# Caso de estudio del proyecto de Grado

El sistema de parqueo de la Pontifica Universidad Javeriana Cali ha sido elegido como caso de estudio para emplear en conjunto las verificaciones formales y pruebas, con el fin de valorar y minimizar los errores en el diseño de un sistema distribuido. La figura 1 muestra el sistema de parqueo de vehículos de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, PUJC, y cuenta con lo siguiente:

1. Por lo menos con una entrada y una salida principal, en el caso de la figura 1 están sobre la avenida Cañasgordas.
2. Cada entrada y salida principal cuenta con un sistema que permite identificar las placas de los carros, un lector de carné y un sistema básico de sensores que garantiza que el usuario pueda ingresar o salir del sistema de parqueo.
3. Cuenta con un conjunto de zonas[[1]](#footnote-1) que están bajo el mando de un controlador, en la figura 1 se muestran 5 controladores del sistema de parqueo de la PUJC.
4. Repositorios donde se encuentran los usuarios que tienen permitido el acceso al sistema de paqueo y sus placas registradas.

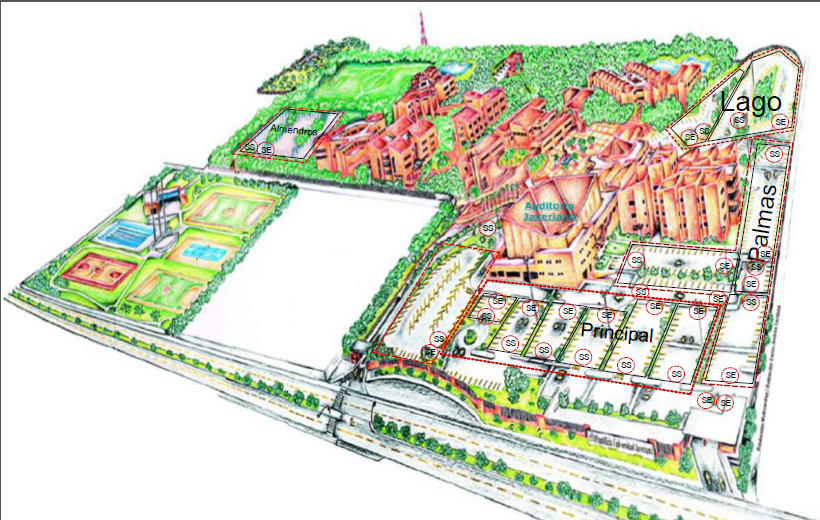


Figura 1. Sistema de Parqueo de la PUJC

La figura 1 muestra básicamente 5 controladores de zonas que son:

1. Controlador “Principal” que tiene 6 zonas de parqueo.
2. Controlador “Docentes” que tiene 1 zona de parqueo.
3. Controlador “Palmas” que tiene 3 zonas de parqueo.
4. Controlador “Lago” que tiene 2 zonas de parqueo.
5. Controlador “Almendros” que tiene 1 zona de parqueos.

La figura 2 ilustra los componentes del sistema de parqueos de la PUJC. Básicamente un sistema de parqueo de vehículos cuenta con *C* controladores de zonas y a su vez puede tener hasta *Z* zonas, estas últimas poseen un sistema de sensores capaces de informar a su controlador si un vehículo ingresó o salió de dicha zona. Adicionalmente el sistema puede tener hasta *M* entrada y *N* salidas principales respectivamente. Para garantizar que en el sistema solo ingresen usuarios registrados, por ejemplo: Estudiantes, docentes, personal administrativo, colaboradores, etc. Es indispensable contar con elementos que permitan cumplir dicho objetivo; Por ello, el sistema está diseñado para que cada entrada y salida principal cuenten con una cámara cuyo propósito es detectar la placa del vehículo que esta por ingresar o salir del sistema, además de tener un lector de carnés que permite validar si el usuario hace parte del sistema o no; finalmente se requiere un sistema de sensores que permitan que el vehículo ingrese o salga del sistema(PROFUNDIZAR MAS EL CASO QUE LA TALANQUERA TOQUE EL VEHICULO).

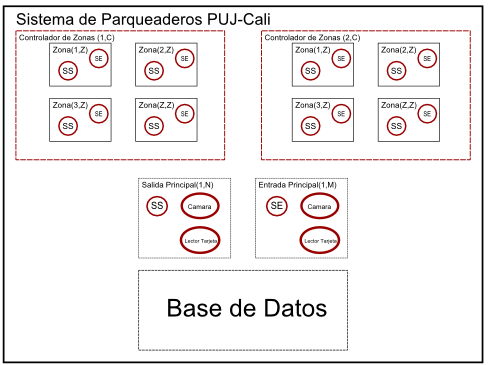


Figura 2. Componentes del Sistema de Parqueo de la PUJC

La tabla 1 describe las funciones que posee el sistema de parqueo de la PUJC y el tipo de usuario que puede hacer uso de éstas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Función** | **Descripción de la función** | **Usuario** |
| Crear Controlador de Zona | Permite que el sistema tenga más controladores y a su vez más capacidad de zonas que se traduce en aparcar más carros. | ADMINISTRADOR |
| Crear una Zona en un Controlador Especifico | Permite anexar una zona en un controlador específico ampliando la capacidad de éste último. | ADMINISTRADOR |
| Crear una Entrada/Salida principal | Permite que el sistema tenga más entradas y salidas para el acceso de usuarios al sistema de parqueo. | ADMINISTRADOR |
| Solicitar información a los controladores de zona | Permite saber las plazas libres que posee cada uno de los controladores lo que posibilita que el usuario sepa en qué controlador hay plazas libres. | ADMINISTRADOR/AUTOGESTIÓN DEL SISTEMA |
| Inicializar las plazas libres y totales de una zona de un controlador en específico | Permite inicializar las plazas libres de una zona de un controlador en específico, posibilita tener zonas de diferentes capacidades. | ADMINISTRADOR |
| Reportar ingreso o salida de un usuario al sistema de parqueo | Reporta si un usuario ha ingresado al sistema de parqueo si y solo si: El código del usuario y la placa de su vehículo se encuentra registrado en la base de datos. | USUARIO |
| Reportar el ingreso o salida de un usuario en una zona | Reporta si un vehículo ha ingresado o ha dejado una zona cuando se detecte una secuencia específica en los sensores de la zona. | USUARIO |

Tabla 1 Funciones del sistema de parqueo de la PUJC

## Modelado

Para el modelado del sistema de parqueo de la PUJC se hizo uso del lenguaje SDL sobre la herramienta RTDS. El modelo del sistema cuenta con las funciones descritas en la tabla 1. La arquitectura del sistema se divide en dos grandes bloques y estos a su vez se dividen en más bloques y procesos. La figura 3 detalla la arquitectura general del sistema de parqueo de la PUJC.

