

TAXÍMETRO ELECTRÓNICO INTELIGENTE

1. DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION (Decisión Andina 486 de 2000, artículo 28)

1.1. Sector Tecnológico

El sector tecnológico de la invención denominada Taxímetro Electrónico Inteligente corresponde a los dispositivos electrónicos para el control y facturación de tarifas por servicios de transporte.

1.2. Tecnología Anterior

El estado de la técnica comprende todo lo que haya sido accesible al público por una descripción escrita u oral, utilización, comercialización o cualquier otro medio antes de la fecha de presentación de la solicitud de patente o, en su caso, de la prioridad reconocida. Bajo este requisito normativo, es necesario contextualizar la tecnología a patentar y posteriormente indicar los documentos hallados.

Para centrar el análisis del estado de la técnica anterior, la novedad se enmarca dentro de los dispositivos electrónicos (taxímetros) que permiten almacenar información del recorrido del servicio de transporte individual (taxis), registro de datos de ubicación entre otras y la facturación. De esta manera, se mejora la calidad del servicio al cliente en el transporte público individual, como los taxis y proporcionar un mayor control al empresario o propietario del taxi, en materia de rendimiento y facturación teniendo presente que el transporte público juega un papel muy importante en el desarrollo económico de un país, por lo que el Estado debe garantizar su correcto funcionamiento, no solo en términos del control de tráfico vehicular y generación de vías adecuadas, sino también en términos de tarificación y servicio al cliente.



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Acreditación Institucional de Alta Calidad

La tecnología a patentar también ayuda a mejorar la inclusión a partir de la salida auditiva en español e inglés, y permite a los propietarios del taxi realizar un seguimiento detallado y una gestión eficiente de la contabilidad a través del almacenamiento de la información del lugar, fecha y hora, de inicio y fin, así como la duración, distancia, la tarifa, recargos, costo total y número de cada servicio de taxi.

Para efecto de diferenciar la novedad del modelo de utilidad denominado “Taxímetro Electrónico Inteligente”, su configuración se presenta bajo la forma de módulos que permiten la entrada de datos (teclado), un módulo de configuración (parámetros), un módulo de ubicación (GPS), un módulo de tiempo (fecha y hora), un módulo de almacenamiento (memoria), módulo de contabilidad, módulo de tarificación, un módulo de facturación (impresora), un módulo de visualización (matriz de leds), un módulo auditivo (sintetizador de voz), un módulo de comunicación (Wi-Fi) y un módulo de control (microcontrolador) que controla los procesos de: configuración, tarificación, facturación y contabilidad, todo lo anterior, como se comparará con el estado de la técnica, permite una nueva configuración de elementos y una mejora en el funcionamiento frente a tecnologías anteriores.

Bajo esta configuración, las patentes halladas relacionadas con el presente modelo de utilidad se relacionan a continuación, presentando la nueva ventaja técnica de la tecnología propuesta:

La invención 1020160149942 (KR) denominada “Smart Taximeter”, da a conocer un taxímetro inteligente que implementa la transmisión y recepción de datos en tiempo real. Según la presente invención, el taxímetro inteligente incluye: un cuerpo de contador instalado en un taxi; un dispositivo de control central que calcula una tarifa basándose en una distancia de servicio y un tiempo de servicio; un medio de almacenamiento para



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

almacenar el resultado del cálculo; un medio de visualización que muestra la tarifa y un estado de servicio seleccionado; y una impresora y papel de impresora que emite un recibo. Los medios de visualización comprenden una pantalla de cristal líquido de tipo táctil e incluyen una unidad de visualización y entrada de selección del estado de servicio, una unidad de visualización del estado de servicio y una unidad de visualización de tarifa incluye control central, almacenamiento de cálculos, display y emisión de recibos. Similar en funcionalidades inteligentes. Frente al modelo de utilidad objeto de la presentación de la solicitud, supera el estado de la técnica, por cuanto contiene un módulo auditivo.

La invención 3818186 (US) denominada “Electronic Taximeter”, contiene un circuito integrado simplificado que tiene un sensor para calcular la carga de recorrido de distancia, un oscilador de frecuencia constante para calcular la carga de tiempo de espera, un medio de conteo, medios de control en los que la carga de ingresos más alta tiene prioridad al ser transmitida a los medios de conteo, y una pantalla digital iluminada para indicar la carga integrada de tiempo-distancia en términos de unidades monetarias. Frente a la presente solicitud supera el estado de la técnica, por la nueva configuración de los módulos, en especial el módulo de contabilidad, módulo de tarificación, un módulo de visualización (matriz de leds), un módulo auditivo (sintetizador de voz), y el módulo de comunicación (Wi-Fi).

