ,i)→
. | . . | . .                                            <<[x],λx.T>
. | . . | . .                                            ,
. | . . | . .                                            ,<[x],λx.v>
. | . . | . .                                            ,
. | . . | . .                                            ,
. | . . | . .                                            ,
. | . . | . .                                            ,
. | . . | . .                                            ,
. | . . | . .                                            ,·>
. | . . | . .                                        else  fi)))))
. | . . | . .     ⇒
. | . . | . .     s(i@0;0).x@0
. | . . | . .     =
. | . . | . .     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . | . .                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . | . .                      else  fi))))
. | . . | . .     (x@0)
. | . . | . . 12. ∀x@0:Id.
. | . . | . .     (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . . | . . 13. ∀a:Action(i).
. | . . | . .     ¬isnull(a)
. | . . | . .     ⇒
. | . . | . .     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . . | . .                       ,
. | . . | . .                       ,<[x],λx.v>
. | . . | . .                       ,
. | . . | . .                       ,
. | . . | . .                       ,
. | . . | . .                       ,
. | . . | . .                       ,
. | . . | . .                       ,·>.da(kind(a)))
. | . . | . . 14. ∀x@0:Id.
. | . . | . .     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . . | . .                         else Top fi
. | . . | . . 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | . . 16. True ⇒ s(i;0).x = v
```

```
. | . . | . . 17. ∀x@0:Id.
. | . . | . .     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . | . .                                          (x
. | . . | . .                                          ,i)→
. | . . | . .                                          <<[x],λx.T>
. | . . | . .                                          ,
. | . . | . .                                          ,<[x],λx.v>
. | . . | . .                                          ,
. | . . | . .                                          ,
. | . . | . .                                          ,
. | . . | . .                                          ,
. | . . | . .                                          ,
. | . . | . .                                          ,•>
. | . . | . .                                      else  fi)))))
. | . . | . .     ⇒
. | . . | . .     s(x;0).x@0
. | . . | . .     =
. | . . | . .     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | . .                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . | . .                   else  fi))))
. | . . | . .     (x@0)
. | . . | . . 18. ∀a:Action(x).
. | . . | . .     ¬isnull(a)
. | . . | . .     ⇒
. | . . | . .     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | . .                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . | . .                     else  fi.da(kind(a)))
. | . . | . . 19. ∀x@0:Id.
. | . . | . .     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . | . .                                                 ...)))→
. | . . | . .                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . | . .                                    <<[x],λx.T>
. | . . | . .                                    ,
. | . . | . .                                    ,<[x],λx.v>
. | . . | . .                                    ,
. | . . | . .                                    ,
. | . . | . .                                    ,
. | . . | . .                                    ,
. | . . | . .                                    ,
. | . . | . .                                    ,•>
. | . . | . .                                 else  fi))
. | . . | . .                           (x@0)
. | . . | . .                       else Top fi
. | . . | . . 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . | . . 21. e1 : Id
. | . . | . . 22. e2 : ℕ
. | . . | . . 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. | . . | . . 24. e1 = i
. | . . | . . 25. t : ℤ
. | . . | . . 26. 0<t
. | . . | . . 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . | . . 28. j : Id
. | . . | . . 29. ¬t=₂0
. | . . | . . 30. isnull(a(j;t-1))
. | . . | . . 31. ∀t:ℕ. first(<j,t>) ∈ 𝔹
```

```
. | . . | . . ⊢  first(<j,t-1>) ∈ Prop
. | . . | . .   by Analyze THEN BackThruSomeHyp
. | . . |
. | . . .\
. | . . . .....falsecase .....
. | . . . 1. i : Id
. | . . . 2. T : Type
. | . . . 3. v : T
. | . . . 4. x : Id
. | . . . 5. w : World
. | . . . 6. FairFifo
. | . . . 7. FairFifo
. | . . . 8. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . .    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . .                                                  if eqof(...)
. | . . .                                                     (i@0
. | . . .                                                     ,i)→
. | . . .                                                     <<[x]
. | . . .                                                      ,λx.T>
. | . . .                                                     ,
. | . . .                                                     ,<[x]
. | . . .                                                      ,λx.v>
. | . . .                                                     ,
. | . . .                                                     ,
. | . . .                                                     ,
. | . . .                                                     ,
. | . . .                                                     ,
. | . . .                                                     ,·>
. | . . .                                                  else  fi)))→
. | . . .                                2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . .                                           <<[x],λx.T>
. | . . .                                           ,
. | . . .                                           ,<[x],λx.v>
. | . . .                                           ,
. | . . .                                           ,
. | . . .                                           ,
. | . . .                                           ,
. | . . .                                           ,
. | . . .                                           ,·>
. | . . .                                      else  fi))
. | . . .                                 (x@0)
. | . . .                              else Top fi
. | . . . 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. | . . .    ¬isnull(a)
. | . . .    ⇒
. | . . .    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . .                            <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . .                         else  fi.da(kind(a)))
. | . . . 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. | . . .     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. | . . .                           <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . .                       else  fi.da(rcv(l; tg))
. | . . . 11. ∀i@0,x@0:Id.
. | . . .     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. | . . .                                              (i@0
```

```
. | . . .                                                ,i)→
. | . . .                                                <<[x],λx.T>
. | . . .                                                ,
. | . . .                                                ,<[x],λx.v>
. | . . .                                                ,
. | . . .                                                ,
. | . . .                                                ,
. | . . .                                                ,
. | . . .                                                ,
. | . . .                                                ,·>
. | . . .                                            else  fi)))))
. | . . .     ⇒
. | . . .     s(i@0;0).x@0
. | . . .     =
. | . . .     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. | . . .                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. | . . .                    else  fi))))
. | . . .     (x@0)
. | . . . 12. ∀x@0:Id.
. | . . .     (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. | . . . 13. ∀a:Action(i).
. | . . .     ¬isnull(a)
. | . . .     ⇒
. | . . .     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. | . . .                     ,
. | . . .                     ,<[x],λx.v>
. | . . .                     ,
. | . . .                     ,
. | . . .                     ,
. | . . .                     ,
. | . . .                     ,
. | . . .                     ,·>.da(kind(a)))
. | . . . 14. ∀x@0:Id.
. | . . .     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. | . . .                       else Top fi
. | . . . 15. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . . 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. | . . . 17. ∀x@0:Id.
. | . . .     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(
. | . . .                                  if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . .                                     <<[x],λx.T>
. | . . .                                     ,
. | . . .                                     ,<[x],λx.v>
. | . . .                                     ,
. | . . .                                     ,
. | . . .                                     ,
. | . . .                                     ,
. | . . .                                     ,
. | . . .                                     ,·>
. | . . .                                  else  fi)))))
. | . . .     ⇒
. | . . .     s(x;0).x@0
. | . . .     =
. | . . .     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . .                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
```

