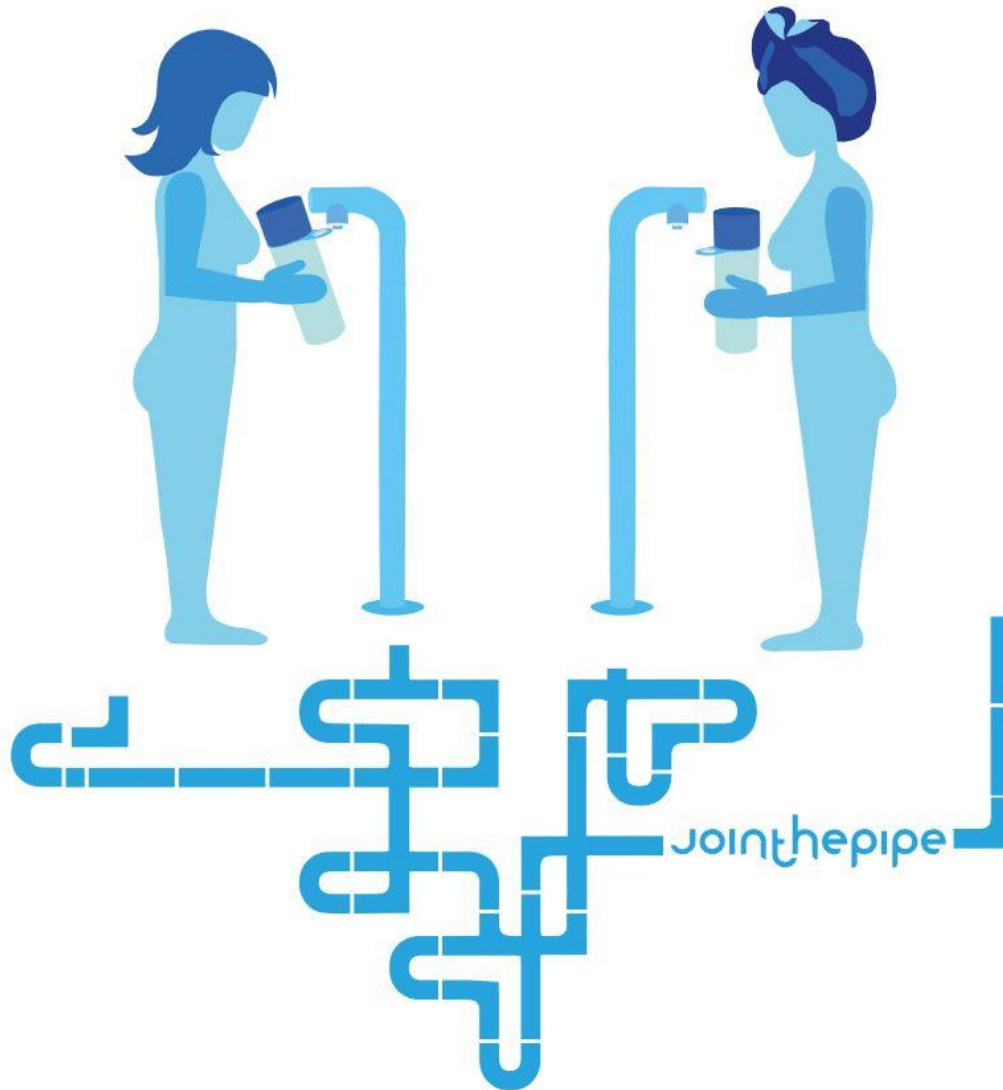


## RESUMEN ESPAÑOL TFG GUMERSINDO CASCALES



Group: LT1617\_216

Educations: Mechanical Engineering (ME)  
Industrial Product Design (IDE)  
Information Communication Technologies (ICT)  
Integrated Product Development (IPD)

Client: H.Futselaar  
Join the Pipe

Supervisors: C. Slot  
N. van Toor

Date: September 2017septiembre 17

School: Saxion University Enschede (NLD)  
Polytechnic University of Catalonia (ESP)  
Polytechnic University of Cartagena (ESP)

## 1. Introducción

Este documento es un resumen en español del proyecto realizado por Gumersindo Cascales en la universidad de Saxion (Países Bajos), dentro del programa ERASMUS+ durante el segundo cuatrimestre del curso académico 2016-2017.

Para una información completa y detallada referirse al documento original "Final report 1.1".

## 2. Objetivos y resumen del programa

El proyecto realizado fue "Design and construction of an automated (IoT) Drink Dispenser with intelligent tapping system (Intelligent Drink Dispenser)", enmarcado dentro del programa LTPS (Living Technology Project Semester) o actualmente SSS (Saxion Smart Solutions). Dicho programa busca desarrollar en los alumnos habilidades y competencias de trabajo en grupo en un ambiente multicultural e internacional, comunicándose en inglés. Para esto, los alumnos son los que toman las decisiones y deciden el progreso del proyecto de una forma autónoma, teniendo que realizar un producto en una franja temporal limitada para un cliente.

La supervisión corre a cargo de un tutor, con el que se realizan reuniones semanales para analizar los progresos y documentación a entregar para la evaluación. Además, existe la figura de un cliente, es decir, un representante de la empresa para la que se realiza el producto y proporciona la subvención. Este cliente aconseja e informa al grupo de posibles cambios. En mi caso, el cliente fue el grupo de investigación International Water Technology (liderado por Harry Futselaar) en conjunto con la empresa Join the Pipe. Dicha empresa tiene como base el proporcionar agua potable en lugares como África, para lo cual usan el principio "buy one, give one". De esta manera, se desarrollará una máquina dispensadora de botellas de agua, y, por cada botella vendida se donará una botella o se colaborará en estos lugares para un mejor acceso al agua potable.