La invención 0000444 (EP) denominada “Elektronisches Taxameter”, tiene un microprocesador que está diseñado específicamente para llevar a cabo las funciones de cálculo deseadas de un taxímetro. Por lo tanto, el taxímetro es superior en desempeño a taxímetros mecánicos convencionales. El microprocesador tiene una memoria principal (23) que almacena datos relativos a la distancia recorrida y tarifas cargadas, y una memoria de datos de entrada (19) que almacena los datos predeterminados necesarios para actualizar los datos en la memoria principal (23). Las ubicaciones de almacenamiento de la memoria principal (23) se seleccionan secuencialmente por un contador cíclico (21), y cuando los datos seleccionados necesitan actualizar, los



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

contenidos de la ubicación de almacenamiento correspondiente de la memoria (19) se agregan en un sumador BCD (25). Los datos actualizados son entonces almacenados nuevamente en la memoria principal (23). Los circuitos selectores (31) también impulsados cíclicamente por el contador (21) permiten la selección de los datos actualizados deseados de la memoria principal (23) para su visualización. Sobre este documento, solamente se reivindica el microprocesador con las funciones desarrolladas, pero no presenta la configuración bajo los módulos del modelo de utilidad objeto de la solicitud.

La invención 2076200 (GB) denominada “Electronic Taximeters”, presenta una acumulación de tarifas basada en tiempo o distancia y la posibilidad de mostrar tarifas básicas y extras por separado, lo que indica una flexibilidad en la tarificación. El documento hallado indica que comprende una tienda para datos de tarifa, medios para proporcionar información de tiempo y progreso de vehículo, medios para derivar de dicha información y las señales de datos de tarifa que representan tarifas básicas y extra incurridas, en primer lugar, segundo y tercer medio para registrar las señales de tarifa básicas, las señales de tarifa extra y las señales de tarifa básicas y extra combinadas, y medios de visualización operables selectivamente para responder a los primeros y segundos medios de registro o a los terceros medios de registro para mostrar ya sea las tarifas básicas y extra por separado o las tarifas combinadas solas. En este sentido, no presenta la configuración ya indicada, y carece en especial de los módulos de contabilidad, tarificación, auditivo (sintetizador de voz), y de comunicación (Wi-Fi).

La invención 20020120590 (US) denominada “Electronic Taximeter”, ofrece funcionalidades de detección y ubicación para calcular tarifas, lo que sugiere capacidades de GPS y almacenamiento de datos. El documento hallado comprende medios de detección capaces de detectar señales, como por ejemplo peajes. También comprende medios de localización capaces de determinar la localización del vehículo, sin embargo, no se reivindica un sistema de módulos de almacenamiento, contabilidad ni



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Acreditación Institucional de Alta Calidad

comunicación, como ventajas técnicas que si posee la presente solicitud de patente de modelo de utilidad.

La invención 2756078 (FR) denominada “Electronic Taximeter Testing Device”, describe un dispositivo para probar taxímetros electrónicos, centrado principalmente en la verificación de la precisión del dispositivo. El documento “Electronic Taximeter Testing Device”, incluye un amplificador que genera señales de entrada a un microprocesador. El amplificador se conecta a través de terminales a un transductor montado en la caja de engranajes de un automóvil. El transductor mide la velocidad de rotación y el número de rotaciones de la rueda de vagón. El microprocesador suministra señales de pulso que se aplican a un contador conectado a una pantalla de tarifa. El dispositivo de prueba comprende un teclado conectado al microprocesador y utilizado para ingresar un código de activación. Después de que se ha ingresado el código, se activa una pantalla para visualizar las señales de pulso generadas por el microprocesador y la entrada contador. La pantalla puede ser apagada al ingresar al mismo código. Aunque este aspecto es crucial para asegurar la confiabilidad del taxímetro, el modelo de utilidad denominado “Taxímetro Electrónico Inteligente” se enfoca en la funcionalidad operativa del taxímetro en un entorno real, incluyendo aspectos de tarificación, visualización y almacenamiento de datos, además de la accesibilidad para personas con discapacidad visual.

