



Actualización de máquina cambiadora de billetes por monedas para sedes de auto lavado.

Juan Sebastián Martínez Torres

Ingeniero Electrónico.

Tutor

Sebastián Isaza Ramírez., PhD. In Computer Engineering.

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Electrónica

Medellín

2022

Cita

(Martínez Torres, 2022)

Referencia

Martínez Torres (2022). *Actualización de máquina cambiadora de billetes por monedas para sedes de auto lavado*. Pregrado, Ingeniería Electrónica, Universidad de Antioquia, Medellín, 2022.



CENDOI

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.**Jefe departamento:** Augusto Enrique Salazar Jiménez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen.....	6
Introducción	7
Objetivos	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos	8
Marco Teórico	8
Tipo de comunicación	9
Evolution Hopper	9
Microcontrolador.....	10
Metodología	13
Resultados y análisis	13
Conclusiones	22
Referencias Bibliográficas	23

Lista de gráficas

<i>Fig. 1 Evolution Hopper</i>	10
<i>Fig. 2 Billetero</i>	10
<i>Fig. 3 Diagrama de bloques comunicación dispositivos, elaboración propia</i>	11
<i>Fig. 4 Pin out Arduino mega2560 pro mini</i>	12
<i>Fig. 5 Red de comunicación entre dispositivos con protocolo CCTALK</i>	14
<i>Fig. 6 Interfaz electrónica para comunicación computador con el evolution Hopper</i>	14
<i>Fig. 7 Trama de comunicación</i>	15
<i>Fig. 8 Comandos pruebas de transmisión cctalk</i>	15
<i>Fig. 9 Prueba de comunicación transmisión y recepción con el evolution Hopper</i> ...	16
<i>Fig. 10 Comandos y secuencia implementada en el software, para la comunicación entre el evolution Hopper y el microcontrolador</i>	16
<i>Fig. 11 Arduino Atmega mega pro mini 2560</i>	17
<i>Fig. 12 Maquina cambiadora</i>	17
<i>Fig. 13 Mensaje de recepción de dinero y dinero entregado maquina cambiadora</i>	18
<i>Fig. 14 Mensaje de falla técnica maquina cambiadora</i>	18
<i>Fig. 15 Piezas internas evolution Hopper</i>	20
<i>Fig. 16 Cadena plástica transportadora de monedas (pieza que se desgasta)</i>	20

Lista de tablas

Tabla 1. comparativa Atmega2560, Atmega328 y Atamega32u4	12
Tabla 2. Tiempo de entrega de monedas cambiadora actual	19
Tabla 3. Presupuesto cambiador actual	21
Tabla 4. Presupuesto de cambiadora de billetes por monedas implementando el Evolution Hopper	21

Resumen

En este proyecto se realizó la actualización, de una maquina cambiadora de billetes por monedas para una de las sedes de auto lavado de la empresa pulito carwash, utilizando un evolution Hopper, con el fin de comparar costos, confiabilidad en la devolución del dinero y ver los tiempos de respuesta en la entrega de las monedas, versus la máquina con la que se cuenta en el momento.

Para poder realizar esta actualización fue necesario diseñar un hardware de comunicación y un software en C# que nos permitiera comunicarnos con el evolution Hopper, utilizando el formato de comunicación de pregunta y respuesta que se utiliza en el protocolo CCTALK, ya que si no se cumple con la trama especifica el dispositivo no responde y no realiza la entrega de las monedas.

Se realizaron pruebas de comunicación con un pc, utilizando una interfaz y un terminal serial, que me permitiera comprobar que las tramas de comunicación y respuestas fueran las adecuadas y con esto obtener una correcta comunicación con el dispositivo.

Luego de realizar las pruebas necesarias de comunicación tanto física como en programación, se implementó en un microcontrolador, que nos permitió una autonomía 24/7 de la máquina, en una sede y en caso de falla nos muestra un mensaje indicando que la máquina no había entregado correctamente las monedas, permitiendo que el empleado que se encontrara en turno pudiera realizar la devolución del dinero faltante o en su totalidad, dependiendo del caso.

Introducción

Pulito Carwash es una empresa que se especializa en crear productos de limpieza y máquinas para lavado autoservicio para vehículos, con sedes en la ciudad de Medellín y de Bogotá, estas máquinas prestan el servicio a los clientes de agua a presión y shampoo, durante un determinado tiempo en cada servicio seleccionado.

Para que cada máquina funcione es necesario insertar una cantidad de dinero en monedas, que le permitirá al usuario poder hacer uso de los servicios que ésta dispone.

A medida que aumentaban las sedes y la cantidad de usuarios que realizan el aseo de su medio de transporte, nos vimos en la necesidad de crear una máquina cambiadora de billetes por monedas, que nos permitiera que los usuarios a cualquier hora del día, pudieran realizar la limpieza de sus vehículos y no se fueran del lugar, por la falta de no tener monedas para poder utilizar las máquinas de autoservicio.

Por este motivo nos pusimos en la tarea de crear nuestra propia máquina cambiadora de billetes por monedas de una denominación, en este caso monedas de \$500 que son las más utilizadas en nuestras sedes.

