

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

Introducción a los Sistemas Ciber-Físicos

Entregable Grupal “Informe Pastillero Electrónico” - GRUPO 9

Alumnos: ALDERETE, Valentín; FERREYRA, Josefina; FRUGONI, Ignacio; MARZIONI, Agustín; MOYANO, Fausto; NIEDERMAYER, Angelina; PAUTAZZO, Gerónimo; RAIMONDI, Ludmila.

Docentes: CARRIQUE, Juan; BORZONE, Eugenio; MOLAS, Tomás; ZORZET, Bruno.

- 22 de Noviembre de 2023 -

ÍNDICE:

- Introducción
- Objetivos
- Resumen
- Desarrollo
 - Descripción del sistema
 - Listado de materiales seleccionados
 - Algoritmos principales
 - Diagramas de flujo
 - Código.
 - Sesiones de Trabajo
- Conclusiones y Aprendizajes
- Referencias

INTRODUCCIÓN

En este documento desarrollaremos nuestro trabajo final que realizamos en el marco de la materia Introducción a los Sistemas Ciber-Físicos. Esta propuesta comenzó a partir de un trabajo interdisciplinario planteado desde la materia con los estudiantes de tercer año de la carrera de diseño industrial de la facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo de la UNL, en donde docentes nos mostraron los distintos trabajos realizados. El aporte que nosotros debíamos hacer es poder plantear un pastillero automático en base a los prototipos generados por los estudiantes de diseño.

Esta primera propuesta se realizó el 11 de octubre, dejándonos así siete semanas de trabajo en donde realizamos algunas actividades relacionadas que estarán más detalladas en las siguientes páginas. También tuvimos la opción de poder desarrollar el proyecto de trazabilidad térmica, en donde el desafío era sentar la temperatura de la insulina para poder transportarla. Debíamos tener en cuenta que a los 2°C la insulina se congela y ésta ya no sirve. Y pasados los 8°C se debe consumir en los siguientes treinta días. Tomamos la decisión de construir un pastillero automático.

OBJETIVOS

Optimizar el funcionamiento del pastillero tradicional, de manera que sea funcional, eléctrico y transportable utilizando los conocimientos grupales acerca de la electrónica y programación. El mismo se realizará por medio de reuniones grupales presenciales más las clases dadas en el marco de la materia Introducción a los Sistemas Ciber-Físicos. Se busca obtener un promedio de 20 horas totales de trabajo.

RESÚMEN

Un pastillero es un recipiente con varios compartimentos destinados a almacenar dosis programadas de medicamentos, con la finalidad de facilitar la adherencia de un paciente a las instrucciones de sus médicos. Sin embargo, bajo cierto estudio pudimos confirmar que el uso de los mismos no es muy óptimo y funcional. El mismo es sobre la utilidad del pastillero para mejorar el cumplimiento terapéutico, hecho por una empresa de análisis de información llamada Elsevier España.