La invención 1240325 (GB) denominada “Electronic Taximeter”, esta patente describe taxímetros electrónicos con características para la gestión de tarifas basadas en tiempo y distancia, y la inclusión de elementos como relojes en tiempo real para la gestión del tiempo de servicio. Estas características son similares a algunos de los módulos integrados en la propuesta de la presente invención, pero esta última va más allá al incorporar tecnología GPS, comunicaciones Wi-Fi, y una interfaz auditiva para una mayor accesibilidad y funcionalidad, sin embargo, no se reivindica un sistema de módulos de almacenamiento, contabilidad ni comunicación, como ventajas técnicas que si posee la presente solicitud de patente de modelo de utilidad.

El modelo de utilidad denominado Taxímetro Electrónico Inteligente, como se observó, supera a las patentes existentes al integrar funcionalidades avanzadas como GPS, Wi-Fi, y un sintetizador de voz, a diferencia de otras patentes que se centran principalmente en aspectos específicos de tarificación y almacenamiento.

También ofrece un enfoque integral, mejorando la precisión de la tarificación, la ubicación, la visualización y la accesibilidad, además de facilitar la gestión de datos contables mediante Wi-Fi, lo cual representa un avance significativo en la tecnología de taxímetros, ofreciendo una solución más completa para mejorar tanto la experiencia del usuario como la operativa del servicio de taxis.

Aunque existen ciertas similitudes entre el modelo de utilidad objeto de la presente solicitud y las patentes listadas, especialmente en el uso de tecnologías avanzadas y la mejora de servicios vehiculares, la diferencia clave en el enfoque, la aplicación específica y la integración de tecnologías subrayan la distintividad de la presente solicitud. Su enfoque específico en mejorar la experiencia del servicio de taxi mediante una solución integrada de tarificación y comunicación de datos representa un nicho diferenciado dentro del espectro más amplio de tecnologías y servicios vehiculares cubiertos por las otras patentes.

Aunque el uso de tecnologías avanzadas para optimizar la gestión de transacciones, datos y eficiencia operativa es común, el Taxímetro Electrónico Inteligente se destaca por su enfoque único y su aplicación específica en la industria del taxi. Este dispositivo no solo mejora la tarificación y la facturación, sino que también incorpora funcionalidades diseñadas específicamente para aumentar la accesibilidad y la eficiencia:

La integración de características como el sintetizador de voz y la comunicación Wi-Fi, entre otras, subraya la singularidad del Taxímetro Electrónico Inteligente, proporcionando



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Acreditación Institucional de Alta Calidad

una base sólida para su protección a través de patentes. Esta innovación representa una contribución significativa al campo de la gestión de vehículos y movilidad urbana, destacando el potencial de la tecnología para ofrecer mejoras tangibles en la accesibilidad, la gestión y la eficiencia operativa en el sector del transporte.

Por todo lo anterior, el modelo de utilidad denominado Taxímetro Electrónico Inteligente se considera novedoso.

1.3. Descripción General

El modelo de utilidad denominado Taxímetro Electrónico Inteligente comprende un taxímetro electrónico inteligente que mejora la calidad del servicio al cliente y proporciona un mayor control para el empresario o dueño del taxi, superando varios de los retos que presenta actualmente el servicio de transporte público de taxis. El modelo de utilidad propuesta busca incrementar el nivel de innovación y tecnología del proceso de medición de la tarifa del servicio de taxis, a través del diseño y desarrollo de un innovador taxímetro inteligente que cuenta con un módulo de entrada de datos (teclado), un módulo de configuración (parámetros), un módulo de ubicación (GPS), un módulo de tiempo (fecha y hora), un módulo de almacenamiento (memoria), módulo de contabilidad, módulo de tarificación, un módulo de facturación (impresora), un módulo de visualización (matriz de leds), un módulo auditivo (sintetizador de voz), un módulo de comunicación (Wi-Fi) y un módulo de control (microcontrolador) que controla los procesos de: configuración, tarificación, facturación y contabilidad. Lo anterior, permite entre otras ventajas, llevar una contabilidad financiera a través del almacenamiento de la información del lugar, fecha y hora, de inicio y fin, así como la duración, distancia, la tarifa, recargos, costo total y número de cada servicio (carrera) de taxi. También proporciona un mayor grado de inclusión al permitir que personas con discapacidad visual pueda conocer la información relevante de su viaje en taxi a través del módulo de salida auditiva; de la misma forma una persona extranjera que no entienda el español, pero se familiarice con el idioma



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Acreditación Institucional de Alta Calidad

inglés, también podrá sentirse más cómoda al obtener la información del viaje en el idioma inglés.