```
. | . . .                      else  fi))))
. | . . .     (x@0)
. | . . . 18. ∀a:Action(x).
. | . . .     ¬isnull(a)
. | . . .     ⇒
. | . . .     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . .                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. | . . .                       else  fi.da(kind(a)))
. | . . . 19. ∀x@0:Id.
. | . . .     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. | . . .                                                 if eqof(IdDeq)
. | . . .                                                    (x
. | . . .                                                    ,i)→
. | . . .                                                    <<[x],λx.T>
. | . . .                                                    ,
. | . . .                                                    ,<[x],λx.v>
. | . . .                                                    ,
. | . . .                                                    ,
. | . . .                                                    ,
. | . . .                                                    ,
. | . . .                                                    ,
. | . . .                                                    ,•>
. | . . .                                                 else  fi)))→
. | . . .                           2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. | . . .                                      <<[x],λx.T>
. | . . .                                      ,
. | . . .                                      ,<[x],λx.v>
. | . . .                                      ,
. | . . .                                      ,
. | . . .                                      ,
. | . . .                                      ,
. | . . .                                      ,
. | . . .                                      ,•>
. | . . .                                   else  fi))
. | . . .                              (x@0)
. | . . .                            else Top fi
. | . . . 20. vartype(i;x) ⊆r T
. | . . . 21. e1 : Id
. | . . . 22. e2 : ℕ
. | . . . 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))  [not for witness]
. | . . . 24. e1 = i
. | . . . 25. t : ℤ
. | . . . 26. 0<t
. | . . . 27. ∀j:Id. first(<j,t-1>) ⇒ s(j;t-1).x = s(j;0).x
. | . . . 28. j : Id
. | . . . 29. ¬t=₂0
. | . . . 30. ¬isnull(a(j;t-1))
. | . . . ⊢  false₂ ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x  by Reduce 0
. |
. .\
. . 1. i : Id
. . 2. T : Type
. . 3. v : T
. . 4. x : Id
. . 5. w : World
```

```
. . 6. FairFifo
. . 7. FairFifo
. . 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . |                                                 if eqof(IdDeq)
. . |                                                    (i@0
. . |                                                    ,i)→
. . |                                                    <<[x],λx.T>
. . |                                                    ,
. . |                                                    ,<[x],λx.v>
. . |                                                    ,
. . |                                                    ,
. . |                                                    ,
. . |                                                    ,
. . |                                                    ,
. . |                                                    ,·>
. . |                                                 else  fi)))→
. . |                           2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . |                                      <<[x],λx.T>
. . |                                      ,
. . |                                      ,<[x],λx.v>
. . |                                      ,
. . |                                      ,
. . |                                      ,
. . |                                      ,
. . |                                      ,
. . |                                      ,·>
. . |                                   else  fi))
. . |                            (x@0)
. . |                         else Top fi
. . 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. . |  ¬isnull(a)
. . |  ⇒
. . |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . |                       else  fi.da(kind(a)))
. . 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . |                   else  fi.da(rcv(l; tg))
. . 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . |                                           <<[x],λx.T>
. . |                                           ,
. . |                                           ,<[x],λx.v>
. . |                                           ,
. . |                                           ,
. . |                                           ,
. . |                                           ,
. . |                                           ,
. . |                                           ,·>
. . |                                        else  fi)))))
. . |   ⇒
. . |   s(i@0;0).x@0
. . |   =
```

```
. . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . |                  else  fi))))
. . |   (x@0)
. . 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . 13. ∀a:Action(i).
. . |   ¬isnull(a)
. . |   ⇒
. . |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>.da(kind(a)))
. . 14. ∀x@0:Id.
. . |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . |                      else Top fi
. . 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. . 17. ∀x@0:Id.
. . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . |                                          <<[x],λx.T>
. . |                                          ,
. . |                                          ,<[x],λx.v>
. . |                                          ,
. . |                                          ,
. . |                                          ,
. . |                                          ,
. . |                                          ,
. . |                                          ,·>
. . |                                     else  fi)))))
. . |   ⇒
. . |   s(x;0).x@0
. . |   =
. . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . |                  else  fi))))
. . |   (x@0)
. . 18. ∀a:Action(x).
. . |   ¬isnull(a)
. . |   ⇒
. . |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . |                   else  fi.da(kind(a)))
. . 19. ∀x@0:Id.
. . |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . |                                          if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . |                                             <<[x],λx.T>
. . |                                             ,
. . |                                             ,<[x],λx.v>
. . |                                             ,
. . |                                             ,
. . |                                             ,
. . |                                             ,
. . |                                             ,
. . |                                             ,·>
. . |                                          else  fi)))→
. . |                        2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . |                                   <<[x],λx.T>
. . |                                   ,
```

```
. . |                                    ,<[x],λx.v>
. . |                                    ,
. . |                                    ,
. . |                                    ,
. . |                                    ,
. . |                                    ,
. . |                                    ,·>
. . |                                 else  fi))
. . |                         (x@0)
. . |                       else Top fi
. . 20. vartype(i;x) ⊆r T
. . 21. e1 : Id
. . 22. e2 : ℕ
. . 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))  [not for witness]
. . 24. e1 = i
. . 25. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . ⊢  first(<e1,e2>) ⇒ s(e1;e2).x = v  by Analyze 0
. . |
. . |\
. . | 1. i : Id
. . | 2. T : Type
. . | 3. v : T
. . | 4. x : Id
. . | 5. w : World
. . | 6. FairFifo
. . | 7. FairFifo
. . | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . | |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | |                                                  if eqof(IdDeq)
. . | |                                                     (i@0
. . | |                                                     ,i)→
. . | |                                                     <<[x],λx.T>
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,<[x],λx.v>
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,·>
. . | |                                                  else  fi)))→
. . | |                                2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                                           <<[x],λx.T>
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,<[x],λx.v>
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,·>
. . | |                                        else  fi))
. . | |                                  (x@0)
. . | |                                else Top fi
. . | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
```

