

```

proc esSeñal (in s: seq(Z), in prof: Z, in freq: Z, out result: Bool) {
  Pre {prof > 0 ∧ freq > 0}
  Post {result = esSeñalAux(s, prof, freq)}
}

pred esSeñalAux (s: seq(Z), prof: Z, freq: Z) {
  |s| ≥ 0 ∧
  frecuenciaEnRango(freq) ∧
  profundidadCorrecta(s) ∧
  duraMasDeUnSegundo(s, freq) ∧
  ningunaMuestraSuperaLaProfundidad(s, prof)
}

pred frecuenciaEnRango (freq: Z) {freq ∈ [8, 32]}

pred profundidadCorrecta (prof: Z) {prof ∈ [8, 16, 32]}

pred duraMasDeUnSegundo (s: seq(Z), freq: Z) { $\frac{|s|}{(freq \cdot 1000)} > 1$ }

pred ningunaMuestraSuperaLaProfundidad (s: seq(Z), p: Z) {
  (∀i : Z) 0 ≤ i < |s|  $\rightarrow_L (-2)^{p-1} \leq s[i] \leq 2^{p-1} - 1$ 
}

proc seEnojó? (in s: señal, in umbral: Z, in prof: Z, in freq: Z, out result: Bool) {
  Pre {umbral > 0 ∧ esSeñalAux(s, prof, freq)}
  Post {
    result = umbralEnRango(umbral, prof) ∧
    existeUnaSubsecuenciaQueSuperaUmbral(s, freq, umbral)}
}

pred umbralEnRango (umbral: Z, p: Z) {umbral ≤ 2p-1 - 1}

pred existeUnaSubsecuenciaQueSuperaUmbral (s: señal, freq: Z, u: Z) {
  (∃d, h : Z) 0 ≤ d, h < |s| + 1 ∧ (h > (d + freq * 1000 * 5)) ∧L (
    (∀i : Z) 0 ≤ i < |subseq(s, d, h)|  $\rightarrow_L \text{abs}(\text{subseq}(s, d, h)[i]) > \text{umbral}$ )
}

fun abs (x: Z) : Z = if x > 0 then x else -x fi;

proc esReuniónVálida? (in r: reunion, in prof: Z, in freq: Z, out result: Bool) {
  Pre {prof > 0 ∧ freq > 0}
  Post {result = esReuniónVálidaAux(r, prof, freq)}
}

pred esReuniónVálidaAux (r: reunion, prof: Z, freq: Z) {
  contieneSeñalesValidas(r, prof, freq) ∧
  lasLongitudesDeSeñalSonIguales(r) ∧
  todosHablantesDistintos(r) ∧
  losHablantesEstanEnRangosDe0ANMenos1(r)
}

pred contieneSeñalesValidas (r: reunion, prof: Z, freq: Z) {(∀i : Z) 0 ≤ i < |r|  $\rightarrow_L \text{esSeñalAux}(r[i]_0, \text{prof}, \text{freq})$ }

pred lasLongitudesDeSeñalSonIguales (r: reunion) {(∀i, j : Z) 0 ≤ i, j < |r| ∧ i ≠ j  $\rightarrow_L (|r[i]_0| = |r[j]_0|)$ }

pred todosHablantesDistintos (r: reunion) {(∀i, j : Z) 0 ≤ i, j < |r| ∧ i ≠ j  $\rightarrow_L (r[i]_1 \neq r[j]_1)$ }

pred losHablantesEstanEnRangosDe0ANMenos1 (r: reunion) {(∀i : Z) 0 ≤ i < |r|  $\rightarrow_L 0 \leq r[i]_1 < |r|$ }

proc acelerar (inout r: reunion, in prof: Z, in freq: Z) {
  Pre {esReuniónVálidaAux(r, prof, freq) ∧ r0 = r}
  Post {
    esReuniónVálidaAux(r, prof, freq) ∧

```

```

    ( $|r| = |r_0| \wedge_L$ 
    lasSeñalesTieneLaMitadDeMuestras( $r, r_0$ ) $\wedge_L$ 
    losImpares( $r, r_0$ ))}
}

pred lasSeñalesTieneLaMitadDeMuestras (r: reunion,  $r_v : reunion$ ) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |r| \rightarrow_L$  if  $esPar(|r_v[i]_0|)$  then  $|r[i]_0| = \frac{|r_v[i]_0|}{2}$  else  $|r[i]_0| = \frac{|r_v[i]_0|-1}{2}$  fi
}

pred losImpares (r: reunion,  $r_v : reunion$ ) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |r_v| \rightarrow_L$  (
    ( $\exists j : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq j < |r| \wedge_L (r_v[i]_1 = r[j]_1) \wedge_L$  (
