

# Diseño del Sistema de Control Adaptativo de un Coche Autónomo

Trabajo de Sistemas Ubicuos Adaptativos



**Alumnos:**

Adriano Vega Llobell

Rubén Quintanilla Lahiguera

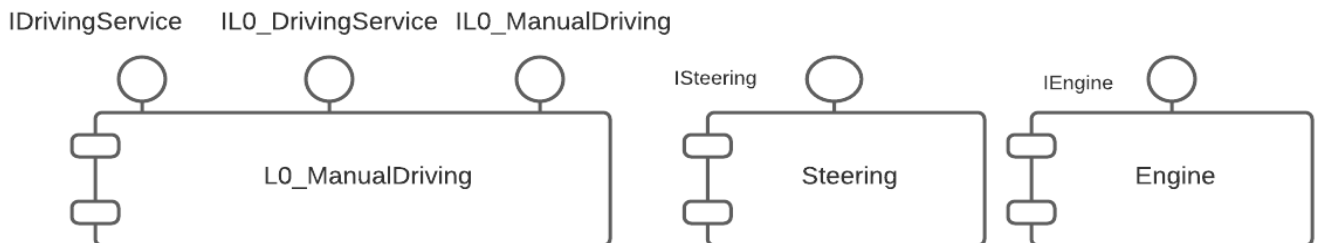
<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Managed System</b>	<b>2</b>
1.1. Configuración inicial del sistema	2
1.2. Sondas / Probes	2
1.2.1 Estado de la carretera	3
1.2.2 Estado del conductor	3
1.2.3 Estado del sistema	3
<b>Bucle MAPE-K</b>	<b>4</b>
2.1. Propiedades de adaptación (Knowledge)	4
2.1.1 Propiedades del contexto de la carretera	4
2.1.2 Propiedades del contexto del conductor	5
2.1.3 Propiedades del estado del sistema:	5
2.2 Monitores	6
2.3 Reglas de Adaptación	9

# 1.Introducción

Este documento detalla el diseño del coche autónomo siguiendo la especificación dada. Ha sido diseñado con vistas a que el sistema adapte su configuración dependiendo del estado de la carretera, del conductor y de su propia configuración interna. Siempre que le sea posible, tenderá a aumentar su nivel de autonomía hasta el nivel máximo, L3.

## 2.Managed System

### 1.1. Configuración inicial del sistema



El estado inicial del vehículo autónomo usa el nivel 0 de autonomía, la conducción manual: el conductor es responsable de la conducción, y no relega al sistema ninguna responsabilidad. Este modo no requiere de ningún componente para funcionar. A partir del arranque, puede ir incrementándose el nivel de autonomía según sea necesario y estén disponibles los sensores.

Aunque no se usan en L0, también están disponibles los controladores del motor y la dirección, cuyo estado no monitorizamos.

### 1.2. Sonidas / Probes

Las sondas nos sirven para obtener información del contexto de ejecución. Las dividimos en tres categorías distintas:

### 1.2.1 Estado de la carretera

Estos sensores monitorizan el estado de la carretera por la que circula el vehículo.

<b>Sonda:</b> RoadSensor-type <b>Descripción:</b> Este sensor detecta el tipo de vía en el que nos encontramos actualmente. <b>Monitor:</b> road-context-monitor <b>Datos:</b> road-type
---

<b>Sonda:</b> RoadSensor-status <b>Descripción:</b> Este sensor detecta el estado de vía en el que nos encontramos actualmente en cuanto a tráfico. <b>Monitor:</b> road-context-monitor <b>Datos:</b> road-status
---

### 1.2.2 Estado del conductor

Estos sensores monitorizan el estado del conductor: si está atento, distraído...

<b>Sonda:</b> DriverFaceMonitor <b>Descripción:</b> Analiza la cara del conductor para ver su estado. Puede ser de 3 tipos: mirando hacia delante ( <code>LOOKING_FORWARD</code> ), distraído ( <code>DISTRACTED</code> ) o durmiendo ( <code>SLEEPING</code> ). <b>Monitor:</b> driver-status-monitor <b>Datos:</b> driver-status
---

<b>Sonda:</b> HandsOnWheelSensor <b>Descripción:</b> Indica si el conductor tiene las manos en el volante. <b>Monitor:</b> driver-status-monitor <b>Datos:</b> hands-on-wheel-status
---

<b>Sonda:</b> DriverSeatSensor <b>Descripción:</b> Detecta si hay alguien sentado en el asiento del conductor. <b>Monitor:</b> driver-status-monitor <b>Datos:</b> driver-seat-occupation
--

<b>Sonda:</b> CopilotSeatSensor <b>Descripción:</b> Detecta si hay alguien sentado en el asiento del copiloto. <b>Monitor:</b> driver-status-monitor <b>Datos:</b> copilot-seat-occupation
---

### 1.2.3 Estado del sistema

<b>Sonda:</b> FrontDistanceSensorHealthProbe <b>Descripción:</b> Reporta el estado de salud del sensor de distancia frontal. <b>Monitor:</b> distance-sensor-health-monitor <b>Datos:</b> front-distance-sensor-healthcheck
--

<b>Sonda:</b> RearDistanceSensorHealthProbe <b>Descripción:</b> Reporta el estado de salud del sensor de distancia trasero. <b>Monitor:</b> distance-sensor-health-monitor <b>Datos:</b> rear-distance-sensor-healthcheck
--

<b>Sonda:</b> LeftDistanceSensorHealthProbe <b>Descripción:</b> Reporta el estado de salud del sensor de distancia izquierdo. <b>Monitor:</b> distance-sensor-health-monitor <b>Datos:</b> left-distance-sensor-healthcheck
<b>Sonda:</b> RightDistanceSensorHealthProbe <b>Descripción:</b> Reporta el estado de salud del sensor de distancia derecho. <b>Monitor:</b> distance-sensor-health-monitor <b>Datos:</b> right-distance-sensor-healthcheck
<b>Sonda:</b> LIDARDistanceSensorHealthProbe <b>Descripción:</b> Reporta el estado de salud del sensor de distancia basado en LIDAR. <b>Monitor:</b> lidar-sensor-health-monitor <b>Datos:</b> lidar-sensor-healthcheck
<b>Sonda:</b> LeftLineSensorHealthProbe <b>Descripción:</b> Reporta el estado de salud del sensor de línea izquierdo. <b>Monitor:</b> line-sensor-health-monitor <b>Datos:</b> left-line-sensor-healthcheck
<b>Sonda:</b> RightLineSensorHealthProbe <b>Descripción:</b> Reporta el estado de salud del sensor de línea derecho. <b>Monitor:</b> line-sensor-health-monitor <b>Datos:</b> right-line-sensor-healthcheck
<b>Sonda:</b> NotificationsSystemHealthProbe <b>Descripción:</b> Reporta el estado de salud del sistema de notificaciones. <b>Monitor:</b> notications-system-health-monitor <b>Datos:</b> notifications-system-healthcheck
<b>Sonda:</b> RoadSensorHealthProbe <b>Descripción:</b> Reporta el estado de salud del sensor de carretera. <b>Monitor:</b> road-sensor-health-monitor <b>Datos:</b> road-sensor-healthcheck

### 3. Bucle MAPE-K

#### 2.1. Propiedades de adaptación (Knowledge)

##### 2.1.1 Propiedades del contexto de la carretera

Estas propiedades de adaptación representan el contexto de la carretera en la que se encuentra el vehículo autónomo.

<b>Propiedad:</b> current-road-type <b>Descripción:</b> Indica el tipo de carretera en la que nos encontramos. Tiene 4 valores posibles: STD_ROAD, OFF-ROAD, HIGHWAY, CITY. <b>Tipo de Dato:</b> Enumerado
--

<b>Propiedad:</b> current-road-status <b>Descripción:</b> Indica el estado de la carretera en la que nos encontramos: FLUID, JAM o COLLAPSED. <b>Tipo de Dato:</b> Enumerado
<b>Propiedad:</b> reference-speed <b>Descripción:</b> Indica el límite de velocidad de la vía actual. <b>Tipo de Dato:</b> double
<b>Propiedad:</b> longitudinal-safety-distance <b>Descripción:</b> Indica la distancia mínima de seguridad que debemos mantener con los vehículos delante y detrás del nuestro. <b>Tipo de Dato:</b> double
<b>Propiedad:</b> lateral-safety-distance <b>Descripción:</b> Indica la distancia mínima de seguridad que debemos mantener con los vehículos a la izquierda y la derecha del nuestro. <b>Tipo de Dato:</b> double

### 2.1.2 Propiedades del contexto del conductor

Estas propiedades de adaptación representan el estado del conductor.

<b>Propiedad:</b> has-handsonwheel <b>Descripción:</b> Indica si el conductor tiene actualmente las manos en el volante. <b>Tipo de Dato:</b> Booleano
<b>Propiedad:</b> current-driver-status <b>Descripción:</b> Indica el estado actual del conductor. Puede ser de 3 tipos: mirando hacia delante (LOOKING_FORWARD), distraído (Distracted) o durmiendo (SLEEPING).. <b>Tipo de Dato:</b> Enumerado
<b>Propiedad:</b> is-driver-seat-occupied <b>Descripción:</b> Indica si el piloto está sentado en el asiento del conductor. <b>Tipo de Dato:</b> Booleano
<b>Propiedad:</b> is-driver-ready <b>Descripción:</b> Indica si el piloto está preparado para asumir el control del vehículo. Útil para analizar si es posible proceder con un traspaso de control. <b>Tipo de Dato:</b> Booleano
<b>Propiedad:</b> is-copilot-seat-occupied <b>Descripción:</b> Indica si el asiento del copiloto está ocupado. <b>Tipo de Dato:</b> Booleano

### 2.1.3 Propiedades del estado del sistema:

Estas propiedades de adaptación representan el estado actual del sistema, lo que nos permite detectar cuándo podemos mejorar la configuración actual o cuando son necesarias tareas de auto-reparación

<b>Propiedad:</b> currentDrivingService <b>Descripción:</b> Representa el servicio de conducción que está activo actualmente. Útil para determinar el nivel de autonomía actual. <b>Tipo de Dato:</b> IDrivingService
<b>Propiedad:</b> is-front-distance-sensor-available <b>Descripción:</b> Indica si el sensor de distancia frontal está disponible. <b>Tipo de Dato:</b> bool
<b>Propiedad:</b> is-rear-distance-sensor-available <b>Descripción:</b> Indica si el sensor de distancia trasero está disponible. <b>Tipo de Dato:</b> bool
<b>Propiedad:</b> is-left-distance-sensor-available <b>Descripción:</b> Indica si el sensor de distancia izquierdo está disponible. <b>Tipo de Dato:</b> bool
<b>Propiedad:</b> is-lidar-sensor-available <b>Descripción:</b> Indica si el sensor LIDAR está disponible. <b>Tipo de Dato:</b> bool
<b>Propiedad:</b> is-right-distance-sensor-available <b>Descripción:</b> Indica si el sensor de distancia derecho está disponible. <b>Tipo de Dato:</b> bool
<b>Propiedad:</b> are-line-sensors-available <b>Descripción:</b> Indica si los sensores de línea están disponibles. <b>Tipo de Dato:</b> bool
<b>Propiedad:</b> is-notifications-system-available <b>Descripción:</b> Indica si el sistema de notificaciones está disponible. <b>Tipo de Dato:</b> bool
<b>Propiedad:</b> is-road-sensor-available <b>Descripción:</b> Indica si el sensor de carretera está disponible. <b>Tipo de Dato:</b> bool
<b>Propiedad:</b> are-human-sensors-available <b>Descripción:</b> Indica si los sensores del conductor están disponibles. <b>Tipo de Dato:</b> bool

## 2.2 Monitores

Los monitores reciben los datos de las sondas y actualizan las propiedades de adaptación en base a ellas. Puede ser una simple actualización de los datos, o haber un procesamiento adicional.

<b>Monitor:</b> road-context-monitor <b>Descripción:</b> Monitoriza el estado de la carretera por la que estamos circulando actualmente. <b>Afecta Propiedades de Adaptación:</b> current-road-type, current-road-status, reference-speed <b>Acciones:</b>
---

```

SI current-road-status != road-status
    ACTUALIZA-KNOWLEDGE current-road-status = road-status

SI current-road-type != road-type
    ACTUALIZA-KNOWLEDGE current-road-type = road-type

SI current-road-type == HIGHWAY
    ACTUALIZA-KNOWLEDGE current-road-type = HIGHWAY

    SI current-road-status == FLUID
        ACTUALIZA-KNOWLEDGE reference-speed = 120.00

    SI current-road-status == JAM || current-road-status == COLLAPSED
        ACTUALIZA-KNOWLEDGE reference-speed = 60.00

SI current-road-type == CITY
    ACTUALIZA-KNOWLEDGE reference-speed = 50.00

```

**Monitor:** driver-status-monitor  
**Descripción:** Este monitor está pendiente de si el conductor está alerta sobre las condiciones de la carretera. Nos servirá para ver si está preparado para un traspaso de control (*take over*).