```
. . | |  ¬isnull(a)
. . | |  ⇒
. . | |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                     else  fi.da(kind(a)))
. . | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . | |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                  else  fi.da(rcv(l; tg))
. . | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                                          <<[x],λx.T>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,<[x],λx.v>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,•>
. . | |                                       else  fi)))))
. . | |   ⇒
. . | |   s(i@0;0).x@0
. . | |   =
. . | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                   else  fi))))
. . | |   (x@0)
. . | 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . | 13. ∀a:Action(i).
. . | |   ¬isnull(a)
. . | |   ⇒
. . | |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. . | |                    ,
. . | |                    ,<[x],λx.v>
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,•>.da(kind(a)))
. . | 14. ∀x@0:Id.
. . | |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . | |                      else Top fi
. . | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. . | 17. ∀x@0:Id.
. . | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                                          <<[x],λx.T>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,<[x],λx.v>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
```

```
. . | |                                                ,
. . | |                                                ,·>
. . | |                                           else  fi)))))
. . | |   ⇒
. . | |   s(x;0).x@0
. . | |   =
. . | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                  else  fi))))
. . | |   (x@0)
. . | 18. ∀a:Action(x).
. . | |   ¬isnull(a)
. . | |   ⇒
. . | |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                    else  fi.da(kind(a)))
. . | 19. ∀x@0:Id.
. . | |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | |                                                 if eqof(IdDeq)
. . | |                                                    (x
. . | |                                                    ,i)→
. . | |                                                    <<[x],λx.T>
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,<[x],λx.v>
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,·>
. . | |                                                 else  fi)))→
. . | |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                                     <<[x],λx.T>
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,<[x],λx.v>
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,·>
. . | |                                  else  fi))
. . | |                             (x@0)
. . | |                          else Top fi
. . | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. . | 21. e1 : Id
. . | 22. e2 : ℕ
. . | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. . | 24. e1 = i
. . | 25. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . | 26. first(<e1,e2>)
. . | ⊢  s(e1;e2).x = v  by InstHyp [e2;e1] -2
. . | |
. . | 1. i : Id
. . | 2. T : Type
```

```
. . | 3. v : T
. . | 4. x : Id
. . | 5. w : World
. . | 6. FairFifo
. . | 7. FairFifo
. . | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . | |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | |                                                  if eqof(IdDeq)
. . | |                                                     (i@0
. . | |                                                     ,i)→
. . | |                                                     <<[x],λx.T>
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,<[x],λx.v>
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,·>
. . | |                                                  else  fi)))→
. . | |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                                     <<[x],λx.T>
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,<[x],λx.v>
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,·>
. . | |                                  else  fi))
. . | |                           (x@0)

. . | |                        else Top fi
. . | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. . | |  ¬isnull(a)
. . | |  ⇒
. . | |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                     else  fi.da(kind(a)))
. . | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . | |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                  else  fi.da(rcv(l; tg))
. . | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                                           <<[x],λx.T>
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,<[x],λx.v>
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,·>
. . | |                                        else  fi)))))
```

```
. . | |   ⇒
. . | |   s(i@0;0).x@0
. . | |   =
. . | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                  else  fi))))
. . | |   (x@0)
. . | 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . | 13. ∀a:Action(i).
. . | |   ¬isnull(a)
. . | |   ⇒
. . | |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. . | |                    ,
. . | |                    ,<[x],λx.v>
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,•>.da(kind(a)))
. . | 14. ∀x@0:Id.
. . | |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . | |                     else Top fi
. . | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . | 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. . | 17. ∀x@0:Id.
. . | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                                          <<[x],λx.T>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,<[x],λx.v>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,•>
. . | |                                       else  fi)))))
. . | |   ⇒
. . | |   s(x;0).x@0
. . | |   =
. . | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                  else  fi))))
. . | |   (x@0)
. . | 18. ∀a:Action(x).
. . | |   ¬isnull(a)
. . | |   ⇒
. . | |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                    else  fi.da(kind(a)))
. . | 19. ∀x@0:Id.
. . | |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | |                                            if eqof(IdDeq)
. . | |                                               (x
. . | |                                               ,i)→
```

```
. . | |                                                  <<[x],λx.T>
. . | |                                                  ,
. . | |                                                  ,<[x],λx.v>
. . | |                                                  ,
. . | |                                                  ,
. . | |                                                  ,
. . | |                                                  ,
. . | |                                                  ,
. . | |                                                  ,·>
. . | |                                              else  fi)))→
. . | |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                                     <<[x],λx.T>
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,<[x],λx.v>
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,·>
. . | |                                  else  fi))
. . | |                          (x@0)

. . | |                        else Top fi
. . | 20. vartype(i;x) ⊆r T
. . | 21. e1 : Id
. . | 22. e2 : ℕ
. . | 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. . | 24. e1 = i
. . | 25. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . | 26. first(<e1,e2>)
. . | 27. s(e1;e2).x = s(e1;0).x
. . | ⊢  s(e1;e2).x = v  by ThinTrivial
. . | |
. . | 1. i : Id
. . | 2. T : Type
. . | 3. v : T
. . | 4. x : Id
. . | 5. w : World
. . | 6. FairFifo
. . | 7. FairFifo
. . | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . | |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | |                                                  if eqof(IdDeq)
. . | |                                                     (i@0
. . | |                                                     ,i)→
. . | |                                                     <<[x],λx.T>
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,<[x],λx.v>
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,·>
. . | |                                                  else  fi)))→
```

