



MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO TITULADO:

**“LOSNINGER”**

que presentan:

**Alan Daniel Trejo Vázquez  
Diego Fernández Soulé  
Luis Adrián Luarca Pérez  
Mónica Fernanda Hernández Ordaz**

**Estudiantes de 7mo semestre de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Mondragón México, como parte del proceso de Evaluación del Proyecto Fin de Semestre.**

El Marqués, Querétaro, noviembre de 2020.

# Índice

1. Resumen .....	2
2. Introducción .....	3
3. Propuesta de trabajo .....	4
4. Diagnóstico y justificación.....	5
5. Ideación y desarrollo conceptual .....	6
6. Memoria descriptiva.....	7
7. Plan de fabricación .....	7
8. Lista de piezas, materiales y herramientas.....	9
9. Planos.....	12
9.1. SolidWorks.....	12
9.1.1 Caja exterior .....	12
9.1.2 Caja interna .....	13
9.1.3 Cremallera con base .....	14
9.1.4 Piñón con caja.....	15
9.1.5 Marco de ventana.....	16
9.1.6 Diseño final.....	17
9.2. Proteus .....	18
9.3. Programación .....	19
10. Cálculos.....	23
10.1. Mecánicos.....	23
10.2. Electrónicos .....	25
11. Presupuesto .....	26
12. Pruebas .....	27
13. Problemas encontrados y solución adoptada .....	28
14. Resultados y conclusiones .....	28
15. Valoración del proyecto .....	29
16. Anexos.....	30
16.1. Mapa mental .....	30
16.2. Diagrama de bloques.....	31
16.3. QFD .....	32
16.4. Cronograma.....	33
17. Referencias .....	33

# 1. Resumen

En este documento se encuentran aplicados los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, junto con los aprendidos de manera personal, logrando así tener un conocimiento conjunto para la solución de problemas.

Este semestre se enfoca el proyecto a la creación de un sistema domótico el cual pueda facilitar alguna tarea ya sea de alguna vivienda o empresa; nosotros escogiendo un enfoque hacia la vivienda, proponemos un sistema automatizado para el control de las ventanas de una casa o habitación, donde se pueda regular la temperatura del cuarto abriendo o cerrando la ventana y que se tenga presente un cierre automático en presencia de algún tipo de precipitación.

## Abstract

In this document it will be showed the knowledge our career has taught us among all these years and also the information we have been acquiring by personal experiences, achieving a compound of diverse concepts in order to solve problems.

The topic of this semester is the creation of a home automation system, which will make any kind of task in a house or industry easier to make. We chose to develop this project focusing on houses, where we will set up a window system, from where you will be able to open or close your windows to regulate your room temperature and if there is some rain happening at any moment, the windows will shut themselves down so the water doesn't touch any part of the inside of your house.

## 2. Introducción

Crear un sistema automatizado aplicado en las ventanas con tipo de apertura de corredera, para regular la temperatura de una habitación o vivienda, así como asegurar un cerrado automático al presentarse precipitación de cualquier tipo.

Nuestro alcance al que deseamos llegar es a realizar un prototipo funcional, pero para esto lo que vamos a hacer es desarrollar la programación, hacer el diseño y también a mostrar de manera visual como sería el funcionamiento final del producto si estuviera terminado e implementado en algún lugar.

Nosotros vamos a incluir sensores que nos den temperatura y humedad de una casa, con el sistema haremos gráficas en donde se pueda ver el comportamiento de las temperaturas, también veremos la señal que se va a acoplar en el sistema y se va a interpretar dependiendo de los datos obtenidos para que tenga la función adecuada nuestro sistema. Haremos el prototipo de manera digital en SolidWorks para poder mostrar los planos, mecanismos y la idea final que se tiene para que puedan percibir el funcionamiento y la idea final del proyecto.

Tenemos unos indicadores de éxito que nos ayudarán a saber si es un proyecto factible y llamativo para nuestro público dirigido. Nuestros indicadores son:

- Un sistema automático que al percibir una temperatura alta dentro del hogar hará que se abran las ventanas y al percibir una temperatura baja éste cerrará las ventanas.
- El uso de aire natural en vez de usar sistemas de aire acondicionado.
- La facilidad de poder abrir y cerrar las ventanas estando dentro o fuera de la vivienda, por su sistema automático no hay que preocuparse si llueve y está abierta la ventana ya que, el sistema cerrará las ventanas de manera instantánea.