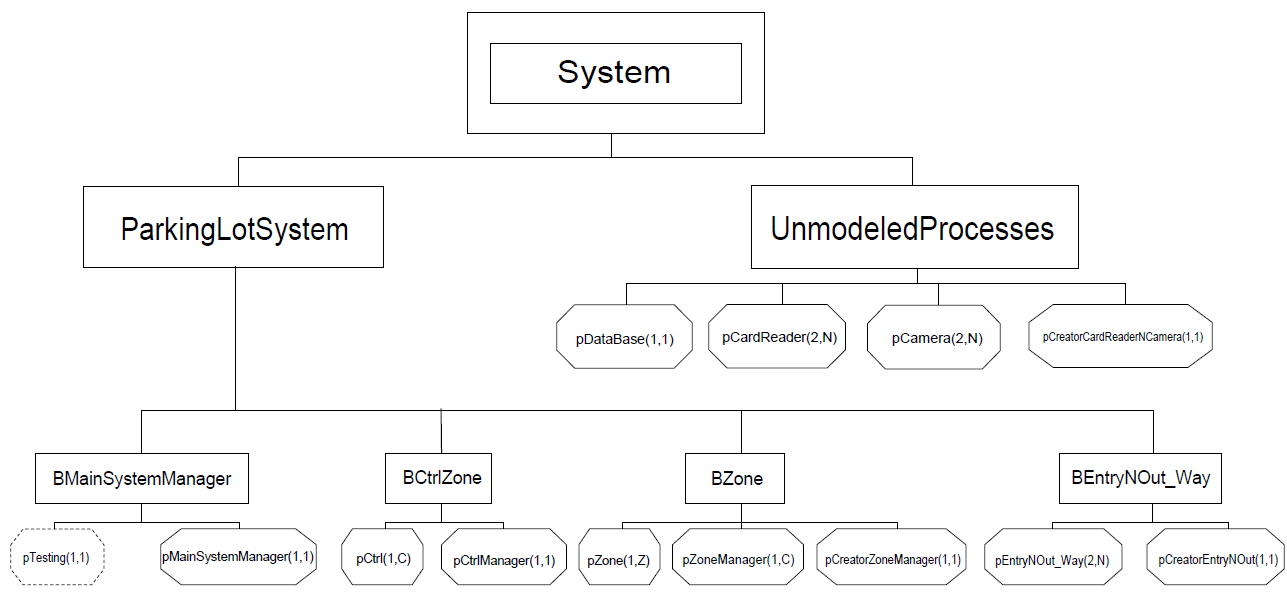


Figura 3. Arquitectura del modelo del sistema de parqueo de la PUJC

Como se aprecia en la figura 3, el sistema cuenta con dos bloques principales que se llaman: ParkingLotSystem y UnmodeledProcesses. El primer bloque cuenta con los procesos y elementos que se han modelado con un mayor nivel de detalle; por el contrario en el segundo bloque se encuentran los elementos del sistema que no se ha modelado sino que se han considerado como procesos los cuales reciben un valor y retornan otro pero sin haber un procesamiento específico de la información, dado que no es de interés del proyecto modelar estos.

Las tablas 2 y 3 describen las funciones generales de cada bloque y proceso del sistema de parqueo respectivamente.

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre del bloque** | **Propósito/Función** |
| ParkingLotSystem | Tiene como propósito agrupar los bloques BMainSystemManager, BCtrlZone y BZone. Adicionalmente es el bloque que tiene más interacción con el Administrador. |
| UnmodeledProcesses | Tiene como propósito agrupar los procesos no modelados que son: pDataBase, pCardReader, pCamera y pCreatorCardReaderNCamera. |
| BMainSystemManager | Agrupa los procesos pMainSystemManager y el proceso pTesting[[2]](#footnote-2), este bloque interactúa principalmente con el Administrador. |
| BCtrlZone | Agrupa los procesos pCtrl y pCtrlManager, interactua básicamente con el bloque BMainSystemManager y el bloque BZone. |
| BZone | Agrupa los procesos pZone, pZoneManager, pCreatorZoneManager. Interactua principalmente con el bloque BCtrlZone y el usuario. |
| BEntryNOut\_Way | Agrupa los procesos pEntryNOut\_Way y pCreatorEntryNOut\_Way. Interactúa principalmente con los procesos del bloque UnmodeledProcesses y con el usuario. |

Tabla 2. Descripción de los bloques del sistema de parqueo.

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre del proceso** | **Funciones** |
| pDataBase | Este proceso representa la base de datos del sistema, además está encargado de evaluar si un usuario está habilitado para ingresar o salir del sistema de parqueo. |
| pCardReader | Este proceso representa al lector de carnés y se encarga de entregar el código del usuario que está por ingresa o salir del sistema de parqueo. |
| pCamera | Este proceso representa la cámara que captura la placa del vehículo y la entrega al sistema para evaluar si el usuario está permitido para ingresar o salir del sistema. |
| pCreatorCardReaderNCamera | Proceso encargado de crear los procesos pCardReader y pCamera, y asignarlos a su respectivo proceso pEntryNOut\_Way. |
| pEntryNOut\_Way | Este proceso representa una entrada o salida principal, es el encargado de interactuar con el usuario. Adicionalmente es el único proceso que interactúa con los procesos pDataBase, pCardReader, pCamera y pCreatorCardReaderNCamera. |
| pCreatorEntryNOut\_Way | Proceso encargado de crear el proceso pEntryNOut\_Way. |
| PZone | Este proceso representa una zona del sistema e interactúa con el controlador de zonas reportando el ingreso o salida de un vehículo, dependiendo de la secuencia de señales del conjunto de sensores que se reciba. |
| pZoneManager | Proceso encargado de crear instancias del proceso pZone y a su vez asignarle su respectivo proceso pCtrl. |
| pCreatorZoneManager | Proceso encargado de crear los procesos pZoneManager. |
| PCtrl | Este proceso representa un controlador de zonas y está encargado de controlar los procesos pZone, adicionalmente reporta el estado de las plazas libres y totales que posee cada zona. |
| pCtrlManager | Proceso encargado de crear los procesos pCtrl. |
| pMainSystemManager | Este proceso representa la interfaz directa entre el administrador y el sistema, a través de este proceso se puede crear entradas y salidas principales, controladores de zona, zonas, hacer requerimientos de información, inicializar tanto plazas libres como plazas totales. |
| PTesting | Proceso que permite acoplar el sistema para hacer pruebas funcionales de caja negra. Este proceso no debe ser considerado en la fase de implementación del sistema de parqueo. |

Tabla 3. Descripción los procesos del sistema de parqueo.

Dentro de la arquitectura del sistema de parqueo presentada en la figura 3 se detallan algunos procesos que tienen como función crear instancias como se aprecia en la tabla 3. Dado que la arquitectura del sistema de parqueo se compone de bloques no es posible crear instancias de procesos si éstos no se encuentran en el mismo nivel, lo anterior justifica la existencia de dichos procesos como *puentes* para crear instancias de procesos que se encuentren en su mismo nivel.