**Afecta Propiedades de Adaptación:** current-driver-status, has-handsonwheel, is-driver-seat-occupied, is-driver-ready

**Acciones:**

```

SI current-driver-status != driver-status
    ACTUALIZA-KNOWLEDGE current-driver-status = driver-status

SI has-handsonwheel != hands-on-wheel-status
    ACTUALIZA-KNOWLEDGE has-handsonwheel = hands-on-wheel-status

SI is-driver-seat-occupied != driver-seat-occupation
    ACTUALIZA-KNOWLEDGE is-driver-seat-occupied = driver-seat-occupation

SI is-copilot-seat-occupied != copilot-seat-occupation
    ACTUALIZA-KNOWLEDGE is-copilot-seat-occupied = copilot-seat-occupation

SI driver-status == LOOKING_FORWARD
    && driver-seat-occupied == True
    && hands-on-wheel-status == True
    ACTUALIZA-KNOWLEDGE is-driver-ready = True
ELSE
    ACTUALIZA-KNOWLEDGE is-driver-ready = False

```

**Monitor:** distance-sensor-health-monitor  
**Descripción:** Monitoriza el estado de salud de los sensores de distancia. Servirá para que el sistema pueda reemplazarlos por otro equivalente, o reducir el nivel de autonomía.

**Afecta Propiedades de Adaptación:** is-front-distance-sensor-available, is-rear-distance-sensor-available, is-left-distance-sensor-available, is-right-distance-sensor-available

**Acciones:**



**SI** front-distance-sensor-healthcheck != is-front-distance-sensor-available  
**ACTUALIZA-KNOWLEDGE** is-front-distance-sensor-available = front-distance-sensor-healthcheck

**SI** rear-distance-sensor-healthcheck != is-rear-distance-sensor-available  
**ACTUALIZA-KNOWLEDGE** is-rear-distance-sensor-available = rear-distance-sensor-healthcheck

**SI** left-distance-sensor-healthcheck != is-left-distance-sensor-available  
**ACTUALIZA-KNOWLEDGE** is-left-distance-sensor-available = left-distance-sensor-healthcheck

**SI** right-distance-sensor-healthcheck != is-right-distance-sensor-available  
**ACTUALIZA-KNOWLEDGE** is-right-distance-sensor-available = right-distance-sensor-healthcheck

**Monitor:** line-sensor-health-monitor

**Descripción:** Monitoriza el estado de salud de los sensores de línea.

**Afecta Propiedades de Adaptación:** are-line-sensors-available

**Acciones:**

**SI** are-line-sensors-available != right-line-sensor-healthcheck  
|| are-line-sensors-available != left-line-sensor-healthcheck  
**ACTUALIZA-KNOWLEDGE** are-line-sensors-available = left-line-sensor-healthcheck && right-line-sensor-healthcheck

**Monitor:** notifications-system-health-monitor

**Descripción:** Monitoriza el estado del sistema de notificaciones.

**Afecta Propiedades de Adaptación:** is-notifications-system-available

**Acciones:**

**SI** is-notifications-system-available != notifications-system-healthcheck  
**ACTUALIZA-KNOWLEDGE** is-notifications-system-available== notifications-system-healthcheck

**Monitor:** lidar-sensor-health-monitor

**Descripción:** Monitoriza el estado del sensor de distancia basado en LIDAR.

**Afecta Propiedades de Adaptación:** is-lidar-sensor-available

**Acciones:**

**SI** is-lidar-sensor-available != lidar-sensor-healthcheck  
**ACTUALIZA-KNOWLEDGE** is-lidar-sensor-available = lidar-sensor-healthcheck

**Monitor:** road-sensor-health-monitor

**Descripción:** Monitoriza el estado del sensor de carretera.

**Afecta Propiedades de Adaptación:** is-road-sensor-available

**Acciones:**

**SI** is-road-sensor-available != road-sensor-healthcheck  
**ACTUALIZA-KNOWLEDGE** is-road-sensor-available = road-sensor-healthcheck

## 2.3 Reglas de Adaptación

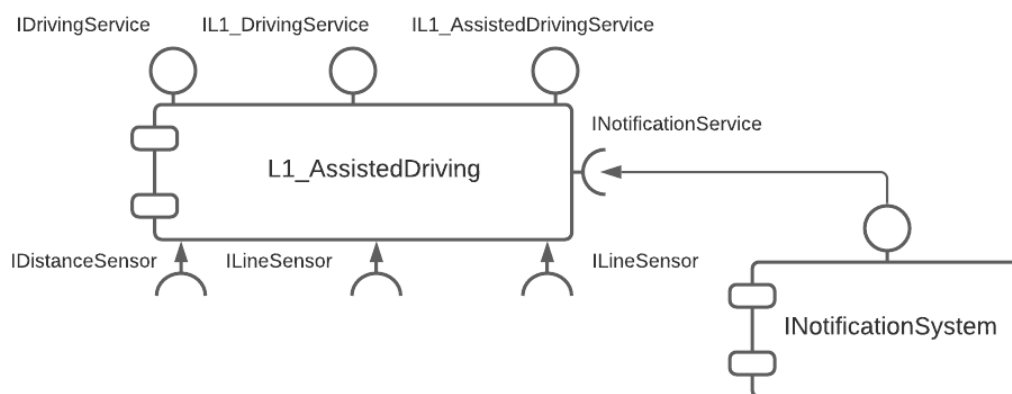
En base a los cambios de las propiedades de adaptación, se puede desencadenar la ejecución de las reglas de adaptación. Estas reglas modifican la configuración del sistema: activando o desactivando componentes, uniendo o separando otros componentes, etc.

**Regla:** enable-notifications-in-L1

**Descripción:** Esta regla enlaza el sistema de notificaciones con el sistema de conducción L1 si está disponible.

**Condición:** `currentDrivingService instanceof IL1_DrivingService && is-notifications-system-available`

**Cuerpo:**

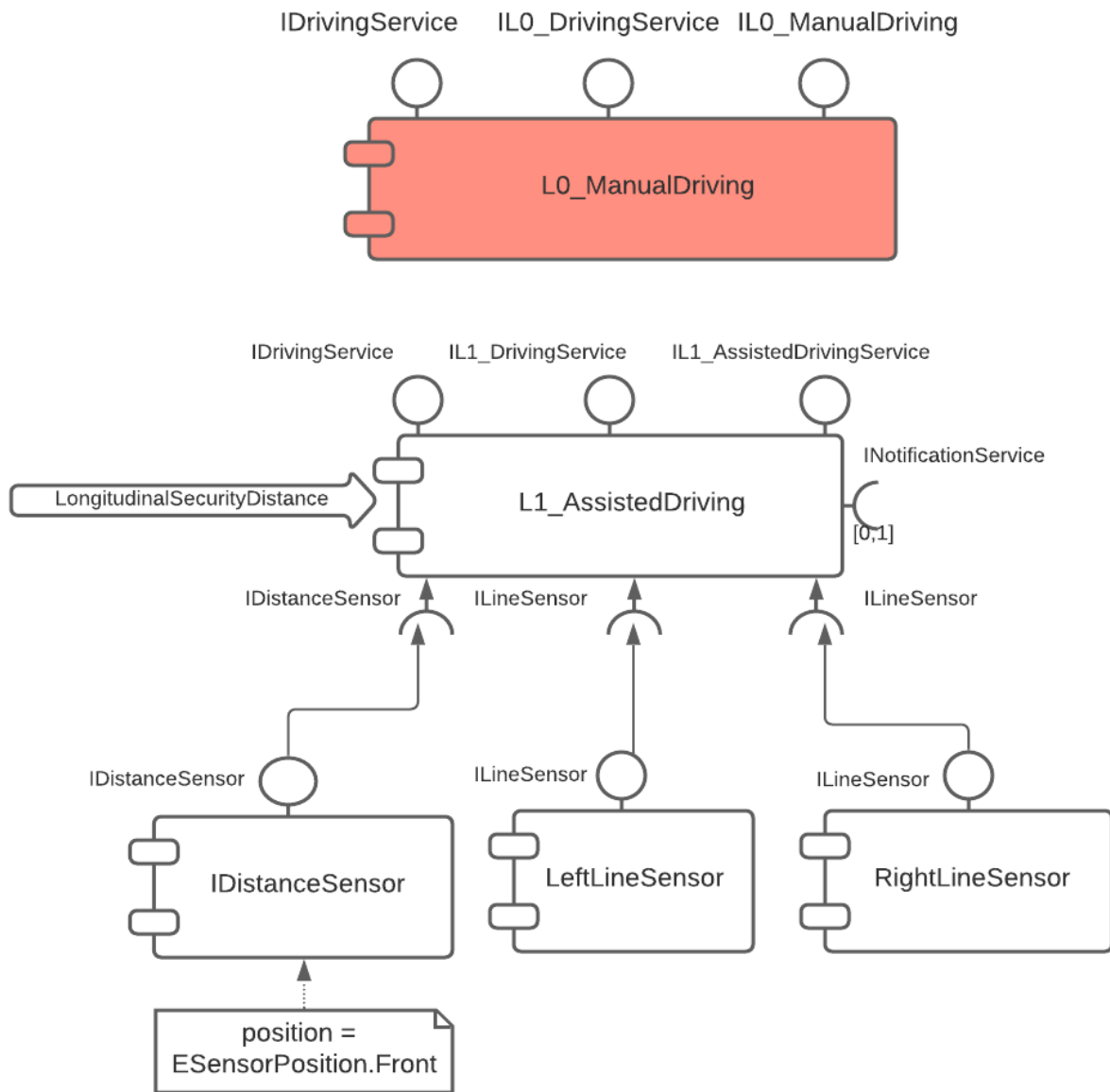


**Regla:** switch-to-L1\_AssistedDriving-from-L0

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo el módulo de conducción L0 se pase a nivel L1. Requiere que todos los sensores necesarios para L1 estén activos y funcionando correctamente.

**Condición:** `currentDrivingService instanceof IL0_DrivingService && is-front-distance-sensor-available && are-line-sensors-available`

**Cuerpo:**

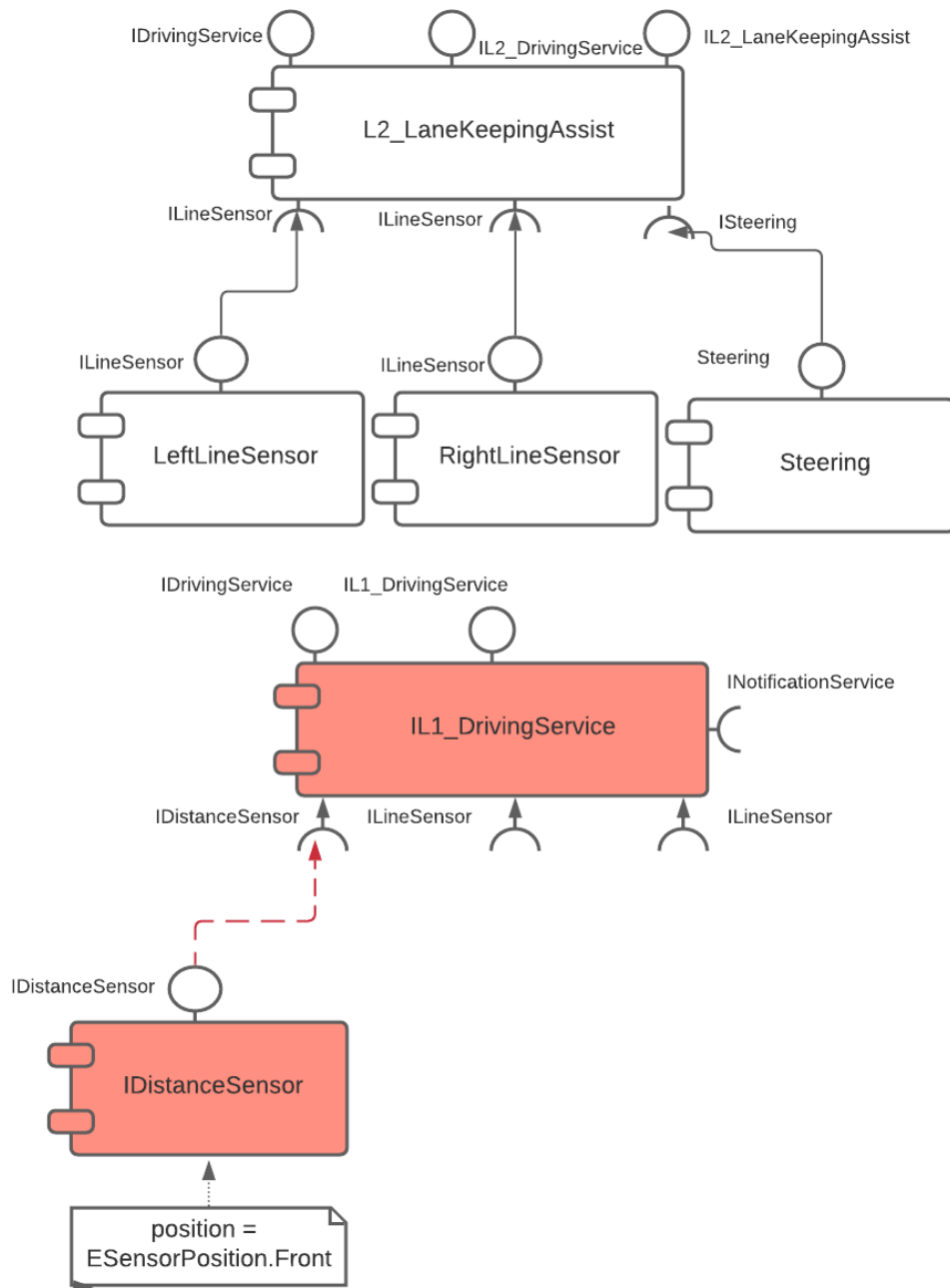


**Regla:** switch-to-L2\_LaneKeepingAssist-from-L1

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo el módulo de conducción L1 se pase a nivel L2. En concreto, activa el modo de mantener el carril (IL2\_LaneKeepingAssist).