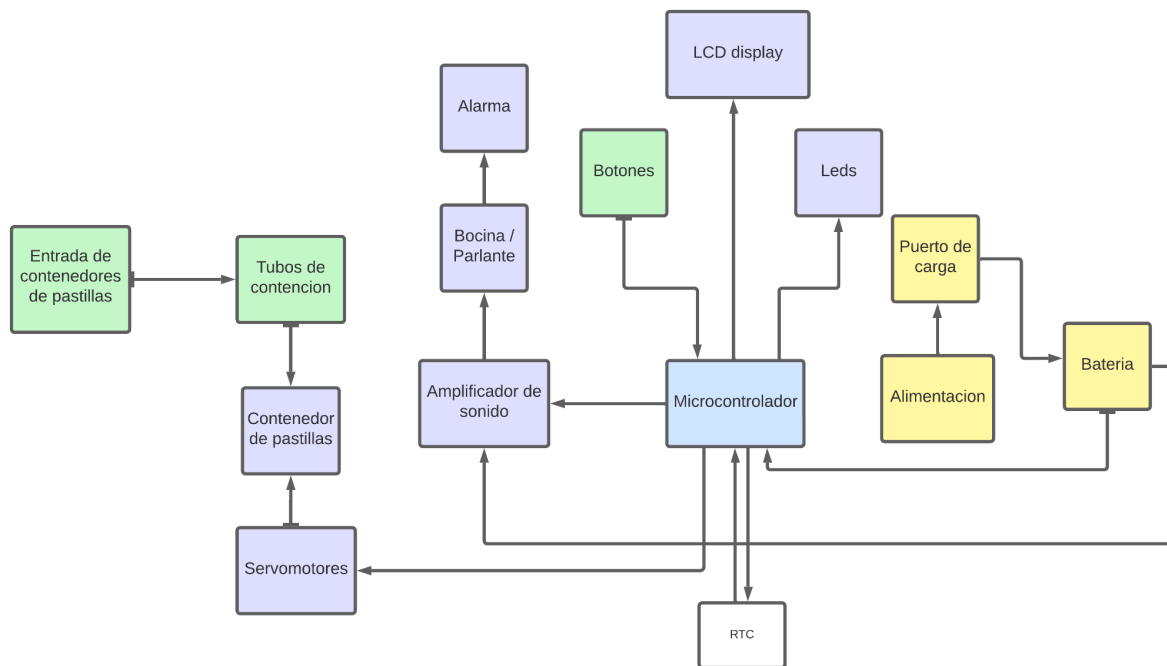
Este estudio tenía como objetivo valorar la utilidad del pastillero, sistema individualizado de dispensación y dosificación Practidose®, para mejorar el cumplimiento terapéutico. Se incluyó a 220 pacientes de 70 años o mayores con manejo inefectivo del régimen terapéutico, polimedicados sin deterioro cognitivo y movilidad limitada. La selección se realizó por asignación aleatoria por bloques. Cada enfermero de enlace de distrito tenía asignadas 10 entrevistas, 5 del grupo intervención y 5 del grupo control. Como conclusión expresa que la población envejecida y con gran número de medicamentos presenta un mal cumplimiento terapéutico, es por lo que a este grupo poblacional se han de dirigir los esfuerzos de educación para la salud, con sesiones grupales e individuales sobre información de los tratamientos, reforzada con información escrita de fácil lectura, pastilleros y fácil contacto en caso de dudas del tratamiento. También se concluye que una sola estrategia no es útil para la mejora del cumplimiento terapéutico. Se debe utilizar como medida del cumplimiento, para una estrategia de mejora, métodos que no dependan de un test, que en general pueden sobrestimar el cumplimiento y parecen evaluar con dificultad cambios en actitudes como mejora de la adherencia al tratamiento tras intervenciones.

Basados en el mismo decidimos mejorar el prototipo original del pastillero para que sea de uso óptimo y fácil.

DESARROLLO

Descripción del Sistema

Un pastillero en forma de caja pensado para 7 días. Cuenta con un display donde se puede configurar los horarios de la alarma y con una entrada para los contenedores de pastillas que posteriormente son almacenados en tubos de contención. En el momento de tomar la dosis requerida, comienza a sonar la alarma y se impulsa mediante servomotores el contenedor con las pastillas.



Listado de materiales seleccionados

El listado de los componentes que utilizamos para llevar a cabo el prototipo se encuentra detallado en una [planilla](#), la cual dejaremos adjuntada también al final del trabajo escrito, en la sección de referencias.

Además se proporcionará un [documento](#) donde quedarán detallados los códigos de ejemplo para Arduino de los componentes.

Algoritmos principales

Antes de comenzar a escribir el código, diseñamos un diagrama de flujo para esquematizar el algoritmo que teníamos en mente. Este diagrama está disponible en:

<https://drive.google.com/file/d/1Y2bgK8wZyiDwaDdi8y7hBXCYRKqAdta-/view?usp=sharing>

Luego construimos un gemelo virtual en wokwi que, con algunos cambios menores al esquema del diagrama. Este puede ser visualizado en :

<https://wokwi.com/projects/382107812052487169>

Sesiones de trabajo del Pastillero:

Sesión 1: Sesión Virtual

Para esta Entrega Grupal decidimos no subdividir las tareas ya que todas implican que acordemos ideas y conceptos fundamentales para el desarrollo del trabajo.

Lo primero que hicimos fue definir mediante mensajes cuál de los 2 proyectos nos gustaría concebir y la votación fue favorable para el Pastillero Electrónico.

Luego de esto nos reunimos virtualmente para diagramar el pastillero que nosotros creemos más adecuado a la problemática que se planteaba, incluyendo la posibilidad de que funcione conectado a corriente y además tenga una pequeña autonomía y cambiando el motor continuo con el sensor magnético por un motor paso a paso, ya que este resuelve de una mejor manera nuestra idea, aunque como veremos más adelante decidimos cambiar drásticamente la idea.

A continuación procedimos con el presupuesto de los elementos que pensamos originalmente para el prototipo, con una mirada muy general y primitiva sobre lo que planeamos. Hay muchos elementos con los cuales disponemos físicamente pero que agregamos a la lista para hacerla más completa.