Para el caso del empresario o dueño del taxi, el Taxímetro Electrónico Inteligente también será de gran valor, al contar con un informe de contabilidad financiera completo, el cual se puede descargar del taxímetro electrónico inteligente a través de una conexión Wi-Fi; en dicho reporte se puede conocer cuántos viajes se realizaron, las ubicaciones, fechas y horas de inicio y fin, la duración, la distancia y los costos finales de cada uno de los viajes realizados. Como una ayuda más para el empresario, el taxímetro inteligente, tendrá la capacidad de realizar un seguimiento satelital y almacenar la información de sitios visitados durante el último periodo de tiempo establecido, o para determinar su ubicación actual.

1.4. Los Dibujos

FIGURA 1. Diagrama de bloques del diseño del taxímetro electrónico inteligente.

FIGURA 2. Diagrama de flujo del funcionamiento del taxímetro electrónico inteligente

1.5. Descripción Detallada

La Figura 1 describe el “taxímetro electrónico inteligente” la cual está conformada por los siguientes módulos: un módulo de control (1), un módulo de configuración (2), un módulo de entrada de datos (3), un módulo de tiempo (4), un módulo de ubicación (5), un módulo de almacenamiento (6), un módulo de contabilidad (7), un módulo de tarificación (8), un módulo de facturación (9) acompañado de una impresora (10), un módulo de visualización (11), un módulo de comunicación (12), y un módulo auditivo (13) que trabaja en conjunto con un amplificador de potencia (14) y un parlante (15).



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

De acuerdo con la Figura 1, inicialmente, el módulo de control (1), como su nombre lo indica, está encargado de controlar el correcto funcionamiento del Taxímetro Electrónico Inteligente, y que cada uno de los módulos desarrollen la función que les corresponde, para ello, el módulo de control le solicita al módulo de configuración (2) que inicie con la configuración de cada uno de los módulos para que puedan ejecutar adecuadamente sus actividades correspondientes y se desarrolle una correcta comunicación entre ellos y el módulo de control. Adicionalmente, el módulo de configuración también carga las variables y parámetros de acuerdo con una configuración inicial realizada por la empresa a la que pertenece el taxi o por el propietario del vehículo en su defecto. Luego, el módulo de entrada (3) le permite al usuario del taxímetro (taxista o propietario) realizar el envío de información hacia el sistema para la configuración de los módulos o la selección de opciones. El módulo de tiempo (4) permite conocer la fecha y hora en tiempo real, durante la prestación del servicio de transporte. El módulo de ubicación (5) permite establecer la posición exacta del vehículo en tiempo real, durante la prestación del servicio de transporte. Una vez se inicie una carrera o servicio, el módulo de tarificación (8) comienza el proceso de tarificación de acuerdo con el modo de cobro seleccionado en el módulo de configuración (2). La tarificación funciona a través del conteo de unidades, las cuales se incrementan por tiempo o por distancia de acuerdo con el modo de cobro seleccionado, y el valor de la unidad es establecido anualmente por la entidad competente. Cuando el servicio finalice el módulo de facturación (9) genera la factura correspondiente, la imprime a través de la impresora (10) y envía la información al módulo de contabilidad (7) para que vaya registrando cada movimiento financiero. Al finalizar cada registro el módulo de contabilidad (7) envía la información al módulo de almacenamiento (6) para guardar dicha información. Desde el momento que el servicio inicia, el módulo de visualización (11) también comienza a funcionar, mostrando al pasajero o cliente el valor de las unidades que se van registrando, el valor en pesos de dichas unidades y la fecha y hora de dicho momento. En el momento que el módulo de facturación (9) genera la factura del servicio, el módulo de visualización (11) muestra el costo total y el módulo auditivo (13) reproduce auditivamente dicho valor para que la



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

persona invidente o no lo escuche en español o inglés de acuerdo con la preferencia del cliente, a través de un amplificador de potencia (14) y el correspondiente parlante (15). Finalmente, en el momento que el propietario lo desee, puede hacer uso del módulo de comunicación (12) para descargar la contabilidad a la fecha y la información del lugar, fecha y hora, de inicio y fin, así como la duración, distancia, la tarifa, recargos, costo total y numero de cada servicio (carrera) de taxi. A continuación, se describirán cada uno de estos módulos.

1.5.1. Módulo de Control (1)

El módulo de control (1) está conformado fundamentalmente por un microcontrolador (1) que es el cerebro del taxímetro, ejecuta tareas esenciales como la interacción y control de cada uno de los módulos, el cálculo de tarifas, el envío de información a la matriz de LEDs, la gestión de coordenadas geográficas y la interacción con el usuario. El trabajo y operación de este módulo se explica más adelante en el funcionamiento del Taxímetro Electrónico Inteligente.