Requiere que esté en carretera común o ciudad, ya no tiene sentido usarlo si no hay carriles bien definidos.

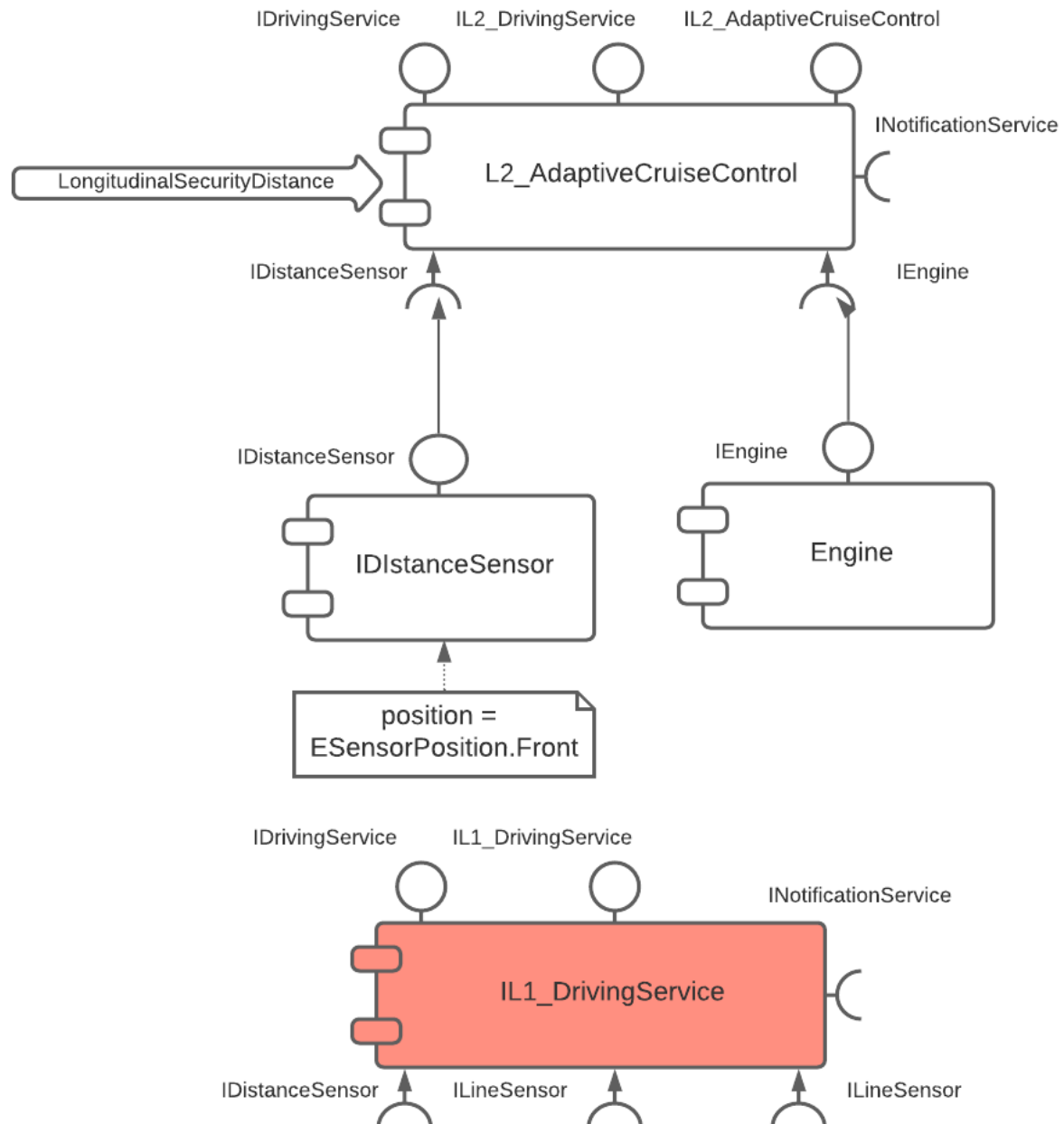
**Condición:** currentDrivingService instanceof IL1\_DrivingService  
&& are-line-sensors-available  
&& (current-road-type == STD\_ROAD || current-road-type == CITY)



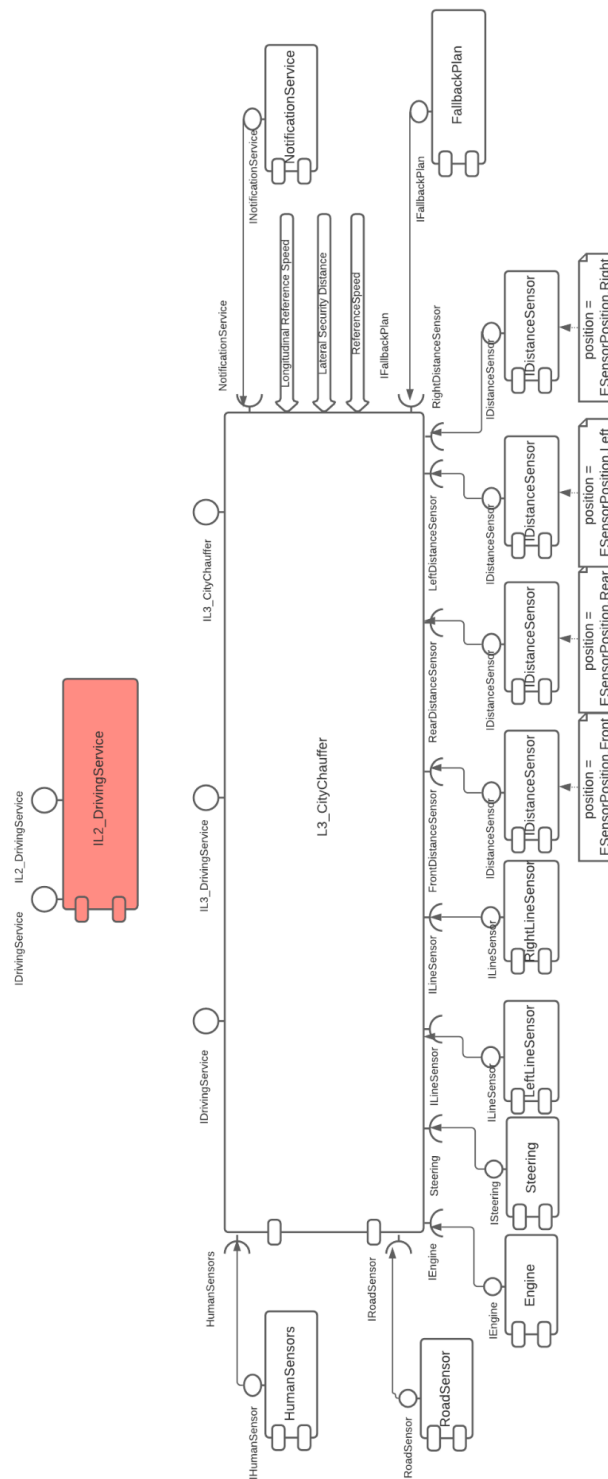
**Regla:** switch-to-L2\_AdaptiveCruiseControl-from-L1

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo el módulo de conducción L1 se pase a nivel L2. En concreto, activa el modo de mantener el carril (IL2\_AdaptiveCruiseControl).

**Condición:** currentDrivingService instanceof IL1\_DrivingService  
&& (is-front-distance-sensor-available || is-is-lidar-sensor-available)  
&& current-road-type == HIGHWAY



```
&& current-road-type == CITY
```





**Regla:** switch-to-L3\_TrafficJamChauffer-from-L2

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo el módulo de conducción L2 se pase a nivel L3. En concreto, activa el modo de chófer de atasco (L3\_TrafficJamChauffer).

**Condición:** currentDrivingService instanceof IL2\_DrivingService

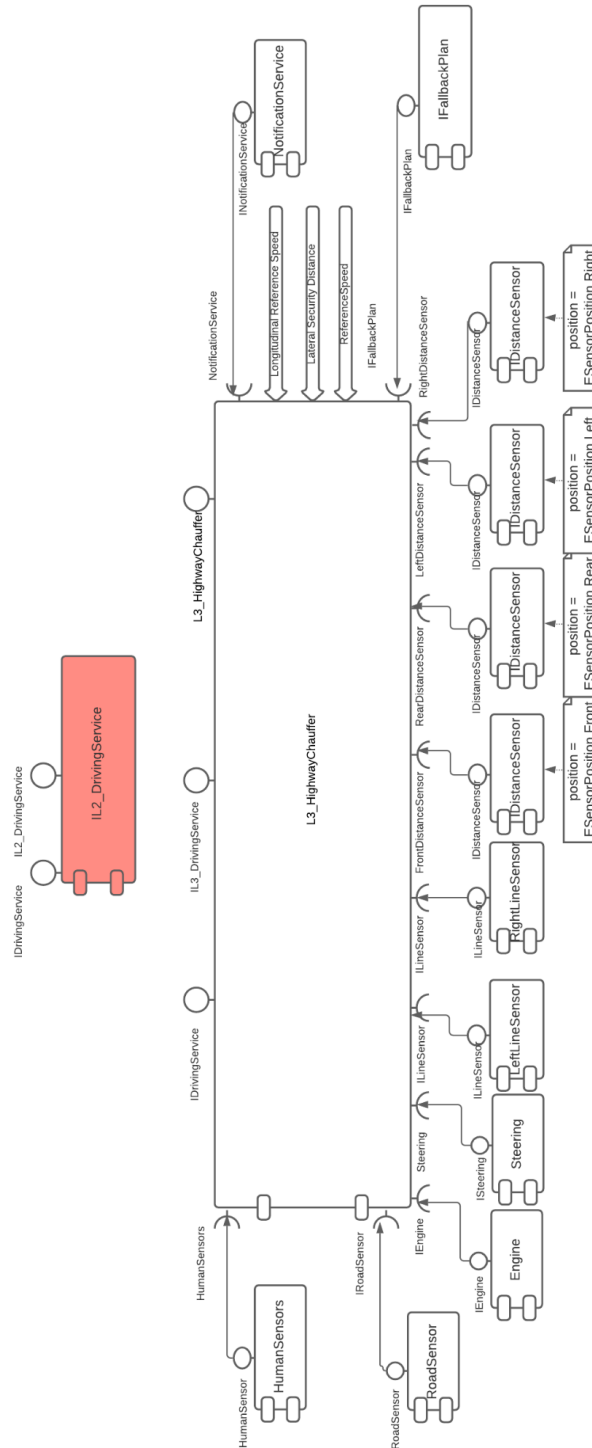
&&(is-lidar-sensor-available || (is-front-sensor-available && is-right-sensor-avai...))