Nuestro objetivo grupal es poder conseguir que el pastillero sea funcional al menos en las simulaciones, y si tenemos las posibilidad, en la realidad.

Fue una sesión bastante pesada ya que tuvimos que investigar muchas cosas que no conocíamos, como componentes o funcionamientos y porque nos juntamos con el tiempo en contra por lo que no pudimos tomar buenos descansos.

Sesión 2: Taller de Roboticlaje

El día 20 de septiembre en el marco de la materia Introducción a los Sistemas Ciber-Físicos realizamos un taller de “Roboticlaje” en el laboratorio de Química del Ambiente, situado en el tercer piso de la facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral.

En donde, durante 3 horas, logramos:

- Aprender medidas de seguridad dentro del laboratorio.
- Conocer el correcto uso de las herramientas necesarias para el roboticlaje.
- Aprender a reciclar componentes de impresoras, computadoras y otros electrodomésticos que fueron desechados.

Al llegar al laboratorio se tomaron en cuenta las medidas de seguridad que nos parecieron relevantes para poder tener en cuenta a la hora de trabajar.

Como medidas de seguridad anotamos las siguientes:

- Guardapolvo.
- Gafas de seguridad.
- Guantes.
- Mascarilla.

Estos son protocolos de laboratorio en donde nosotros contábamos solo con guardapolvos y las gafas de seguridad. Discutimos sobre la importancia de seguir estos protocolos para poder seguir realizando actividades dentro del laboratorio.

Mientras algunos de los grupos compartían sus conocimientos sobre los distintos componentes que íbamos a reciclar y entendíamos que herramientas se deben usar, tres estudiantes visitaron el congelador de -80°C situado en el laboratorio continuo, en donde debatimos distintos aspectos ya que su temperatura era más alta (-73°C), discutimos distintas formas de poder lograr que funcione correctamente.

Por último nos pusimos a reciclar los componentes, utilizado distintas herramientas:

- Soldador/desoldador de estaño.
- Pinzas.
- Destornilladores

Sesión 3: Reunión Presencial en clase de ISCF

Aquí nos encontramos para terminar de definir la nueva idea sobre el pastillero que se había estado gestando durante la última semana.

Esta idea planteada por tres de los integrantes del grupo surge de una lluvia de ideas entre ellos debatiendo sobre la manera de optimizar la forma de dispensación de pastillas, ya que no creíamos que la forma de “buscar y tomar” garantice la ingesta del medicamento. Sabemos que ninguna de las formas o ideas que han surgido a lo largo de este tiempo garantiza 100% que el usuario cumpla con su rutina, pero creemos que esta se acerca bastante ya que plantea la idea de dispersar las pastillas dentro de compartimentos, cosa que facilita también la subdivisión de pastillas dentro de un mismo día. Agregado a esta idea, para poder llevarla a cabo tuvimos que sacrificar la “portabilidad” del prototipo original pero no perdiendo la transportabilidad. Una vez definida esta idea en una conversación en ronda durante la clase, nos pusimos manos a la obra con el avance del informe, del diagramado y del código. Estas tareas fueron realizadas en subgrupos de trabajo de manera remota y en un constante intercambio con las demás partes ya que todas estaban interconectadas y dependían unas de otras.

Sesión 4: *Última reunión previa a la presentación*

Este día tuvimos como objetivo finalizar el proyecto en todos sus aspectos, estos son:

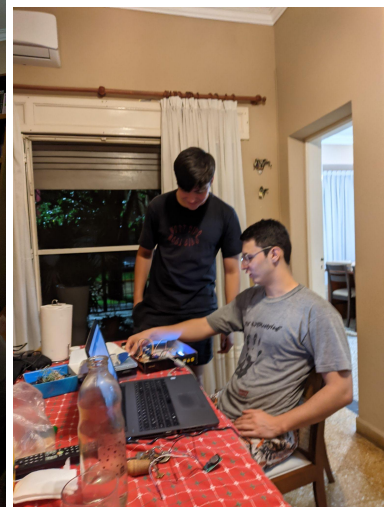
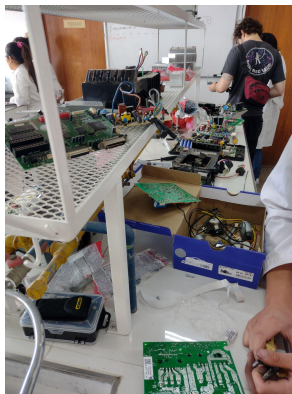
- “Finiquitar” el código, utilizando los contenidos proporcionados en clase, como por ejemplo manejo de bucles a partir de estados del programa, sumandos una exhaustiva investigación por diferentes fuentes (ArduinoDoc, Youtube, Wikipedia, Foros como StackOverflow, GPT’s, etc.)
- Finalización del gemelo digital transportando a este las últimas variantes en el código.
- Pulir los detalles del informe, ya que al estar la idea en un constante cambio teníamos que actualizar ideas pasadas que en nuestro prototipo final quedaron obsoletas.
- El completo armado del prototipo en su forma física, donde nos encontramos muchas complicaciones, demasiadas complicaciones. Desde fallas en el giro de los motores, hasta la imposibilidad de detectar un buzzer.