1.5.2. Módulo de configuración (2)

El módulo de configuración (2) tiene como función definir los parámetros de funcionamiento de cada módulo, dentro de los cuales se encuentra el valor de las tarifas. Cada año cambian los valores de tarifas y recargos, adicionalmente también puede ser necesario actualizar algunos parámetros y condiciones. Debido a lo anterior, se decidió configurar diversas variables al inicio del código que permitan realizar estos cambios y actualizaciones de forma sencilla y rápida.

1.5.3. Módulo de Entrada (3)



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

El módulo de entrada (3) está conformado fundamentalmente por un teclado matricial (3). Este módulo facilita la interacción del usuario con el taxímetro, permitiendo enviar información al microcontrolador (1) para ejecutar determinadas acciones.

El teclado (3) está compuesto por una matriz de botones dispuestos en filas y columnas, que se interconectan. Cada botón del teclado está conectado a la intersección de una fila y una columna. Cuando se presiona un botón, se cierra el circuito entre la fila y la columna correspondiente. De acuerdo a lo anterior, el número de pines necesarios por parte del microcontrolador (1) es inferior al número de botones que tenga el teclado (3). Para nuestro caso, se seleccionó un teclado de 16 botones y se necesitaron 8 pines del microcontrolador (1).

Algunas de las funciones del teclado son:

- Ingresar la contraseña de configuración inicial al encender el dispositivo por primera vez.
- La configuración inicial mediante teclas numéricas.
- La activación/inactivación de servicios con las teclas asterisco (*) y numeral (#).
- Tecla (*): Iniciar y finalizar un servicio. Inicia el cálculo de tarifa o finaliza la carrera según el estado del taxímetro.
- Tecla (#): Enviar la información del viaje al sistema en la nube, estructurando los datos en una hoja de cálculo de Google Drive.

1.5.4. Módulo de Tiempo (4)

Este dispositivo garantiza la precisión temporal del sistema. La fecha y hora en tiempo real se obtienen a través del módulo de configuración (2) con ayuda del microcontrolador (1), lo que permite un seguimiento preciso de cada servicio prestado. El dispositivo seleccionado para desarrollar este módulo fue el RTC DS 1307 (4).

El módulo RTC DS 1307 (4) es un dispositivo electrónico que se utiliza para mantener y realizar un seguimiento preciso de la fecha y hora en aplicaciones de tiempo real. El RTC DS 1307 (4) se comunica a través del protocolo I2C, lo que permite que sea fácilmente integrado en sistemas microcontroladores como el ESP32.

El RTC DS 1307 (4) cuenta con un reloj en tiempo real y una memoria no volátil para almacenar la información de fecha y hora incluso cuando el dispositivo está apagado; requiere una alimentación de 5 V, algunas versiones admiten una alimentación de 3.3 V, lo cual es útil para integrarlo con microcontroladores que operan a 3.3V, como el ESP32; utiliza el protocolo de comunicación I2C para intercambiar datos con el microcontrolador (1). El bus I2C utiliza dos líneas: SDA (Serial Data Line) y SCL (Serial Clock Line), estas líneas permiten la transferencia de información bidireccional entre el RTC DS 1307 (4) y el microcontrolador (1).

Para configurar la fecha y hora, el microcontrolador (1) y el módulo de configuración (2) envían comandos de escritura a través del bus I2C y los registros del RTC DS 1307 (4) almacenan la información de los segundos, minutos, horas, día de la semana, día del mes, mes y año.

1.5.5. Módulo de Ubicación (5)

El módulo de ubicación (5) calcula las coordenadas de latitud, longitud y altitud, de la posición del vehículo de servicio público individual, a partir de un sistema de posicionamiento global (GPS). El GPS (5) seleccionado para nuestro caso fue el GPS NEO 6M.

El módulo de ubicación (5) determina los puntos de inicio y fin de cada viaje, los transmite al microcontrolador (1) para que este los procese y finalmente, sean guardados en el



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

módulo de almacenamiento (6) a través de un archivo CSV. Debido a la capacidad del módulo de almacenamiento (6) solo se guarda la ubicación inicial y final de cada servicio, sin embargo, el módulo de ubicación (5) está en la capacidad de transmitir la ubicación actual en cualquier momento que se requiera.

