## **Aplicación Móvil: Sistema Integrado de Pago para el Transporte Público del Área Metropolitana de Bucaramanga**

**Introducción**

La aplicación móvil es el componente central de cara al usuario del Sistema Integrado de Pago para el Transporte Público del Área Metropolitana de Bucaramanga. Su objetivo principal es simplificar la experiencia de viaje, centralizar los pagos y ofrecer una plataforma unificada para el acceso y gestión del transporte público, promoviendo una movilidad más fluida, eficiente y moderna.

**I. Características Principales para el Usuario:**

1. **Gestión de Cuenta y Perfil:**
   * Registro e inicio de sesión seguro (con opción de Autenticación Multifactor - MFA).
   * Gestión de perfil de usuario (datos personales, preferencias).
   * Asociación de métodos de pago (tarjetas de crédito/débito, billeteras electrónicas, transferencias bancarias).
2. **Compra y Gestión de Tiquetes:**
   * **Compra de Tiquetes Digitales:** Adquisición de tiquetes individuales o paquetes.
     + **Validez Temporal:** Cada tiquete activado es válido por 50 minutos.
     + **Transbordos Gratuitos:** Permite múltiples transbordos entre diferentes vehículos y empresas de transporte dentro del periodo de validez sin costo adicional.
   * **Recarga de Saldo:** Opción de recargar una billetera virtual dentro de la app para compras futuras de tiquetes.
   * **Historial de Transacciones:** Visualización detallada de compras, recargas y viajes realizados.
   * **Generación de Tiquetes QR:**
     + **Tiquete QR por Viaje:** Al realizar un pago, se genera un tiquete digital con un código QR único para ser validado.
     + **Tiquetes Pre-comprados con QR Individual:** Opción de comprar múltiples tiquetes, cada uno asociado a un QR único almacenado en la app, facilitando el uso offline.
     + **Códigos QR Dinámicos y Encriptados:** Para mayor seguridad, los códigos QR generados para validación son dinámicos (cambian periódicamente, ej. cada minuto) y contienen información encriptada del tiquete.
3. **Planificación y Seguimiento de Viajes:**
   * **Consulta de Rutas:** Información detallada de las rutas disponibles, incluyendo paradas, horarios y empresas operadoras.
   * **Seguimiento de Vehículos en Tiempo Real:** Visualización en un mapa de la ubicación actual de los buses de las rutas seleccionadas.
   * **Estimación de Tiempos de Llegada:** Cálculo aproximado del tiempo de llegada de los vehículos a las paradas.
   * **Planificador de Viajes Multimodal (Fase Futura):** Sugerencia de rutas óptimas combinando diferentes modos de transporte (buses, taxis, bicicletas, etc.).
4. **Validación de Tiquetes:**
   * **Validación NFC (Principal):** El usuario acerca su teléfono (con NFC activado) al lector del vehículo para una validación rápida y segura.
   * **Validación con Código QR (Alternativa):**
     + El usuario muestra el código QR (dinámico o pre-comprado) en la pantalla de su móvil.
     + El conductor o un validador fijo en el bus escanea el QR.
   * **Confirmación de Validación:** Notificación visual y/o sonora en la app y en el validador del bus.
5. **Funcionalidad Offline:**
   * **Acceso a Tiquetes Pre-comprados:** Los tiquetes adquiridos previamente (con sus QR individuales) están disponibles para su uso incluso sin conexión a internet.
   * **Validación Offline de Tiquetes:**
     + **Generación de Token de Validación:** Al comprar tiquetes (online), la app puede generar y almacenar tokens de validación en el dispositivo.
     + **Comparación Local:** Durante la validación offline, el lector del bus compara el token del tiquete presentado con una lista de tokens válidos o mediante un algoritmo de verificación local.
     + **Sincronización Posterior:** Las transacciones offline se almacenan localmente en la app del usuario y en el dispositivo del conductor, y se sincronizan con el servidor central cuando se restablece la conexión.
   * **Interfaz Adaptativa:** La app informa al usuario cuando está operando en modo offline y las funcionalidades que podrían estar limitadas.
6. **Comunicación y Alertas:**
   * Notificaciones en tiempo real sobre el estado del servicio (retrasos, cambios de ruta, interrupciones).
   * Alertas personalizadas (ej. recordatorio de recarga, llegada del bus a la parada favorita).
7. **Interacción y Soporte:**
   * **Evaluación del Servicio:** Opción para calificar la calidad del viaje, el vehículo y el conductor.
   * **Reporte de Problemas:** Facilidad para reportar incidencias (vehículo averiado, problemas con la validación, objetos perdidos).
   * Sección de Ayuda y Preguntas Frecuentes (FAQ).
   * Contacto con soporte al cliente.
8. **Gamificación y Beneficios:**
   * Sistema de recompensas para usuarios frecuentes (descuentos, tiquetes gratis, beneficios especiales).
   * Logros y medallas por uso del sistema.