## 3. Desarrollo y resultados

Al principio se adjudicó a cada persona del grupo un rol, una responsabilidad a cumplir durante el semestre (p.e. contable, organizador, control de calidad, secretario...), simulando una empresa. Yo era el organizador (planner), encargado de checkear que se cumplieran los horarios, reuniones y que todos los documentos estaban en orden.

Pero el proyecto comenzó realmente con la elaboración del plan del proyecto y el estudio de mercado. En el primero, se establecían las distintas fases del proyecto y los objetivos y documentos a realizar en cada una; se decidió el modelo de trabajo a usar: modelo V (Figura 1) combinado con reuniones diarias para evaluar el progreso como en la metodología Agile (Scrum); se preparó una lista de requerimientos con distintos niveles de prioridad del producto final (ejemplo Figura 2), es decir, requerimientos funcionales (transporte, pago, interfaz usuario...) y técnicos (seguridad, coste, diseño...) que debe cumplir el dispensador de botellas de agua; y finalmente se tuvieron en cuenta posibles riesgos para considerar un margen de tiempo.

### V-model by Saxion

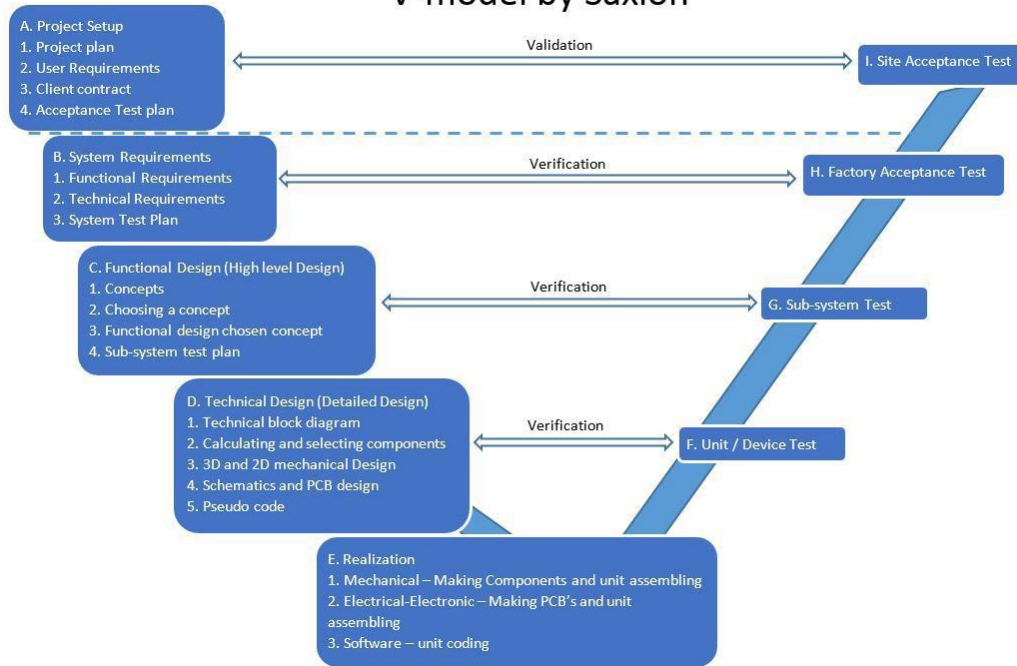


Figura 1

1.7 Casing							
nr.	Type: R/W/Q	Prio: H/M/L	Description	Door situation	Test methode	checked: Y/N	Direct link with #
1.40	R	M	The machine must be able to show a message about the meaning of the organisation	Closed	Survey	0	4.20
1.80	Q	O	The outside of the machine needs to be waterproof ipxx	Closed	0	0	0
1.90	R	M	The outside of the machine needs to withstand corrosion	Closed	Climate chamber	0	1.70 - 1.110
2.20	R	M	The machine may not stand on wheels when it's working	Closed	Acceptation test	0	1.50 - 2.40
2.40	R	H	The machine must not exceed 2000 mm in height when transported	Closed	Measure	0	0
3.30	R	L	The machine needs an on/off button	Closed	Acceptation test	0	0
4.10	W	H	The machine must be fitted in a product line that is suitable for Join the Pipe waterdispense products.	Closed	Approval Join the Pipe	0	0
4.30	W	H	The design must be fitted within the homestyle of Join the Pipe	Closed	Approval Join the Pipe	0	0
<b>2. Technical requirements</b>							
<b>2.1 Safety</b>							
3.40	R	H	The machine needs a safety button inside the casing	Open	Acceptation test	0	0
5.10	R	M	The machine may not move when a adult leans against it	Closed	Acceptation test	0	0
5.20	R	M	The operator may not be harmed when filling the machine	Open	Acceptation test	0	1130

Figura 2

En el segundo, a través de encuestas online y una investigación exhaustiva se dedujeron importantes datos para el funcionamiento y diseño (tanto exterior como interior) del producto.

Posteriormente, se inició la fase de diseño, cálculos y prototipos. El resto de compañeros elaborada diseños de AutoCAD, cálculos de fuerzas para el motor, pruebas con distintos prototipos de columnas, parte giratoria, bandeja receptora, etc. Centrándonos en mi parte, mis responsabilidades eran el funcionamiento

eléctrico, el sistema de pago y la interfaz de usuario. Mi tarea se dividió en 5 conceptos: sistema de pago, controlador, alimentación, interfaz del usuario y motores.

Comencé elaborando un documento con las distintas opciones de pago (veáse tabla inferior), partiendo de que el grupo anterior realizó la máquina sólo para interior e intentaron una conexión Ethernet fallida con la red de Saxion.