### Especificación del sistema de parqueo

El modelado del sistema de parqueo empieza desde los requerimientos de especificación del sistema, en este caso se desea que éste posea las funciones descritas en la tabla 1. La herramienta RTDS tiene la posibilidad de anexar al proyecto diagramas MSC, éstos son fundamentales para describir las especificaciones del sistema. Existen estrategias para el diseño y desarrollo de modelos, entre las cuales encontramos Top-Down y Bottom-Up. Top-Down es una estrategia donde se empieza desarrollando el modelo desde un alto nivel con una mínima abstracción y termina en bloques o procesos con altos niveles de abstracción. Bottom-Up es una estrategia que consiste en empezar a diseñar los elementos del sistema que tiene un alto nivel de abstracción y a partir de éstos se crean bloques más complejos. En el modelado del sistema de parqueo de la PUJC se hace uso de la estrategia Top-Down para la especificación de requerimientos del sistema que se encuentran descritos en MSC, y para la implementación del sistema se hace uso de la metodología Botton-Up empleando SDL.

#### MSCs de las especificaciones del sistema

En la figura 3 detalla que el sistema de parqueo posee dos grandes bloques y a su vez estos contienen sub-bloques y procesos. Dado que la practicidad de especificar el sistema en alto nivel, sin tener en cuenta el nivel de abstracción, es mucho más sencillo que hacer el proceso contrario, se elabora un MSC que tiene como finalidad mostrar un escenario en el cual se describa la interacción de los dos bloques principales: ParkingLotSystem y UnmodeledProcesses. La figura 5 muestra la interacción entre los dos bloques ParkingLotSystem y UnmodeledProcesses, el escenario que describe es el acceso de un vehículo al sistema de parqueo. En este MSC encontramos tres agentes interactuando entre sí los cuales son: Env, ParkingLotSystem y UnmodeledProcesses. El agente Env representa el ambiente o medio por el cual el sistema intercambia mensajes con el usuario o con los sensores. El procedimiento que describe el acceso de un vehículo al sistema de parqueo de la PUJC está dado por la siguiente secuencia:

1. El proceso Env envía una señal al bloque ParkingLotSystem llamada sLoopInductive\_Entrance que indica que un vehículo está en la portería principal.
2. El bloque ParkingLotSystem necesita verificar que el usuario que desea ingresar al sistema de parqueo está autorizado. Para ello, necesita saber su identificación y la placa del vehículo. Con la señal sEnableCarReader habilita el lector de carnés.
3. Una vez que el bloque ParkingLotSystem tenga el código del usuario, habilita la toma de la foto a la placa, para ello intercambia el mensaje sRequestPlate con el bloque UnmodeledProcesses.
4. El bloque UnmodeledProcesses envía la placa como un charstring al bloque que hizo la consulta.
5. Una vez que se tenga la información del usuario es indispensable validarla y determinar si se le otorga el acceso o no al sistema. Para ello envía un requerimiento al bloque UnmodeledProcesses esperando la señal sOkUser que confirma que el usuario está habilitado para usar el sistema de parqueo o sNoRegis\_User que indica que no puede usar el sistema de parqueo.
6. Si el usuario está habilitado para usar el sistema de parqueo entonces se efectúa una serie de pasos para darle bienvenida al usuario. Para ello se envía una señal a la talanquera para que permita el paso del vehículo, una vez que éste haya pasado, un sensor envía dicha señal indicando que es seguro bajar la talanquera y el bloque ParkingLotSystem culmina enviando la señal sDownBarrier, quedando así disponibles los dos bloques para interactuar nuevamente.

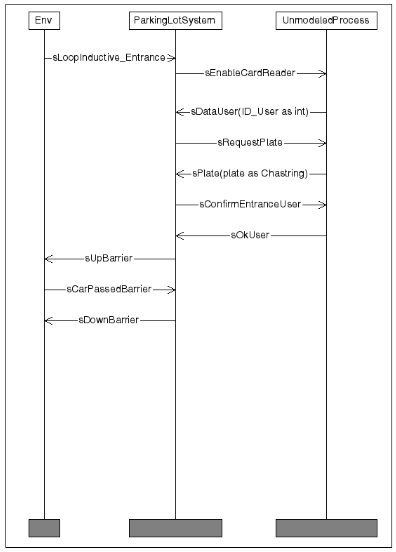


Figura 5. MSC ingreso vehículo al sistema de parqueo de la PUJC

El escenario que represeta la salida de un vehículo del sistema de parqueo de la PUJC es similar al comportamiento descrito en la figura 5, la diferencia radica que el agente Env o entorno envía una señal sLoopInductive\_Exit y en el momento que el bloque ParkingLotSystem desea verificar si el usuario está autorizado para salir, envía una señal sConfirmOutUser.

Los MSCs son útiles para describir la interacción entre agentes, que si bien pueden ser bloques también sirven para describir el comportamiento a nivel de procesos. Como se muestran en las figuras 6 y 7 que representan los MSCs de la inicialización del sistema cuando éste empieza por primera vez. Los requerimientos del sistema consisten en lo siguiente:

* El sistema debe de tener por lo menos una entrada y una salida principal.
* Cada entrada y salida principal debe de tener su conjunto de sensores para gestionar el acceso o salida del usuario del sistema, una cámara la cual retorna el valor de la placa del vehículo y un lector de carnés.
* Todo el sistema tiene por lo menos una zona y su respectivo controlador. La zona cuenta con sus respectivos sensores para indicar si un vehículo ha ingresado o salido de dicha zona.
* Cuenta con un repositorio de datos donde se encuentran los códigos y sus placas asociadas que están autorizadas para el acceso o salida del sistema de parqueo de la PUJC.

