

*Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería en Computación  
IC4301 – Bases de Datos I  
Proyecto 02*

## *“CRBus”*

*Profesor Carlos Álvarez G.*

### *1. Motivación*

El transporte público es la solución ideal para la movilidad de personas en lugares con una alta concentración de habitantes. En ciudades en las que grandes cantidades de personas necesitan desplazarse entre puntos geográficos diferentes y en horarios similares, este tipo de transporte ha demostrado ser el que genera mejores resultados. La necesidad de un excelente sistema de transporte público es vital para cualquier ciudad del mundo, incluida la Gran Área Metropolitana de Costa Rica.

Las ventajas son muchas: menor contaminación, menor costo para los usuarios y disminuye el tráfico de vehículos particulares en las calles, con lo cual se mejoran los tiempos de desplazamiento (MCP, 2016).

### *2. El Problema*

El transporte público en la GAM, constituido principalmente por la flota de autobuses, presenta muchas deficiencias que provocan que su servicio sea poco eficiente y de mala calidad. En primer lugar, existe una gran cantidad de rutas diferentes que los usuarios pueden tomar, pero que sin embargo atraviesan muchos puntos similares, lo que generalmente causa congestionamientos por la gran cantidad de buses en una misma calle, haciendo paradas en diferentes puntos.

Por otro lado, no existe una sectorización inteligente del transporte, es decir, todas las rutas de autobuses llegan a un mismo punto: San José. Son pocas las empresas autobuseras que cuentan con una terminal adecuada, por lo que acaban parqueando sus vehículos en la vía pública, causando congestionamientos.

La calidad del servicio a los usuarios es mala, siempre tienen que cargar dinero en efectivo para

pagar. Además, no cuentan con un punto central donde consultar las rutas, ni ver en tiempo real cuánto hace falta para que el próximo autobús pase por la estación más cercana.

Estas y otras deficiencias han llevado a los ciudadanos a optar por vehículos particulares. En el 2014, la flota vehicular alcanzó el alarmante número de 1.25 millones de automóviles. Es claro que la infraestructura vial del país no está capacitada para esta cantidad de vehículos, por lo que los congestionamientos y accidentes de tránsito son situaciones que cada día aumentan (Financiero, 2016).

Después de la buena experiencia con “0c2021”, el gobierno de Costa Rica lo ha contratado a usted y su equipo de trabajo para la construcción de un sistema de transporte centralizado que permita traer mejoras sustantivas a los usuarios, así como recopilar datos que en el futuro funcionen para reordenar sistema de transporte público en varios aspectos.

Este sistema, llamado “CRBus”, es una plataforma tecnológica en la que se administrará toda la información necesaria: compañías, empresas, autobuses, rutas, horarios, clientes, entre otros.

### *3. Requerimientos Generales*

CRBus tendrá los siguientes módulos:

- Módulo compañía: es un sistema al que acceden las compañías de transporte para registrar sus los datos, las rutas que ofrece y los autobuses con los que cuenta.
- Módulo autobús: es un sistema portan los autobuses en el que se realizan dos funciones: seguimiento de la ruta del vehículo y cobro a los usuarios.
- Módulo para usuarios finales: es un sistema accedido por los ciudadanos en el cual se pueden suscribir, consultar datos sobre sus viajes y verificar el pago del servicio.

- Módulo de reportes: brinda información para el reordenamiento del transporte público.

## 4. Arquitectura

Estructure su aplicación como un Sistema N-Capas. Investigue más detalles sobre esta arquitectura, de modo que cuente con al menos los componentes básicos ilustrados en la Figura 1. A continuación se da una descripción general de cada una de las capas:

- *User Interface (UI)*: capa de presentación, encargada de mostrar las vistas con la interfaz gráfica mediante la cual los usuarios interactúan con la aplicación. Esta capa no toma decisiones, solamente se encarga de mostrar o capturar información. En el diagrama se hace mención a un componente llamado App, que podría representar cualquier aplicación móvil o componente separado de la UI con el mismo propósito.
- *Business Layer (BL)*: Capa de lógica de negocio, encargada de modelar las reglas de negocio de la aplicación, toma las decisiones, cálculos, procesos, etc.
- *Data Access (DA)*: Capa de acceso a datos, no es la base de datos como tal, sino que abstrae la comunicación del sistema con la BD.

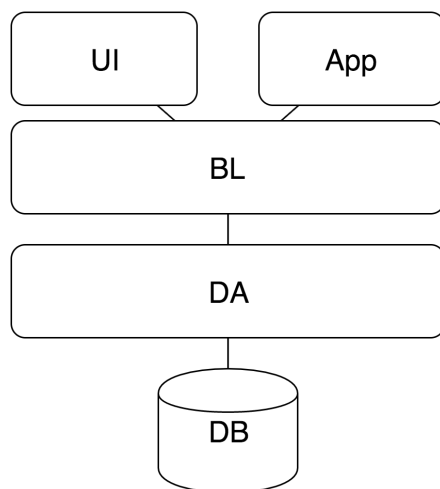


Figura 1 - Arquitectura N-Capas

Es probable que durante el desarrollo del sistema requiera de la implementación de capas adicionales. Durante la revisión se deberá justificar las decisiones hechas sobre el diseño de la aplicación.