&& are-line-sensors-available && is-road-sensor-available

&& is-notification-system-available && are-human-sensors-available

&& current-road-type == HIGHWAY

&& (current-road-status == JAM || current-road-status == COLLAPSED)



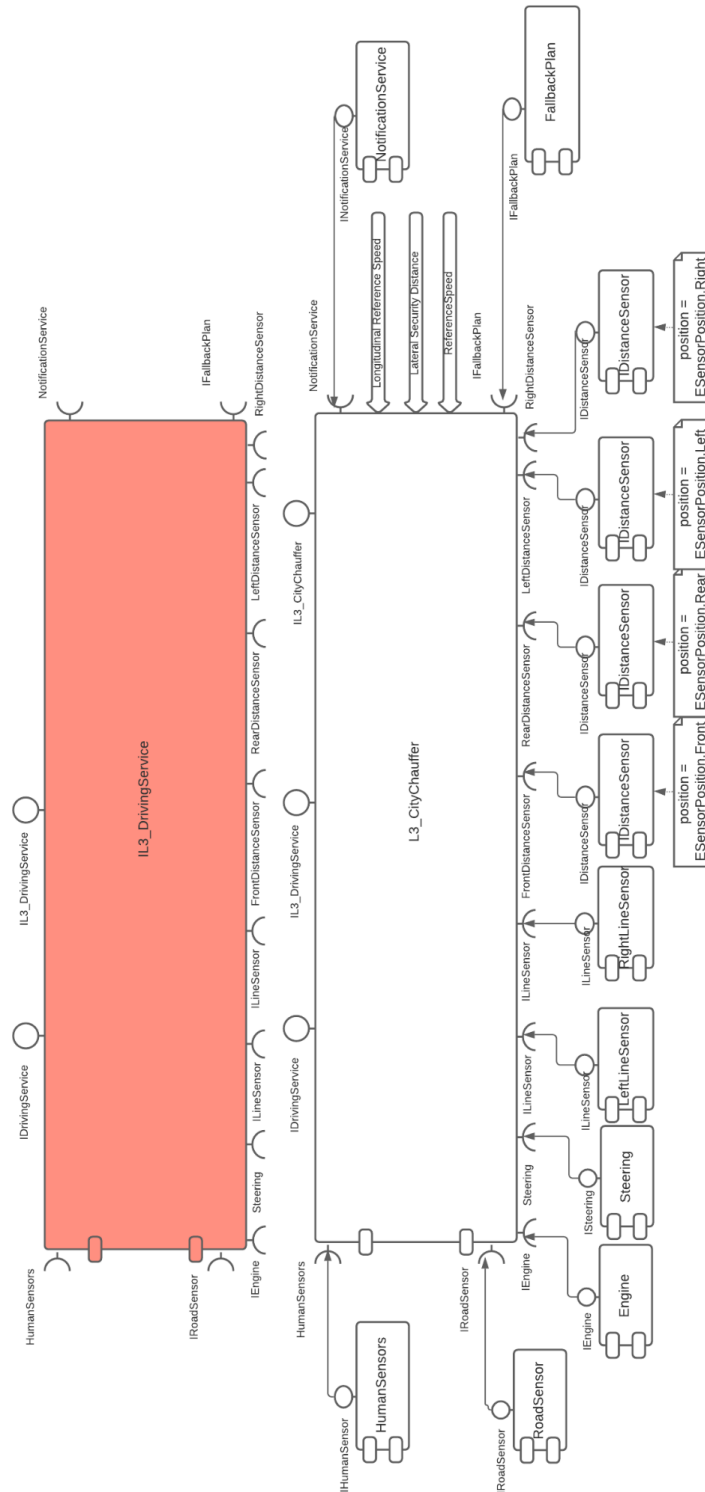


**Regla:** switch-to-L3\_CityChauffer-from-L3

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo un módulo L3 y entramos en un ciudad, usaremos el módulo de L3\_CityChauffer.

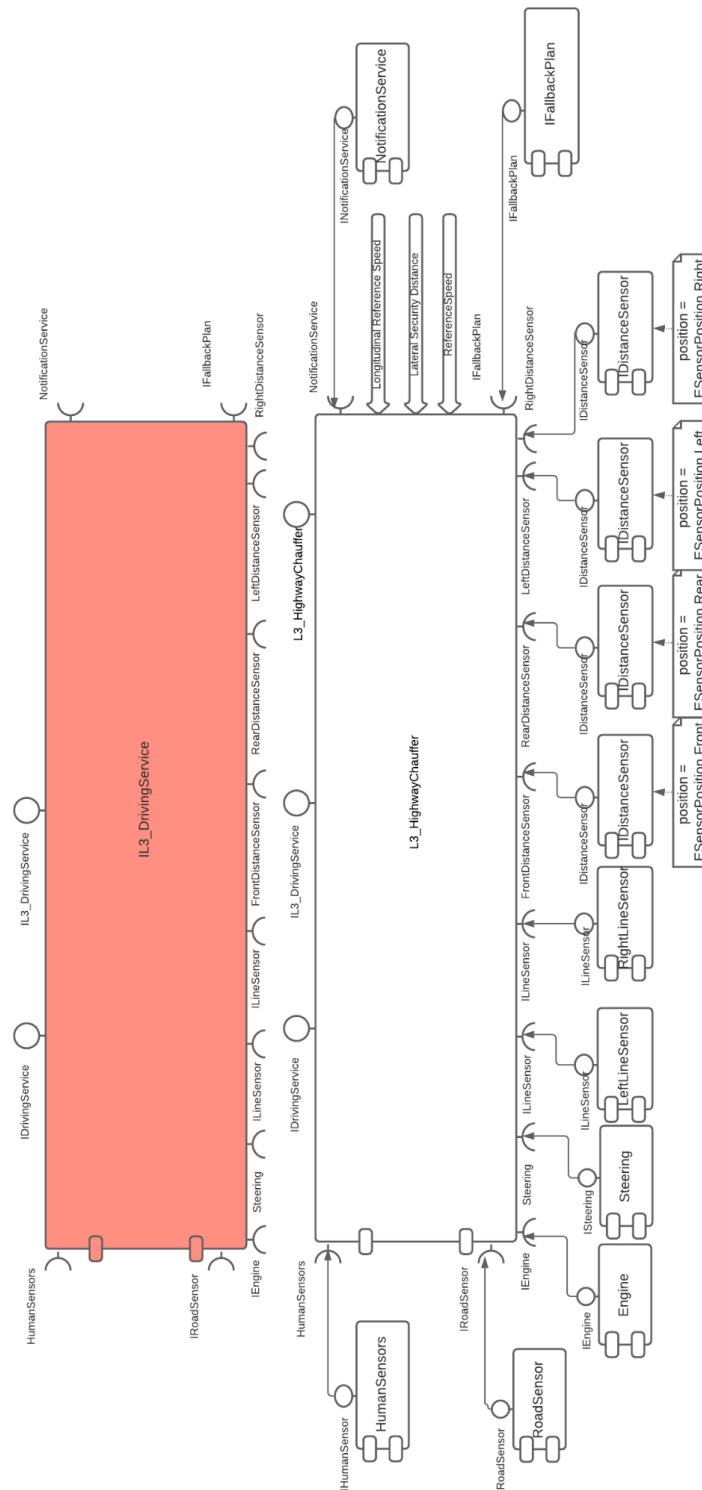
**Condición:** currentDrivingService instanceof IL3\_DrivingService &&  
!currentDrivingService instanceof L3\_CityChauffer && current-road-type == CITY

**Cuerpo:**



**Condición:** `currentDrivingService instanceof IL3_DrivingService && current-road-type == HIGHWAY && current-road-status = FLUID`

**Cuerpo:**

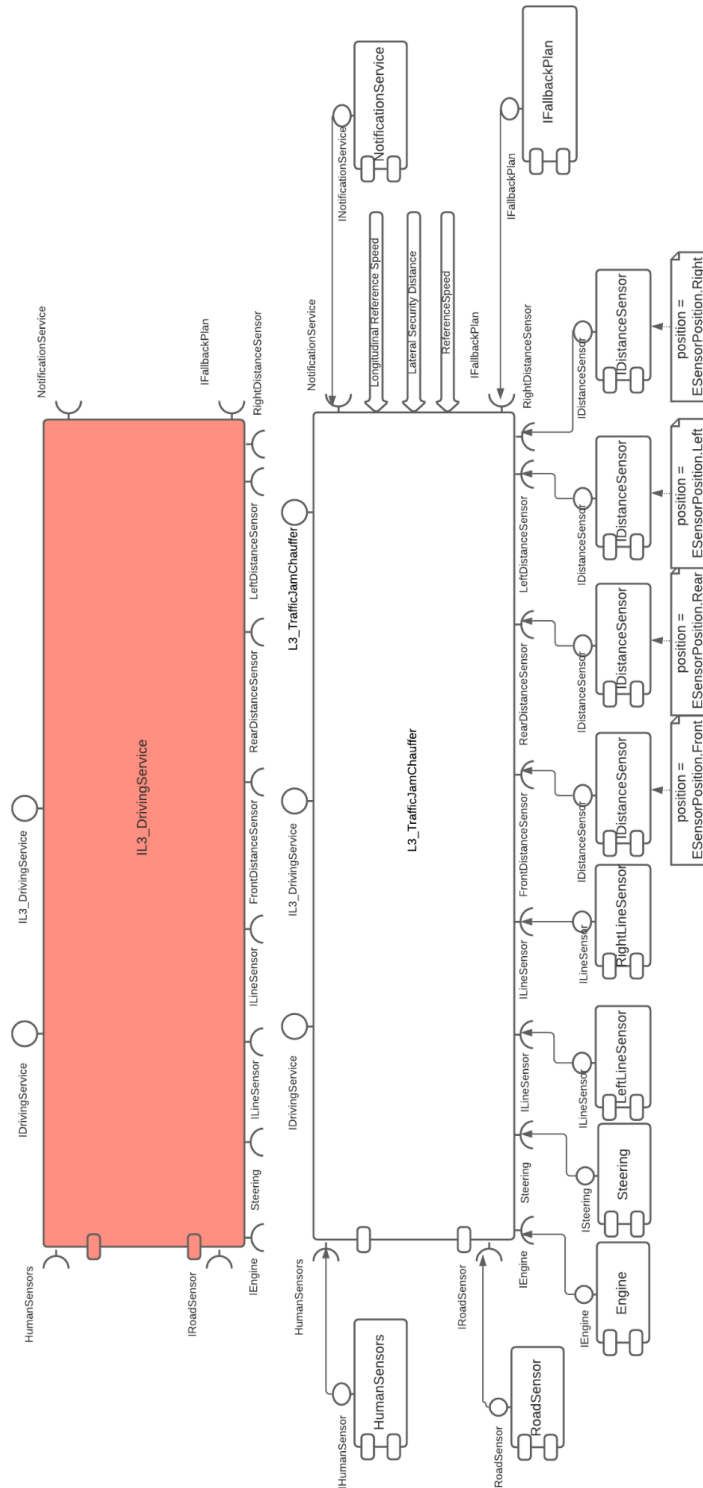


**Regla:** switch-to-L3\_TrafficJamChaufer-from-L3

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo un módulo L3 y entramos en una autopista congestionada, usaremos el módulo de L3\_TrafficJamChaufer.

**Condición:** currentDrivingService instanceof IL3\_DrivingService && current-road-type == HIGHWAY && (current-road-status == JAM || current-road-status == COLLAPSED)

**Cuerpo:**



**Regla:** switch-to-L2\_LaneKeepingAssist-from-L3

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que baje el nivel de autonomía de L3 a L2 si:

1. **Entramos en una carretera convencional:** Se elige el modo L2\_LaneKeepingAssist, en lugar del modo crucero, ya que en carreteras convencionales sólo suele haber dos carriles, uno para cada sentido. Así podemos evitar entrar en el carril contrario.
2. **Falla alguno de los sensores:** Si el conductor está preparado para asumir el control en caso de fallo de algún sensor.

**Condición:** currentDrivingService instanceof IL3\_DrivingService

&& is-driver-ready

&& are-linesensors-available

&& (current-road-type == STD\_ROAD

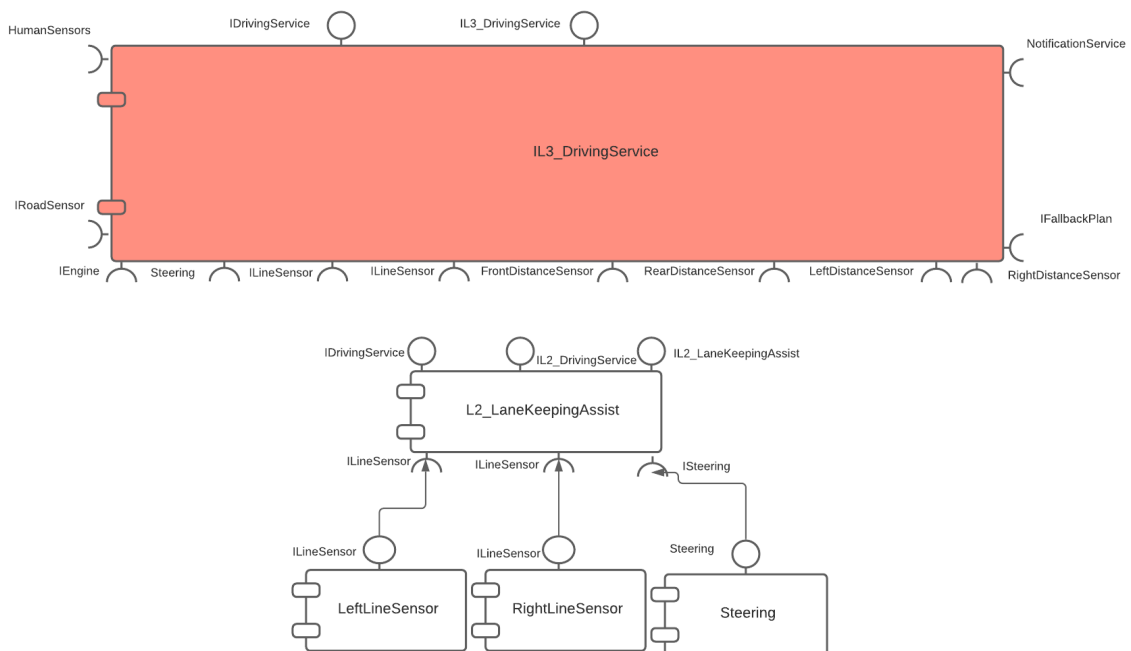
|| !((is-lidar-sensor-available || (is-front-sensor-available  
&& is-right-sensor-avai...))