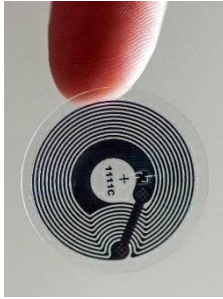
Type	Coins or bills	Tokens	Contactless terminal	TPV	NFC tags/cards
↑ - advantage ↓ - disadvantage ↔ - halfway					
Type of payment	Money	Special token (beforehand purchase)	Money	Money	Special bracelet or tag (beforehand purchase)
Security	↓	↔	↑	↑↑	↑
Costs	↑	↑	↔	↔	↑
Innovation	↓	↔	↑↑	↑	↑↑

Tabla 1

Tras un periodo de tiempo de valoración, contacto con empresas, y consulta a los tutores se decidió usar etiquetas NFC (y un lector) por su facilidad de implementación en cualquier sistema y coste. El principal objetivo era usar un terminal de pago real (con opción de conexión GPRS/GSM para poder pagar en cualquier parte sin depender de una conexión a Internet cableada), pero debido a la involucración de cuentas bancarias, coste y problemas administrativos se desechó esta opción. Como solución ideal se planteó un único terminal capaz de admitir nuestras etiquetas NFC y a su vez tarjetas bancarias.

Después, se decidió usar Arduino (también se pensó en Raspberry Pi o PLC) como "cerebro" de la máquina debido a su sencillo uso, software libre y compatibilidad con una inmensa cantidad de componentes electrónicos. Por tanto, la idea es crear un sistema con todos los motores, sensores y luces controlado por Arduino, procesando la información y que valide el pago (con la información contenida en las etiquetas NFC).

En cuanto a la alimentación, no se usó una solución de circuito impreso (PCB) porque no había tiempo ni conocimiento suficiente para garantizar que funcionara correctamente. Así, se usó un único transformador AC/DC y si se necesitaban más voltajes continuos (led strip, pantalla, Arduino...) se conseguirían con convertidores DC/DC.

Para la interfaz de usuario se propuso la mayor flexibilidad posible para el cliente y posibles futuros trabajadores. Esto llevó a preparar el sistema para que el usuario pueda interactuar con la máquina de dos formas: bien usando una pantalla táctil o tablet que soporte una aplicación Android (se comunicará con Arduino mediante bluetooth), en la que el usuario pueda elegir interactivamente la botella que desea; o bien usando una pequeña pantalla LCD (donde se dispondrá la información básica) y ocho botones, que simbolizan cada una de las columnas.

Finalmente, se eligieron motores paso a paso (se consideraron también motores DC y actuadores) por su manejabilidad y mayor precisión a la hora de dar un número de pasos fijo, como era nuestro caso para dispensar una botella.

A este diseño y elecciones finales se llegó tras múltiples situaciones de testeo (ejemplo figura 3) con componentes más sencillos, en las que aparecían errores a solventar, y tras la debida consensuación con el resto de miembros del grupo y tutores.

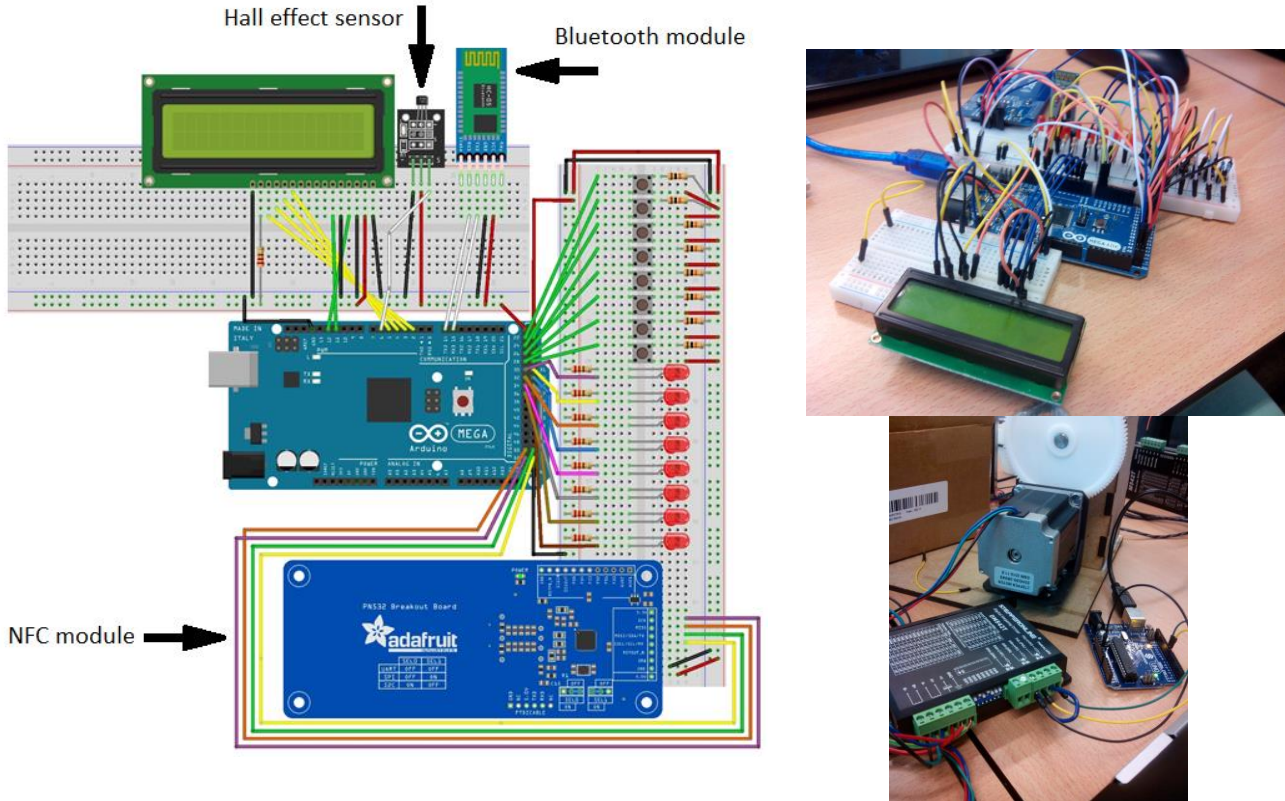


Figura 3

En las siguientes figuras se muestra una buena descripción y explicación gráfica del funcionamiento final (ver Figura 4), con imágenes de cómo se muestran las pantallas en las dos situaciones mencionadas anteriormente.