Adicional a esto se espera una implementación elegante, con un código fuente que siga las normas básicas establecidas en el libro Clean Code (Martin, 2008).

## 5. Funcionalidades

### 5.1. Módulo Compañía

Este módulo será utilizado por las compañías para registrar toda su información. Un usuario ingresa a este módulo con el fin de llevar a cabo las siguientes tareas:

- Registro y edición de compañía: nombre, cédula jurídica y cuenta cliente.
- Registro y edición de rutas: nombre y una lista de paradas. Cada parada tiene:
  - Nombre
  - Dirección: distrito, cantón, provincia, detalle.

El usuario podría desactivar una ruta.

Las paradas son reutilizables entre compañías.

- Registro y edición de autobús: placa, modelo, año, capacidad (asientos y lugares de pie). El usuario podría desactivar un autobús.

### 5.2. Módulo Autobús

Este sistema se ejecuta en cada uno de los autobuses. Cada vez que un chofer va a iniciar un viaje, se autentica y selecciona la ruta y el autobús en el cual va a realizar el viaje. En este momento el sistema muestra de manera amigable y en forma ordenada cada una de las paradas que debe realizar. Cada vez que el chofer hace una parada, la selecciona en el sistema e inmediatamente se ingresa a un modo de ingreso y salida de pasajeros.

En este modo, los usuarios ingresan al autobús y se registran en el viaje. La unidad tendrá conectado un lector que captura el código del reverso de la cédula de identidad de la persona. Si considera que existe un método más apropiado para el registro de usuarios, puede consultarlo con la contraparte de negocio del proyecto). La persona también registra su salida del autobús.

Al momento de ingresar, el sistema deberá validar si el usuario tiene saldo suficiente para utilizar el servicio y además deberá verificar que el bus aún tenga capacidad. En caso contrario el sistema

muestra un mensaje indicando que el usuario no puede pasar.

Una vez concluida la parada, el chofer indica que reanudará el viaje con lo cual el sistema vuelve a la vista de paradas.

### 5.3. *Módulo usuarios finales*

En este sistema, los usuarios del transporte público realizan las acciones requeridas para hacer uso de los servicios. Se considera que lo más conveniente es que sea una aplicación móvil.

Las funcionalidades ofrecidas son:

- Registro: opción para que los usuarios se registren con su nombre, número de cédula, fecha de nacimiento, dirección y un saldo que inicialmente será 0 (Puede ser sólo el SP).
- Pagos: el usuario podrá realizar pagos indicando un monto y el número de cuenta cliente. El monto del pago será acreditado al saldo del cliente (Puede ser sólo el SP).
- Consulta de viajes: permite consultar los viajes que el usuario ha realizado en un rango de tiempo dado. Se debe mostrar por día, los viajes realizados, las rutas tomadas, la tarifa cobrada y las paradas de entrada y salida.
- Búsqueda de ruta: el usuario tendrá acceso a una opción que le permitirá seleccionar una parada de partida y otra de destino. El sistema buscará las rutas que podrían funcionarle, las tarifas y las horas en las que transitan por dicha parada, basado en información histórica del sistema.
- Consulta de espera: permite al usuario seleccionar una ruta y una parada específica. El sistema le indicará al usuario, basado en datos históricos, cuánto tendrá que esperar hasta que pase el próximo autobús.

### 5.4. *Módulo de reportes*

En este sistema, los usuarios de la aplicación ingresan para obtener información importante para la reorganización del transporte público. Los reportes ofrecidos son:

- Rutas más frecuentes: muestra el top de rutas más utilizadas, en base a la cantidad de usuarios que se registran en viajes asociados a esta ruta. El reporte se puede filtrar de manera

opcional empresa y por rango de fechas. Se muestra el nombre de la ruta, la cantidad de viajes y la cantidad de usuarios que estuvieron en dichos viajes.

- Rutas replicadas: Permite consultar las rutas que tienen paradas en común. Mediante este reporte las autoridades podrían evaluar la posibilidad de unificar rutas. El reporte muestra una comparativa Ruta A vs. Ruta B y la cantidad de paradas que tienen repetidas.
- Cantidad de usuarios: Permite consultar para una empresa en particular, las rutas que realiza, la cantidad de usuarios y el monto total recaudado por ruta. El reporte se debe filtrar en un rango de fechas y para una empresa. Este será de gran utilidad para hacer control cruzado sobre el pago de impuestos de estas compañías.
- Histórico de tarifas: Permite visualizar las diferentes tarifas que ha tenido una ruta específica y las fechas en las que fueron establecidas. El reporte se debe filtrar por ruta.