```
. . | |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                                    <<[x],λx.T>
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,<[x],λx.v>
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,·>
. . | |                                 else  fi))
. . | |                            (x@0)
. . | |                         else Top fi
. . | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. . | |  ¬isnull(a)
. . | |  ⇒
. . | |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                           <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                      else  fi.da(kind(a)))
. . | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . | |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                  else  fi.da(rcv(l; tg))
. . | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                                              <<[x],λx.T>
. . | |                                              ,
. . | |                                              ,<[x],λx.v>
. . | |                                              ,
. . | |                                              ,
. . | |                                              ,
. . | |                                              ,
. . | |                                              ,
. . | |                                              ,·>
. . | |                                           else  fi)))))
. . | |   ⇒
. . | |   s(i@0;0).x@0
. . | |   =
. . | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                    else  fi))))
. . | |   (x@0)
. . | 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . | 13. ∀a:Action(i).
. . | |   ¬isnull(a)
. . | |   ⇒
. . | |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. . | |                     ,
. . | |                     ,<[x],λx.v>
. . | |                     ,
. . | |                     ,
. . | |                     ,
. . | |                     ,
. . | |                     ,
. . | |                     ,·>.da(kind(a)))
```

```
. . | 14. ∀x@0:Id.
. . | |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . | |                     else Top fi
. . | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . | 16. ∀x@0:Id.
. . | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                                          <<[x],λx.T>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,<[x],λx.v>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,·>
. . | |                                     else  fi)))))
. . | |   ⇒
. . | |   s(x;0).x@0
. . | |   =
. . | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                  else  fi))))
. . | |   (x@0)
. . | 17. ∀a:Action(x).
. . | |   ¬isnull(a)
. . | |   ⇒
. . | |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                    else  fi.da(kind(a)))
. . | 18. ∀x@0:Id.
. . | |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | |                                          if eqof(IdDeq)
. . | |                                             (x
. . | |                                             ,i)→
. . | |                                             <<[x],λx.T>
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,<[x],λx.v>
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,·>
. . | |                                          else  fi)))→
. . | |                        2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                                   <<[x],λx.T>
. . | |                                   ,
. . | |                                   ,<[x],λx.v>
. . | |                                   ,
. . | |                                   ,
. . | |                                   ,
. . | |                                   ,
. . | |                                   ,
. . | |                                   ,·>
. . | |                                else  fi))
```

```
. . | |                        (x@0)
. . | |                      else Top fi
. . | 19. vartype(i;x) ⊆r T
. . | 20. e1 : Id
. . | 21. e2 : ℕ
. . | 22. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. . | 23. e1 = i
. . | 24. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . | 25. first(<e1,e2>)
. . | 26. s(e1;e2).x = s(e1;0).x
. . | 27. s(i;0).x = v
. . | ⊢  s(e1;e2).x = v  by Assert (s(e1;e2).x = s(i;0).x)
. . | |
. . | .....assertion .....
. . | 1. i : Id
. . | 2. T : Type
. . | 3. v : T
. . | 4. x : Id
. . | 5. w : World
. . | 6. FairFifo
. . | 7. FairFifo
. . | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . | |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | |                                                  if eqof(IdDeq)
. . | |                                                     (i@0
. . | |                                                     ,i)→
. . | |                                                     <<[x],λx.T>
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,<[x],λx.v>
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,•>
. . | |                                                  else  fi)))→
. . | |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                                     <<[x],λx.T>
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,<[x],λx.v>
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,•>
. . | |                                  else  fi))
. . | |                           (x@0)
. . | |                        else Top fi
. . | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. . | |  ¬isnull(a)
. . | |  ⇒
. . | |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                           <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                      else  fi.da(kind(a)))
```

```
. . | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . | |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                  else  fi.da(rcv(l; tg))
. . | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                                          <<[x],λx.T>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,<[x],λx.v>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,•>
. . | |                                       else  fi)))))
. . | |   ⇒
. . | |   s(i@0;0).x@0
. . | |   =
. . | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                   else  fi))))
. . | |   (x@0)
. . | 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . | 13. ∀a:Action(i).
. . | |   ¬isnull(a)
. . | |   ⇒
. . | |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. . | |                    ,
. . | |                    ,<[x],λx.v>
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,
. . | |                    ,•>.da(kind(a)))
. . | 14. ∀x@0:Id.
. . | |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . | |                      else Top fi
. . | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . | 16. ∀x@0:Id.
. . | |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                                          <<[x],λx.T>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,<[x],λx.v>
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,
. . | |                                          ,•>
. . | |                                       else  fi)))))
. . | |   ⇒
. . | |   s(x;0).x@0
. . | |   =
```

```
. . | |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                     <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                  else  fi))))
. . | |   (x@0)
. . | 17. ∀a:Action(x).
. . | |   ¬isnull(a)
. . | |   ⇒
. . | |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                    else  fi.da(kind(a)))
. . | 18. ∀x@0:Id.
. . | |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | |                                              if eqof(IdDeq)
. . | |                                                 (x
. . | |                                                 ,i)→
. . | |                                                 <<[x],λx.T>
. . | |                                                 ,
. . | |                                                 ,<[x],λx.v>
. . | |                                                 ,
. . | |                                                 ,
. . | |                                                 ,
. . | |                                                 ,
. . | |                                                 ,
. . | |                                                 ,·>
. . | |                                              else  fi)))→
. . | |                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                                    <<[x],λx.T>
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,<[x],λx.v>
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,
. . | |                                    ,·>
. . | |                                 else  fi))
. . | |                         (x@0)
. . | |                       else Top fi
. . | 19. vartype(i;x) ⊆r T
. . | 20. e1 : Id
. . | 21. e2 : ℕ
. . | 22. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. . | 23. e1 = i
. . | 24. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . | 25. first(<e1,e2>)
. . | 26. s(e1;e2).x = s(e1;0).x
. . | 27. s(i;0).x = v

. . | ⊢  s(e1;e2).x = s(i;0).x  by Assert (s(i;0).x = s(e1;0).x)
. . | |
. . | |\
. . | | .....assertion .....
. . | | 1. i : Id
. . | | 2. T : Type
. . | | 3. v : T
. . | | 4. x : Id
```

