

CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES

1.1 Introducción

En este capítulo se hace una reseña del proyecto que precede a esta tesis, el cual incluye una breve explicación del funcionamiento del mismo. Así también, se describen los puntos a cubrir en este trabajo y la propuesta realizada para resolver las necesidades de este proyecto.

1.2 Descripción del objetivo del sistema

Cada día, millones de toneladas de desechos municipales y desechos peligrosos se depositan en rellenos sanitarios u otros vertederos de tierra. Un relleno sanitario es una extensión de tierra que es excavada y se diseña específicamente para depositar basura. Un relleno típico se recubre con una capa de arcilla condensada y de membrana geosintética para evitar que la basura y los residuos se escapen en el agua subterránea de tierra. La capa geosintética drena y el material agregado se utiliza en los lados y el fondo del relleno para recoger el desecho que atraviesa la basura en descomposición. Cuando un relleno sanitario alcanza su capacidad, se encapsula generalmente para asegurarse de que la precipitación no se filtrará en la superficie. [2]

El problema es que los materiales que son aplicados sobre el relleno sanitario llegan a presentar deslizamientos, que provocan grietas en la capa geosintética, como consecuencia la superficie de edificación se vuelva inestable. [1]

El desafío de recolección y transporte de los desechos municipales es común en Latinoamérica, diseñar un relleno adecuado de desechos es aun más difícil debido a la infraestructura insuficiente y al reducido número de espacios dedicados al relleno. De acuerdo con la secretaría del medio ambiente y recursos naturales, México genera 34.6 millones de toneladas de desechos sólidos por año, 0.92 Kilogramos per capita, cerca del 33% de esto es depositado en sitios no autorizados.

Desde el punto de vista ambiental los rellenos sanitarios son hoy en día la mejor solución para el confinamiento y el destino final de los desechos municipales. Diversos

componentes de gas natural y los desperdicios producidos por la degradación de los desechos orgánicos pueden ser peligrosos para el medio ambiente. Es por ello que los rellenos sanitarios deben ser propiamente diseñados para tener un control, tratamiento y confinamiento seguros. En términos estructurales y de diseño ambiental, es esencial en los rellenos sanitarios asegurar que no existan filtramientos en las capas superiores del material geosintético. En la práctica es solucionado al utilizar barreras tanto naturales como artificiales tales como la arcilla sintética y sistemas de multicapas geosintéticas respectivamente. [3]

1.3 Propuesta del sistema

Para observar el comportamiento de los materiales geosintéticos algunos investigadores han optado por utilizar un aparato llamado plano inclinado. Un plano inclinado es un aparato que tiene una superficie cuya inclinación es dada por un mecanismo de elevación, provocando así un desplazamiento angular.

Para fines de investigación dentro de la Universidad de las Américas-Puebla se construyó un plano inclinado para el estudio de los materiales analizados por el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de las Américas Puebla. La construcción corrió a cargo del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de las Américas Puebla y la instrumentación a cargo del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad de las Américas Puebla.

En el reporte del trabajo previo se da a conocer, que era posible medir el coeficiente de fricción de los materiales aplicados y el ángulo máximo al cual ocurre el desplazamiento de los mismos, utilizando los datos obtenidos de la instrumentación [1]. Los resultados eran analizados por el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de las Américas Puebla, la finalidad del actual proyecto es complementar el trabajo previo a fin de lograr un funcionamiento más sencillo al facilitar la forma en que el plano inclinado era operado, así también la forma de simplificar la interfaz.

Para poder construir un plano inclinado se necesitan varias etapas, como se muestra en la figura 1.1. En ésta imagen podemos observar las diferentes piezas que conforman el plano inclinado, como lo son, la base y el eje de soporte para dar lugar al

instrumento de elevación que es el usillo, y el soporte que éste maneja para elevar el plano, la manivela como mecanismo de movimiento y los sensores que se necesitan para la lectura del comportamiento de los materiales. En esta etapa el diseño y construcción corrió a cargo del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de las Américas-Puebla.