## 6. *Proceso Diario de Cierre*

Esta funcionalidad busca entregar el dinero recaudado por el sistema y entregarlo a las compañías registradas. Consiste en un proceso diario que se ejecutará al final del día a una hora específica y de manera automática (investigue un mecanismo para hacerlo automático). En este se calcula el monto recaudado por cada compañía durante el día, tomando en cuenta todas las rutas ofrecidas. Una vez calculado este monto, se registra un pago a favor de la compañía hacia su cuenta cliente.

Además, como incentivo para el uso del transporte público, el sistema tomará un 0.5% de las ganancias totales de esa compañía para donarlo a los usuarios.

La suma de ese porcentaje de todas las compañías de generará un monto total que se acreditará porcentualmente a los usuarios que hacen uso del sistema de transporte.

A manera de ejemplo: si el sistema registra que la suma del 0.5% de las ganancias fueron de ₡1,000,000 y los viajes fueron hechos en un 80% por el usuario A y en un 20% por el usuario B, entonces el sistema registrará un pago a favor del usuario A

por ₡800,000 y otro pago de ₡200,000 a favor del usuario B.

## 7. Otros Requisitos

- La aplicación debe ser eficiente. Una duración superior a 5 segundos para una operación no es aceptable en un sistema de este tipo.
- La seguridad del sistema se implementará mediante los mecanismos de seguridad que provee el motor de base de datos (usuarios y roles).
- Debe definir los índices que considere necesarios para garantizar la eficiencia de las consultas en todo momento. Se espera que durante la revisión exponga sobre alguna consulta para la cual tuvo que realizar una optimización con el fin de tener una ejecución eficiente.
- Debe generar al menos un respaldo completo y un respaldo incremental, los cuales serán cargados el día de la revisión.
- Se debe guardar histórico de las acciones del sistema que considere convenientes. Al menos creación y modificación de rutas, autobuses.
- Recuerde que el sistema es de uso masivo, por lo que debe proteger las operaciones mediante transacciones.
- El diccionario de datos debe estar presente en la misma base de datos.

## 8. Entregables

Deberá entregar un archivo ZIP con los siguientes elementos:

- Scripts de creación de la base de datos y su estructura de tablas, índices, consultas, etc.
- Scripts de llenado: deberá implementar scripts que agreguen datos de prueba que permitan ejecutar consultas durante la defensa del proyecto. Estos scripts deben general al menos:
  - 10 empresas
  - 1000 rutas
  - 1000 choferes
  - 5000 paradas
  - 10,000 usuarios
  - 1,000,000 de viajes
- Código Fuente y ejecutable de las aplicaciones.

- Documentación PDF completa del proyecto con:
  - Portada
  - Introducción
  - Descripción del problema
  - Solución del problema compuesta por:
    - Diagrama E/R
    - Diagrama del modelo relacional
    - 10 conclusiones como mínimo
    - 10 lecciones aprendidas como mínimo.

Cualquier referencia consultada durante el proyecto debe ser incluida en la bibliografía siguiendo el formato APA.

### 8.1. Restricciones

- El proyecto se debe entregar en el TEC Digital antes de la fecha y hora límite. No se aceptan entregas tardías.
- El trabajo puede hacer en grupos de hasta 4 personas.
- Para la calificación del trabajo se harán citas de revisión en las cuales todos los miembros del grupo deben defender su proyecto.
- La calificación se asignará de acuerdo a una rúbrica establecida.
- Para la revisión el profesor le dará el ZIP que el estudiante subió al TEC digital, cuyos fuentes se puede instalar en su máquina personal o bien una máquina del laboratorio.
- El motor de base de datos a utilizar queda a libertad del estudiante. Para la revisión, es responsabilidad del estudiante traer un equipo de trabajo en el cual pueda ejecutar la aplicación, o bien una máquina del laboratorio.
- No es necesario que implemente una aplicación móvil. Si lo considera más sencillo, puede implementar una aplicación de escritorio que emule la aplicación móvil.
- Las aplicaciones para empresas, autobuses y reportes pueden implementarse como una aplicación Web o bien una aplicación de escritorio, separada de la aplicación “móvil”.
- El trabajo debe distribuirse equitativamente entre los miembros del equipo. Durante la revisión se harán preguntas para evidenciar esto. De probarse lo contrario, se penalizará considerablemente a todo el equipo.

- Durante la revisión, se le podría solicitar a cualquier miembro del equipo que explique algún componente del proyecto, así como la modificación de código fuente para variar alguna de las funcionalidades.
- Ante la evidencia de plagio se asignará una nota de 0 en el proyecto, además de las acciones administrativas correspondientes.

## 9. Bibliografía

Financiero, E. (28 de Junio de 2016). *EF*. Obtenido de Transporte público de la GAM carece una pronta solución:  
[http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/transporte\\_publico-GAM-Incofer-CTP\\_0\\_758924125.html](http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/transporte_publico-GAM-Incofer-CTP_0_758924125.html)

Martin, R. C. (2008). *Clean Code*. Pearson Education, Inc.

MCP. (2016). *MCP*. Obtenido de Ventajas del transporte público:  
<http://www.mcp.es/transporte/habitos-responsables/ventajas-del-transporte-urbano>