&& are-line-sensors-available

&& is-road-sensor-available

&& are-human-sensors-available)

**Cuerpo:**

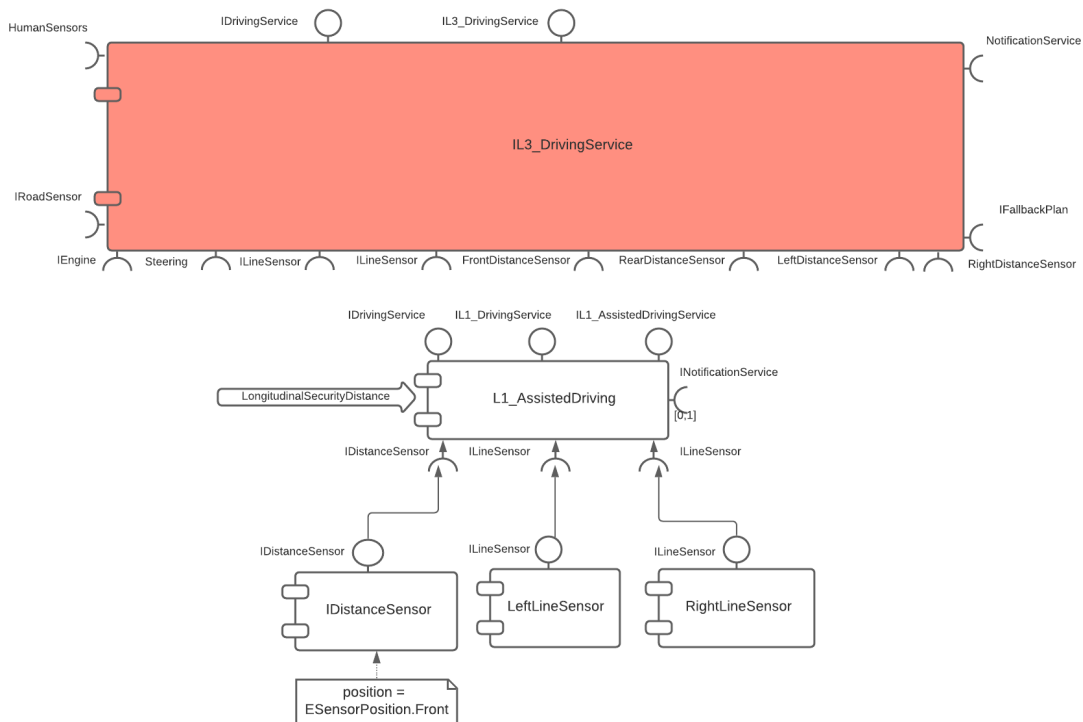


**Regla:switch-to-L1\_AssistedDriving-from-L3**

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo un módulo L3 y salimos de la carretera o no está bien señalizada, usaremos el módulo de L1\_AssistedDriving. Se elige este modo en lugar de un modo L2 porque no podemos guiarnos por la señalización.

**Condición:** `currentDrivingService instanceof IL3_DrivingService && current-road-type == OFF_ROAD && is-driver-ready`

**Cuerpo:**

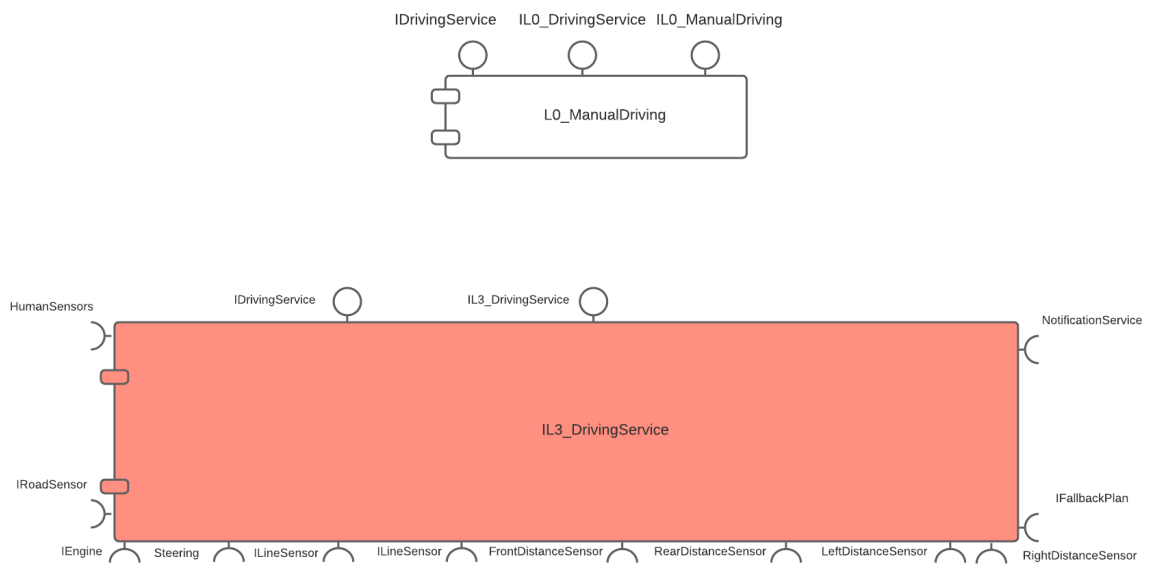


**Regla:**switch-to-L0\_ManualDriving-from-L3

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo un módulo L3 y salimos de la carretera, o la carretera no posee ningún tipo de señalización, cambia a modo de conducción manual L0.

**Condición:** currentDrivingService instanceof IL3\_DrivingService &&  
is-driver-ready && current-road-type == OFF\_ROAD  
&& !(are-line-sensors-available  
&& (is-front-distance-sensor-available || is-lidar-available))

**Cuerpo :**



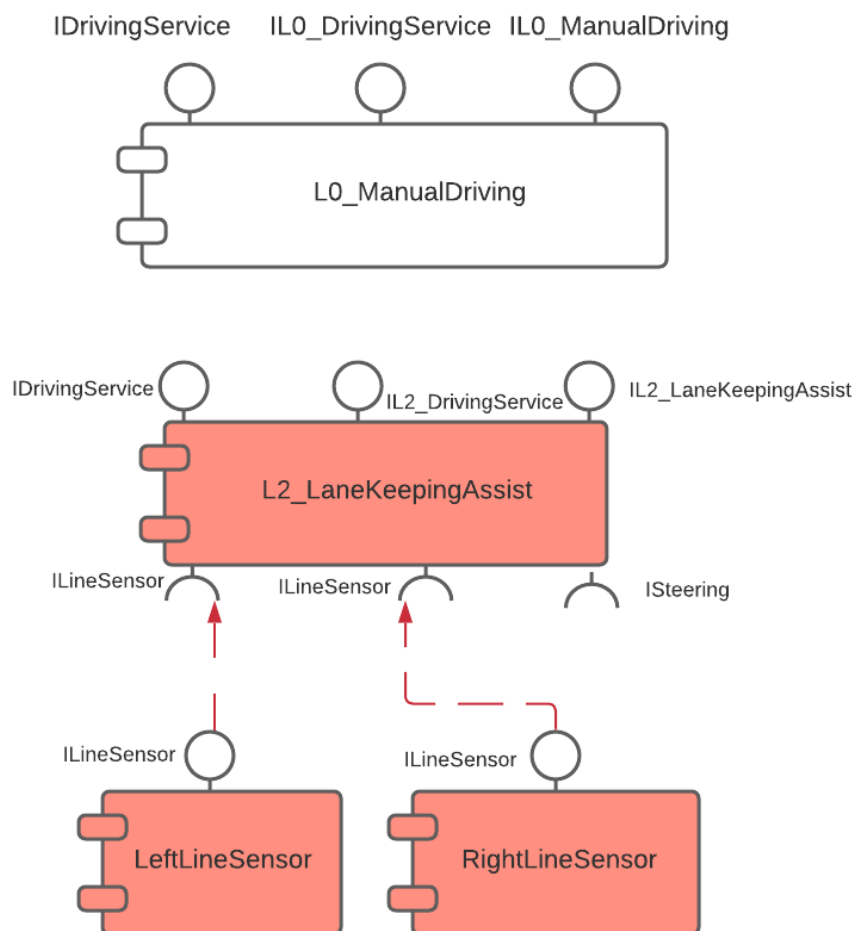
**Regla:** switch-to-L0\_ManualDriving-from-L2\_LaneKeepingAssist

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo un módulo L2 Lane Keeping Assist y falla un sensor, se pase a un módulo L0.

Esta transición salta el nivel de L1 porque los sensores de línea son requeridos por el nivel L1.

**Condición:** currentDrivingService instanceof IL2\_DrivingService  
&& is-driver-ready  
&& !(is-front-distance-sensor-available && are-line-sensors-available)

**Cuerpo:**



**Regla:** switch-to-L0\_ManualDriving-from-L2\_AdaptiveCruiseControl

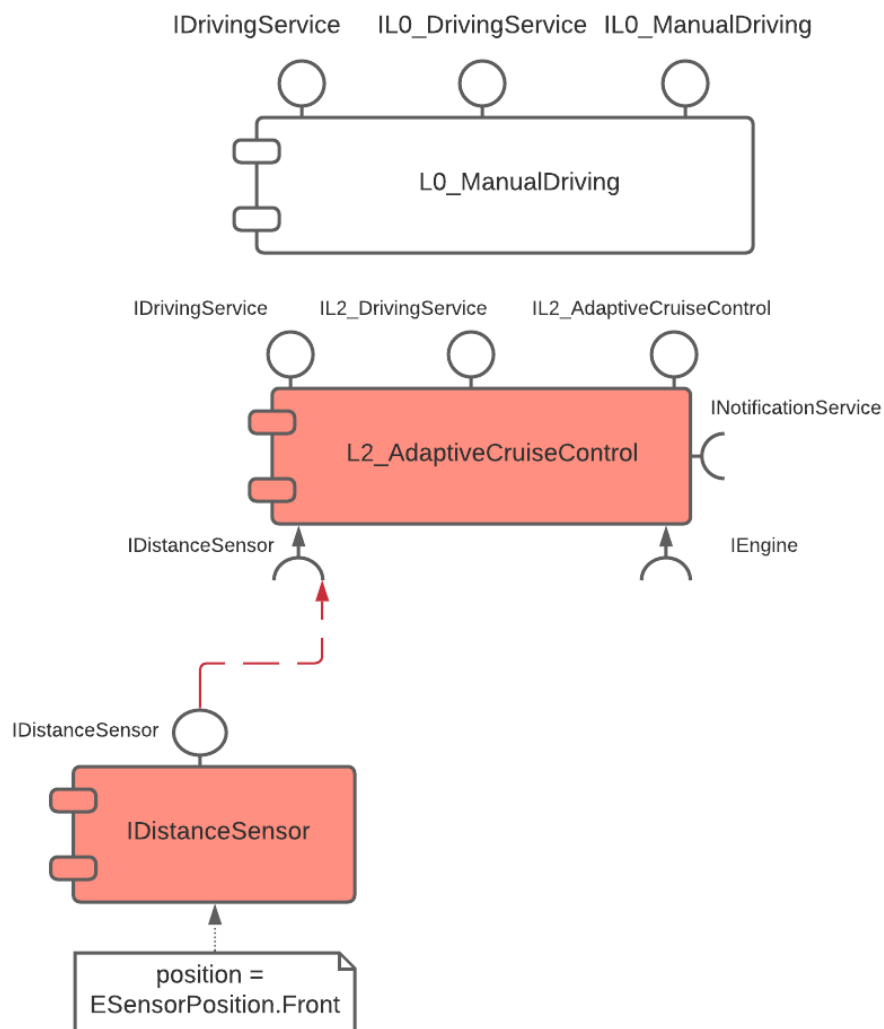
**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo un módulo L2 Control de Crucero Adaptativo, y falla un sensor, se pase a un módulo L0.

Esta transición salta el nivel de L1 porque el sensor de distancia frontal es requerido por el módulo L1.