Durante la creación de la máquina cambiadora, encontramos, que los dispositivos para la devolución de dinero (Hopper básicos) son los más comerciales y económicos del mercado. Éstos, no tienen un control preciso de la cantidad de monedas que salen de la máquina. Por este motivo es necesario agregarle un sensor (inductivo o fotodiodo).

Este sensor es obligatorio conectarlo a un microcontrolador que le permita cuantificar la cantidad exacta de monedas que se entrega al usuario.

Investigando, se halló en el mercado unos mecanismos (evolution Hopper), que permiten tener un control más exacto en la transacción de monedas, ya que cuentan con un control interno muy preciso, junto con un protocolo de comunicación (CCTALK), que se encarga de cuantificar el dinero que sale y de transmitir su desempeño a otros dispositivos que hablen el mismo protocolo.

Objetivos

Objetivo General

Comunicar un evolution Hopper mediante el desarrollo de un software en C#, e implementarlo en un microcontrolador que permita comunicarlo y controlarlo mediante el protocolo CCTALK, para aumentar la confiabilidad y reducir los fallos de la máquina cambiadora en las sedes de auto lavado.

Objetivos Específicos

- Identificar el formato de comunicación y respuesta que se utiliza en el protocolo cctalk
- Implementar los comandos de pregunta y respuestas utilizando el formato del protocolo cctalk, en un software en C#, basados en el manual técnico del evolution Hopper.
- Implementar el software desarrollado en un microcontrolador junto con un evolution Hopper, dentro de una máquina cambiadora durante un tiempo determinado, para evaluar su funcionamiento y su confiabilidad en la entrega del dinero.
- Desarrollar un estudio del costo beneficio de la actualización en la máquina cambiadora de billetes por monedas para evaluar la implementación del evolution Hopper en las próximas máquinas cambiadoras.

Marco Teórico

Existen diferentes dispositivos electrónicos, que nos permiten realizar transacciones físicas de dinero como billeteeros, monederos y Hopper, estos, son muy utilizados en máquinas vending, cajeros electrónicos, máquinas tragamonedas, etc. Cada uno de estos equipos realizan una función específica dentro de estos equipos y para poder ser controladas se deben conectar a una unidad central, que nos permita gestionar, comunicar y deshabilitar a cada uno de ellos en el momento que sea necesario. Esta unidad central (microcontrolador) sabe que están conectados cada uno de estos, qué proceso realizan o si presentan algún error.

La necesidad de seguridad requerida en estos equipos de transacción de dinero debe ser alta, ya que la recepción de dinero y la devolución del mismo debe ser precisa y rápida, sin que afecte al usuario que esté utilizando el dispositivo.

Todos estos equipos deben poder comunicarse de forma segura y clara, evitando que se presenten manipulaciones externas, que hagan que la transacción no se realice de forma correcta y se pueda perder la información de la transacción realizada.

Tipo de comunicación.

Una forma de comunicarse entre los equipos que se utilizan en la transacción de dinero es a través de protocolos, uno de estos es el CCTALK. Es un protocolo de comunicación serial, desarrollado por Money Controls, diseñado para la comunicación con dispositivos de pago (aceptadores de monedas, Hopper, billetteros, etc.). La comunicación requiere solo un cable de 3 hilos (alimentación, data y tierra).

El protocolo cctalk es un estándar abierto, una de las ventajas es que incluye tecnología UART de bajo costo, una interfaz de tramas fácilmente escalable, sin requisitos de licencia y una estructura de tramas fácil de entender.

Cada secuencia de comunicación consta de dos tramas. Primero desde el maestro hacia el esclavo, indicando algo y luego la respuesta de éste, si el esclavo no contesta se considera un error y el maestro repite el intento de comunicación, para que se realice una transmisión correcta se requiere de un envío y una respuesta.

La forma y estructura de un mensaje cctalk estándar es la siguiente:

[Dirección de destino] [Número de bytes de datos] [Dirección de origen] [Cabecera u orden] [Dato1] [Dato2]...[Dato N] [Checksum] (También hay mensajes encriptados y con control de redundancia cíclica de 16 bits).[1]

Evolution Hopper

Sistema electromecánico que permite la devolución de monedas a través de un sistema mecánico de banda, gobernado por sistema electrónico (microcontrolador)

que activa y desactiva el dispositivo, utilizando el protocolo cctalk para comunicarse con los otros periféricos que estén conectados a este.



Fig. 1 Evolution Hopper. [2]

Billetero

(aceptador, validador o reciclador) Este dispositivo electrónico nos permite la recepción y almacenamiento de billetes de diferentes denominaciones.



Fig. 2 Billetero. [3]

Microcontrolador

circuito integrado programable, capaz de ejecutar órdenes programadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales que cumplen una tarea

específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales CPU, MEMORIA y GPIO.

El uso principal es para sistemas embebidos, es decir, para todas aquellas aplicaciones específicas (propósito especial) relacionadas con el control digital. A diferencia de los microprocesadores que representan el corazón puro de un ordenador diseñado para aplicaciones generales, el microcontrolador está diseñado para dar la máxima eficiencia hacia una aplicación particular optimizando la relación coste/rendimiento.