      ( $\forall q : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq q < |r_v[i]_0| \wedge (\neg esPar(q)) \rightarrow_L (r_v[i]_0[q] = r[j]_0[\frac{q-1}{2}]))$ 
    )
  )
}

proc ralentizar (inout r: reunion, in prof:  $\mathbb{Z}$ , in freq:  $\mathbb{Z}$ ) {
  Pre { $esReuniónVálidaAux(r, prof, freq) \wedge r_0 = r$ }
  Post {
     $esReuniónVálidaAux(r, prof, freq) \wedge$ 
    ( $|r| = |r_0| \wedge_L$ 
    lasSeñalesTienenElDobleDeMuestras( $r, r_0$ ) $\wedge_L$ 
    promedioEntrePares( $r, r_0$ ))
  }
}

pred lasSeñalesTienenElDobleDeMuestras (r: reunion,  $r_v : reunion$ ) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |r_v| \rightarrow_L (2 \cdot |r_v[i]_0|) = (|r[i]_0| + 1)$ 
}

pred promedioEntrePares (r: reunion,  $r_v : reunion$ ) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |r| \rightarrow_L$  (
    ( $\exists j : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq j < |r_v| \wedge_L (r[i]_1 = r_v[j]_1) \wedge_L$  (
      ( $\forall q : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq q < |r[i]_0| \rightarrow_L$ 
      if  $esPar(q)$  then  $r[i]_0[q] = r_v[j]_0[\frac{q}{2}]$  else  $r[i]_0[q] = \frac{r_v[j]_0[\frac{q-1}{2}] + r_v[j]_0[\frac{q+1}{2}]}{2}$  fi )
    )
  )
}

proc tonosDeVozElevados (inout r: reunion, in freq:  $\mathbb{Z}$ , in prof:  $\mathbb{Z}$ , out hablantes:  $seq(hablante)$ ) {
  Pre { $esReuniónVálidaAux(r, prof, freq)$ }
  Post {
     $siPertenecenAHablantesElPromedioDeAmplitudEsMasGrandeOIgualQueElResto(r, hablantes) \wedge$ 
    losHablantesPertenecenALaReunión( $r, hablantes$ )  $\wedge$ 
    losHablantesNoSeRepiten( $hablantes$ ) }
}

pred siPertenecenAHablantesElPromedioDeAmplitudEsMasGrandeOIgualQueElResto (r: reunion,  $hs : seq(hablante)$ ) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |hs| \rightarrow_L$ 
  ( $r[i]_1 \in hs \wedge elPromedioDeAmplitudEsMasGrandeOIgualQueElResto(r, r[i]_0)$ 
   $\vee$ 
  ( $r[i]_1 \notin hs \wedge \neg elPromedioDeAmplitudEsMasGrandeOIgualQueElResto(r, r[i]_0)$ 
  )
  )
}

pred elPromedioDeAmplitudEsMasGrandeOIgualQueElResto (r: reunion, s: señal) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |r| \rightarrow_L (tonoDeVoz(s) \geq tonoDeVoz(r[i]_0))$ 
}

fun tonoDeVoz (s: señal) :  $\mathbb{Z} = sumaDelValorAbsolutoDeAmplitudes(s) \div |s|$ ;

fun sumaDelValorAbsolutoDeAmplitudes (s: señal) :  $\mathbb{Z} = \sum_{i=0}^{|s|} abs(s[i])$ ;

pred losHablantesPertenecenALaReunión (r: reunion,  $hs : seq(hablante)$ ) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |hs| \rightarrow_L ((\exists j : \mathbb{Z}) 0 \leq j < |r| \wedge_L (hs[i] = r[j]_1))$ 
}

```

```

pred losHablaantesNoSeRepiten (r: reunion, hs: seq(hablante)) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |hs| \rightarrow_L (\#apariciones(hs, hs[i]) = 1)$ 
}

proc ordenar (inout r: reunion, in freq:  $\mathbb{Z}$ , in prof:  $\mathbb{Z}$ ) {
  Pre {esReuniónVálidaAux(r, prof, freq)  $\wedge$   $r_0 = r$ }
  Post {
    esReuniónVálidaAux(r, prof, freq)  $\wedge$ 