**Condición:** currentDrivingService instanceof IL2\_DrivingService &&

is-driver-ready && is-front-distance-sensor-available && are-line-sensors-available

**Cuerpo:**



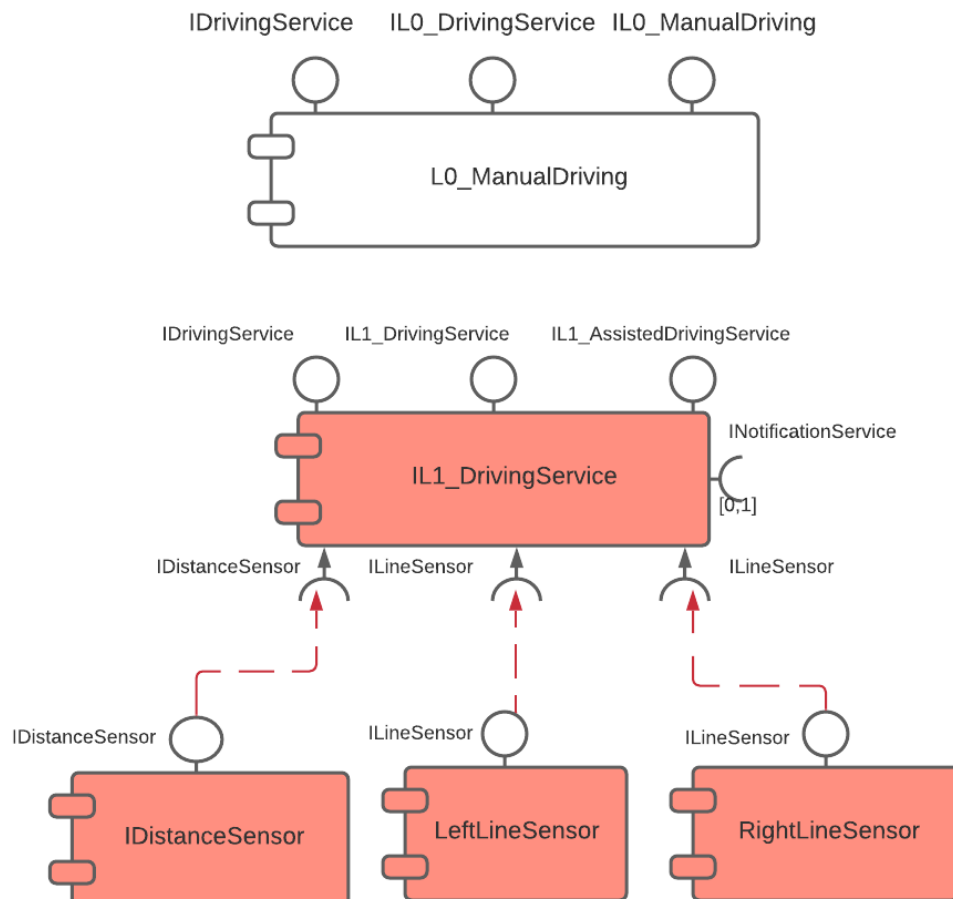


**Regla:** switch-to-L0\_ManualDriving-from-L1\_AssistedDriving

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de conducción autónoma para que, si está activo un módulo L1 se pase a modo de conducción manual L0 si el conductor está preparado.

**Condición:** currentDrivingService instanceof IL1\_DrivingService  
&& is-driver-ready  
&& !(are-line-sensors-available  
&& (is-front-distance-sensor-available || is-lidar-available))

**Cuerpo :**



**Descripción:** Esta regla cambia el *fallback plan* activo por aquel que aparca en la cuenta de la carretera. Se aplica si está activo un nivel de conducción L3 y todos los sensores están disponibles

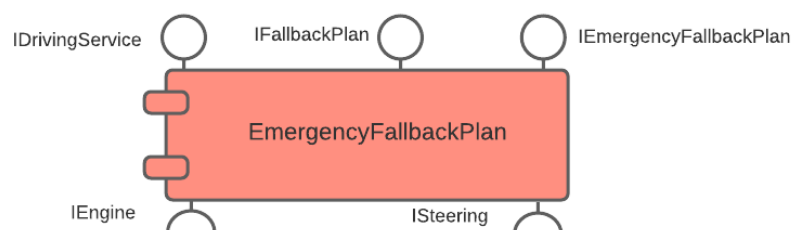
```
Condición: currentDrivingService instanceof IL3_DrivingService
    && (current-road-type == HIGHWAY || current-road-type == STD_ROAD)
    && are-line-sensors-available
    && (is-right-distance-sensor-available || is-lidar-sensor-available)
```

```

classDiagram
    class IL3_DrivingService {
        <<interface>>
    }
    class IL3_DrivingService_Implementation {
    }
    class ParkInTheRoadShoulderFallbackPlan {
    }
    class Engine {
    }
    class Steering {
    }
    class IDistanceSensor {
    }
    class RightLineSensor {
    }
    IL3_DrivingService_Implementation --|> IL3_DrivingService
    ParkInTheRoadShoulderFallbackPlan --> IL3_DrivingService : IL3_DrivingService
    ParkInTheRoadShoulderFallbackPlan --> Engine : IEngine
    ParkInTheRoadShoulderFallbackPlan --> Steering : ISteering
    ParkInTheRoadShoulderFallbackPlan --> IDistanceSensor : IDistanceSensor
    ParkInTheRoadShoulderFallbackPlan --> RightLineSensor : ILineSensor
    IDistanceSensor ..> IDistanceSensor : position = ESensorPosition.Right
  
```

The diagram illustrates the following components and their relationships:

- IL3\_DrivingService**: An interface with two provided interfaces, *IDrivingService* and *IL3\_DrivingService*.
- IL3\_DrivingService\_Implementation**: A concrete class that implements *IL3\_DrivingService*.
- ParkInTheRoadShoulderFallbackPlan**: A component that provides *IDrivingService* and *IL3\_DrivingService*. It also requires *IFallbackPlan* and *IParkInTheRoadShoulderFallbackPlan*. It provides *IEngine*, *ISteering*, *IDistanceSensor*, and *ILineSensor*.
- Engine**: A component that provides *IEngine*.
- Steering**: A component that provides *ISteering*.
- IDistanceSensor**: A component that provides *IDistanceSensor*. It has a self-association labeled *position = ESensorPosition.Right*.
- RightLineSensor**: A component that provides *ILineSensor*.



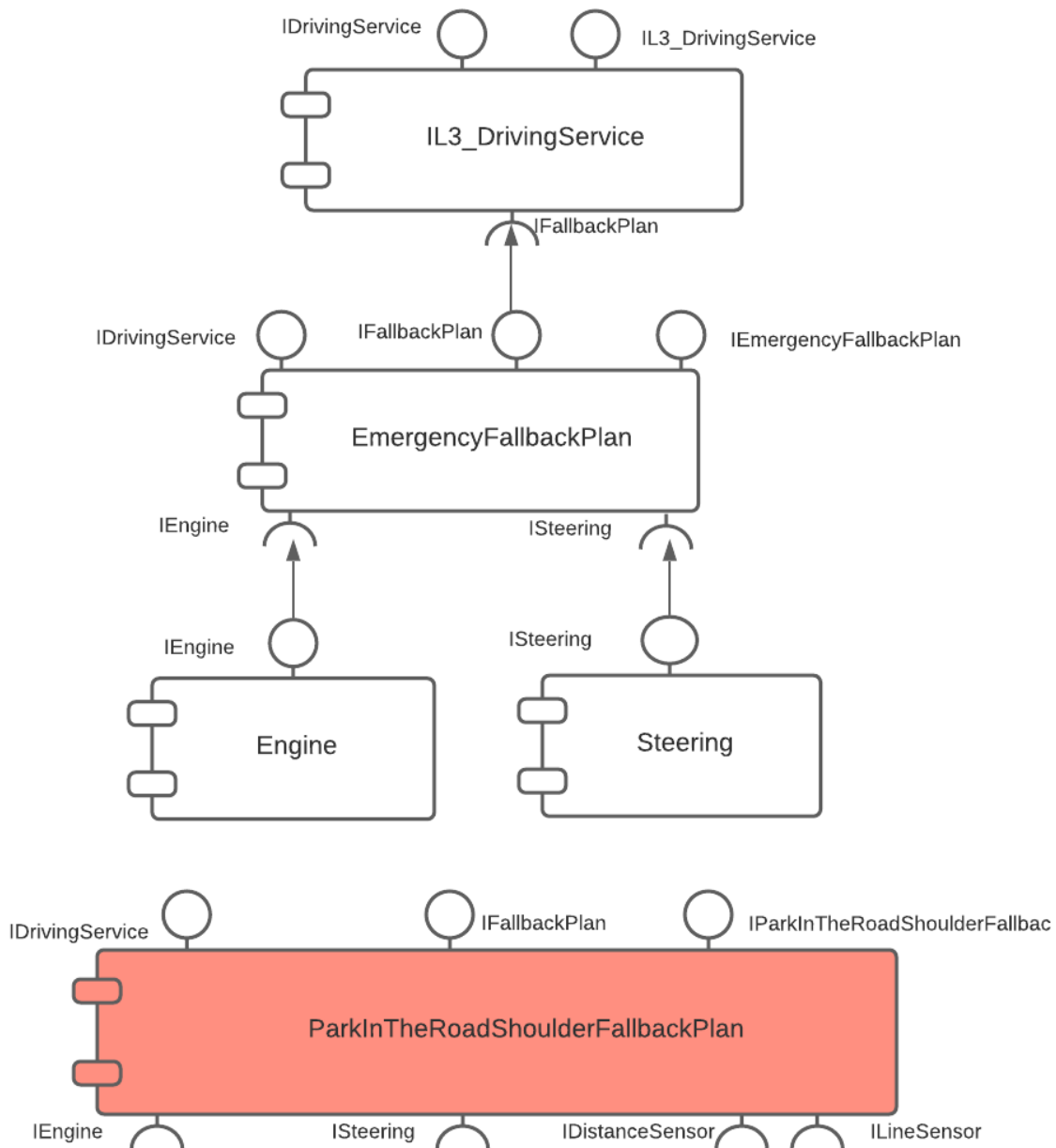
**Regla:** switch-plan-to-emergency-fallback-plan

**Descripción:** Esta regla cambia el *fallback plan* activo por el plan de emergencia. Se aplica si está activo un nivel de conducción L3 y falta algún sensor para el IParkInTheRoadShoulderPlan o el tipo de carretera no es el apropiado.

**NOTA:** Según los requisitos, no se tienen en cuenta fallos de motor y dirección. Por tanto, no comprobamos su estado en la condición.

**Condición:** currentDrivingService instanceof IL3\_DrivingService  
&& !(current-road-type == HIGHWAY || current-road-type == STD\_ROAD)  
&& are-line-sensors-available  
&& (is-right-distance-sensor-available || is-lidar-sensor-available))

**Cuerpo:**



**Regla:** switch-driving-service-to-fallback-plan

**Descripción:** Esta regla cambia servicio de conducción activo por un *fallback plan*. Se aplica si está activo un nivel de conducción L3 y falta algún sensor necesario para el servicio.

**NOTA:** Según los requisitos, no se tienen en cuenta fallos de motor y dirección. Por tanto, no comprobamos su estado en la condición.

**Condición:** currentDrivingService instanceof IL3\_DrivingService

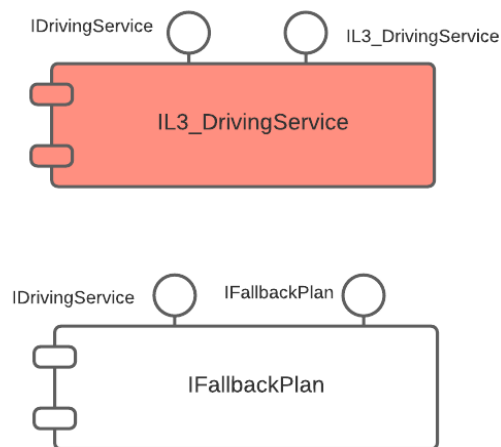
&& !driver-is-ready

&& !((is-lidar-sensor-available || (is-front-sensor-available && is-right-sensor-avai...))

&& are-line-sensors-available

&& is-road-sensor-available)

**Cuerpo:**



**Regla:** always-use-best-front-distance-sensor-available

**Descripción:** Aplica cuando está activo un servicio de conducción autónoma (L3) o asistida (L2 ó L1) y está usando un sensor de distancia LIDAR. Si hay disponible un sensor de distancia frontal mejor, el sistema se reconfigura para reemplazarlo.