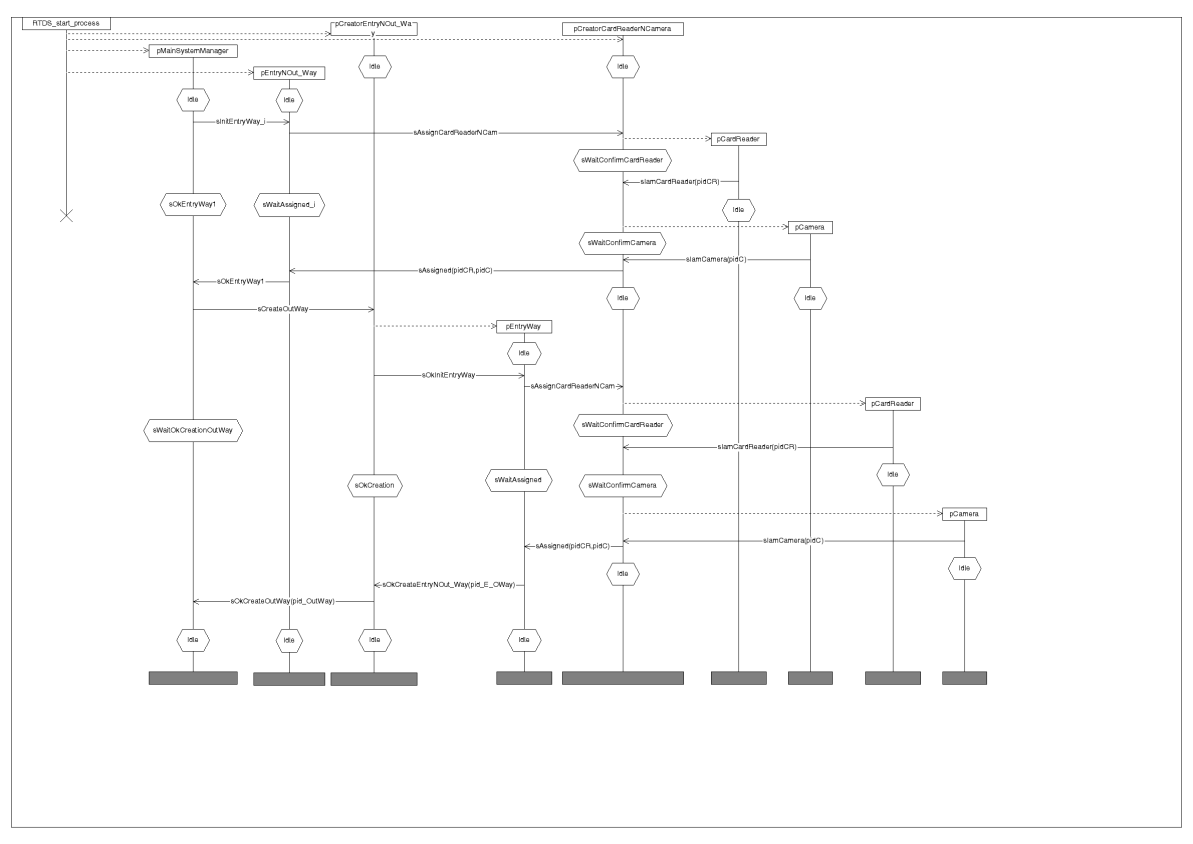


Figura 6. Inicialización entrada y salida principal del sistema

La figura 6, detalla la interacción entre procesos del bloque ParkingLotSystem y los procesos del bloque UnmolededProcesses. Inicialmente el sistema contiene una instancia de cada uno de los proceso de la figura 3. El proceso pMainSystemManager se encarga de asociar el proceso pEntryNOut\_Way a su tabla de entradas principales; para ello envía una señal llamada sInitEntryWay\_i al proceso pEntryNOutWay. A partir de esta solicitud lo que va ha pasar es que éste proceso necesita que se le sea asigando un lector de carnés, pCardReader, y una cámara, pCamera. El proceso que tiene la facultad de instanciar estos procesos es pCreatorCardReaderNCamera, una vez éste proceso haya creado el lector de carnés y la cámara, enviará una señal al proceso pEntryNOut\_Way con los identificadores correspondientes. El proceso pMainSystemManager cuando reciba la señal sOkEntryWay1 por parte de pEntryNOut\_Way indicará que la primera entrada principal ha sido exitosamente creada, entonces se procede a crear una salida principal. La interacción de los procesos es muy parecida a la inicialización de la primera entrada principal, solo cambia que el proceso pMainSystemManager solicita al proceso pCreatorCardReaderNCamera instanciar un proceso pEntryNOut\_Way y envíe la señal correspondiente a este último para que se le sea asociado un lector de carnés y una cámara. El proceso de inicialización termina cuando el proceso de creación de entradas y salidas principales envía un mensaje al proceso pMainSystemManager llamada sOkCreateOutWay asociando el identificador de dicha salida para que sea anexado en su lista de salidas principales.

La figura 7 describe la inicialización de los procesos del bloque ParkingLotSystem, el objetivo de esta interacción es asociar a la zona y al proceso pZoneManager su respectivo controlador. El sistema de parqueo cuenta con controladores de tienen a su mando un conjunto de zonas; dado que el sistema es dinámico es posible que un controlador pueda tener más zonas, ya que el proceso pCtrl no se encuentra en el mismo bloque que pZone se necesita un proceso que sea capaz de crear más zonas, para ello se requiere del proceso pZoneManager. Lo anterior implica que cada proceso pCtrl tendrá asociando hasta *Z* zonas y un proceso pZoneManager.