El microcontrolador se programará como control principal, a la hora de comunicar los diferentes equipos en la transacción de dinero (Hopper y billeteo). [4]

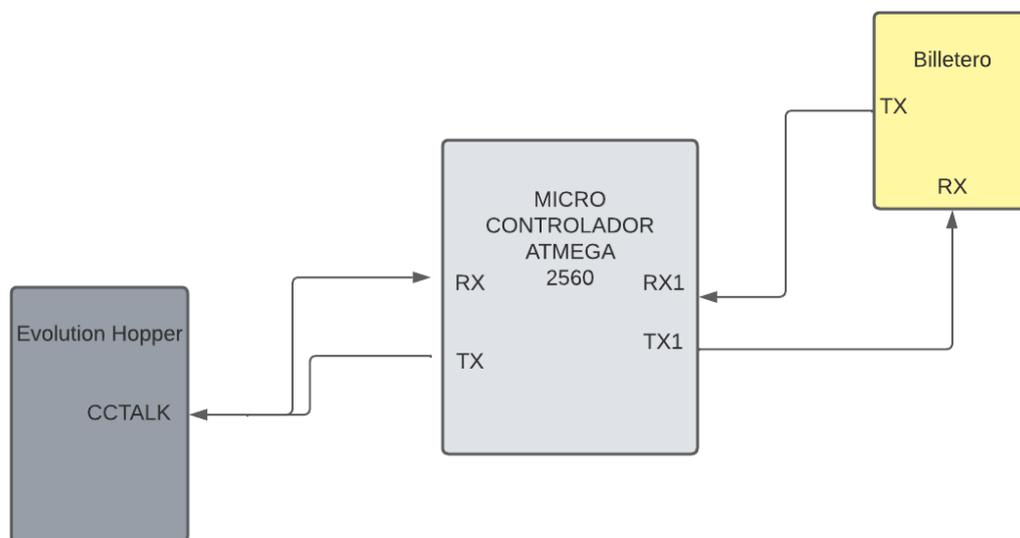


Fig. 3 Diagrama de bloques comunicación dispositivos, elaboración propia.

Para la tarea de comunicación y control de los dispositivos, el microcontrolador seleccionado para esta tarea fue el Atmega 2560 ya que cumple con las siguientes características:

Processor	Atmega328P	ATmega2560	ATmega32U4
Clock Speed	16MHz	16MHz	16MHz
Flash Memory (kB)	32	256	32
EEPROM (kB)	1	4	1
SRAM (kB)	2	8	2.5
Voltage Level	5V	5V	5V
Digital I/O Pins	14	54	20
Digital I/O with PWM Pins	6	15	7
Analog Pins	6	16	12

Tabla 1. comparativa Atmega2560, Atmega328 y Atamega32u4[7]

Este microcontrolador nos da una mayor prestación en capacidad en memoria, rapidez en procesamiento y su costo hace que sea la mejor opción, a comparación de otros microcontroladores del mercado.

La placa utilizada fue la Arduino mega2560 pro mini, ya que, por su tamaño y prestaciones antes mencionadas, cumple con todas las características necesarias para este proyecto.

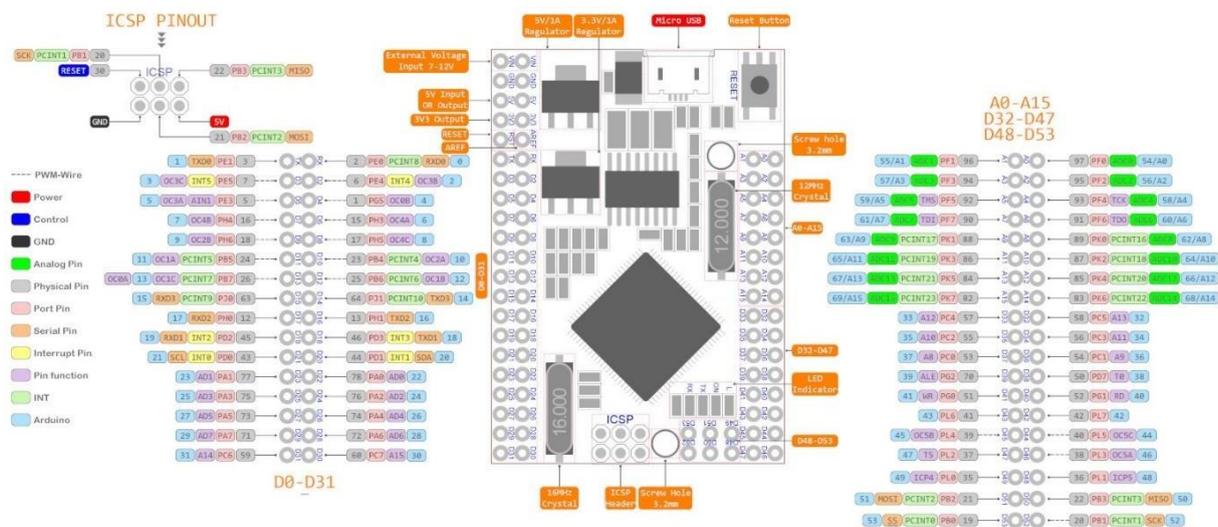


Fig. 4 Pin out Arduino mega2560 pro mini [8]

Metodología

El desarrollo de este proyecto se dividió en tres etapas.