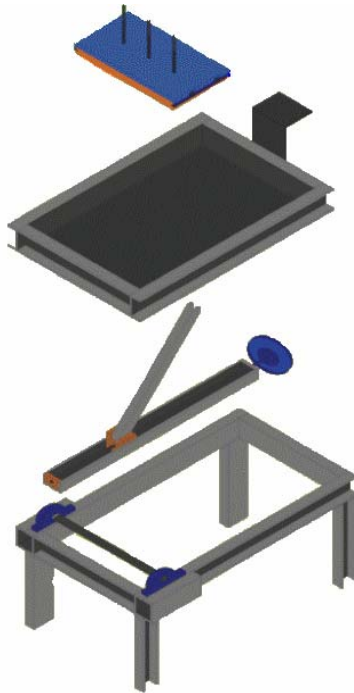


Figura 1.1 Etapas del plano inclinado

En la figura 1.2 se puede observar el comportamiento del plano inclinado, su operación hasta el trabajo previo era determinada por el número de vueltas en pro o en contra a las manecillas del reloj a la manivela ilustrada en la imagen, a fin de aumentar o disminuir su ángulo de inclinación.

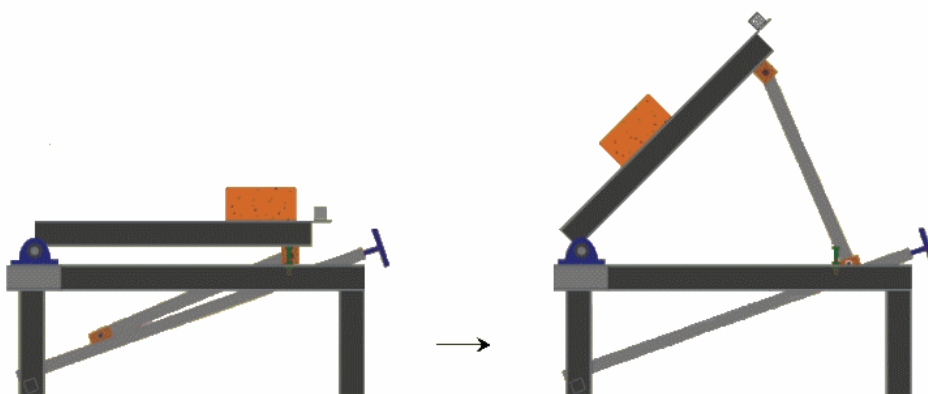


Figura 1.2 Operación del plano inclinado

1.4 Necesidades del sistema

El alcance que se tuvo para el periodo anterior era la completa instrumentación del plano para capturar mediciones de aceleración, desplazamiento y ángulo de inclinación con respecto a la horizontal, así se registró el comportamiento de diversos materiales localizados sobre el plano, logrando obtener valores para el análisis a cargo del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de las Américas-Puebla.

La forma de adquirir la medición de dichas variables era por medio de LabVIEW® utilizando una tarjeta de adquisición de datos, la cual era el modelo DAQ-6024E. Fue de interés para el usuario del plano, ver la forma de reemplazar esta tarjeta debido a que no era posible operar el sistema sin contar con una laptop con una entrada PCMCIA. Otra solución a mejorar era el prescindir de diversas conexiones que requería la tarjeta para su conexión a la computadora.

El equipo necesario para la conexión entre tarjeta y sistema era:

- Tarjeta de adquisición de datos modelo DAQ-6024E de NI.
- Cable de interconexión para tarjeta de adquisición de datos de NI.
- Adaptador para multi-chasis modelo SCXi-1346 de NI.
- Módulo SCXI-1302 de NI.