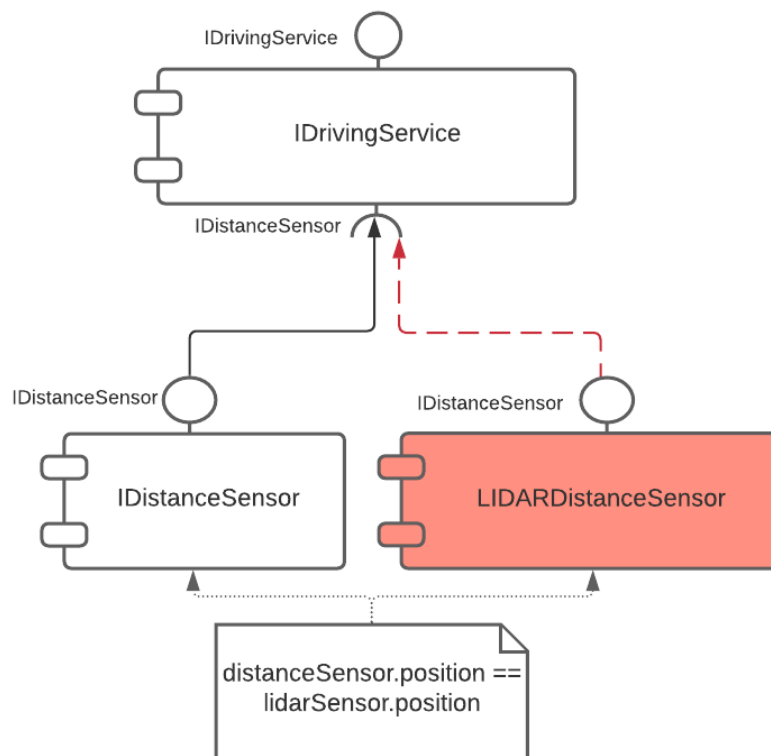
A continuación se muestra solo la regla para el sensor frontal, los demás sensores serían equivalentes.

**Condición:** is-front-distance-sensor-available

&& !currentDrivingService instanceof IL0\_DrivingService

&& !currentDrivingService instanceof IL2\_LaneKeepingAssist

**Cuerpo:**



**NOTA:** El LIDAR sólo debería desactivarse si no está siendo referenciado en ninguna otra *position* del vehículo.

**Regla:** use-lidar-sensor-as-fallback

**Descripción:** Aplica cuando está activo un servicio de conducción autónoma (L3) o asistida (L2 ó L1) y está usando un sensor de distancia que no funciona correctamente. Si hay disponible un sensor LIDAR, el sistema se reconfigura para utilizarlo..

A continuación se muestra solo la regla para el sensor frontal, los demás sensores serían equivalentes.

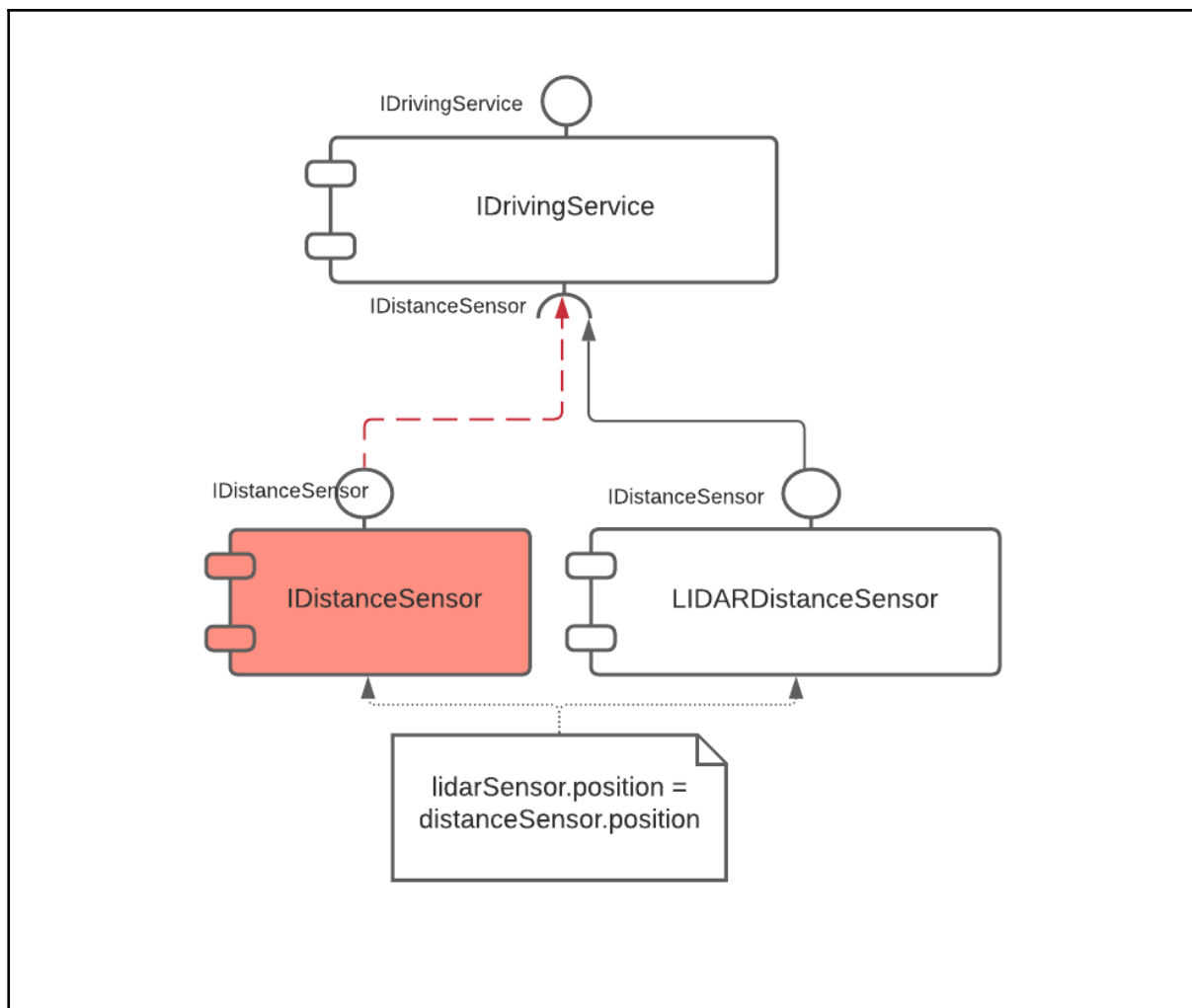
**Condición:** !is-front-distance-sensor-available

&& is-lidar-sensor-available

&& !currentDrivingService instanceof IL0\_DrivingService

&& !currentDrivingService instanceof IL2\_LaneKeepingAssist

**Cuerpo:**

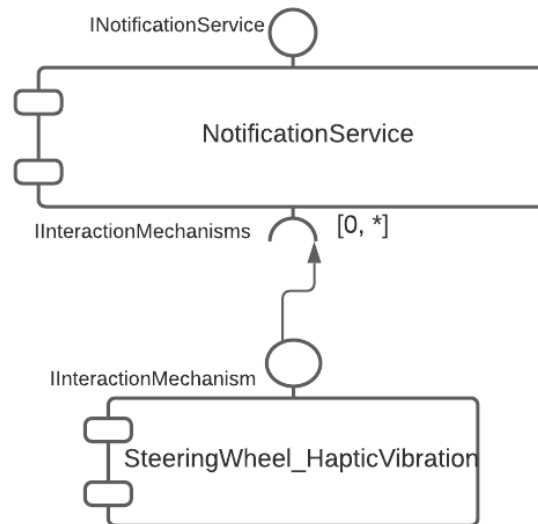


**Regla:** notifications-hands-on-wheel

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para usar la vibración del volante cuando el conductor tiene las manos en el volante.

**Condición:** has-handsonwheel && is-notifications-system-available

**Cuerpo:**

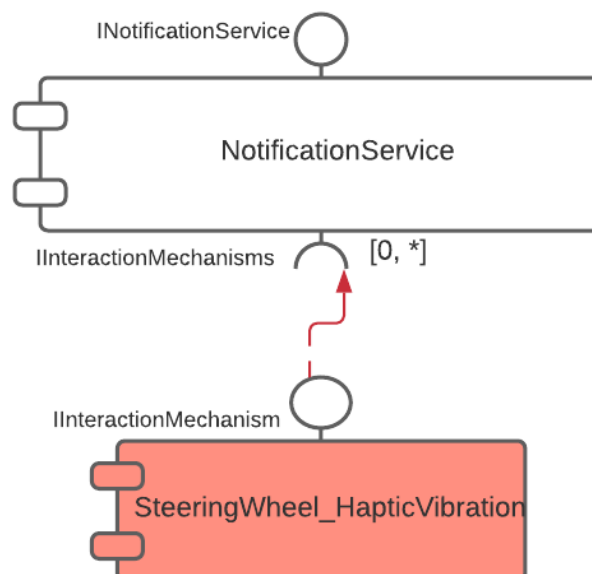


**Regla:** notification-no-hands-on-wheel

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para no usar la vibración del volante cuando el conductor no tiene las manos en el volante.

**Condición:** !has-handsonwheel || !is-notifications-system-available

**Cuerpo:**

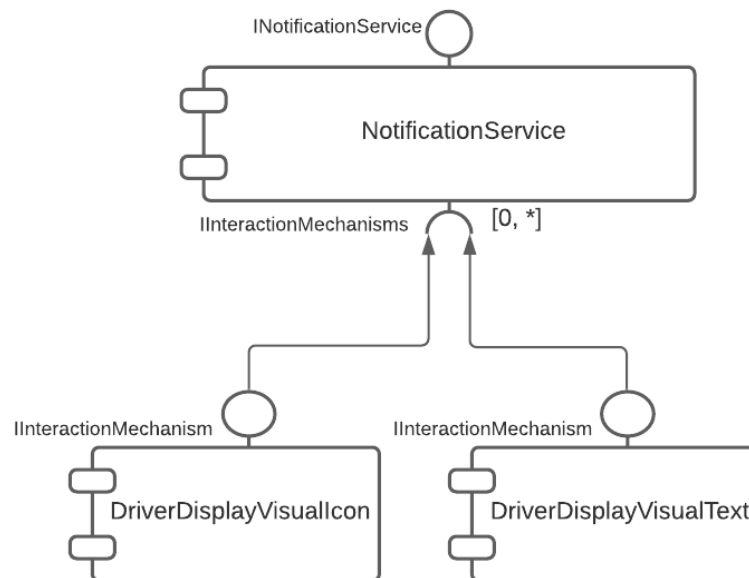


**Regla:** notifications-enable-driver-display

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para usar mecanismos de notificaciones visuales personales cuando el conductor está atento.

**Condición:** is-driver-seat-occupied && is-notifications-system-available

**Cuerpo:**

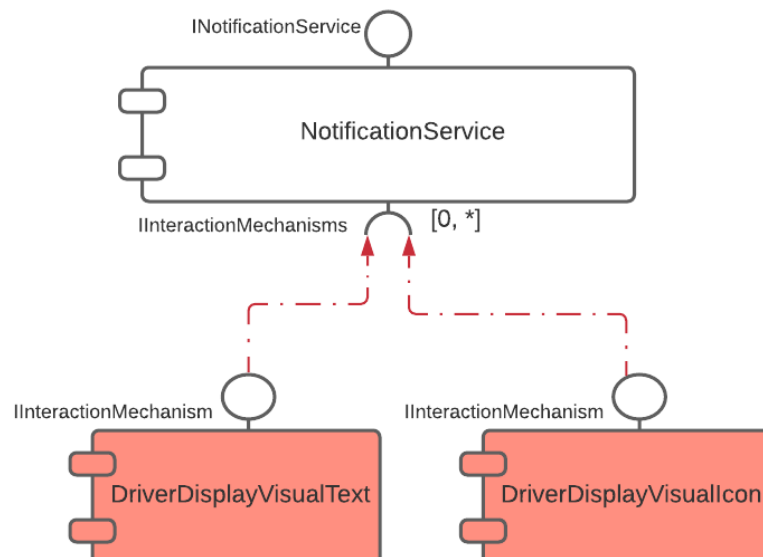


**Regla:** notifications-disable-driver-display

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para usar mecanismos de notificaciones visuales personales cuando el conductor está atento.

**Condición:** !is-driver-seat-occupied || !is-notifications-system-available

**Cuerpo:**



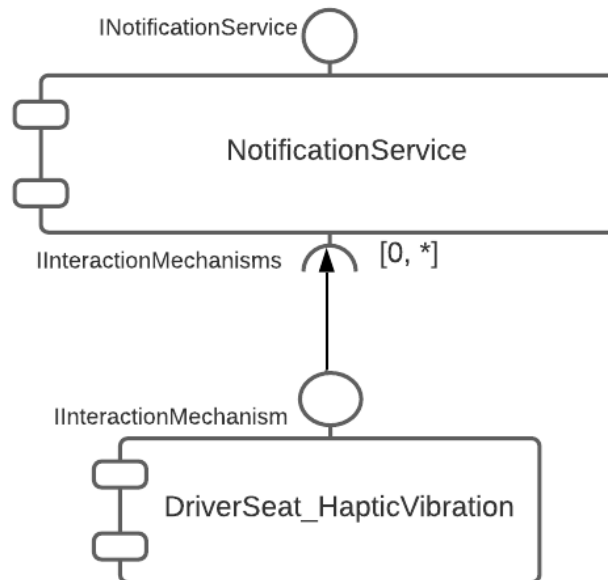


**Regla:** notifications-enable-driver-seat-vibration

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para usar mecanismos de notificaciones de vibración del asiento cuando el conductor está distraído.