```
. . | | 5. w : World
. . | | 6. FairFifo
. . | | 7. FairFifo
. . | | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . | |    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | |                                                  if eqof(IdDeq)
. . | |                                                     (i@0
. . | |                                                     ,i)→
. . | |                                                     <<[x],λx.T>
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,<[x],λx.v>
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,
. . | |                                                     ,·>
. . | |                                                  else  fi)))→
. . | |                                2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                                           <<[x],λx.T>
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,<[x],λx.v>
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,
. . | |                                           ,·>
. . | |                                        else  fi))
. . | |                                  (x@0)
. . | |                             else Top fi
. . | | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. . | |    ¬isnull(a)
. . | |    ⇒
. . | |    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                       else  fi.da(kind(a)))
. . | | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . | |     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | |                     else  fi.da(rcv(l; tg))
. . | | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . | |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(
. . | |                                  if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                                     <<[x],λx.T>
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,<[x],λx.v>
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,
. . | |                                     ,·>
. . | |                                  else  fi)))))
. . | |     ⇒
```

```
. . | |     s(i@0;0).x@0
. . | |     =
. . | |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                     else  fi))))
. . | |     (x@0)
. . | | 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . | | 13. ∀a:Action(i).
. . | |     ¬isnull(a)
. . | |     ⇒
. . | |     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. . | |                       ,
. . | |                       ,<[x],λx.v>
. . | |                       ,
. . | |                       ,
. . | |                       ,
. . | |                       ,
. . | |                       ,
. . | |                       ,•>.da(kind(a)))
. . | | 14. ∀x@0:Id.
. . | |     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . | |                          else Top fi
. . | | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . | | 16. ∀x@0:Id.
. . | |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                                             <<[x],λx.T>
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,<[x],λx.v>
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,
. . | |                                             ,•>
. . | |                                          else  fi)))))
. . | |     ⇒
. . | |     s(x;0).x@0
. . | |     =
. . | |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                     else  fi))))
. . | |     (x@0)
. . | | 17. ∀a:Action(x).
. . | |     ¬isnull(a)
. . | |     ⇒
. . | |     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | |                       else  fi.da(kind(a)))
. . | | 18. ∀x@0:Id.
. . | |     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | |                                                 if eqof(IdDeq)
. . | |                                                    (x
. . | |                                                    ,i)→
. . | |                                                    <<[x],λx.T>
. . | |                                                    ,
```

```
. . | |                                                    ,<[x],λx.v>
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,
. . | |                                                    ,·>
. . | |                                                 else  fi)))→
. . | |                              2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | |                                        <<[x],λx.T>
. . | |                                        ,
. . | |                                        ,<[x],λx.v>
. . | |                                        ,
. . | |                                        ,
. . | |                                        ,
. . | |                                        ,
. . | |                                        ,
. . | |                                        ,·>
. . | |                                     else  fi))
. . | |                                (x@0)
. . | |                             else Top fi
. . | | 19. vartype(i;x) ⊆r T
. . | | 20. e1 : Id
. . | | 21. e2 : ℕ
. . | | 22. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. . | | 23. e1 = i
. . | | 24. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . | | 25. first(<e1,e2>)
. . | | 26. s(e1;e2).x = s(e1;0).x
. . | | 27. s(i;0).x = v
. . | | ⊢  s(i;0).x = s(e1;0).x
. . | |   by StrongHypSubst -5 0 THEN DoSubsume THEN HypSubst -1 0
. . | |
. . | .\
. . | . 1. i : Id
. . | . 2. T : Type
. . | . 3. v : T
. . | . 4. x : Id
. . | . 5. w : World
. . | . 6. FairFifo
. . | . 7. FairFifo
. . | . 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . | . |  vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | . |                                                  if eqof(IdDeq)
. . | . |                                                     (i@0
. . | . |                                                     ,i)→
. . | . |                                                     <<[x],λx.T>
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,<[x],λx.v>
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,·>
```

```
. . | . |                                                  else  fi)))→
. . | . |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . |                                     <<[x],λx.T>
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,<[x],λx.v>
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,·>
. . | . |                                  else  fi))
. . | . |                            (x@0)
. . | . |                         else Top fi
. . | . 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. . | . |  ¬isnull(a)
. . | . |  ⇒
. . | . |  (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                       else  fi.da(kind(a)))
. . | . 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . | . |   (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                   else  fi.da(rcv(l; tg))
. . | . 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . | . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(
. . | . |                                  if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . |                                     <<[x],λx.T>
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,<[x],λx.v>
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,·>
. . | . |                                  else  fi)))))
. . | . |   ⇒
. . | . |   s(i@0;0).x@0
. . | . |   =
. . | . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                   else  fi))))
. . | . |   (x@0)
. . | . 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . | . 13. ∀a:Action(i).
. . | . |   ¬isnull(a)
. . | . |   ⇒
. . | . |   (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. . | . |                     ,
. . | . |                     ,<[x],λx.v>
. . | . |                     ,
. . | . |                     ,
. . | . |                     ,
. . | . |                     ,
```

```
. . | . |                    ,
. . | . |                    ,⋆>.da(kind(a)))
. . | . 14. ∀x@0:Id.
. . | . |   vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . | . |                     else Top fi
. . | . 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . | . 16. ∀x@0:Id.
. . | . |   deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                                          <<[x],λx.T>
. . | . |                                          ,
. . | . |                                          ,<[x],λx.v>
. . | . |                                          ,
. . | . |                                          ,
. . | . |                                          ,
. . | . |                                          ,
. . | . |                                          ,
. . | . |                                          ,⋆>
. . | . |                                     else  fi)))))
. . | . |   ⇒
. . | . |   s(x;0).x@0
. . | . |   =
. . | . |   2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                      <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,⋆>
. . | . |                  else  fi))))
. . | . |   (x@0)
. . | . 17. ∀a:Action(x).
. . | . |   ¬isnull(a)
. . | . |   ⇒
. . | . |   (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,⋆>
. . | . |                    else  fi.da(kind(a)))
. . | . 18. ∀x@0:Id.
. . | . |   vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | . |                                          if eqof(IdDeq)
. . | . |                                             (x
. . | . |                                             ,i)→
. . | . |                                             <<[x],λx.T>
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,<[x],λx.v>
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,⋆>
. . | . |                                          else  fi)))→
. . | . |                         2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                                    <<[x],λx.T>
. . | . |                                    ,
. . | . |                                    ,<[x],λx.v>
. . | . |                                    ,
. . | . |                                    ,
. . | . |                                    ,
. . | . |                                    ,
. . | . |                                    ,
```