1. Se revisó la documentación que me permitió obtener la información necesaria para cumplir con los objetivos planteados.
2. Para el primer objetivo se realizó:
 - a. Se indagó en el protocolo CCTALK y sus tramas de comunicación que permitirán la interacción con el Evolution Hopper.
 - b. Se realizó el software en C# utilizando el editor Visual Studio Code para realizar la comunicación entre el Evolution Hopper y el microcontrolador atmega2560.
 - c. Se realizaron pruebas de funcionalidad entre el Evolution Hopper y la comunicación con el microcontrolador.
 - d. Se acopló el software de comunicación del billeteero y el Evolution Hopper con el microcontrolador en uno solo.
 - e. Se realizaron pruebas de funcionamiento del software y hardware utilizados en la comunicación de los dispositivos.
3. Para el tercer objetivo se realizó:
 - a. Se hicieron pruebas de cambio de dinero (billetes por monedas).
 - b. Implementamos el nuevo prototipo en una sede y verificar su funcionamiento.
 - c. Se realizó presupuesto general y la relación de costos beneficio con respecto a la versión beta de la máquina cambiadora.

Resultados y análisis

1. Después de revisar la documentación técnica del dispositivo evolution Hopper, y las tramas de comunicación del protocolo CCTALK se procedió a hacer las pruebas respectivas de comunicación.
2. Para poder realizar las pruebas de comunicación con el evolution Hopper fue necesario implementar un circuito electrónico que me permitiera conectar el pc, con el dispositivo y utilizando el software docklight, ya que esta comunicación es a través de un solo cable por el que se le transmite y se responde.

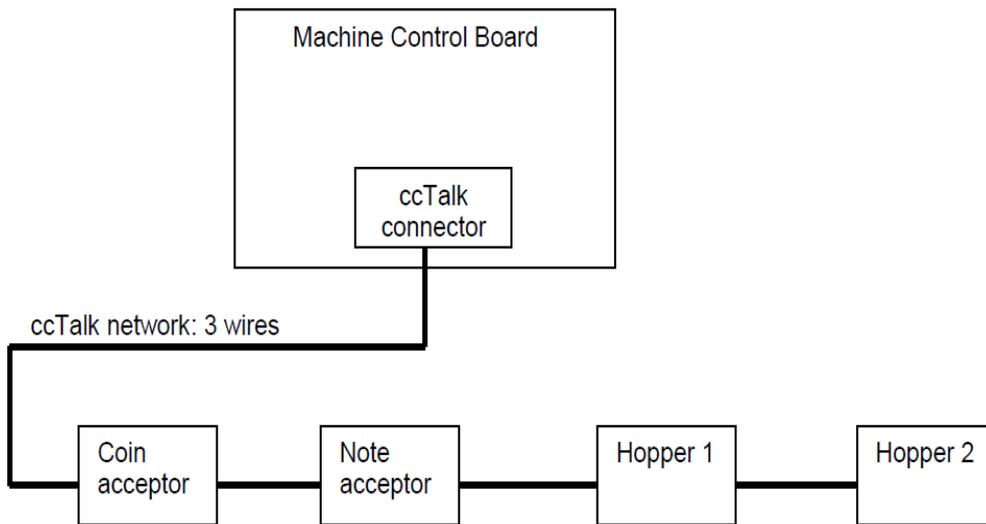


Fig. 5 Red de comunicación entre dispositivos con protocolo CCTALK. [9]

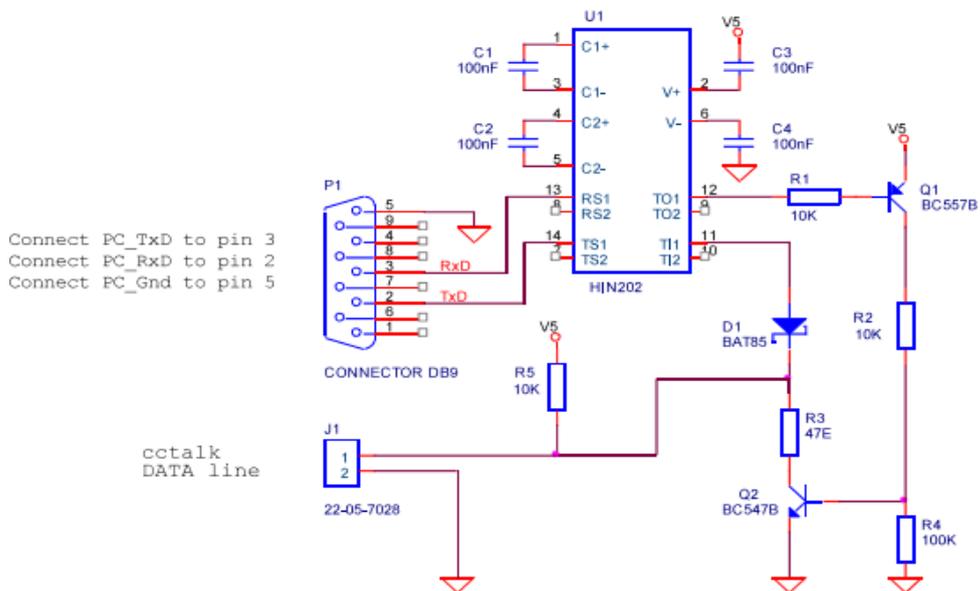


Fig. 6 Interfaz electrónica para comunicación computador con el evolution Hopper

[9]

Dest. Addr	Nr Data Bytes	Source Addr	Header	Data 1	...	Data N	Checksum
------------	---------------	-------------	--------	--------	-----	--------	----------

Fig. 7 Trama de comunicación [9]

3. Luego de tener clara la comunicación, forma de la trama, comandos a los que responde el evolution Hopper y haber probado la interfaz, se creó un proyecto en el terminal serial docklight con cada uno de los comandos que el evolution Hopper recibe, donde se pudo observar la forma en la que respondía el dispositivo a las consultas que se le enviaban por la terminal y poder interpretar su respuesta, para poderla implementar en el software en el microcontrolador Atmega 2560.