1.5.6. Módulo de Almacenamiento (6)

El módulo de Almacenamiento (6), tiene la función de almacenar la información detallada de cada servicio realizado en una tarjeta de memoria SD (6), a través de un archivo CSV. Este archivo CSV contiene la información descrita en el módulo de contabilidad (7). Adicionalmente, existe un archivo CSV que contiene las fechas de festivos, permitiendo al taxímetro determinar recargos adicionales correspondientes por operar dichos días.

La tarjeta de memoria micro SD (6) es un dispositivo de memoria externa removible que se utiliza comúnmente para el almacenamiento de datos en dispositivos como cámaras, teléfonos móviles y otros sistemas embebidos como el microcontrolador ESP32, permitiéndole a este último leer y escribir datos en la memoria.

1.5.7. Módulo de Contabilidad (7)

El módulo de contabilidad (7) tiene el objetivo de llevar una contabilidad completa y organizada de los servicios realizados por el vehículo de servicio público individual (taxi), a fin de que el propietario del taxi puede controlar mejor sus estados contables y responsabilidades tributarias. Esta información, incluye la información del lugar, fecha y hora, de inicio y fin, así como la duración, distancia, la tarifa, recargos, costo total y numero de cada servicio (carrera) de taxi.



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

Con el fin de que la información de contabilidad no se borre, esta es almacenada en el módulo de almacenamiento (6) con capacidad de guardar datos correspondientes a más de tres meses de operación.

1.5.8. Módulo de Tarificación (8)

El módulo de Tarificación (8) configura la forma en la que se va a realizar la tarificación del taxímetro, de acuerdo con la selección de modo de uso que se realice en el módulo de configuración (2). Los modos de uso pueden ser tres de acuerdo con la última normatividad del Estado colombiano y están configurados a través de los siguientes métodos:

- ✓ Fcn_método_normal_D: El taxímetro funciona con tarifa doble, tiempo y distancia, cada una se incrementa gradualmente de acuerdo con el delta de tiempo y el delta de distancia, sin reiniciarse.
- ✓ Fcn_método_normal_S: Cuando la velocidad del taxi es menor a la de cruce ($\text{velocidad de cruce} = \text{tarifa de tiempo (tarifa/hora)} / \text{tarifa de distancia (tarifa/km)}$) el taxímetro debe funcionar solo por tiempo. Cuando la velocidad del taxi es igual o mayor a la de cruce el taxímetro debe funcionar solo por distancia.
- ✓ Fcn_método_normal_T: El taxímetro funciona combinado entre tiempo y distancia, si se cumple primero el tiempo, incrementa una unidad y reinicia el tiempo y la distancia, y si se cumple primero la distancia, incrementa una unidad y reinicia el tiempo y la distancia.

Adicionalmente, para determinar la tarifa de cobro final, el módulo de Tarificación (8) tiene en cuenta los recargos, y aplica recargos adicionales según diversas condiciones, como festividades, horario nocturno o ubicación cerca de un aeropuerto. También garantiza una tarifa mínima de carrera.



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Acreditación Institucional de Alta Calidad

1.5.9. Módulo de Facturación (9)

El módulo de facturación (9) tiene la función de generar la factura correspondiente al valor de la tarifa de cobro final proporcionada por el módulo de tarificación (8) para lo cual hace uso de una impresora (10). Dicha factura debe cumplir con los requerimientos normativos respectivos.

1.5.10. Módulo de Visualización (11)

El módulo de visualización (11) está conformado principalmente por la matriz de LEDs (11), la cual proporciona información visual relevante, como la fecha, hora, tarifa y el precio final basado en la cantidad de unidades. Este dispositivo asegura una comunicación clara y directa con los usuarios. Para este desarrollo se seleccionó un módulo de cuatro matrices MD_MAX72XX de 64 leds cada una.

La matriz de LED (11) MD_MAX72XX está compuesta por una serie de LEDs organizados en filas y columnas. El tamaño de la matriz puede variar según el modelo específico, pero los tamaños comunes incluyen 8x8 (64 LEDs) y 4x8 (32 LEDs).

1.5.11. Módulo de Comunicación (12)

El módulo de comunicación (12) está basado en tecnología Wi-Fi. Este módulo permite establecer una comunicación entre un dispositivo móvil o computador que integre comunicación Wi-Fi y el taxímetro electrónico inteligente, para que a través de ella se pueda descargar la información almacenada en los archivos CSV. El único requisito para poder realizar esta operación es digitar la clave de seguridad generada al inicio de la instalación del taxímetro por parte del propietario del vehículo de servicio público individual.