Figura 1.3 Cable blindado conectado al módulo SCXi-1302 de NI®

Las conexiones entre los sensores y el chasis SCXi-1302 presentaban un orden y eran identificadas de acuerdo a la siguiente tabla:

Color del cable	Pin en el módulo SCXi-1302	Señal proveniente de:
Negro	19	Tierra común
Rosa	7 y 9	Desplazamiento
Rojo	3	Inclinómetro
Azul	5	Acelerómetro

Tabla 1.1 Conexión de Sensores Inicial

En la tabla 1.1 se observa la conexión para los sensores listados al módulo SCXi-1302, que sólo sirve para garantizar la buena conexión hacia la tarjeta de adquisición de datos. En las figuras siguientes se muestran el Adaptador para multi-chasis modelo SCXi-1346, el Conector “AMP”, y el adaptador a la tarjeta DAQ-6024E.



Figura 1.4 Adaptador para multi-chasis modelo SCXi-1346 de NI®



Figura 1.5 Conector “AMP” de NI®



Figura 1.6 Conector “National Instruments”

Finalmente la DAQ-6024 se muestra en la figura 1.7, como se puede observar en las imágenes 1.3 a 1.7, se presentan diversas conexiones para hacer la parte de adquisición y se muestra que son sólo cables que garantizan una correcta conexión de los distintos elementos. Como ya se mencionó las conexiones son muchas para que la adquisición operara.



Figura 1.7 DAQ-6024E de NI®

Para complementar el trabajo previo se tenían que satisfacer tres necesidades; en primera instancia poder migrar la adquisición a una tarjeta tipo USB, para tener la opción de utilizar tanto computadora de escritorio como portátil, y de ser posible reducir conexiones. La segunda necesidad era que con este dispositivo USB, se pudiera manipular desde el programa la elevación del plano, controlando un motor que sustituya a la manivela antes utilizada. La última necesidad sin ser la menos importante, era localizar las fallas que impedían el correcto funcionamiento de la instrumentación; se reportó que ésta no presentó ninguna lectura proveniente de los sensores, y no se presentaban lecturas tanto en el plano como en el panel frontal. Era de interés que tanto el control de la planta como las lecturas de la instrumentación se encontraran en el mismo panel hacia el usuario.

1.5 Propuesta de Control

Para satisfacer las necesidades de reemplazo de la tarjeta DAQ-6024E por una tarjeta tipo USB, se seleccionó la tarjeta DAQ-6008 que cumple con las características requeridas al tener ésta entrada por puerto USB y puede ser utilizada tanto en computadora de escritorio como en una computadora portátil. La tarjeta DAQ-6008 cuenta con entradas y salidas analógicas y digitales. Sin embargo, hacer el cambio entre tarjetas no basta con hacer la conexión física de manera idéntica en las borneras de la tarjeta.



Figura 1.8 DAQ-6008

Es importante que todas las tareas que antes estaban relacionadas con la tarjeta 6024E ahora sean asignadas a la 6008 sin importar que se esté utilizando la misma terminal.