Send	Name	Sequence
---	ENCUESTA SIEMPLE	03 00 01 FE FE
---	ENCUSTAS DIRECCIONES	00 00 01 FD 02
---	SOLICITUD REVISION DE COMUNICACIONES	03 00 01 F8
---	SOLICITUD VARIABLES DE ESTADO DE COMUNI	03 00 01 02 FA
---	BORRAR VAR DE COMUNICACION	03 00 01 03 F9
---	RESTABLECER DISPOSITIVO	03 00 01 01 FB
---	IDENTIFICACION FABRICANTE	03 00 01 F6 06
---	CATEGORIA DEL EQUIPO	03 00 01 F5 07
---	CODIGO PRODUCTO	03 00 01 F4 08
---	NUMERO DE SERIE	03 00 01 F2 0A
---	SOFTWARE	03 00 01 F1
---	DISPONIBILIDAD DE ALMACENAMIENTO	03 00 01 D8 24
---	CODIGO COMPILACION	03 00 01 C0 3C
---	SOLICITUD DE DIRECCION	03 00 01 A9 53
---	INGRESAR NUMERO PIN	03 04 01 DA 31 32 33 34 54
---	NUEVO PIN	03 04 01 DB 31 32 33 34 53
---	MODIFICAR CONFIG VAR	03 04 01 A5 14 00 64 01 DA
---	CONFIGURAR VARIABLES	03 00 01 F7 05
---	TOLVA DE PRUEBA	03 00 01 A3 59
---	ESTADO DE LA TOLVA	03 00 01 A6 56
---	PARADA DE EMERGENCIA	03 00 01 AC 50
---	TOLVA VACIA	03 04 01 19 FF FF FF 02 E2
---	HABILITAR HOPPER	03 01 01 A4 A5 B2
---	BOMBA RNG	03 08 01 A1 5B DA AA 6F 9A 5D C5 06 43
---	SOLICITAR CLAVE CIFRADO	03 00 01 A0 5C

Fig. 8 Comandos pruebas de transmisión cctalk

```

16:41:28.016 [TX] - 03 00 01 A3 59 TOLVA DE PRUEBA
16:41:28.018 [RX] - 03 00 01 A3 59 01 02 03 00 40 00 BA RESPUESTA
16:42:11.505 [TX] - 03 04 01 DA 31 32 33 34 54 NUMERO PIN
16:42:11.508 [RX] - 03 04 01 DA 31 32 33 34 54 01 00 03 00 FC RESPUESTA
16:42:37.350 [TX] - 03 01 01 A4 A5 B2 HABILITAR HOPPER
16:42:37.353 [RX] - 03 01 01 A4 A5 B2 01 00 03 00 FC
16:42:44.008 [TX] - 03 08 01 A1 5B DA AA 6F 9A 5D C5 06 43 BOMBA RNG
16:42:44.018 [RX] - 03 08 01 A1 5B DA AA 6F 9A 5D C5 06 43 01 00 03 00 FC
16:42:50.544 [TX] - 03 00 01 A0 5C SOLICITAR CLAVE CIFRADO
16:42:50.555 [RX] - 03 00 01 A0 5C 01 08 03 00 29 AE 4F DC E5 BA 6B C8 20
16:43:39.423 [TX] - 03 09 01 A7 28 DB 6A 16 7C 92 B9 C6 03 39 DISPENSAR 3 MONEDAS
16:43:39.432 [RX] - 03 09 01 A7 28 DB 6A 16 7C 92 B9 C6 03 39 01 01 03 00 0E ED

```

Fig. 9 Prueba de comunicación transmisión y recepción con el evolution Hopper

DOCKLIGHT

```

2 MONEDAS 03 09 01 A7 28 DB 6A 16 7C 92 B9 C6 02 3A
3 MONEDAS 03 09 01 A7 28 DB 6A 16 7C 92 B9 C6 03 39
4 MONEDAS 03 09 01 A7 28 DB 6A 16 7C 92 B9 C6 04 38
5 MONEDAS 03 09 01 A7 28 DB 6A 16 7C 92 B9 C6 05 37
10 MONEDAS 03 09 01 A7 28 DB 6A 16 7C 92 B9 C6 0A 32
20 MONEDAS 03 09 01 A7 28 DB 6A 16 7C 92 B9 C6 14 28
40 MONEDAS 03 09 01 A7 28 DB 6A 16 7C 92 B9 C6 28 14
100 MONEDAS 03 09 01 A7 28 DB 6A 16 7C 92 B9 C6 64 D8