    ordenadaDeMayorAMenorPorTonoDeVoz(r)  $\wedge$ 
    esUnaPermutación( $r_0$ , r)
  }
}

pred ordenadaDeMayorAMenorPorTonoDeVoz (r: reunion) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $1 \leq i < |r| \rightarrow_L \text{tonoDeVoz}(r[i-1]_0) \geq \text{tonoDeVoz}(r[i]_0)$ 
}

pred esUnaPermutación (x: reunion, y: reunion) {
   $|x| = |y| \wedge_L$ 
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |x| \rightarrow_L$ 
  ( $\exists j : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq j < |y| \wedge_L (x[i]_1 = y[j]_1) \wedge_L (x[i]_0 = y[j]_0)$ 
}

proc silencios (in s: señal, in freq:  $\mathbb{Z}$ , in prof:  $\mathbb{Z}$ , out intervalos: seq(intervalo)) {
  Pre {esSeñalAux(s, prof, freq)  $\wedge$  (umbral > 0)}
  Post {
    noHayIntervalosRepetidos(intervalos)  $\wedge$ 
    ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |intervalos| \rightarrow_L$ 
    esSilencio(s, umbral, freq, intervalos[i]))
}

pred esSilencio (s: senal, umbral:  $\mathbb{Z}$ , freq:  $\mathbb{Z}$ , in: intervalo) {
  finEsMayorQueInicio( $in_0$ ,  $in_1$ )  $\wedge$ 
  estaDentroDeLaSeñal(s,  $in_0$ ,  $in_1$ )  $\wedge$ 
  esAlMenosUnDecimoDeSegundo(freq,  $in_0$ ,  $in_1$ )  $\wedge$ 
  entreIndicesNoPasaCiertUmbral(s, umbral,  $in_0$ ,  $in_1$ )  $\wedge$ 
  losAdyacentesSuperanElUmbral(s, umbral,  $in_0$ ,  $in_1$ )
}

pred noHayIntervalosRepetidos (ins: seq(intervalo)) {( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |ins| \rightarrow_L (\#apariciones(ins, e) = 1)$ }
pred finEsMayorQueInicio (inicio:  $\mathbb{Z}$ , fin:  $\mathbb{Z}$ ) {fin > inicio}
pred estaDentroDeLaSeñal (s: señal, inicio:  $\mathbb{Z}$ , fin:  $\mathbb{Z}$ ) {(inicio  $\geq 0$ )  $\wedge$  (fin < |s|)}
pred esAlMenosUnDecimoDeSegundo (freq:  $\mathbb{Z}$ , inicio:  $\mathbb{Z}$ , fin:  $\mathbb{Z}$ ) {(fin - inicio + 1)  $\geq$  (frecuencia * 100)}
pred losAdyacentesSuperanElUmbral (s: señal, umbral:  $\mathbb{Z}$ , inicio:  $\mathbb{Z}$ , fin:  $\mathbb{Z}$ ) {
  (inicio = 0)  $\vee$  ((inicio - 1  $\geq 0$ )  $\wedge_L$  (s[inicio - 1]  $\geq$  umbral))  $\wedge$ 
  (fin = |s| - 1)  $\vee$  ((fin + 1 < |s|)  $\wedge_L$  (s[fin + 1]  $\geq$  umbral))
}
pred entreIndicesNoPasaCiertUmbral (s: señal, umbral:  $\mathbb{Z}$ , inicio:  $\mathbb{Z}$ , fin:  $\mathbb{Z}$ ) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ ) inicio  $\leq i < fin + 1 \rightarrow_L$  (abs(s[i])  $\leq$  umbral)
}

proc hablantesSuperpuestos (in r: reunion, in prof:  $\mathbb{Z}$ , in freq:  $\mathbb{Z}$ , in umbral:  $\mathbb{Z}$ , out result: Bool) {
  Pre {esReuniónVálidaAux(r, prof, freq)}
  Post {result =  $\neg$ noHayHablaantesSuperpuestos(r, freq, umbral)}
}

pred noHayHablaantesSuperpuestos (r: reunion, freq:  $\mathbb{Z}$ , umbral:  $\mathbb{Z}$ ) {
  ( $\forall i, j : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i, j < |r| \wedge (i \neq j) \rightarrow_L$ 
  ( $\forall k, l : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq k, l < |r[i]_0| \wedge k < l \rightarrow_L$ 