```
. . | . |                                    ,·>
. . | . |                                 else  fi))
. . | . |                          (x@0)
. . | . |                        else Top fi
. . | . 19. vartype(i;x) ⊆r T
. . | . 20. e1 : Id
. . | . 21. e2 : ℕ
. . | . 22. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. . | . 23. e1 = i
. . | . 24. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . | . 25. first(<e1,e2>)
. . | . 26. s(e1;e2).x = s(e1;0).x
. . | . 27. s(i;0).x = v
. . | . 28. s(i;0).x = s(e1;0).x
. . | . ⊢  s(e1;e2).x = s(i;0).x  by Subst (s(e1;e2).x = s(i;0).x) 0
. . | . |
. . | . |\
. . | . | .....equality .....
. . | . | 1. i : Id
. . | . | 2. T : Type
. . | . | 3. v : T
. . | . | 4. x : Id
. . | . | 5. w : World
. . | . | 6. FairFifo
. . | . | 7. FairFifo
. . | . | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . | . |    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | . |                                                    if eqof(...)
. . | . |                                                       (i@0
. . | . |                                                       ,i)→
. . | . |                                                       <<[x]
. . | . |                                                        ,λx.T>
. . | . |                                                       ,
. . | . |                                                       ,<[x]
. . | . |                                                        ,λx.v>
. . | . |                                                       ,
. . | . |                                                       ,
. . | . |                                                       ,
. . | . |                                                       ,
. . | . |                                                       ,
. . | . |                                                       ,·>
. . | . |                                                    else  fi)))→
. . | . |                                 2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . |                                            <<[x],λx.T>
. . | . |                                            ,
. . | . |                                            ,<[x],λx.v>
. . | . |                                            ,
. . | . |                                            ,
. . | . |                                            ,
. . | . |                                            ,
. . | . |                                            ,
. . | . |                                            ,·>
. . | . |                                       else  fi))
. . | . |                                  (x@0)
. . | . |                               else Top fi
```

```
. . | . | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. . | . |    ¬isnull(a)
. . | . |    ⇒
. . | . |    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                       else  fi.da(kind(a)))
. . | . | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . | . |     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . | . |                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                    else  fi.da(rcv(l; tg))
. . | . | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . | . |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. . | . |                                             (i@0
. . | . |                                             ,i)→
. . | . |                                             <<[x],λx.T>
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,<[x],λx.v>
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,
. . | . |                                             ,·>
. . | . |                                          else  fi)))))
. . | . |     ⇒
. . | . |     s(i@0;0).x@0
. . | . |     =
. . | . |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                     else  fi))))
. . | . |     (x@0)
. . | . | 12. ∀x@0:Id.
. . | . |     (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . | . | 13. ∀a:Action(i).
. . | . |     ¬isnull(a)
. . | . |     ⇒
. . | . |     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,<[x],λx.v>
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,·>.da(kind(a)))
. . | . | 14. ∀x@0:Id.
. . | . |     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . | . |                          else Top fi
. . | . | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . | . | 16. ∀x@0:Id.
. . | . |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(
. . | . |                                    if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                                       <<[x],λx.T>
. . | . |                                       ,
. . | . |                                       ,<[x],λx.v>
```

```
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,·>
. . | . |                                   else  fi)))))

. . | . |     ⇒
. . | . |     s(x;0).x@0
. . | . |     =
. . | . |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                     else  fi))))
. . | . |     (x@0)
. . | . | 17. ∀a:Action(x).
. . | . |     ¬isnull(a)
. . | . |     ⇒
. . | . |     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                           <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                       else  fi.da(kind(a)))
. . | . | 18. ∀x@0:Id.
. . | . |     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | . |                                                 if eqof(IdDeq)
. . | . |                                                    (x
. . | . |                                                    ,i)→
. . | . |                                                    <<[x],λx.T>
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,<[x],λx.v>
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,·>
. . | . |                                                 else  fi)))→
. . | . |                             2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                                        <<[x],λx.T>
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,<[x],λx.v>
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,
. . | . |                                        ,·>
. . | . |                                   else  fi))
. . | . |                               (x@0)
. . | . |                           else Top fi
. . | . | 19. vartype(i;x) ⊆r T
. . | . | 20. e1 : Id
. . | . | 21. e2 : ℕ
. . | . | 22. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. . | . | 23. e1 = i
. . | . | 24. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . | . | 25. first(<e1,e2>)
```

```
. . | . | 26. s(e1;e2).x = s(e1;0).x
. . | . | 27. s(i;0).x = v
. . | . | 28. s(i;0).x = s(e1;0).x
. . | . | ⊢  s(e1;e2).x = s(i;0).x  by Auto
. . | . |
. . | . |\
. . | . | 1. i : Id
. . | . | 2. T : Type
. . | . | 3. v : T
. . | . | 4. x : Id
. . | . | 5. w : World
. . | . | 6. FairFifo
. . | . | 7. FairFifo
. . | . | 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . | . |    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | . |                                                  if eqof(...)
. . | . |                                                     (i@0
. . | . |                                                     ,i)→
. . | . |                                                     <<[x]
. . | . |                                                      ,λx.T>
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,<[x]
. . | . |                                                      ,λx.v>
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,
. . | . |                                                     ,·>
. . | . |                                                  else  fi)))→
. . | . |                           2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . |                                      <<[x],λx.T>
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,<[x],λx.v>
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,·>
. . | . |                                 else  fi))
. . | . |                             (x@0)
. . | . |                          else Top fi
. . | . | 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. . | . |    ¬isnull(a)
. . | . |    ⇒
. . | . |    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . |                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                       else  fi.da(kind(a)))
. . | . | 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . | . |     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . | . |                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                     else  fi.da(rcv(l; tg))
. . | . | 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . | . |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
```