```

SECUENCIA PARA COMUNICACION CON HOPPER ARDUINO

```

char tolva_prueba[] = {0x03, 0x00, 0x01, 0xA3, 0x59};
char numero_pin[] = {0x03, 0x04, 0x01, 0xDA, 0x31, 0x32, 0x33, 0x34, 0x54};
char habilitar_hopper[] = {0x03, 0x01, 0xA4, 0xA5, 0xB2};
char bomba_rng[] = {0x03, 0x08, 0x01, 0xA1, 0x5B, 0xDA, 0xAA, 0x6F, 0x9A, 0x5D, 0xC5, 0x06, 0x43};
char solicitar_clave_cifrado[] = {0x03, 0x00, 0x01, 0xA0, 0x5C};

char dispensar_2M_tolva[] = {0x03, 0x09, 0x01, 0xA7, 0x28, 0xDB, 0x6A, 0x16, 0x7C, 0x92, 0xB9, 0xC6, 0x02, 0x3A};
char dispensar_3M_tolva[] = {0x03, 0x09, 0x01, 0xA7, 0x28, 0xDB, 0x6A, 0x16, 0x7C, 0x92, 0xB9, 0xC6, 0x03, 0x39};
char dispensar_4M_tolva[] = {0x03, 0x09, 0x01, 0xA7, 0x28, 0xDB, 0x6A, 0x16, 0x7C, 0x92, 0xB9, 0xC6, 0x04, 0x38};
char dispensar_5M_tolva[] = {0x03, 0x09, 0x01, 0xA7, 0x28, 0xDB, 0x6A, 0x16, 0x7C, 0x92, 0xB9, 0xC6, 0x05, 0x37};
char dispensar_10M_tolva[] = {0x03, 0x09, 0x01, 0xA7, 0x28, 0xDB, 0x6A, 0x16, 0x7C, 0x92, 0xB9, 0xC6, 0xA0, 0x32};
char dispensar_20M_tolva[] = {0x03, 0x09, 0x01, 0xA7, 0x28, 0xDB, 0x6A, 0x16, 0x7C, 0x92, 0xB9, 0xC6, 0x14, 0x28};
char dispensar_40M_tolva[] = {0x03, 0x09, 0x01, 0xA7, 0x28, 0xDB, 0x6A, 0x16, 0x7C, 0x92, 0xB9, 0xC6, 0x28, 0x14};

```

Fig. 10 Comandos y secuencia implementada en el software, para la comunicación entre el evolution Hopper y el microcontrolador.

4. Después de implementar el software en el microcontrolador y de realizar las pruebas de funcionamiento, se pudo realizar el montaje de los componentes dentro de la máquina cambiadora.

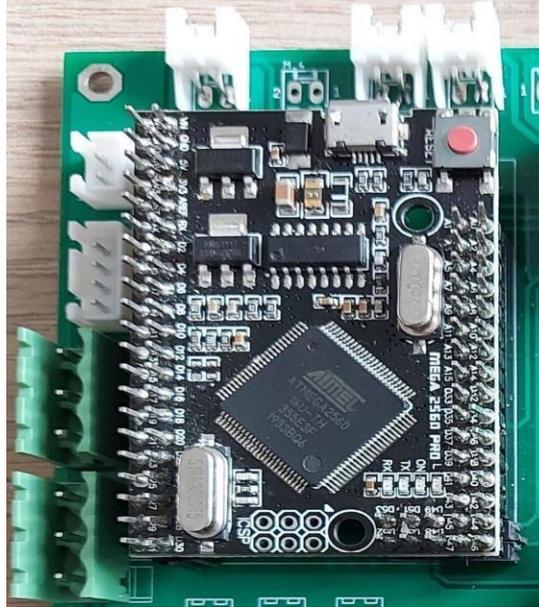


Fig. 11 Arduino Atmega mega pro mini 2560.

Por privacidad de la empresa no se puede mostrar el software implementado en el microcontrolador y la parte interna de la máquina debido a que dentro de esta se maneja dinero.



Fig. 12 Maquina cambiadora

5. Dentro del funcionamiento de la maquina cambiadora, una de sus funciones es mostrar la denominación del billete recibido, el número de monedas que debe de entregar y la cantidad de monedas entregadas.



Fig. 13 Mensaje de recepción de dinero y dinero entregado maquina cambiadora

Esto con el fin de que la persona pueda corroborar que el cambio sea el correcto.

En caso de que la cambiadora por algún motivo no entregue la cantidad de dinero preciso, por malfuncionamiento o por falta de dinero, esta mostrará una falla técnica, en donde se podrá ver la cantidad de monedas que debía entregar, la cantidad de monedas entregadas y a la hora en la que sucedió la falla, para que el usuario pueda pedir el resto de monedas faltantes.

Esta falla permanecerá hasta que el colaborador que está en la sede reinicie la máquina.



Fig. 14 Mensaje de falla técnica maquina cambiadora

6. Uno de los objetivos de este proyecto, era poder hacer un estudio de los costos y beneficios, que podría tener la implementación del evolución Hopper en las máquinas cambiadoras, que se encuentran en las sedes de la empresa Pulito Carwash.

Con la maquina actual, la cantidad de devoluciones que se realizan por turno es de 4, para un total de 12 devoluciones en 24 horas, haciendo que en un mes sean 360 devoluciones aproximadamente que se le realizan a los clientes que utilizan la máquina cambiadora, el tiempo de espera para la entrega de las monedas por denominación de cada billete es de aproximadamente 1,7 seg por moneda.