   $\neg$ haySilencio(subseq(r[i]_0, k, l), umbral, freq)  $\rightarrow_L$  esSilencio(r[j]_0, umbral, freq, (k, l))
}
pred haySilencio (s: señal, umbral:  $\mathbb{Z}$ , freq:  $\mathbb{Z}$ ) {( $\exists i, j : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i, j < |s| \wedge (i < j) \wedge_L$  esSilencio(s, umbral, (i, j))}

proc reconstruir (in s: señal, in prof:  $\mathbb{Z}$ , in freq:  $\mathbb{Z}$ , out señal: Bool) {
  Pre {esSeñalAux(s, prof, freq)}
  Post {esSeñalAux(result)  $\wedge$ 
  (|s| = |result|  $\wedge_L$ 

```

```

    enDondeNoSeaCeroDebenCoincidir(s, result)  $\wedge_L$ 
    enDondeEsCeroDebeSerElPromedioDeSusVecinosNoNulos(s, result)) }
}

pred enDondeEsCeroDebeSerElPromedioDeSusVecinosNoNulos (original: se\u00f1al, reconstruida: se\u00f1al) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |original| \longrightarrow_L$ 
  ( $original[i] = 0$ )  $\wedge_L$ 
   $reconstruida[i] = promedioDeVecinosNoNulos(original[i], reconstruida[i])$  }
fun promedioDeVecinosNoNulos (s: se\u00f1al, i:  $\mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{Z} = \frac{(s[elIndiceNoNuloMasCercano(s,i)] + s[el2doIndiceNoNuloMasCercano(s,i)])}{2}$ ;
fun elIndiceNoNuloMasCercano (s: se\u00f1al, i:  $\mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{Z} =$ 
  if  $dist(i, indiceSiguieteNoNulo(s, i)) < dist(i, indiceAnteriorNoNulo(s, i))$  then
     $indiceSiguieteNoNulo(s, i)$  else
  if  $dist(i, indiceSiguieteNoNulo(s, i)) > dist(i, indiceAnteriorNoNulo(s, i))$  then
     $indiceAnteriorNoNulo(s, i)$  else
   $indiceAnteriorNoNulo(s, i) \vee indiceSiguieteNoNulo(s, i)$  fi fi;
fun dist (x:  $\mathbb{Z}$ , y:  $\mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{Z} = abs(x - y)$ ;
fun indiceAnteriorNoNulo (s: se\u00f1al, i:  $\mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{Z} = \sum_{p=0}^{i-1}$  if  $esElPrimerAnteriorNoNulo(s, i, p)$  then  $p$  else 0 fi;
pred esElPrimerAnteriorNoNulo (s: se\u00f1al, i:  $\mathbb{Z}$ , p:  $\mathbb{Z}$ ) { ( $\forall j : \mathbb{Z}$ )  $p \leq j < i \longrightarrow_L (s[j] = 0) \wedge_L (s[p] \neq 0)$  }
fun indiceSiguieteNoNulo (s: se\u00f1al, i:  $\mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{Z} = \sum_{p=i+1}^{|s|-1}$  if  $esElPrimerSiguieteNoNulo(s, i, p)$  then  $p$  else 0 fi;
pred esElPrimerSiguieteNoNulo (s: se\u00f1al, i:  $\mathbb{Z}$ , p:  $\mathbb{Z}$ ) { ( $\forall j : \mathbb{Z}$ )  $i \leq j < p \longrightarrow_L (s[j] = 0) \wedge_L (s[p] \neq 0)$  }
fun el2doIndiceNoNuloMasCercano (s: se\u00f1al, i:  $\mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{Z} =$ 
   $elIndiceNoNuloMasCercano(setAt(s, elIndiceNoNuloMasCercano(s, i), 0))$  ;
pred enDondeNoSeaCeroDebenCoincidir (original: se\u00f1al, reconstruida: se\u00f1al) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )  $0 \leq i < |original| \longrightarrow_L$ 
  ( $original[i] \neq 0$ )  $\wedge_L$ 
  ( $original[i] = reconstruida[i]$ ) }

```