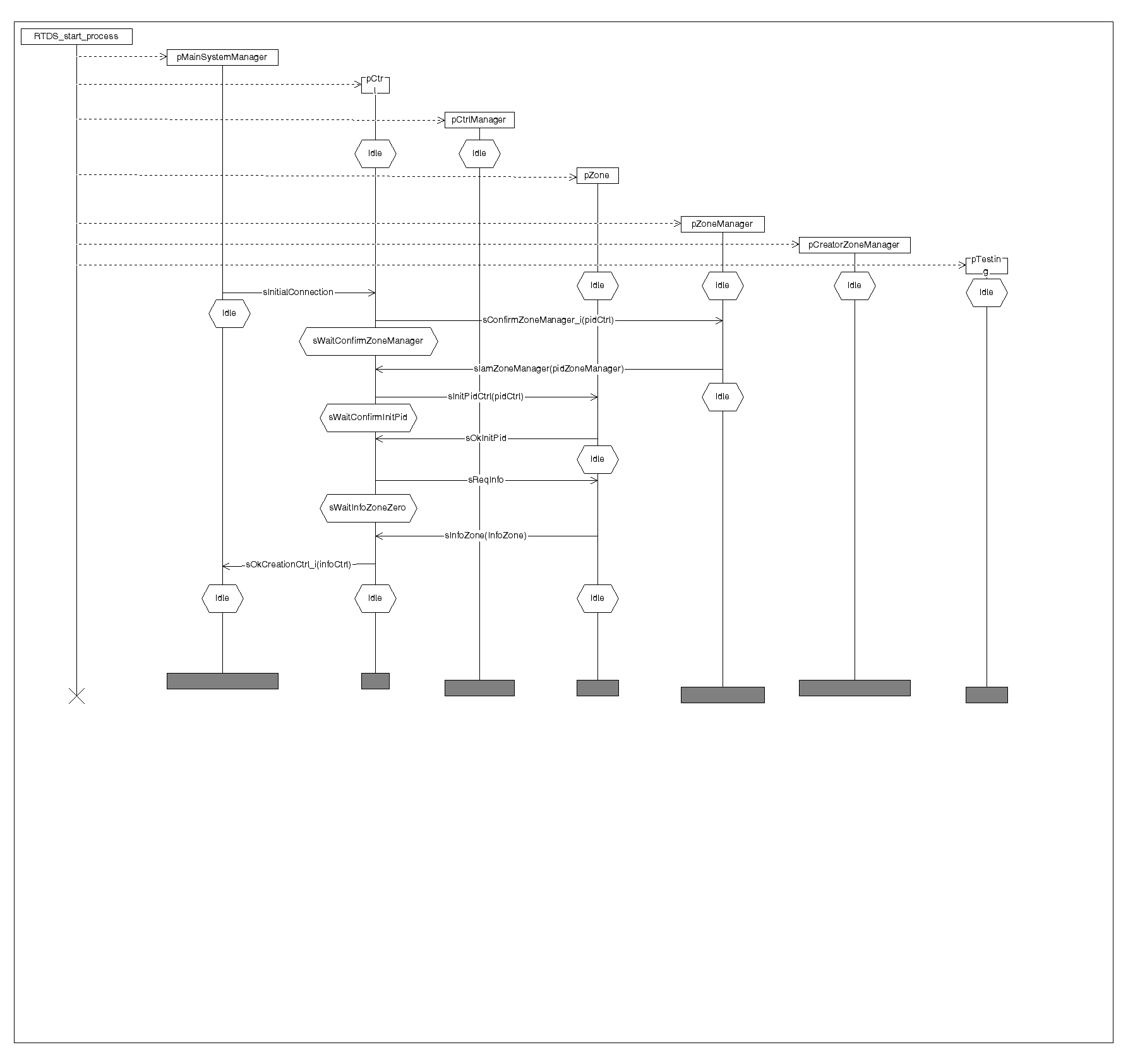


Figura 7. Inicialización de procesos del bloque ParkingLotSystem

La función de cada uno de las señales presentadas a partir de este momento se puede detallar en el Anexo B.

La tabla 4 explica el propósito de cada uno de los MSCs que se diseñaron para la descripción de las especificaciones del sistema de parqueo de la PUJC.

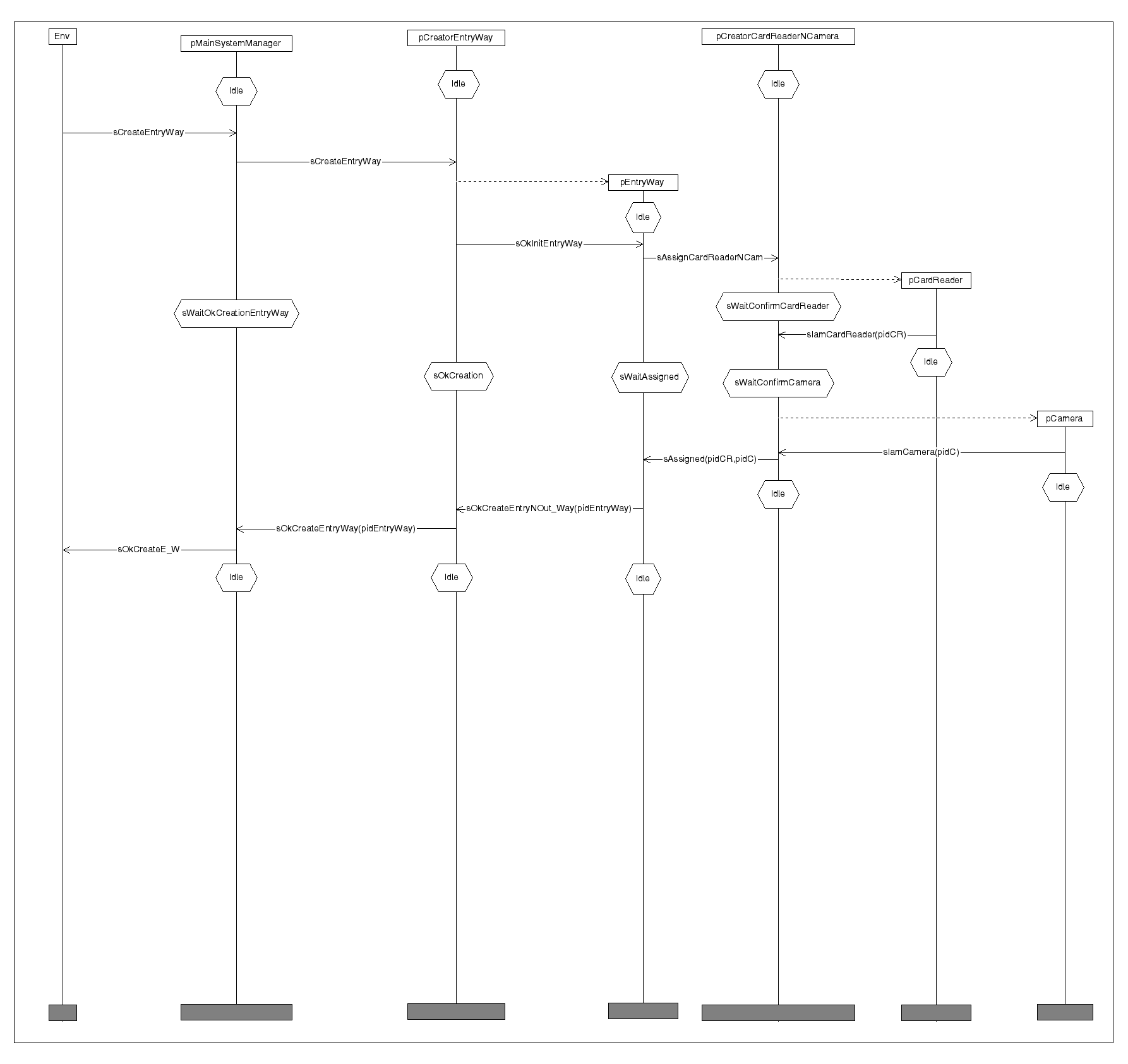


Figura. Creación de una entrada principal al sistema de parqueo.