DENOMINACION BIELLETE	CANTIDAD DE MONEDASDE \$500	TIEMPO DE ENTREGA (seg)
\$ 1.000	2	3,5
\$ 2.000	4	7
\$ 5.000	10	17,5
\$ 10.000	20	34
\$ 20.000	40	68

Tabla 2. Tiempo de entrega de monedas cambiadora actual.

Durante el periodo de prueba de la maquina cambiadora utilizando el evolution Hopper, los fallos de ésta y las devoluciones de dinero se redujeran considerablemente llegando a 0 en los primeros 15 días, y disminuyendo el tiempo de entrega a 0,6 seg por cada moneda, menos de la mitad que la maquina actual. Permitiendo que el usuario tuviera una mejor experiencia en el servicio prestado en la sede, y mejorando el recaudo de dinero con la máquina cambiadora.

7. Después de realizar una revisión técnica del equipo se observó un elevado desgaste en la parte interna del evolution Hopper, específicamente la banda plástica que lleva la moneda al orificio de salida (pieza 8, figura #).

Esto debido a la gran cantidad de transacciones de monedas que se realizan en la máquina cambiadora para ser utilizadas en los equipos de auto lavado.

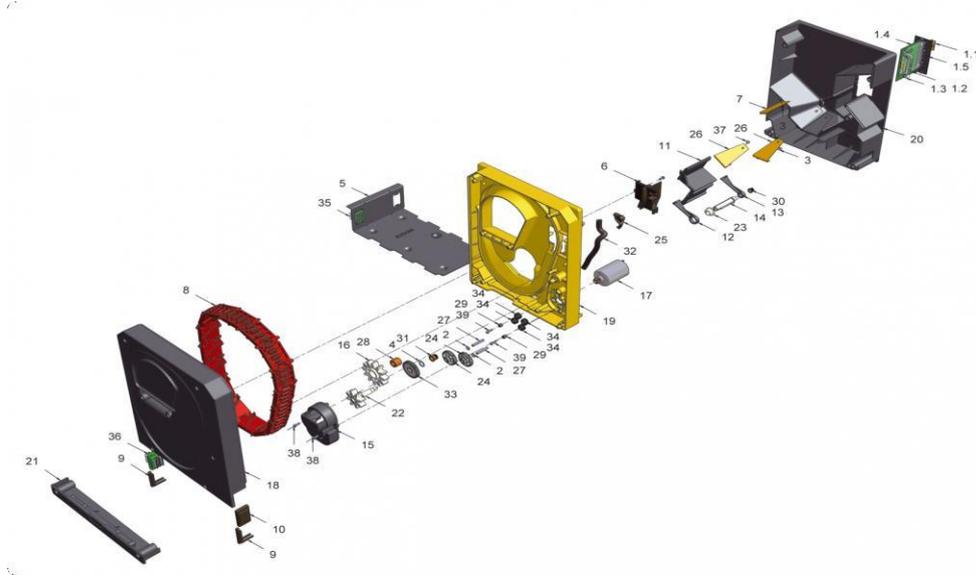


Fig. 15 Piezas internas evolution Hopper [5]

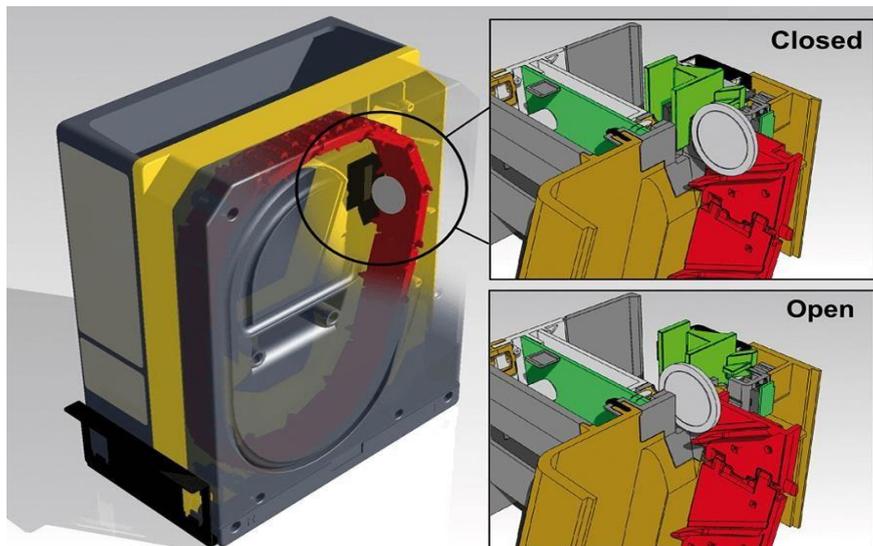


Fig. 16 Cadena plástica transportadora de monedas (pieza que se desgasta) [6]

8. Haciendo un estudio de los costos de reparación y mantenimiento, la importación de los equipos y sus repuestos, que solo se consiguen fuera del país y el cambio de monedas, se concluyó que son muy elevados y hace inviable el proyecto para la empresa.