**II. Tecnologías Clave Empleadas en la Aplicación y su Interacción:**

1. **Frontend (Aplicación Móvil):**
   * Desarrollada en **React Native** para compatibilidad con iOS y Android.
   * Interfaz de usuario intuitiva, accesible y optimizada para diversos dispositivos.
2. **Comunicación para Validación y Seguimiento:**
   * **NFC (Near Field Communication):** Método principal para la validación de tiquetes al abordar. Rápido y seguro para interacciones a corta distancia.
   * **Códigos QR:** Alternativa a NFC, especialmente para teléfonos sin esta tecnología. Los QR son dinámicos y encriptados para seguridad.
   * **BLE (Bluetooth Low Energy):**
     + **Control de Tiempo de Uso del Tiquete:** Una vez validado el tiquete, la app puede usar BLE para comunicarse con un dispositivo en el bus y monitorear que el usuario permanece a bordo o para registrar el descenso, ayudando a controlar la validez de los 50 minutos y los transbordos.
     + **Validación Alternativa (Potencial):** Podría usarse como método de validación si NFC/QR presentan problemas, enviando una señal BLE segura.
   * **4G/5G (Datos Móviles/WiFi):**
     + Sincronización en tiempo real de transacciones, estado de tiquetes, información de rutas y ubicación de vehículos con el sistema central.
     + Necesaria para la compra de tiquetes online, recargas, y la mayoría de las funcionalidades en tiempo real.
3. **Gestión de Datos Offline:**
   * **Almacenamiento Local:** Uso de bases de datos ligeras en el dispositivo móvil (ej. SQLite, IndexedDB) para almacenar tiquetes comprados, tokens de validación, y transacciones pendientes de sincronización.
   * **Módulo de Sincronización Local y Caching:** Gestiona el almacenamiento temporal y la posterior sincronización con el backend.
   * **Módulo de Verificación Offline:** Contiene la lógica para validar tiquetes sin conexión, usando hashes de validación y/o firmas digitales almacenadas localmente.
4. **Seguridad en la Aplicación:**
   * **Autenticación Multifactor (MFA):** Para el acceso a la cuenta.
   * **Encriptación de Datos:** Protección de datos sensibles del usuario tanto en el dispositivo (en reposo) como durante la comunicación (en tránsito vía SSL/TLS).
   * **Tokens de Sesión Seguros (JWT):** Para gestionar las sesiones de usuario.
   * **Protección contra Duplicación de Tiquetes:** Mediante QR dinámicos, encriptación y validación de tokens únicos.

**III. Flujo de Operación desde la Perspectiva de la App:**

1. **Adquisición del Tiquete:**
   * **Online:** Usuario compra/recarga, la app se comunica con el backend, se genera el tiquete/saldo y se almacena en la app (con su QR/token).
   * **Offline (Acceso):** Usuario accede a tiquetes pre-comprados almacenados localmente. La compra inicial debe ser online.
2. **Validación al Abordar:**
   * **Online:**
     + Usuario presenta NFC/QR.
     + Lector del bus se comunica con el backend (vía 4G/5G del bus) para validar en tiempo real.
     + App recibe confirmación.
   * **Offline:**
     + Usuario presenta NFC/QR.
     + Lector del bus realiza validación local (contra datos cacheados, tokens, o usando lógica de verificación offline).
     + App registra la validación localmente. Ambas (app y lector) guardan la transacción para sincronizar después.
3. **Durante el Viaje (Control de Tiempo con BLE):**
   * La app mantiene una conexión BLE con el bus (si está implementado) para monitorear la duración del viaje y validar transbordos dentro de los 50 minutos.
   * Si el usuario desciende, la conexión BLE se interrumpe, lo que puede ser una señal para el sistema (una vez sincronizado).
4. **Transbordos:**
   * Usuario presenta nuevamente NFC/QR en el siguiente bus.
   * El sistema (online u offline) verifica que el tiquete original sigue dentro del periodo de validez de 50 minutos y registra el transbordo sin costo adicional.
5. **Finalización del Viaje / Expiración del Tiquete:**
   * La app puede notificar al usuario cuando el tiempo del tiquete está por expirar.
   * El sistema central (tras sincronización) consolida los datos del viaje para la distribución de ingresos.
6. **Sincronización Diferida (Modo Offline):**
   * Cuando la app del usuario y/o el dispositivo del conductor recuperan conectividad, las transacciones offline pendientes se envían al backend.
   * El backend procesa estas transacciones, resuelve posibles conflictos y actualiza el estado de los tiquetes y los saldos.

**IV. Módulos del Sistema Central Relevantes para la App:**

* **Módulo de Gestión de Rutas y Conductores:** Provee a la app datos en tiempo real sobre rutas, horarios y vehículos.
* **Módulo de Pagos y Transacciones:** Procesa los pagos online, genera los tiquetes digitales y gestiona la lógica de validación y distribución de ingresos (impactando el historial y saldo en la app).
* **Módulo de Seguridad y Autenticación:** Gestiona la identidad de los usuarios de la app.
* **Módulo de Análisis y Reportes:** Recopila datos de uso de la app para mejorar el servicio (la app también contribuye con datos de evaluación).
* **Módulo de Comunicación y Alertas:** Envía notificaciones push a la app.
* **Módulo de Gamificación y Beneficios:** Gestiona el sistema de recompensas visible en la app.
* **Módulo de DataOps:** Procesa los grandes volúmenes de datos (incluyendo los de la app) para análisis.

**V. Futuras Expansiones y la Aplicación:**

La aplicación está diseñada para ser escalable y podrá integrar:

* **Billetera Electrónica Extendida:** Usar el saldo de la app para otros servicios (estacionamientos, comercios afiliados).
* **Integración con Taxis y Ridesharing:** Planificar y potencialmente pagar viajes combinados desde la app.
* **Gestión de Estacionamientos:** Reservar y pagar estacionamientos.
* **Bicicletas Públicas y Patinetas:** Integrar estos servicios en la planificación y pago.

Esta descripción detallada abarca las múltiples facetas de la aplicación móvil, diseñada para ser una herramienta integral, segura y fácil de usar para todos los ciudadanos del área metropolitana de Bucaramanga.