Cuando el usuario va a adquirir una botella, en primer lugar debe seleccionar el color (y por tanto columna). Para ello, en primer lugar puede encontrarse una pantalla con una aplicación Android (ver Figura 5) siempre en ejecución o unos botones con una pequeña pantalla LCD (ver Figura 6).

Tras seleccionar la botella aparecerá la pantalla para pagar (con información adicional como el precio y cantidad), donde el usuario tiene 10 segundos para acercar la etiqueta NFC al lector. Si esta etiqueta tiene la información errónea, el pago fallará, así como si pasan los 10 segundos y no se lee ninguna etiqueta; y se volverá a la pantalla inicial. En caso de usar la aplicación Android, se previó un fallo si Arduino no detecta conexión bluetooth, no permitiendo así el pago (error hardware).

Si el pago es correcto, se restará una botella dentro de la información de la etiqueta NFC, y si es la última canjeable, se borrará la información o se pondrá a cero. Después el usuario podrá coger su botella y aparecerá un mensaje de despedida en la pantalla.

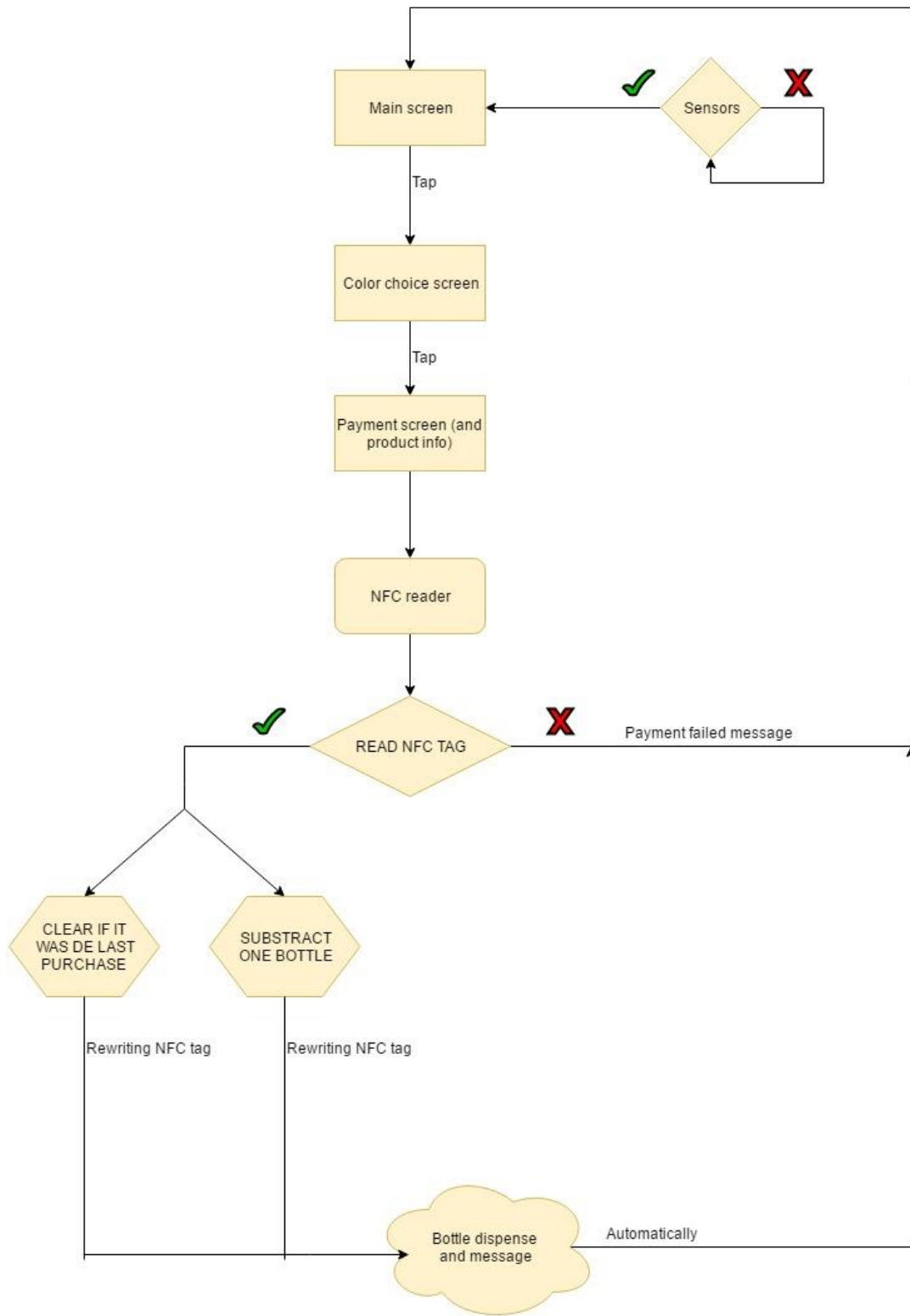


Figura 4

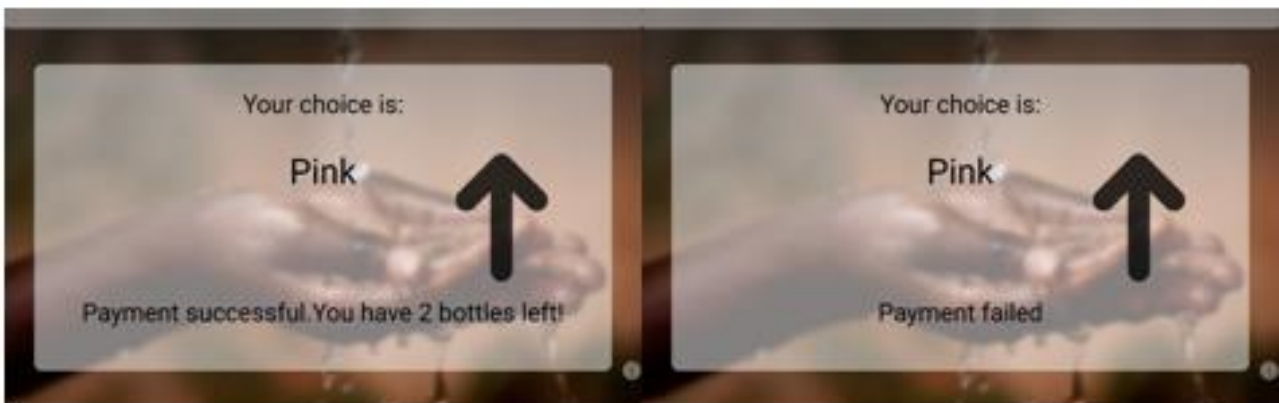


Figura 5

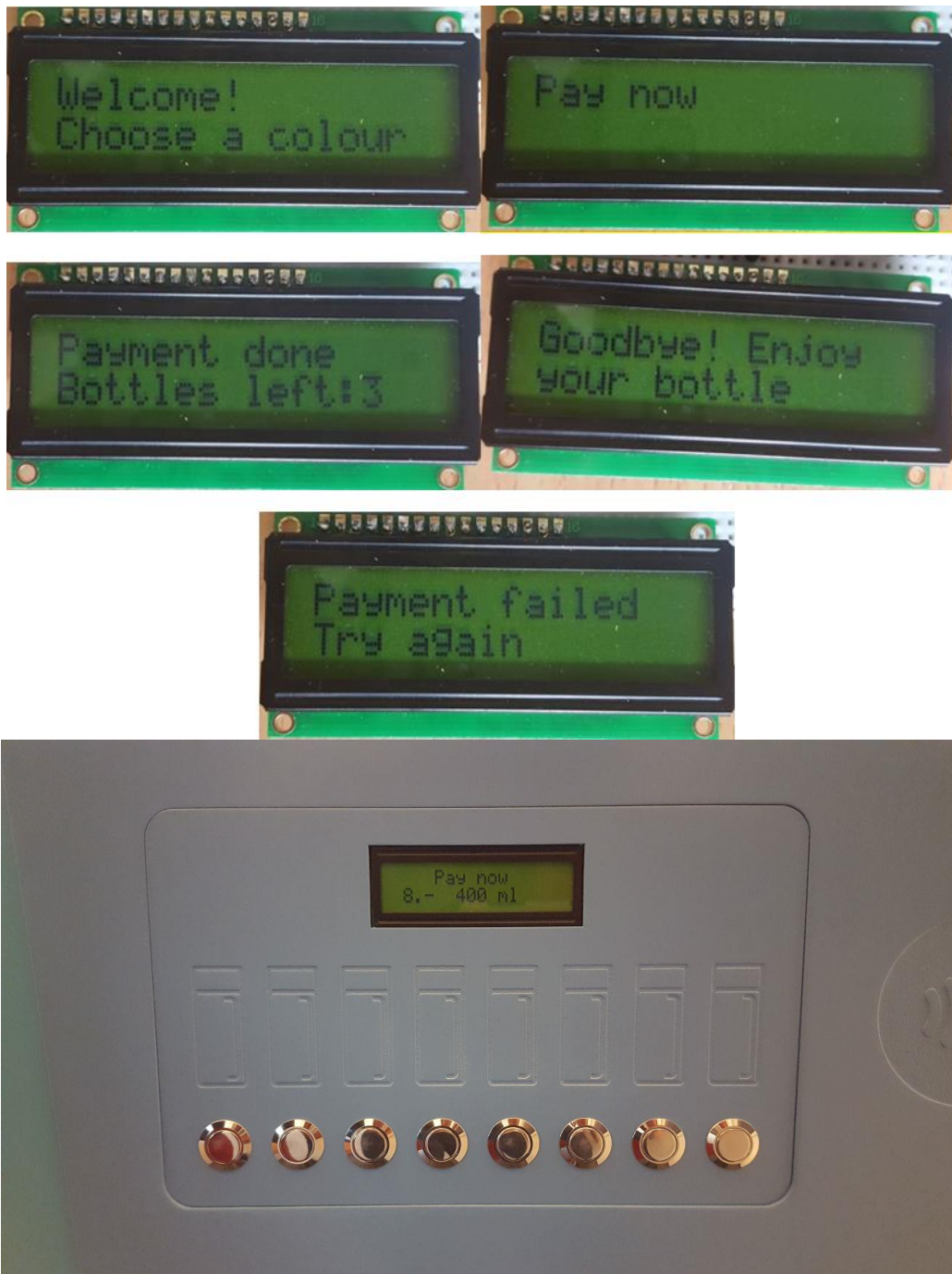


Figura 6

En la Figura 7 se aprecian los distintos elementos del sistema controlados por Arduino. La comunicación en todos los casos es cableada, excepto en el caso de usar pantalla táctil con la aplicación, que la comunicación es mediante Bluetooth.