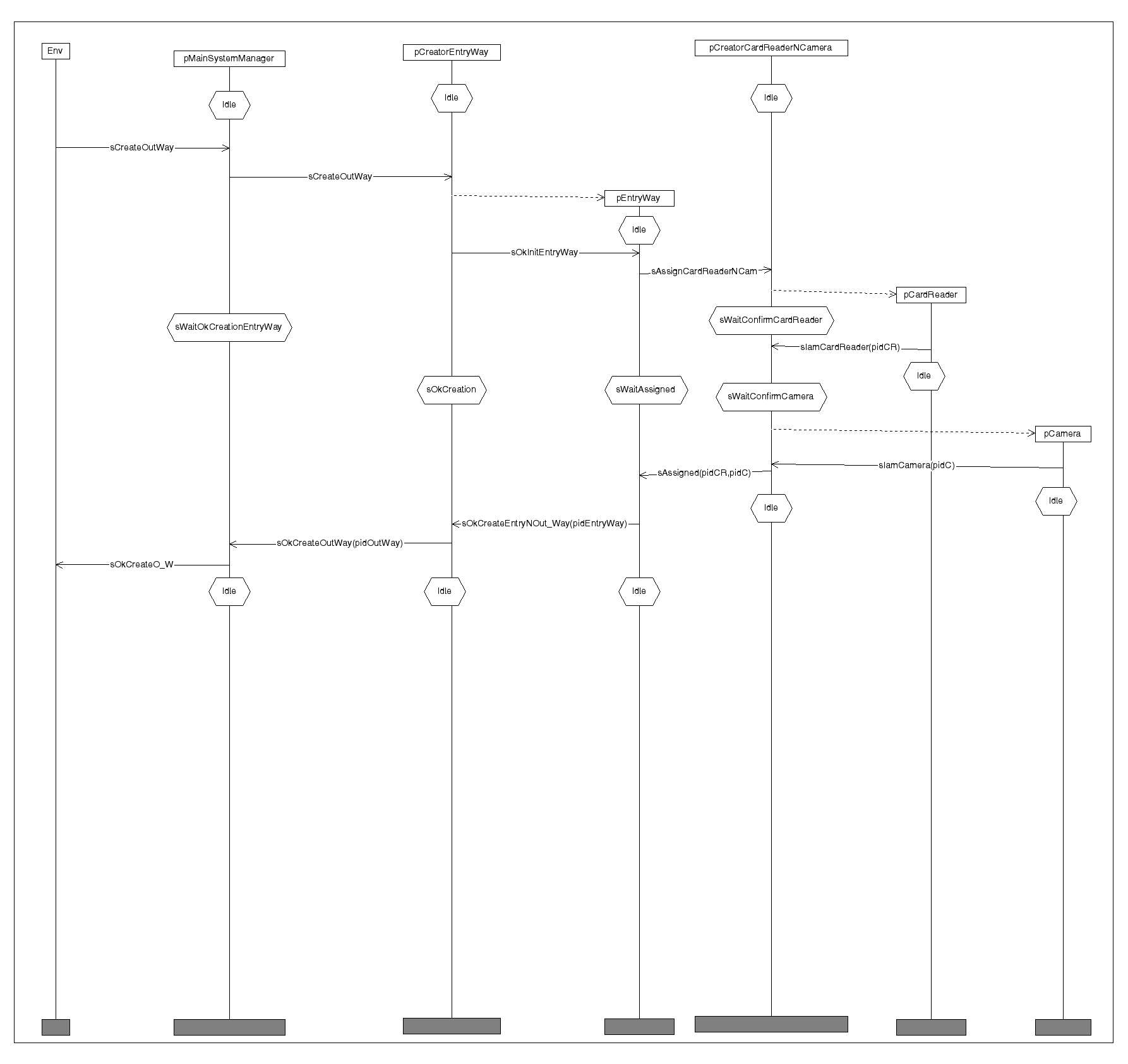


Figura. Creación de una salida principal al sistema de parqueo

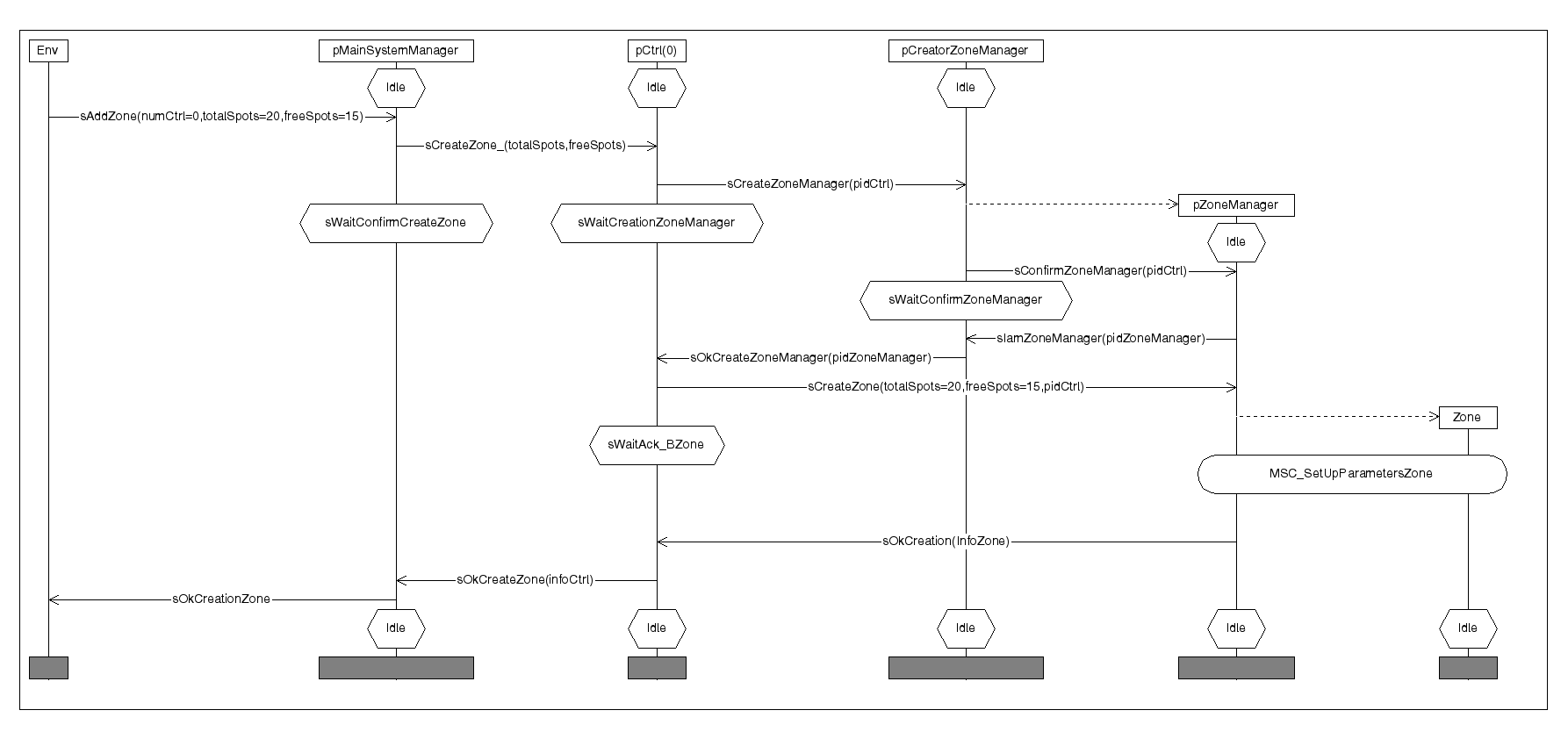


Figura . Creación de una zona de parqueo cuando el controlador de zonas tiene asociado un pZoneManager