```
. . | . |                                                  (i@0
. . | . |                                                  ,i)→
. . | . |                                                  <<[x],λx.T>
. . | . |                                                  ,
. . | . |                                                  ,<[x],λx.v>
. . | . |                                                  ,
. . | . |                                                  ,
. . | . |                                                  ,
. . | . |                                                  ,
. . | . |                                                  ,
. . | . |                                                  ,·>
. . | . |                                              else  fi)))))
. . | . |     ⇒
. . | . |     s(i@0;0).x@0
. . | . |     =
. . | . |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . |                     else  fi))))
. . | . |     (x@0)
. . | . | 12. ∀x@0:Id.
. . | . |     (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . | . | 13. ∀a:Action(i).
. . | . |     ¬isnull(a)
. . | . |     ⇒
. . | . |     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,<[x],λx.v>
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,
. . | . |                       ,·>.da(kind(a)))
. . | . | 14. ∀x@0:Id.
. . | . |     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . | . |                         else Top fi
. . | . | 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . | . | 16. ∀x@0:Id.
. . | . |     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(
. . | . |                                   if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                                      <<[x],λx.T>
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,<[x],λx.v>
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,
. . | . |                                      ,·>
. . | . |                                   else  fi)))))
. . | . |     ⇒
. . | . |     s(x;0).x@0
. . | . |     =
. . | . |     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
```

```
. . | . |                      else  fi))))
. . | . |     (x@0)
. . | . | 17. ∀a:Action(x).
. . | . |     ¬isnull(a)
. . | . |     ⇒
. . | . |     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | . |                       else  fi.da(kind(a)))
. . | . | 18. ∀x@0:Id.
. . | . |     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | . |                                                 if eqof(IdDeq)
. . | . |                                                    (x
. . | . |                                                    ,i)→
. . | . |                                                    <<[x],λx.T>
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,<[x],λx.v>
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,
. . | . |                                                    ,•>
. . | . |                                                 else  fi)))→
. . | . |                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . |                                     <<[x],λx.T>
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,<[x],λx.v>
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,
. . | . |                                     ,•>
. . | . |                                  else  fi))
. . | . |                            (x@0)
. . | . |                         else Top fi
. . | . | 19. vartype(i;x) ⊆r T
. . | . | 20. e1 : Id
. . | . | 21. e2 : ℕ
. . | . | 22. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. . | . | 23. e1 = i
. . | . | 24. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . | . | 25. first(<e1,e2>)
. . | . | 26. s(e1;e2).x = s(e1;0).x
. . | . | 27. s(i;0).x = v
. . | . | 28. s(i;0).x = s(e1;0).x
. . | . | ⊢  s(i;0).x = s(i;0).x  by Auto
. . | . |
. . | . .\
. . | . . .....wf .....
. . | . . 1. i : Id
. . | . . 2. T : Type
. . | . . 3. v : T
. . | . . 4. x : Id
. . | . . 5. w : World
```

```
. . | . . 6. FairFifo
. . | . . 7. FairFifo
. . | . . 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . | . .    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | . .                                                 if eqof(...)
. . | . .                                                    (i@0
. . | . .                                                    ,i)→
. . | . .                                                    <<[x]
. . | . .                                                     ,λx.T>
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,<[x]
. . | . .                                                     ,λx.v>
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,·>
. . | . .                                                 else  fi)))→
. . | . .                                2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . .                                           <<[x],λx.T>
. . | . .                                           ,
. . | . .                                           ,<[x],λx.v>
. . | . .                                           ,
. . | . .                                           ,
. . | . .                                           ,
. . | . .                                           ,
. . | . .                                           ,
. . | . .                                           ,·>
. . | . .                                        else  fi))
. . | . .                                  (x@0)
. . | . .                                else Top fi
. . | . . 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. . | . .    ¬isnull(a)
. . | . .    ⇒
. . | . .    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . .                             <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . .                          else  fi.da(kind(a)))
. . | . . 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . | . .     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . | . .                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . | . .                       else  fi.da(rcv(l; tg))
. . | . . 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . | . .     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)
. . | . .                                              (i@0
. . | . .                                              ,i)→
. . | . .                                              <<[x],λx.T>
. . | . .                                              ,
. . | . .                                              ,<[x],λx.v>
. . | . .                                              ,
. . | . .                                              ,
. . | . .                                              ,
. . | . .                                              ,
. . | . .                                              ,
. . | . .                                              ,·>
```

```
. . | . .                                              else  fi)))))
. . | . .     ⇒
. . | . .     s(i@0;0).x@0
. . | . .     =
. . | . .     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . | . .                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | . .                    else  fi))))
. . | . .     (x@0)
. . | . . 12. ∀x@0:Id.
. . | . .     (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . | . . 13. ∀a:Action(i).
. . | . .     ¬isnull(a)
. . | . .     ⇒
. . | . .     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. . | . .                      ,
. . | . .                      ,<[x],λx.v>
. . | . .                      ,
. . | . .                      ,
. . | . .                      ,
. . | . .                      ,
. . | . .                      ,
. . | . .                      ,•>.da(kind(a)))
. . | . . 14. ∀x@0:Id.
. . | . .     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . | . .                       else Top fi
. . | . . 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . | . . 16. ∀x@0:Id.
. . | . .     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(
. . | . .                                  if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . .                                     <<[x],λx.T>
. . | . .                                     ,
. . | . .                                     ,<[x],λx.v>
. . | . .                                     ,
. . | . .                                     ,
. . | . .                                     ,
. . | . .                                     ,
. . | . .                                     ,
. . | . .                                     ,•>
. . | . .                                  else  fi)))))
. . | . .     ⇒
. . | . .     s(x;0).x@0
. . | . .     =
. . | . .     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . .                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | . .                    else  fi))))
. . | . .     (x@0)
. . | . . 17. ∀a:Action(x).
. . | . .     ¬isnull(a)
. . | . .     ⇒
. . | . .     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . .                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . | . .                      else  fi.da(kind(a)))
. . | . . 18. ∀x@0:Id.
. . | . .     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . | . .                                                 if eqof(IdDeq)
```