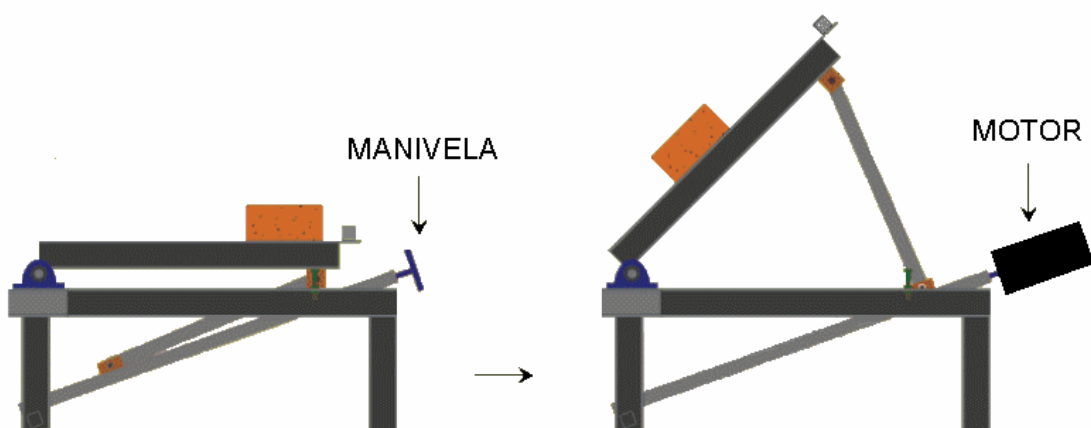


Figura 1.9 Reemplazo de mecanismo

A la izquierda de la figura 1.9 se observa la manivela a sustituir por un motor que cumpliera con las características de carga del plano. A la derecha de la imagen se puede observar la posición que sugirió el departamento de Mecánica de la Universidad de las Américas-Puebla para el montaje físico del motor.

En la figura 1.10 se muestra el diagrama a bloques del sistema implementado en el periodo anterior. Se muestra el acondicionamiento de las señales antes de ser capturadas por la tarjeta de adquisición de datos para finalmente ser mostrados en la computadora en el panel frontal de LabVIEW®.

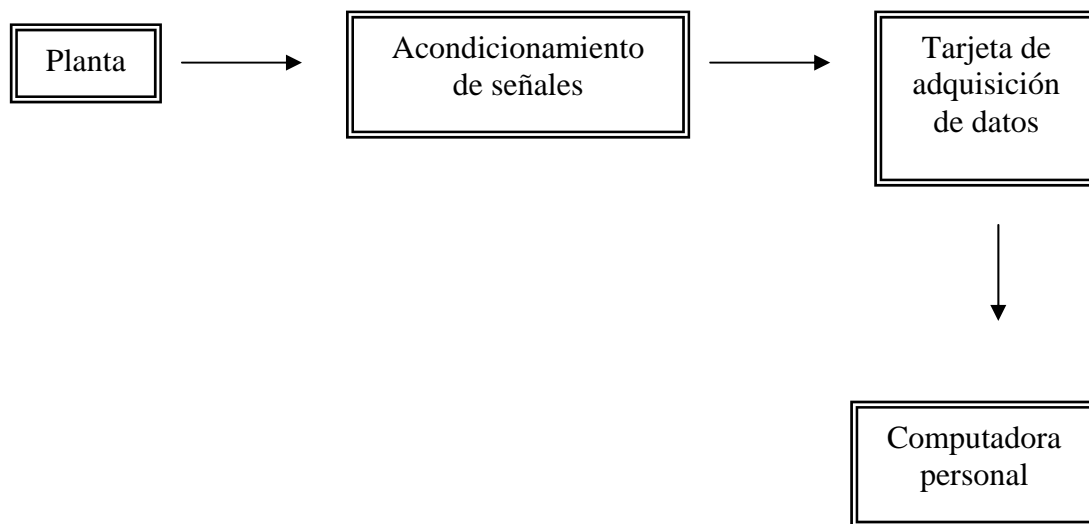


Figura 1.10 Adquisición de datos

Para el diseño de estos cambios, el diagrama a bloques resultante se muestra en la figura 1.11. Debido a las capacidades de salida y adquisición de datos de la nueva tarjeta, se debe de considerar que el sistema no presente demasiada demanda de ancho de banda a la nueva tarjeta, debido a que ésta es limitada en comparación a la tarjeta a sustituir.

Para lograr controlar el sentido de giro del motor por medio del panel frontal del programa, se optó por utilizar un circuito puente H con relevadores, que pudieran ser manipulados en su cierre y apertura por medio de bits de control suministrados por la DAQ. Más adelante se detallará la forma de acondicionamiento de las señales por medio del circuito que permitió manipular dichos relevadores, y su forma de operación.