En las Figuras 8 y 9 se representan los distintos niveles del sistema y los cambios de tensión entre ellos. La Figura 8 es en el caso de usar Tablet o pantalla táctil con aplicación Android y la 9 en el caso de usar botones y una pequeña pantalla LCD.



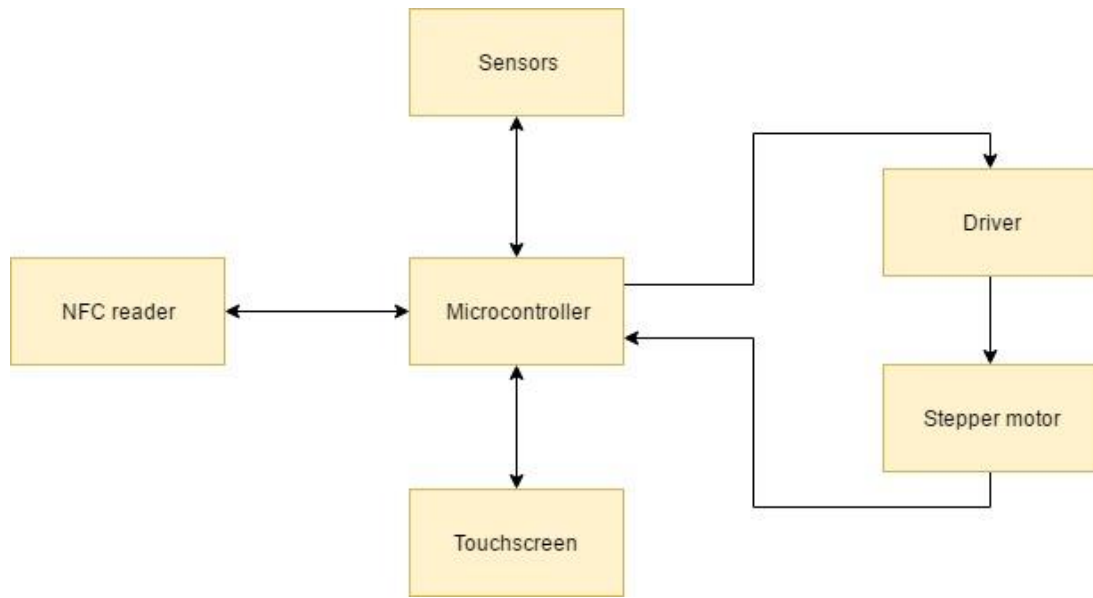


Figura 7

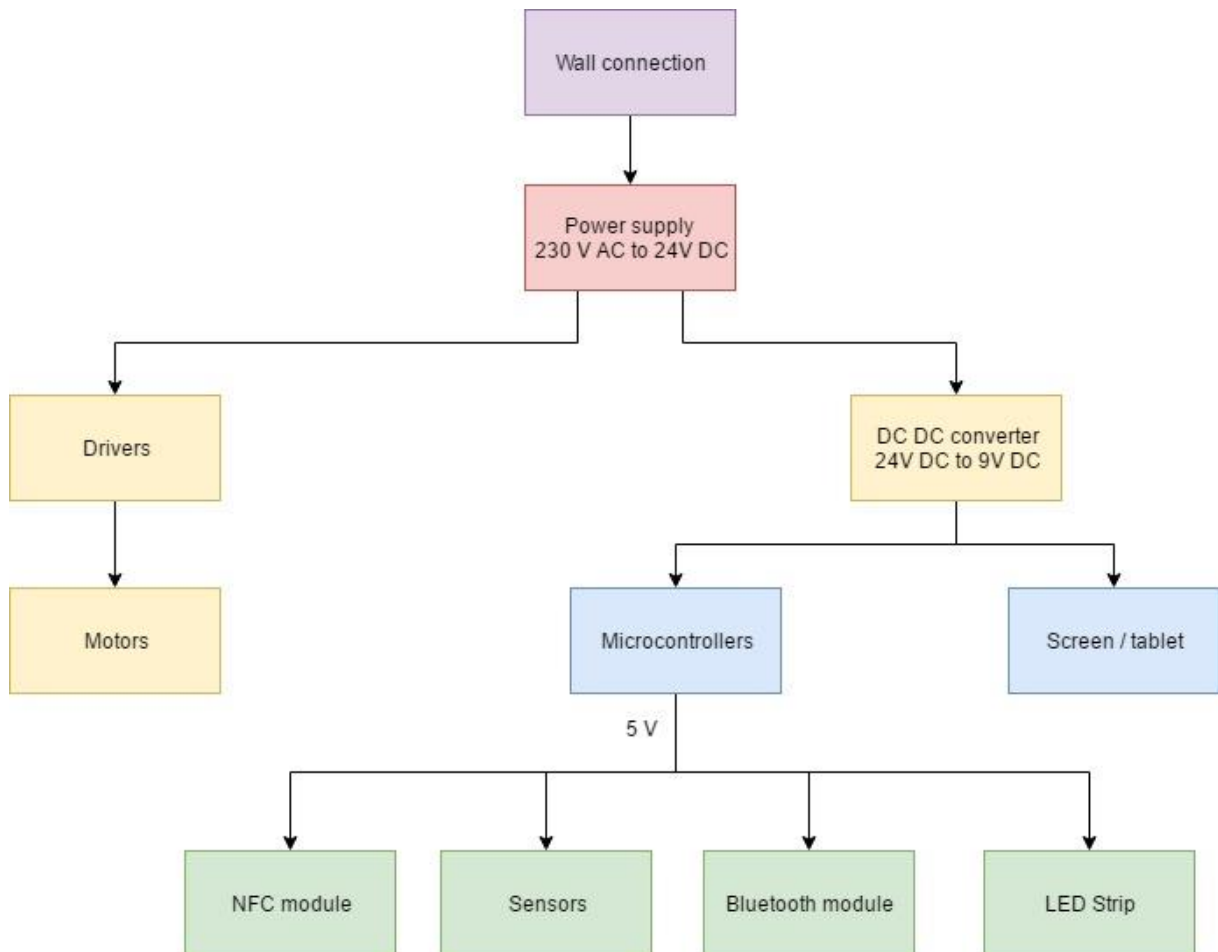


Figura 8

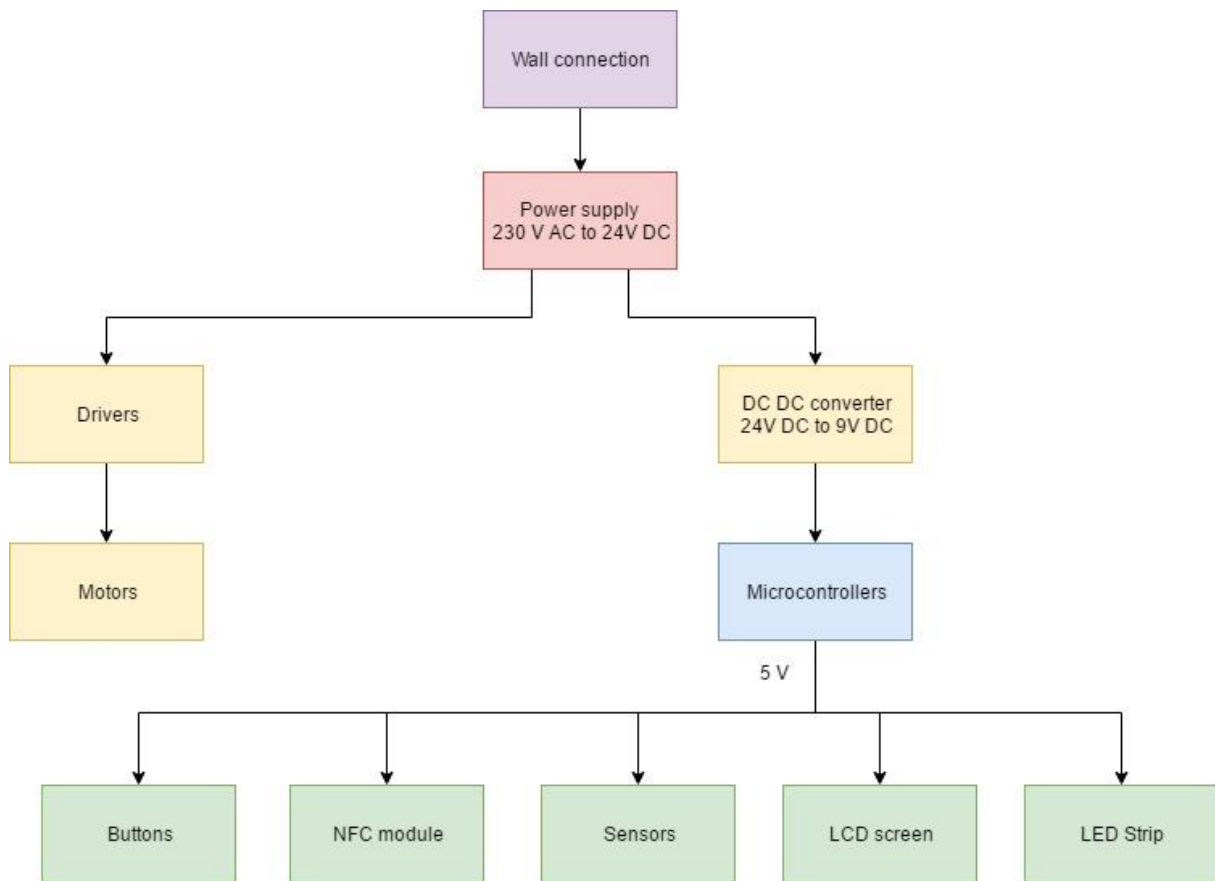
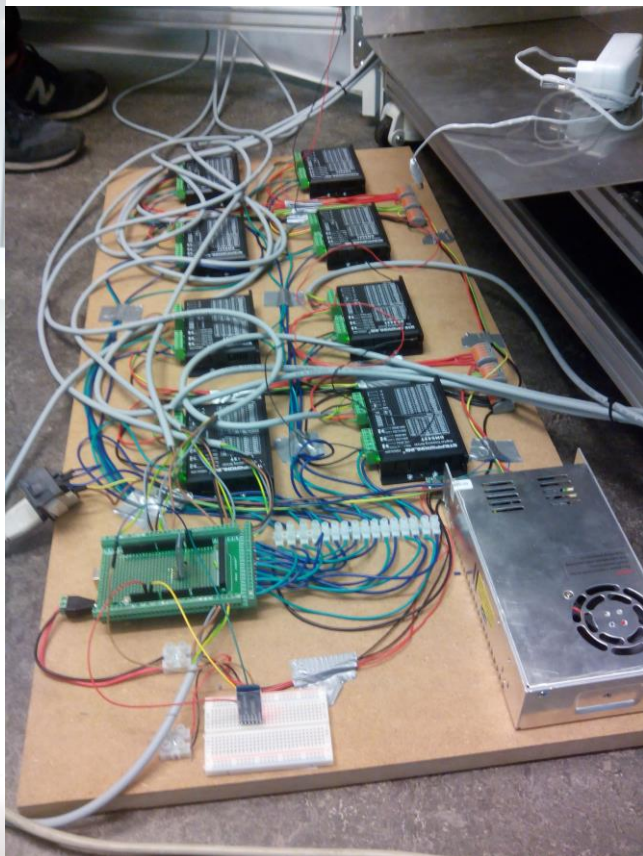
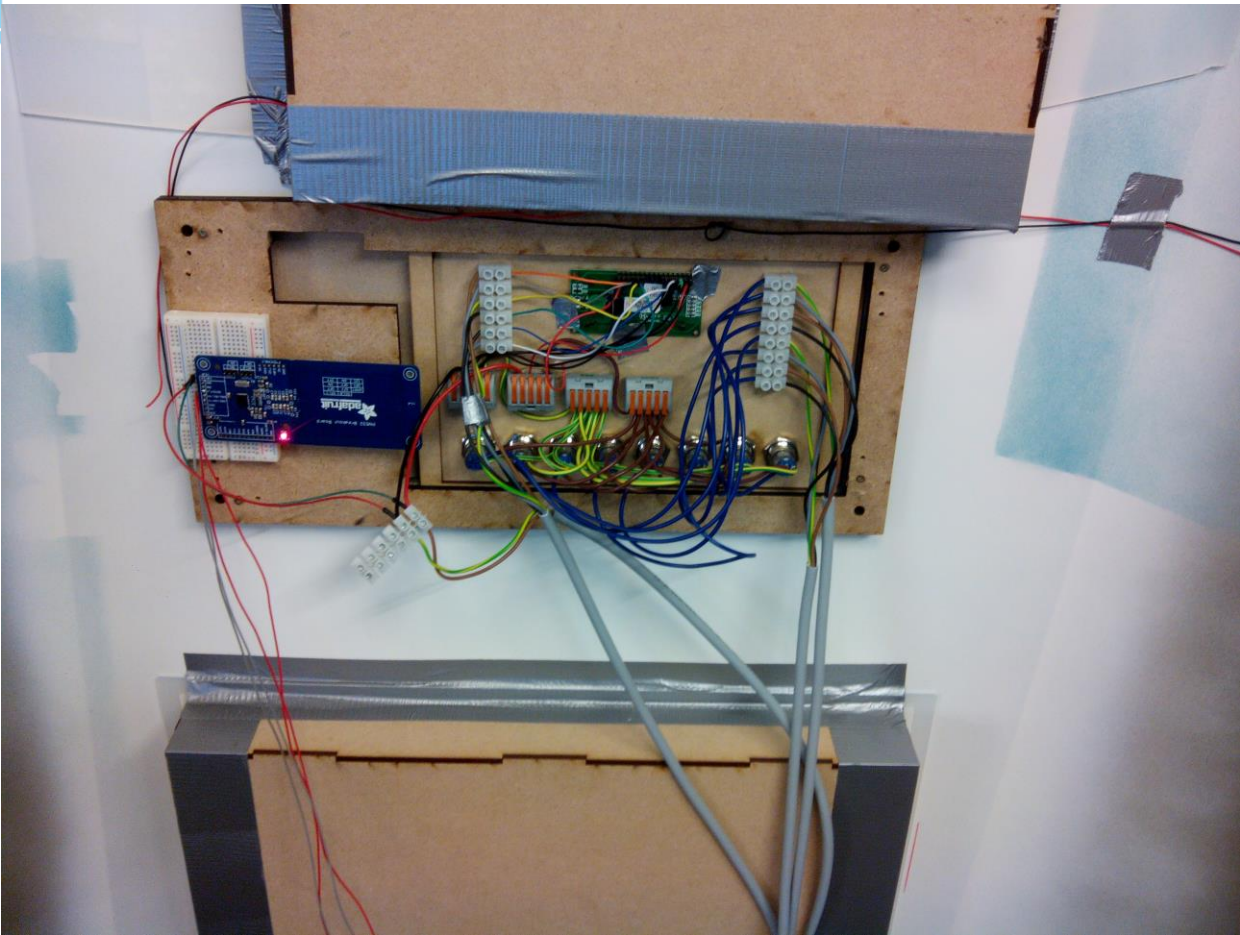
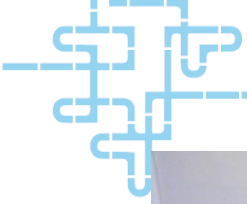