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Acreditación Institucional de Alta Calidad

1.5.12. Módulo Auditivo (13)

El módulo Auditivo (13) tiene como función poder expresar el precio final de la carrera en un formato auditivo como complemento a la representación visual, y está en la capacidad de hacerlo tanto en español como en inglés, de acuerdo con la preferencia del cliente. Lo anterior, gracias al dispositivo de síntesis de voz (13) SYN6988.

El integrado de síntesis de voz (13) se fabrica en China y cuenta con una simple interfaz de hardware y de bajo consumo de energía, el tono es claro y redondo, cercano a la voz humana. Además, el módulo SYN6988 ha añadido el análisis de texto en inglés y la biblioteca de sonido en inglés.

1.5.13. Amplificador de Potencia (14) y Parlante (15)

Finalmente, para poder reproducir los mensajes del Módulo auditivo (13), el taxímetro electrónico inteligente cuenta con un amplificador de potencia (14) que acondiciona la señal entregada por el módulo auditivo (13) para poder ser reproducida adecuadamente por un parlante (15) de 8 ohmios.

1.5.14. Funcionamiento del Taxímetro Electrónico Inteligente

El funcionamiento del taxímetro electrónico inteligente esta descrito en la Figura 2. Para una mejor comprensión se realiza una descripción de la Figura 2 por pasos.

Paso 0: Inicio (I) y Creación de contraseña

Al energizar el dispositivo por primera vez, se da inicio (I) al funcionamiento del taxímetro, si es la primera vez que se energiza desde su configuración en fábrica, se solicitará por única vez la creación de una contraseña única a partir del teclado hexadecimal. Esta contraseña debe ser conocida únicamente por la empresa o propietario del taxi.



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

Posteriormente, cada vez que el taxímetro se apague y se vuelva a encender no se volverá a solicitar que se cree la contraseña. Esta contraseña se utilizará para poder realizar ajustes y configuraciones que solo los talleres autorizados, la empresa o propietario deben realizar de acuerdo con la normatividad.

Paso 1: Modulo de entrada (II)

Posteriormente, se configura e inicializa el teclado (3) para poder operar el taxímetro. Es importante empezar con este módulo antes del módulo de configuración (2), ya que se requiere del teclado (3) para configurar algún otro modulo.

Paso 2: Modulo de Configuración (III)

Aquí se configura e inicializa el resto de módulos del Taxímetro Electrónico Inteligente. La primera acción al energizar el taxímetro es la configuración e inicialización de todos los módulos y parámetros, del taxímetro electrónico inteligente.

Paso 4: Modulo de tiempo (IV)

Se inicializa el módulo de tiempo (4) para poder conocer la fecha y hora, en tiempo real.

Paso 5: Modulo de visualización (V)

A continuación, se inicializa el módulo de visualización (11) con el objetivo de poder visualizar la información relevante del taxímetro.

Paso 6: Saludo de bienvenida (VI)

Posteriormente, se cargará un mensaje de bienvenida tanto visual como auditivo.

Paso 7: Selección de modo de tarificación (VII)

Aquí se debe seleccionar el modo de uso con el que va a operar el taxímetro: D, S o T.

- ✓ Modo D: El taxímetro funciona con tarifa doble, tiempo y distancia, cada una se incrementa gradualmente de acuerdo con el delta de tiempo y el delta de distancia, sin reiniciarse.
- ✓ Modo S: Cuando la velocidad del taxi es menor a la de cruce (velocidad de cruce = $\text{tarifa de tiempo (tarifa/hora)} / \text{tarifa de distancia (tarifa/km)}$) el taxímetro debe funcionar solo por tiempo. Cuando la velocidad del taxi es igual o mayor a la de cruce el taxímetro debe funcionar solo por distancia.
- ✓ Modo T: El taxímetro funciona combinado entre tiempo y distancia, si se cumple primero el tiempo, incrementa una unidad y reinicia el tiempo y la distancia, y si se cumple primero la distancia, incrementa una unidad y reinicia el tiempo y la distancia.

Paso 8: Modo de operación libre (VIII)

Posteriormente, el taxímetro pasa a modo de operación libre, donde el taxista se encuentra en busca de un servicio. Durante este modo la matriz de leds (11) mostrará la fecha y hora actual, y la palabra libre, de forma alterna hasta que inicie un servicio o carrera. Cuando el taxímetro se encuentre en modo de operación pagar y se quiera regresar al modo de operación libre, se debe presionar la tecla

Paso 9: Inicio de carrera o servicio? (IX)

Si se inicia una carrera o servicio el taxista debe presionar la tecla * para pasar al modo de operación ocupado (paso 10), de lo contrario el taxímetro continuara en modo de operación libre (paso 8).