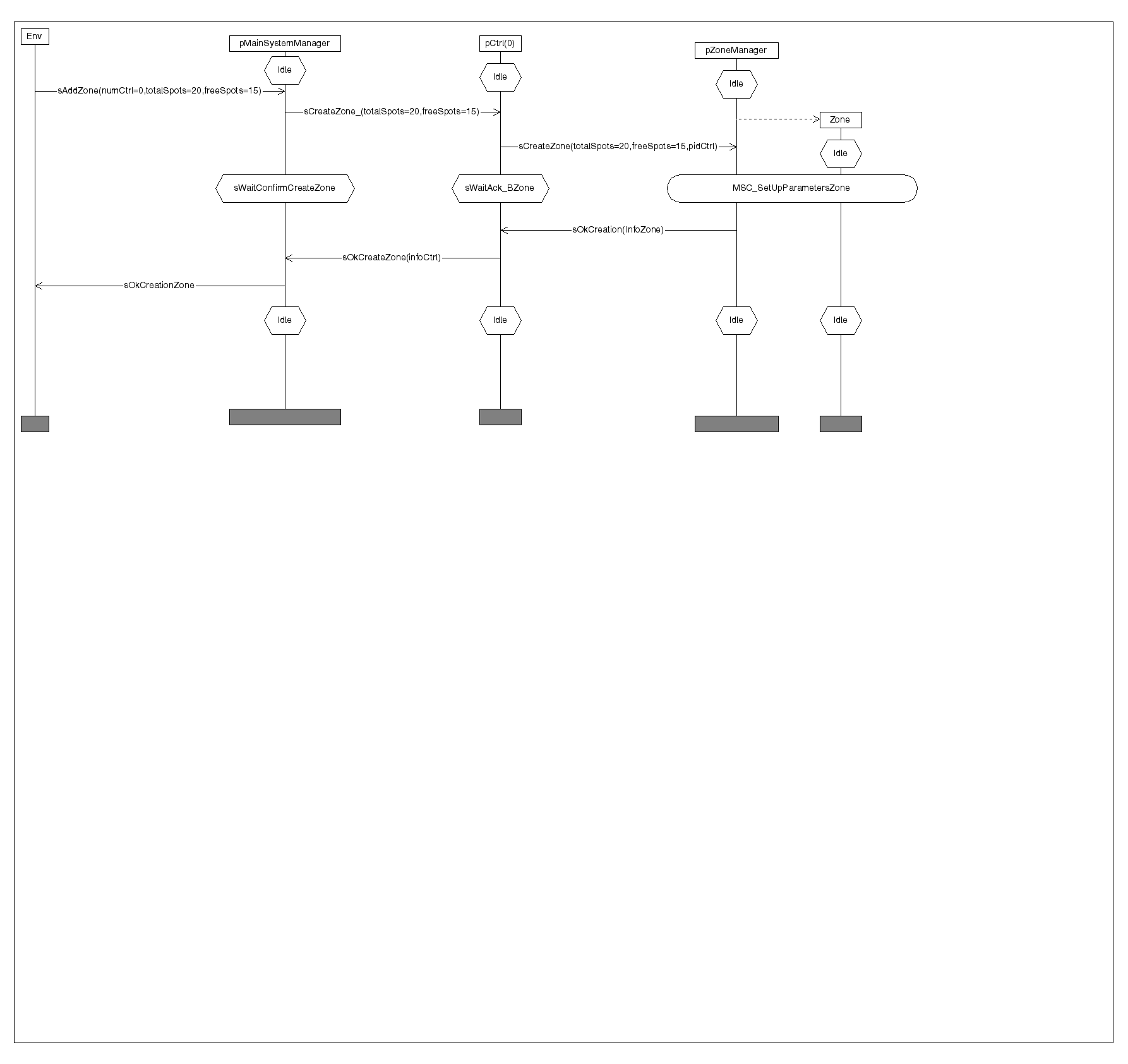


Figura . Creación de una zona de parqueo cuando el controlador de zonas no tiene asociado un pZoneManager

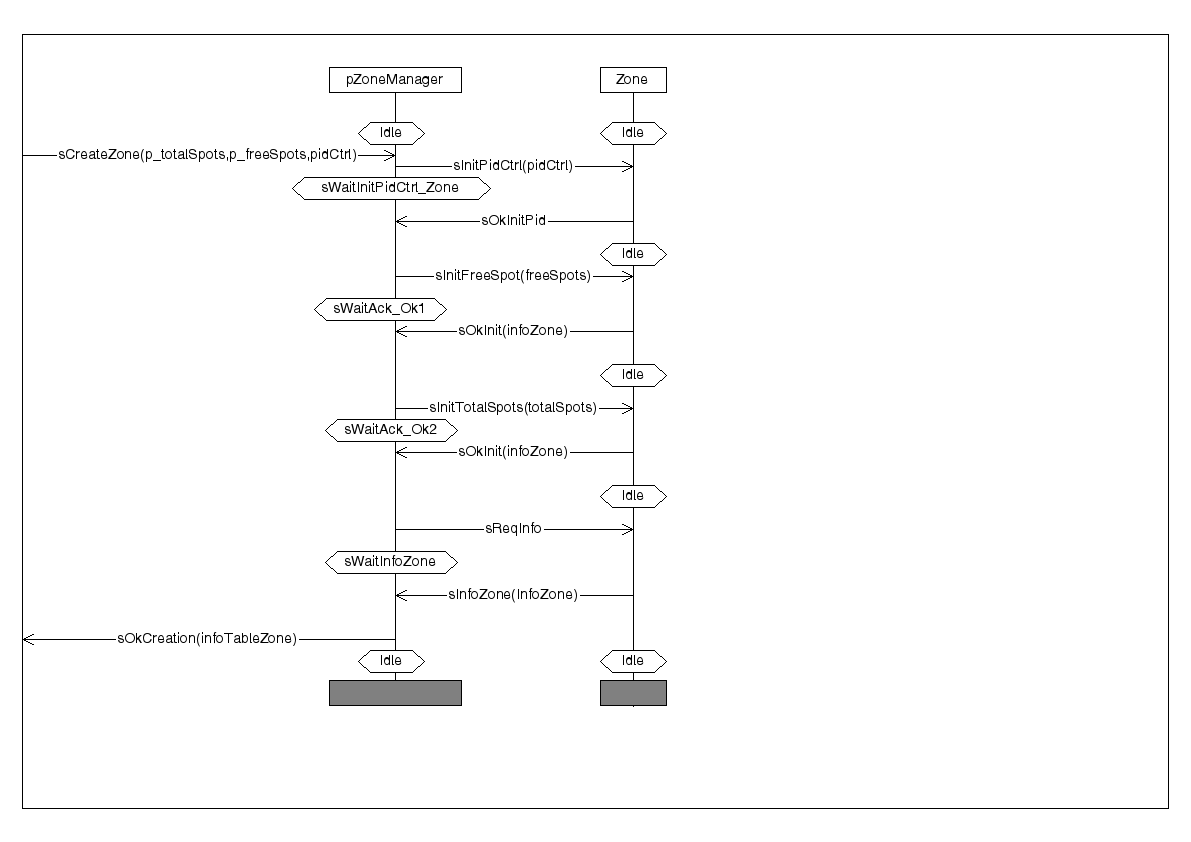


Figura . MSC ajustes de parámetros a una zona de parqueo recién creada.