En este proceso de armado fue en el que más aprendimos y comprendimos los conceptos que nos habían quedado inconclusos o sin entender del todo. Experimentamos en carne propia el orgullo de ver cómo se prendía el primer led luego de varios intentos y la decepción de avanzar hasta un punto donde todo lo logrado se rompió. Encontrarnos con el mundo físico donde las cosas pueden parecer confusas y nos obligó a tomar un rol de aprendizaje y búsqueda para la resolución de estos problemas.

Fue necesario invertir nuestro tiempo y dinero en la producción de la parte electrónica del proyecto, teniendo que ajustarnos a nuestras limitaciones y realizar una versión reducida al ideal planteado, donde las principales diferencias son la reducción de 7 a 2 servos por la incapacidad de suministro de energía para tantos motores

Fue necesario terminar el apartado escrito donde proyectamos nuestros aprendizajes y travesías de esta parte de la materia y en especial la realización del pastillero electrónico.

Fotos de las sesiones:



CONCLUSIONES Y APRENDIZAJES

Nombrar aprendizajes en un proyecto tan amplio y nuevo para la mayoría sería una lista interminable de experiencias y habilidades adquiridas a lo largo del trayecto pero intentaremos resumirlas en las más significativas:

- Pudimos entender del todo la importancia del diagramado, esquematización y proyección previos a las actividades. Con estos se nos hizo mucho más fácil encarar las problemáticas y las dificultades además de ser un camino hacia el prototipado
- Generar un código funcional es mucho más complejo de lo que lo hacen ver, es muy dinámico y propenso a fallar por todas partes. Creemos que fue el gran problema de nuestro proyecto.
- Luego del taller de roboticlaje aprendimos a soldar, desoldar e identificar los componentes, pusimos en práctica y logramos ver las cosas que dimos en clase, como actuadores, sensores, transistores, etc.
- Aprendimos que ponerse de acuerdo no es tarea fácil, ya que, como grupo presentamos objetivos distintos y algunas complicaciones como la falta de comunicación, lo que lleva a trabarse con el desarrollo de las partes
- Conocer que la simulación muchas veces. es totalmente diferente a la realidad y que lo que parece andar en un lugar no lo hace en el otro o viceversa, lo que es más gracioso.

Como conclusiones podemos decir que, trabajar juntos, pese a los distintos desacuerdos que se generaron a lo largo del cursado, generó diferencias que nos fortalecieron como grupo. Supimos opinar con respeto y también *escuchar* al otro.

Creemos que además de algunos conceptos técnicos vistos en la materia, enfrentar todos los desafíos que tuvimos nos sirvieron para fortalecer los conocimientos.

No fue tarea fácil realizar el prototipado y pese al resultado estamos muy contentos de haberlo intentado. Fue una linda experiencia en la que además de trabajar nos reímos, frustramos, gritamos y emocionamos juntos. Más importante que fortalecer los conocimientos fue el poder fortalecer nuestro vínculo como equipo.

REFERENCIAS

Lista de compras:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/14mUpylkReEXLwtmPKEcGkNLRlu8LmUXobKsmvCoCaLs/edit?usp=sharing>

Diagrama:

https://lucid.app/lucidchart/74508c51-d899-4f04-8e1c-4e2026251710/edit?viewport_loc=-157%2C-3273%2C2621%2C5523%2C0_0&invitationId=inv_ddb4e7e1-2584-4a51-b2b6-328f3a958bcd

Componentes reciclados:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Yctf3VQCI8X7MAkvYLIIf04JIDvNPDdzg_xqwmk9_G6E/edit?usp=sharing

Códigos de ejemplo:

<https://docs.google.com/document/d/1Th9z6MIUgoNcnHwqiMI9yhshMmuDnzuUifaFVz-fMzI/edit?usp=sharing>

Estudio sobre el uso de pastillero: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7665107/>