Paso 10: Modo de operación ocupado (tecla *) (X)

En el modo de operación ocupado el taxímetro se prepara para mostrar a través del módulo de visualización (11), el valor de las unidades y su precio correspondiente, en tiempo real y de forma alterna,

Paso 11: Modulo de ubicación (XI)

Inmediatamente, el taxímetro entra en modo de operación ocupado, el módulo de ubicación (5) envía la información de ubicación actual al módulo de contabilidad (7).

Paso 12: Modulo de tarificación (XII)

Inmediatamente, el taxímetro entra en modo de operación ocupado, el módulo de tarificación (8) entra a funcionar de acuerdo con el modo de tarificación seleccionado.

Paso 13: Finalización de la carrera o servicio? (XIII)

Una vez se finalice el servicio o carrera, el taxista deberá pasar al modo de operación pagar presionando la tecla *, de lo contrario el taxímetro continuará en el modo de operación ocupado.

Paso 14: Modo de operación pagar (XIV)

En el modo de operación pagar el taxímetro presenta al cliente el precio a pagar correspondiente al valor final en unidades del servicio y su correspondiente equivalente en pesos colombianos o dólares de acuerdo con la configuración inicial. Es importante resaltar, que el valor a pagar se presentará también de forma desagregada indicando el cargo por el valor de la tarifa y el cargo por valor de los recargos.

Paso 15: Modulo de Tarificación (XV)

Aquí se realiza el cálculo de la tarifa final de acuerdo con el modo de tarificación seleccionado y también se calcularán los recargos correspondientes si aplican: nocturno, festivo, aeropuerto, puerta a puerta.

Paso 16: Modulo auditivo (XVI)

El valor final a pagar y su desagregación en tarifa y recargos, se presentarán no solo de forma visual si no también auditiva, en el idioma inglés o español de acuerdo con la configuración inicial. Por lo que aquí el módulo auditivo (13) se prepara para reproducir la información necesaria.

Paso 17: Precio final a cobrar (XVII)

Finalmente, se presenta el precio final a cobrar en pesos colombianos o dólares, de forma visual y auditiva, en idioma español o inglés, de acuerdo con la configuración realizada.

Paso 18: Modulo de facturación (XVIII)

Luego, de presentar el precio final a cobrar se inicializa el módulo de facturación (9) para generar la factura correspondiente al cliente. Para esto el taxímetro envía la información correspondiente a una pequeña impresora (10) encargada de imprimir la factura.

Paso 19: Modulo de contabilidad (XIX)

Inmediatamente, el módulo de contabilidad (7) se pone en funcionamiento y organiza la información del lugar, fecha y hora, de inicio y fin, así como la duración, distancia, la tarifa,



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Acreditación Institucional de Alta Calidad

recargos, costo total y numero de cada servicio (carrera) de taxi, para almacenarla posteriormente.

Paso 20: Modulo de almacenamiento (XX)

Toda la información organizada por el módulo de contabilidad (7) es guardada en un archivo CSV y almacenada en la tarjeta de memoria micro SD (6) a través de la tecla #.

Paso 21: Descargar informe de contabilidad (XXI)

Si la empresa o el propietario del taxi desean descargar el informe de contabilidad el taxímetro pasa al paso 22, de lo contrario continua al paso 23.

Paso 22: Modulo de comunicación (XXII)

Aquí el módulo de comunicación (12) se pone en funcionamiento para transmitir el informe de contabilidad a través de la tecnología Wi-Fi, una vez se digite correctamente la contraseña.

Paso 23: Apagar el taxímetro (XXIII)

Si el taxista desea apagar el taxímetro este pasa al paso 24 de lo contrario regresa al paso 8.

Paso 24: Despedida (XXIV) y Fin (XXV)

Aquí el taxímetro presenta de forma visual y auditiva un saludo de despedida y el taxímetro se apaga.

1.6. Aplicación Industrial



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

El Taxímetro Electrónico Inteligente tiene aplicación industrial para la fabricación de dispositivos electrónicos de equipamiento de vehículos dedicados al transporte individual de pasajeros.

Así las cosas, el desarrollo tecnológico mejora la calidad del servicio al cliente en el transporte público individual, como los taxis, y proporcionar un mayor control al empresario o propietario del taxi.