PRESUPUESTO CAMBIADORA DE BILLETES POR MONEDAS HOPPER BASICO		
ITEM	COMPONENTE	PRECIO
1	BILLETERO ICT	\$ 800.000,00
2	HOPPER BASICO + SENSORICA	\$ 230.000,00
3	TARJETA ELECTRONICA (DARWIN)Y COMPONENTES	\$ 250.000,00
4	COMPONENTES ADICIONALES (CAJA ENSAMBLE, CABLES , ETC)	\$ 100.000,00
	COSTO TOTAL COMPONENTES	\$ 1.380.000,00

Tabla 3. Presupuesto cambiador actual.

PRESUPUESTO CAMBIADORA EVOLUTIOON HOPPER		
ITEM	COMPONENTE	PRECIO
1	BILLETERO ICT	\$ 800.000,00
2	EVOLUTIOON HOPPER	\$ 2.000.000,00
3	TARJETA ELECTRONICA (DARWIN)Y COMPONENTES	\$ 250.000,00
4	TARJETA ELECTRONICA COMUNICACIÓN EVOLUTIOON HOPPER	\$ 20.000,00
5	COMPONENTES ADICIONALES (CAJA ENSAMBLE, CABLES , ETC)	\$ 100.000,00
6	REPUESTO CADENA INTERNA PLASTICA EVOLUTION HOPPER	\$ 300.000,00
	COSTO TOTAL COMPONENTES	\$ 3.470.000,00

Tabla 4. Presupuesto de cambiadora de billetes por monedas implementando el Evolution Hopper.

Por tal motivo se optó por retirar el equipo de prueba de la sede ya que genera más trabajo para el colaborador de la empresa y la experiencia del usuario no era la mejor.

9. Al realizar este proyecto se pretende hacer una comparación en el costo económico de la implementación de un evolution Hopper en una máquina cambiadora y ver su comportamiento, tanto mecánico, electrónico y la aceptación de los usuarios que utilizan la máquina cambiadora y poder compararla con el funcionamiento de la máquina actual y las conclusiones fueron las siguientes.

Conclusiones

- ▮ al realizar las pruebas se concluyó que el evolution Hopper es un dispositivo muy confiable y rápido en su respuesta a la hora de entrega del dinero (monedas), pero no es un dispositivo de trabajo pesado, con el que se pueda manejar un flujo de 12000 monedas semanales, ya que sus componentes internos son de un material plástico que sufre mucho desgaste y con el tiempo tiende a fallar demasiado.
- ▮ Los costos del evolution Hopper y sus repuestos internos, hacen que no sea viable la implementación de este equipo en las 6 sedes de auto lavado que se tiene en el momento
- ▮ El sistema actual de las máquinas cambiadoras de monedas a pesar de ser un sistema muy básico y un poco lento, es eficiente, económico y presenta muy poco desgaste ya que su estructura interna es metálica y puede ser implementado en todas las sedes de auto lavado
- ▮ El realizar la práctica laboral me permitió aplicar mis conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería electrónica, poniéndome a prueba al dar una solución a un problema real de una empresa.

Referencias Bibliográficas

[1] Tipo de comunicación. Página web. Publicada en página web de: Aprender electrónica diseñando mYs chapuzas, Lugo. Fecha de cita: 30 de mayo de 2022. Disponible en: <https://electronicaychapuzas.blogspot.com/2013/04/analisis-de-trama-de-comunicacion-cctalk.html>

[2] Evolution Shutter Hopper. Página web. Publicada en página web de: SUZOHAPP. Fecha de cita: 30 de mayo de 2022. Disponible en: <https://oem.suzohapp.com/products/hoppers/evolution-shutter-hopper/>

[3] Billeteros ICT. Página web. Publicada en página web de: RECREATIVOS MONEY GOLD. Fecha de cita: 30 de mayo de 2022. Disponible en: http://moneygold.com.co/?page_id=124

[4] ¿Que es un Microcontrolador? Publicada en página web de: SHERLIN.XBOT. Fecha de cita: 30 de mayo de 2022. Disponible en: <http://sherlin.xbot.es/microcontroladores/introduccion-a-los-microcontroladores/que-es-un-microcontrolador>

[5] Evolution Shutter Hopper. Página web. Publicada en página web de: SUZOHAPP. Fecha de cita: 30 de mayo de 2022. Disponible en: <https://oem.suzohapp.com/products/hoppers/evolution-shutter-hopper/>

[6] Evolution Shutter Hopper. Página web. Publicada en página web de: SUZOHAPP. Fecha de cita: 30 de mayo de 2022. Disponible en: <https://oem.suzohapp.com/products/hoppers/evolution-shutter-hopper>

[7] Arduino Uno vs. Mega vs. Micro. Página web. Publicada en página web de: ARROW. Fecha de cita: 30 de mayo de 2022. Disponible en: <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/arduino-uno-vs-mega-vs-micro>

[8] Problem pin D13 in Mega2560 Pro (versión Mini). Página web. Publicada en página web de: Arduino Forum. Fecha de cita: 30 de mayo de 2022. Disponible en: <https://forum.arduino.cc/t/problem-pin-d13-in-mega2560-pro-version-mini/649168>

[9] Evolution Hopper EVX1X0X Product Manual. Página web. Publicada en página web de: Evolution. Fecha de cita: 30 de mayo de 2022. Disponible en: https://eu.suzohapp.com/pdf/manual/OM_EVX1X0X_man.pdf