```
. . | . .                                                    (x
. . | . .                                                    ,i)→
. . | . .                                                    <<[x],λx.T>
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,<[x],λx.v>
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,
. . | . .                                                    ,·>
. . | . .                                                 else  fi)))→
. . | . .                              2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . | . .                                        <<[x],λx.T>
. . | . .                                        ,
. . | . .                                        ,<[x],λx.v>
. . | . .                                        ,
. . | . .                                        ,
. . | . .                                        ,
. . | . .                                        ,
. . | . .                                        ,
. . | . .                                        ,·>
. . | . .                                     else  fi))
. . | . .                               (x@0)
. . | . .                            else Top fi
. . | . . 19. vartype(i;x) ⊆r T
. . | . . 20. e1 : Id
. . | . . 21. e2 : ℕ
. . | . . 22. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. . | . . 23. e1 = i
. . | . . 24. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . | . . 25. first(<e1,e2>)
. . | . . 26. s(e1;e2).x = s(e1;0).x
. . | . . 27. s(i;0).x = v
. . | . . 28. s(i;0).x = s(e1;0).x
. . | . . 29. z : vartype(e1;x)
. . | . . ⊢  (z = s(i;0).x) ∈ Prop
. . | . .   by Auto THEN DoSubsume THEN HypSubst -7 0
. . | . .      THEN
. . | . .      D_ES_Subtype
. . |
. . .\
. . . .....subterm .....
. . . 1. i : Id
. . . 2. T : Type
. . . 3. v : T
. . . 4. x : Id
. . . 5. w : World
. . . 6. FairFifo
. . . 7. FairFifo
. . . 8. ∀i@0,x@0:Id.
. . .    vartype(i@0;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . .                                                  if eqof(IdDeq)
. . .                                                     (i@0
. . .                                                     ,i)→
```

```
. . .                                                    <<[x],λx.T>
. . .                                                    ,
. . .                                                    ,<[x],λx.v>
. . .                                                    ,
. . .                                                    ,
. . .                                                    ,
. . .                                                    ,
. . .                                                    ,
. . .                                                    ,·>
. . .                                                 else  fi)))→
. . .                                  2of(1of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . .                                             <<[x],λx.T>
. . .                                             ,
. . .                                             ,<[x],λx.v>
. . .                                             ,
. . .                                             ,
. . .                                             ,
. . .                                             ,
. . .                                             ,
. . .                                             ,·>
. . .                                          else  fi))
. . .                                   (x@0)

. . .                                else Top fi
. . . 9. ∀i@0:Id, a:Action(i@0).
. . .    ¬isnull(a)
. . .    ⇒
. . .    (valtype(i@0;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . .                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . .                       else  fi.da(kind(a)))
. . . 10. ∀l:IdLnk, tg:Id.
. . .     (w.M(l,tg)) ⊆r if eqof(IdDeq)(source(l),i)→
. . .                       <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . .                    else  fi.da(rcv(l; tg))
. . . 11. ∀i@0,x@0:Id.
. . .     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . .                                             <<[x],λx.T>
. . .                                             ,
. . .                                             ,<[x],λx.v>
. . .                                             ,
. . .                                             ,
. . .                                             ,
. . .                                             ,
. . .                                             ,
. . .                                             ,·>
. . .                                          else  fi)))))
. . .     ⇒
. . .     s(i@0;0).x@0
. . .     =
. . .     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(i@0,i)→
. . .                          <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,·>
. . .                       else  fi))))
. . .     (x@0)
. . . 12. ∀x@0:Id. (eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂) ⇒ s(i;0).x@0 = v
. . . 13. ∀a:Action(i).
. . .     ¬isnull(a)
```

```
. . .     ⇒
. . .     (valtype(i;a) ⊆r <<[x],λx.T>
. . .                       ,
. . .                       ,<[x],λx.v>
. . .                       ,
. . .                       ,
. . .                       ,
. . .                       ,
. . .                       ,
. . .                       ,•>.da(kind(a)))
. . . 14. ∀x@0:Id.
. . .     vartype(i;x@0) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,x@0) ∨₂ false₂→ T
. . .                        else Top fi
. . . 15. vartype(i;x) ⊆r T
. . . 16. True ⇒ s(i;0).x = v
. . . 17. ∀x@0:Id.
. . .     deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . .                                            <<[x],λx.T>
. . .                                            ,
. . .                                            ,<[x],λx.v>
. . .                                            ,
. . .                                            ,
. . .                                            ,
. . .                                            ,
. . .                                            ,
. . .                                            ,•>
. . .                                       else  fi)))))
. . .     ⇒
. . .     s(x;0).x@0
. . .     =
. . .     2of(1of(2of(2of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . .                         <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . .                    else  fi))))
. . .     (x@0)
. . . 18. ∀a:Action(x).
. . .     ¬isnull(a)
. . .     ⇒
. . .     (valtype(x;a) ⊆r if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . .                        <<[x],λx.T>,,<[x],λx.v>,,,,,,•>
. . .                     else  fi.da(kind(a)))
. . . 19. ∀x@0:Id.
. . .     vartype(x;x@0) ⊆r if deq-member(IdDeq;x@0;1of(1of(
. . .                                              if eqof(IdDeq)
. . .                                                 (x
. . .                                                 ,i)→
. . .                                                 <<[x],λx.T>
. . .                                                 ,
. . .                                                 ,<[x],λx.v>
. . .                                                 ,
. . .                                                 ,
. . .                                                 ,
. . .                                                 ,
. . .                                                 ,
. . .                                                 ,•>
. . .                                              else  fi)))→
```

```
. . .                          2of(1of(if eqof(IdDeq)(x,i)→
. . .                                  <<[x],λx.T>
. . .                                  ,
. . .                                  ,<[x],λx.v>
. . .                                  ,
. . .                                  ,
. . .                                  ,
. . .                                  ,
. . .                                  ,
. . .                                  ,·>
. . .                                else  fi))
. . .                          (x@0)

. . .                        else Top fi
. . . 20. vartype(i;x) ⊆r T
. . . 21. e1 : Id
. . . 22. e2 : ℕ
. . . 23. ¬isnull(a(1of(<e1,e2>);2of(<e1,e2>)))
. . . 24. e1 = i
. . . 25. ∀t:ℕ, j:Id. first(<j,t>) ⇒ s(j;t).x = s(j;0).x
. . . ⊢  <e1,e2> ∈ E  by Analyze
END
```