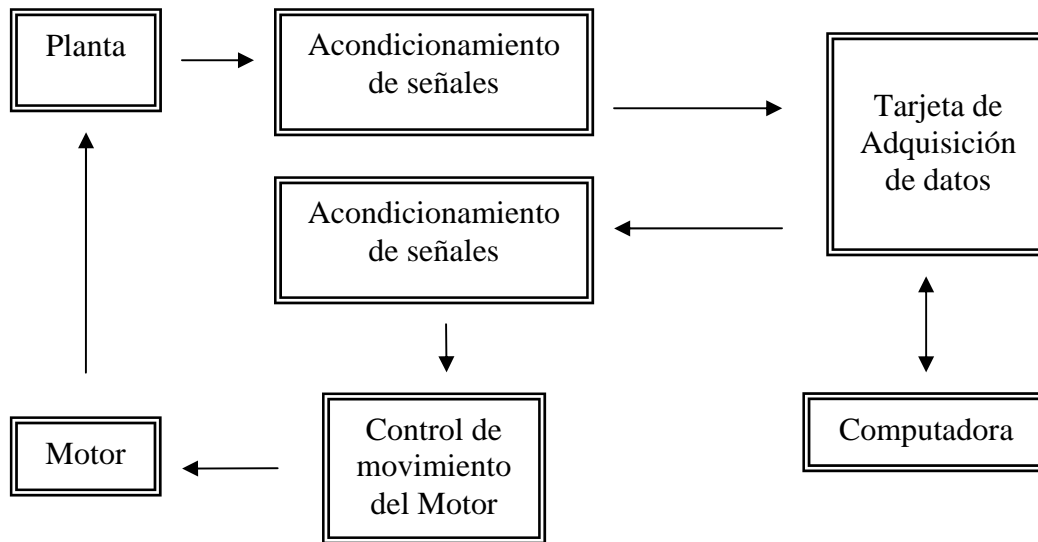


Figura 1.11 Diagrama a bloques del nuevo sistema

En la figura 1.12 se ve el plano instrumentado para trabajar con la manivela. Se puede decir que hasta esta imagen culminó el trabajo anterior, la imagen 1.13 muestra el siguiente paso por solicitud del departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de las Américas Puebla, que fue el de pintar el plano para tener una mejor presentación de éste y no tenerlo en materia prima, por lo que se tuvo que desconectar la instrumentación y como consecuencia los sensores fueron descalibrados y la instrumentación llegó a marcar errores de medición ya que los voltajes adquiridos no eran los deseados y los sensores no trabajaban correctamente.



Figura 1.12 El plano y el sistema de adquisición de datos

Al hacer la comparación entre la imagen 1.12 con la imagen 1.13 se nota la diferencia del color con el que el plano fue pintado, pero principalmente hacer notar que la instrumentación fue removida del plano para pintarlo y así se dañó la lectura en los sensores, debido a que estos presentaban un calibrado previo y con el movimiento fueron alterados.



Figura 1.13 El plano Pintado y Descalibrado

El software realizado para el primer avance de este proyecto, contaba con testigos luminosos de error en el panel frontal, con estos se pudo ver que el software no obtenía los datos necesarios para la medición. Los sensores utilizados en la instrumentación, se removieron con el trabajo de pintura en el plano y las lecturas se vieron afectadas con el movimiento de éstos. Los voltajes que arrojaba la instrumentación no iban acorde con los límites que se establecieron en el programa y es por ello que los testigos se prendían, indicando que se trataba de un error en el sensor.

Resolver la falla en los sensores se convirtió en otro punto a revisar y se indagó en los manuales del fabricante de cada sensor para su calibración y puesta en marcha para que los valores propuestos originalmente fueran los correctos y no se mostrara error en la adquisición de datos. Debía ser posible manipular el motor desde el programa previo, para variar el ángulo de inclinación del sistema, la tarjeta USB DAQ-6008 cuenta con salidas digitales que se utilizaron para operar el motor por medio de un puente H con relevadores para cambiar el sentido de movimiento del motor. Esto se explicará con mayor detalle en los capítulos siguientes.