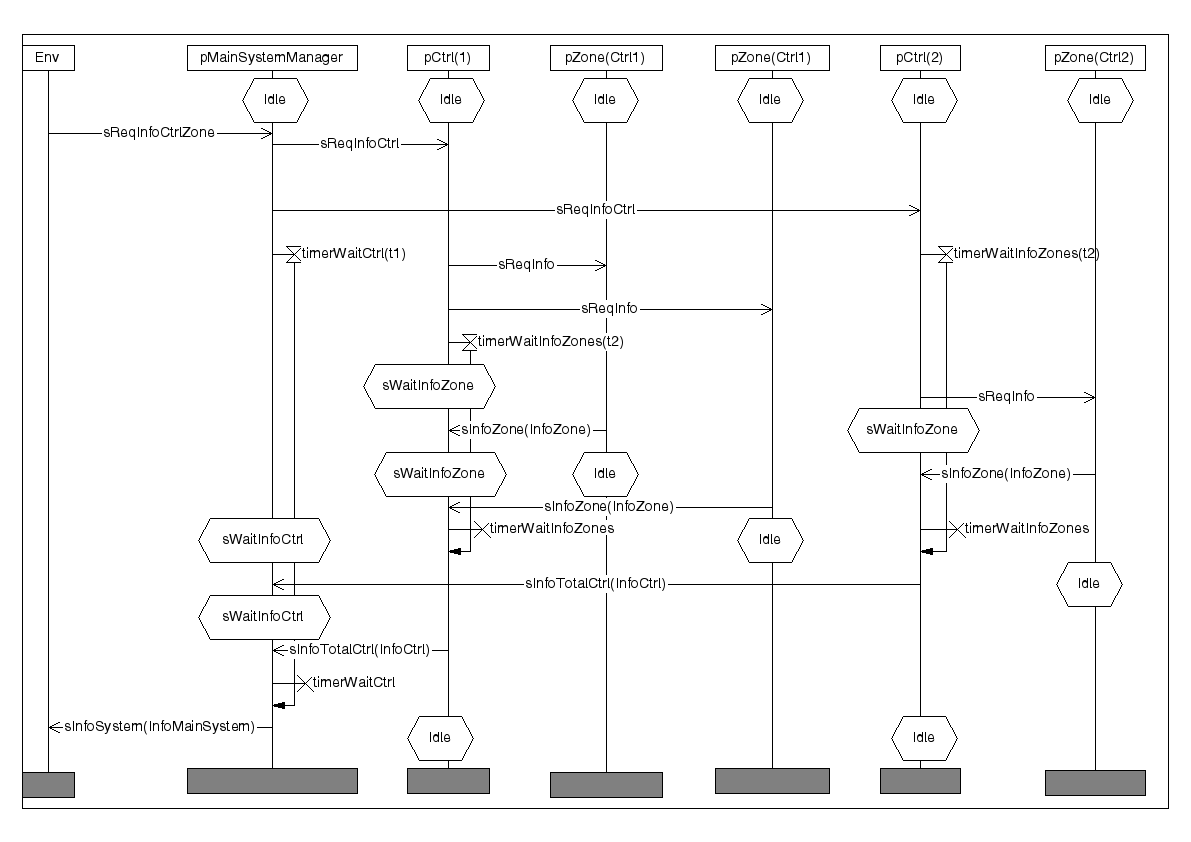
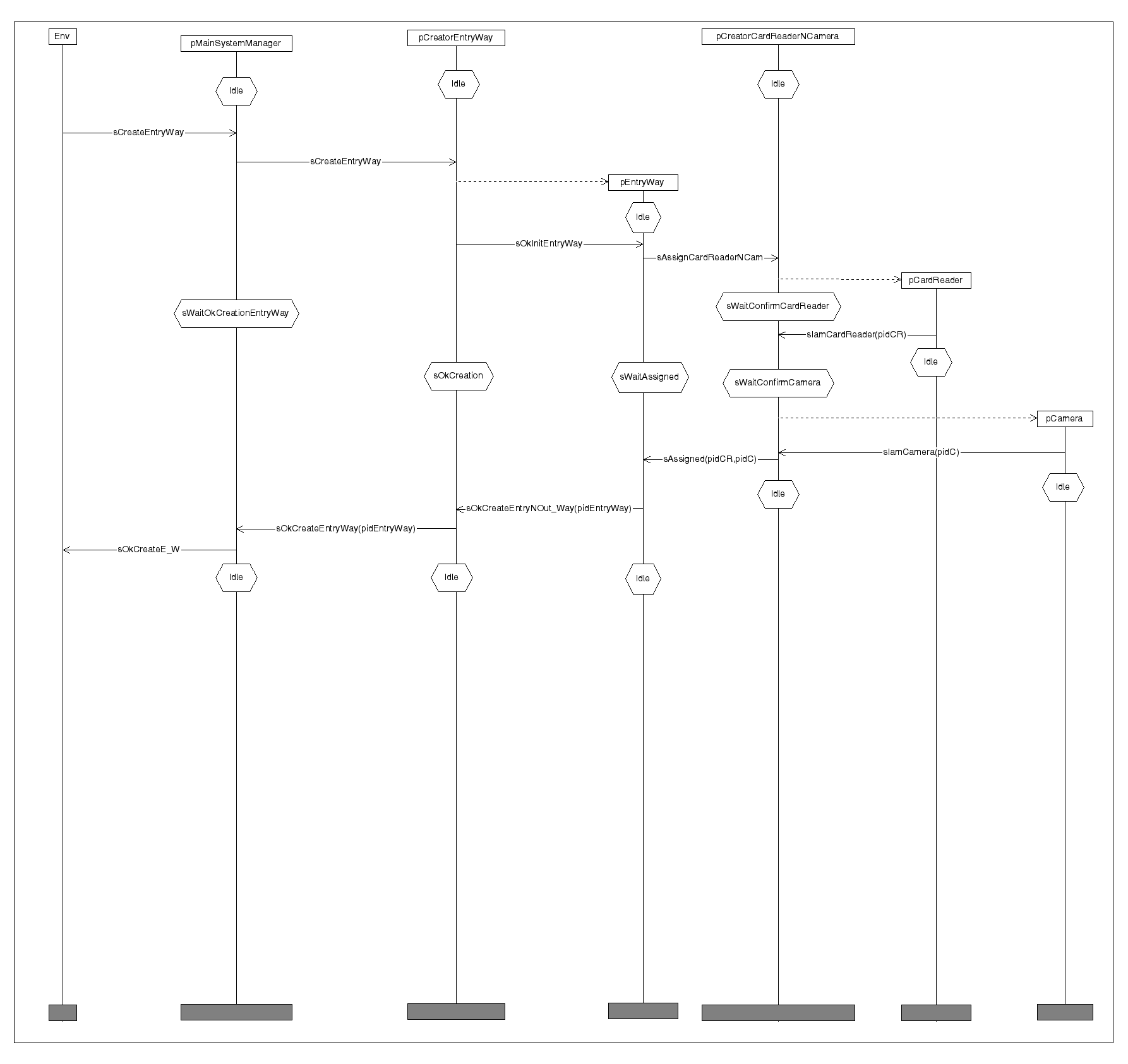


Figura 8. Requerimiento de información a todos los controladores del sistema de parqueo.



1. Una zona es un área donde se pueden aparcar vehículos y cuenta con un sistema de sensores para determinar cuando entran o salen los vehículos. [↑](#footnote-ref-1)
2. El proceso pTesting solo tiene sentido en la fase de pruebas del modelo, pero no debe ser considerado en la fase de implementación. [↑](#footnote-ref-2)