
Capítulo 7

Resultados y Conclusiones

En este capítulo se darán a conocer los resultados obtenidos y las conclusiones generales del proyecto desarrollado. Al final de este capítulo también se darán recomendaciones para continuar con el desarrollo del mismo.

7.1. Resultados

Los resultados de este proyecto se pueden dividir, de acuerdo a las partes de las que consta el desarrollo del *datalogger*, en tres: **hardware**, *firmware* y **software**.

En primer lugar, en la parte de **hardware** se consiguió realizar el diseño de una tarjeta para la adquisición de datos de dos variables meteorológicas: temperatura ambiente y precipitación pluvial. Para lograr lo anterior se diseñaron los distintos circuitos de acondicionamiento para los sensores y el circuito digital para el registro de estas variables. Adicionalmente, dados los requerimientos de la aplicación, se puso especial énfasis en la implementación de técnicas para la disminución del consumo de los componentes usados. En cuanto a los medios de interacción entre el usuario y el *datalogger*, en la tarjeta se implementaron controles simples para su uso en sitio y, en la comunicación entre éste y la PC, se implementaron diferentes protocolos de comunicación, dando con ello una mayor versatilidad de uso al usuario. En cuanto al consumo de energía, aunque no se pudieron realizar pruebas que confirmen cuál será la duración de la batería, se estimó que ésta fácilmente podrá alcanzar para que el *datalogger* opere mínimamente tres meses.

En la parte del *firmware* se logró crear un programa en el microcontrolador que manejara tanto los módulos de éste como los distintos dispositivos externos que componen el *datalogger*. Mediante este manejo se logró adquirir, guardar y transmitir a una PC las mediciones de las dos variables meteorológicas que se plantearon adquirir. Adicionalmente a la adquisición de las

variables se logró que el programa desarrollado contribuyera a disminuir el consumo de energía del *datalogger*, esto también en gran parte ayudado por los componentes de hardware seleccionados.

El **programa** desarrollado en la PC se convirtió en una herramienta muy importante dado que éste permitió una distribución de tareas entre el *datalogger* y la computadora, con lo cual se logró superar las deficiencias en el procesamiento de la información del microcontrolador. El programa se desarrolló para que fungiera como un ambiente para el uso de distintos *dataloggers*, lo cual permite mantener la información colectada por cada uno de ellos de manera separada. Adicionalmente, a través de este mismo programa, se lograron implementar diversas herramientas para darle al usuario un mejor manejo de los datos colectados como el graficado y la exportación de los mismos. En cuanto a la comunicación entre el *datalogger* y la computadora se logró, a través de la implementación de una serie de comandos, establecer funcionales adicionales en el *datalogger* que no hubiera sido posible implementar con los pocos controles en sitio que cuenta éste.

Finalmente, se espera que una vez que un *datalogger* sea instalado en una región agrícola, los datos adquiridos por éste puedan servir tanto para tomar decisiones en sitio, como para realizar estudios sobre el área de cultivo. El *datalogger*, además de que contribuirán al mejoramiento de la calidad y la cantidad de las cosechas, poseerá ventajas sobre las estaciones agrometeorológicas no automatizadas, tanto en su facilidad de uso como en la utilidad de la información adquirida. Por citar un ejemplo, los datos de precipitación pluvial pueden ser considerados para realizar estudios sobre la erosividad de una región agrícola, estudio que no se podría realizar con datos obtenidos de un simple pluviómetro.

7.2. Conclusiones

Basándonos en el objetivo de este proyecto, como conclusión general se puede decir que dicho objetivo fue cumplido. Se logró obtener un sistema capaz de realizar las mediciones deseadas y que dichas mediciones fueran presentadas al usuario de manera adecuada.

De las cosas que me gustaría destacar en cuanto el desarrollo del proyectos es que si bien había encontrado equipos desarrollados que hicieran uso de

memorias EEPROM para el guardado de los datos adquiridos, éstos no contemplan, en primer lugar, lo que sucede con la información almacenada en éstas cuando el equipo era completamente desenergizado y en segundo lugar, la degradación que sufren las celdas de memoria después de múltiples ciclos de escritura. El algoritmo desarrollado para el grabado de datos contempla ambos aspectos, además de organizar de un mejor modo la memoria y por ende hacer más eficiente el uso de la cantidad de almacenamiento disponible.

El proyecto desarrollado deja una base de conocimiento que puede servir para la realización de proyectos futuros y para la incorporación de nuevas características a éste.

Este proyecto sin duda está sujeto a mejoras entre las cuales destaco:

La parte de hardware puede en cierta medida ser integrada de mejor manera, utilizar, por citar un ejemplo, un único amplificador operacional, lo cual ahorraría espacio y disminuiría el consumo energético.

En caso de querer mejorar la resolución del *datalogger*, en cuanto a la adquisición de los valores de temperatura ambiente se requeriría un convertidor de mayor resolución. Lo anterior podría ser logrado mediante el uso de un convertidor externo o incluso mediante el remplazo del microcontrolador por uno con mejores características, entre ellas un convertidor A/D de mayor resolución.

En cuanto al *firmware* es de todas las partes del proyecto la que más satisfacción me dio tanto en su desarrollo como en el resultado final, aun así todo código está sujeto a ser optimizado y nuevas características podrían serle dadas al *datalogger* a través de la modificación del *firmware*. Dentro de estas nuevas características, la que yo considero la más importante, es la implementar junto con el programa de un método para la detección de errores en la transmisión de los datos.

Las recomendaciones del software se enfocan en mejorar el código del programa, dado que es mi primera experiencia desarrollando un programa como el aquí mostrado, sin duda deben de existir formas de hacer el desarrollo del mismo más compacto y eficiente.

Por último, en cuanto a una recomendación general para el proyecto me gustaría mencionar que al *datalogger* se le es posible incrementar el número de sensores. Este aspecto requeriría de la modificación de todos los elementos del mismo, pero dada la experiencia que se logró, no existiría mayor problema en realizarlo. De igual forma para mejorar su versatilidad, a éste se le podrían agregar medios de comunicación inalámbrica, ya sea entre el *datalogger* y la PC o incluso entre el *datalogger* y los sensores. El rumbo que tome este proyecto

sólo se encontrará limitado por las necesidades que se quiera satisfacer y la imaginación de los ingenieros que lo retomen.

Finalmente, quiero agregar que este proyecto significó una gran experiencia para mí. Contribuyó no sólo a que yo pusiera en práctica conocimientos de la carrera sino también a emplear las habilidades desarrolladas durante la misma.