**Condición:** is-driver-seat-occupied && current-driver-status == SLEEPING && is-notifications-system-available

**Cuerpo:**

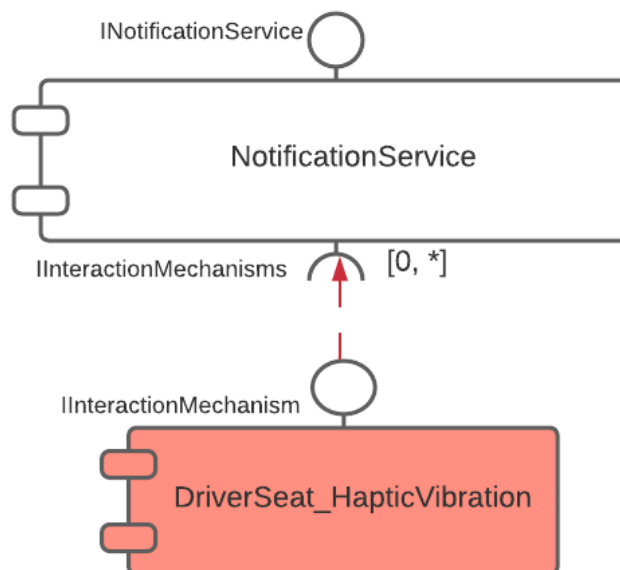


**Regla:** notifications-disable-driver-seat-vibration

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para no usar mecanismos de notificaciones vibratorias cuando el conductor no está en el asiento y/o no está durmiendo

**Condición:** !is-driver-seat-occupied || !current-driver-status == SLEEPING

**Cuerpo:**

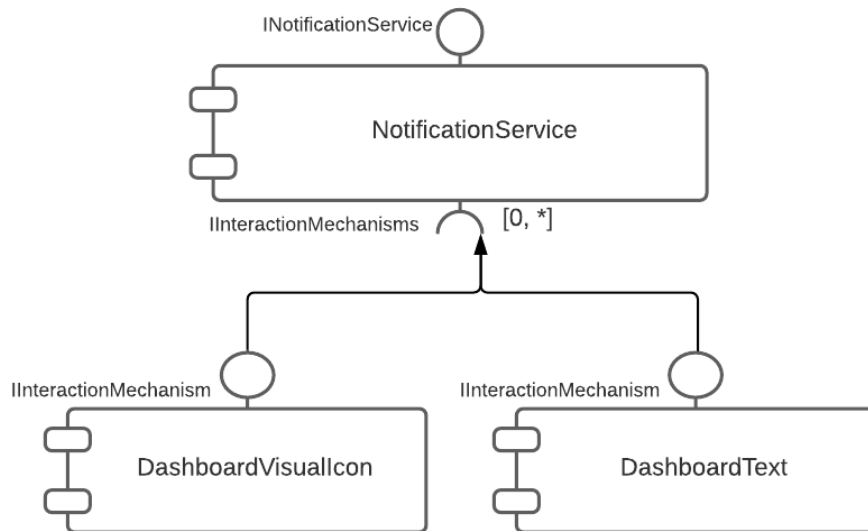


**Regla:** notifications-enable-dashboard-notifications

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para usar mecanismos de notificaciones visuales ampliadas cuando el conductor está distraído.

**Condición:** current-driver-status == DISTRACTED && is-notifications-system-available

**Cuerpo:**

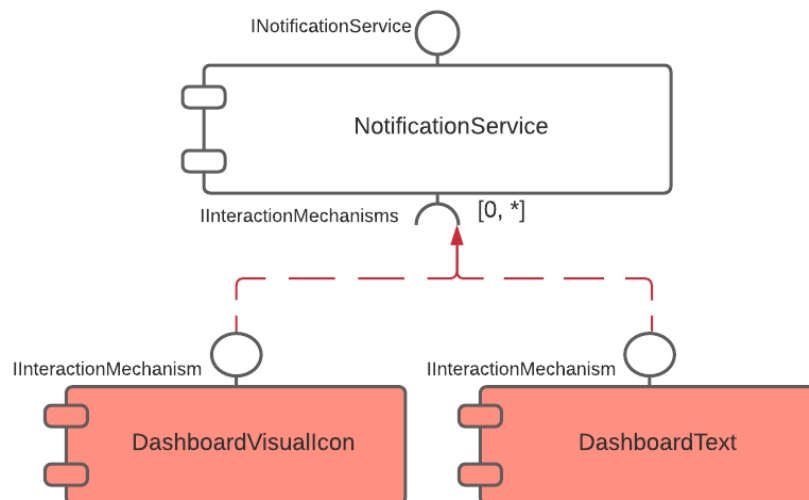


**Regla:** notifications-disable-dashboard-notifications

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para no usar mecanismos de notificaciones visuales ampliadas cuando el conductor no está distraído ni durmiendo.

**Condición:** current-driver-status != DISTRACTED || !is-notifications-system-available

**Cuerpo:**

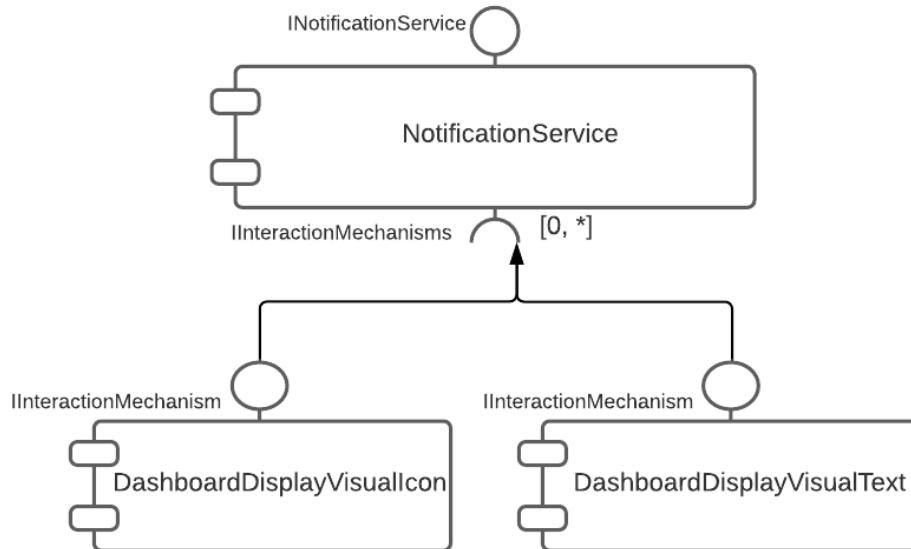


**Regla:** notifications-enable-dashboard-display-notifications

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para usar mecanismos de notificaciones visuales ampliadas cuando el conductor está distraído.

**Condición:** current-driver-status == DISTRACTED && is-notifications-system-available

**Cuerpo:**

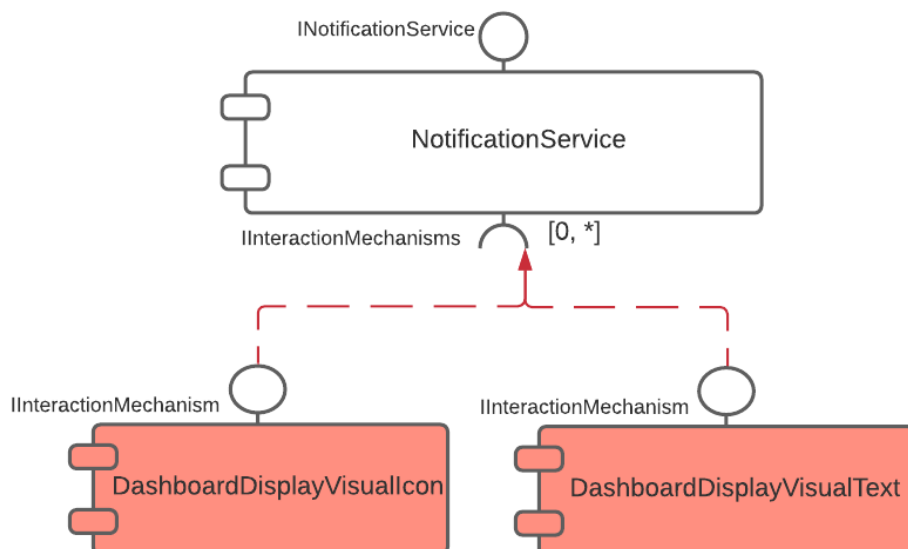


**Regla:** notifications-disable-dashboard-display-notifications

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para no usar mecanismos de notificaciones visuales ampliadas cuando el conductor no está distraído ni durmiendo.

**Condición:** current-driver-status != DISTRACTED || !is-notifications-system-available

**Cuerpo:**

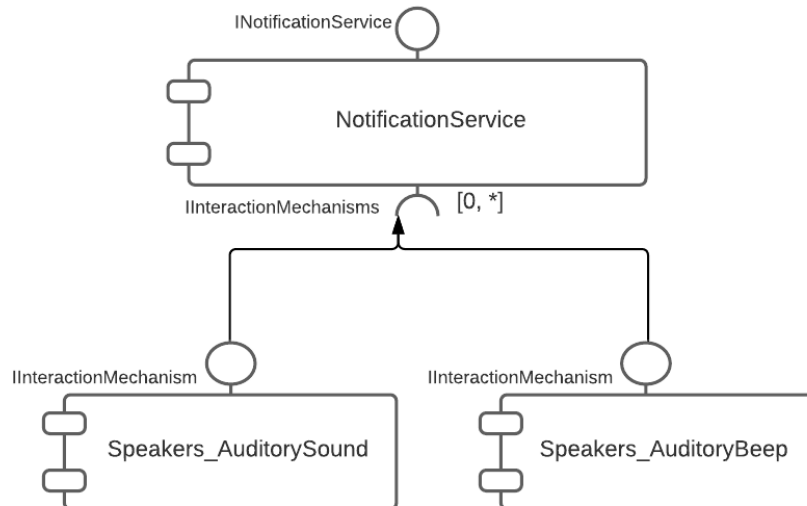


**Regla:** notifications-enable-speakers-notifications

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para usar mecanismos de notificaciones acústicas cuando el conductor está durmiendo.

**Condición:** current-driver-status != LOOKING\_FORWARD &&  
is-notifications-system-available

**Cuerpo:**

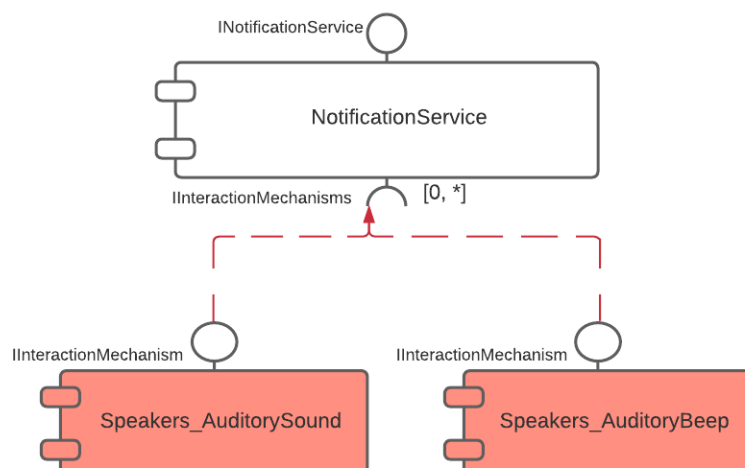


**Regla:** notifications-disable-speakers-notifications

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para no usar mecanismos de notificaciones acústicas cuando el conductor no está durmiendo.

**Condición:** current-driver-status == LOOKING\_FORWARD ||  
! is-notifications-system-available

**Cuerpo:**

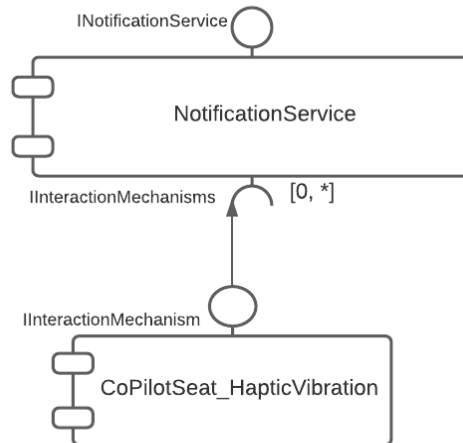


**Regla:** notifications-enable-copilot-seat-vibration

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para usar la vibración del asiento del copiloto cuando el conductor está durmiendo y hay un copiloto.

**Condición:** `current-driver-status == SLEEPING && is-copilot-seat-occupied && is-notifications-system-available`

**Cuerpo:**



**Regla:** notifications-disable-copilot-seat-vibration

**Descripción:** Esta regla re-configura el sistema de notificaciones para no usar la vibración del asiento del copiloto cuando el conductor no está durmiendo o no hay copiloto.

**Condición:** `current-driver-status != SLEEPING || !is-copilot-seat-occupied || !is-notifications-system-available`

**Cuerpo:**