Figura 9

Por último, se presentan algunas imágenes (sin numerar ni nombrar) reales de la cómo quedó la implantación del sistema al final del proyecto:





#### 4. Conclusiones

A modo de conclusión, en este documento se ha presentado un breve resumen del proyecto “Design and construction of an automated (IoT) Drink Dispenser with intelligent tapping system (Intelligent Drink Dispenser)”, en el que participé activamente en un grupo internacional con el objetivo de desarrollar un producto para una empresa que coopera a nivel internacional para mejorar el acceso al agua potable en los países más pobres.

Aunque me haya centrado en explicar mi parte, he de mencionar la gran labor del resto de compañeros, cuyo trabajo de diseño, modelización, testeo y construcción fue imprescindible, además de la ayuda prestada.

El resultado fue muy satisfactorio, consiguiendo una máquina completamente funcional, a pesar de que lo ideal hubiera sido conseguir un sistema de pago real que aceptara tarjetas bancarias y etiquetas NFC (procesadas por nosotros) con conexión GSM/GPRS para poder usarse en cualquier parte. Otro problema añadido fue el retraso en la entrega de muchos componentes, por ejemplo, los sensores. A pesar de que el código estaba listo para trabajar con sensores (y en la fase de test funcionó correctamente), estos no llegaron a tiempo y no se pudieron instalar para la presentación final.

Por tanto, los grupos futuros que trabajen en este mismo proyecto tienen un margen en el que trabajar y mejorar (para más información dirigirse al capítulo “Advice” del documento final) en la parte mecánica, eléctrica y electrónica y de diseño.

Para terminar, y personalmente, la estancia en otro país mientras hacía mi trabajo fin de grado ha sido excelente. Convivir en otra cultura y trabajar de otra manera te ayuda a aprender (no sólo el idioma) y desarrollar habilidades.