También tenemos unas restricciones que encontramos que pueden presentarse en nuestro sistema, estas son:

- Tener que hacerle un mantenimiento recurrente al sistema.
- El espacio que se vaya a proporcionar para el sistema, que sea muy reducido o que vaya a ser estorboso para el usuario.
- Tener que hacer un sistema fácil de instalar para que cualquier persona lo pueda instalar fácilmente.
- Que vaya a ser ruidoso el sistema y pueda molestar al usuario.

Con este sistema lo que queremos lograr es que cualquier persona que cuente en su vivienda con ventanas corredizas pueda utilizar nuestro sistema automático. Por eso vamos a desarrollar una lista de materiales para poder sacar el presupuesto que se necesita y dar un precio al público que no sea muy elevado y por lo menos sea fácilmente de adquirir para personas de clase media y alta. A lo que quisiéramos llegar es que para las personas de México ya no sea un problema el salir de

casa y que repentinamente llueva y tengan que irse rápidamente a cerrar las ventanas, sino que cómodamente ellos puedan estar seguros de que se van a cerrar sin ningún problema.

A lo largo del resto de la memoria técnica se podrán observar diversos aspectos importantes del proyecto, entre los que estarán la propuesta de trabajo, donde se verán los aspectos relacionados con la materia líder; diagnóstico y justificación, revisando la problemática a resolver, restricciones en el proyecto y justificación del mismo; ideación y desarrollo conceptual, con el proceso de ideación, generando diversos diseños hasta encontrar el idóneo; memoria descriptiva, detallando las características principales y funcionales de nuestro sistema para poder entenderlo; plan de fabricación, explicando la forma en que se construirá el sistema; lista de piezas, materiales y herramientas, mostrando la obtención y fabricación de todas las piezas que conforman al sistema, así como las herramientas utilizadas; planos, adjuntando en esta memoria los planos más importantes del sistema, agregando en un archivo comprimido todos los planos que al sistema le corresponden; cálculos técnicos, para darle seguridad a las decisiones tomadas; presupuesto, para tener en cuenta el gasto máximo a efectuar; pruebas, siendo en este caso absorbido por la sección de prototipo al no poder realizar pruebas; problemas encontrados y solución adoptada, dando a conocer las situaciones complicadas del proyecto y la solución a la que se llegó; resultados y conclusiones, para dar cierre a todo el resultado del proyecto; y por último anexos, con cualquier otro documento importante que se haya utilizado en el desarrollo del proyecto.

### 3. Propuesta de trabajo

Este semestre se enfocó en diseñar ideas automatizadas para sistemas que se encuentren dentro de una vivienda, edificio o vehículo. Este sistema debe de implicar conocimientos recabados a lo largo de la carrera, de igual manera, enlistando a continuación las materias que aplican para este semestre.

Dentro de la ideación que hemos llevado a cabo a lo largo de los días decidimos crear un sistema para el hogar, el cual funcionara para poder abrir o cerrar ventanas de manera automática, con un circuito electrónico el cual se activara de manera manual mediante un botón de encendido y apagado. Al igual basándonos en las siguientes normas:

- Tensión de alimentación de prueba. (Norma Oficial Mexicana)
- Frecuencia de alimentación de prueba. (Norma Oficial Mexicana)

Como requisitos de las materias que llevamos cursando en el semestre se nos piden los siguientes requisitos para que nuestro proyecto sea aceptado:

- **Materia Líder: Proyectos Mecatrónicos.**
  - Integración de sistemas electrónicos, mecánicos o informáticos.
  - Identificar soluciones tecnológicas sustentables.
  - Definir como es el ciclo de vida del sistema, ósea, si requiere algún tipo de mantenimiento o actualización.
  - Etapas de fabricación del producto o el prototipo.
- **Materia Asociada 1: Sistemas de adquisición y monitoreo de datos.**
  - La interpretación de datos de entrada y salida en el sistema que se va a implementar.

- Selección de sensores y dispositivos de procesamiento.
- **Materia Asociada 2: Ingeniería Térmica.**
  - Definir la existencia de mejora en el consumo de energía en el sistema.
  - Análisis costo-beneficio del proyecto.
- **Materia Asociada 3: Diseño Mecánico e Hidráulico.**
  - Identificación de flujos.
  - Análisis de potencia de bombas hidráulicas.
  - Cálculos de presiones.
  - Identificación de elementos mecánicos y simulación de los mismos.
- **Materia Asociada 4: Diseño y Ensayo de Máquinas.**
  - Desarrollar las etapas del diseño del producto o prototipo.
  - Diseñar y validar el funcionamiento mecánico.
- **Materia Asociada 5: Ingeniería de Control.**
  - Identificar variables de control en el sistema.
  - Realizar el modelo y probar sistema.
  - Programación del sistema.

Lo que proporcionamos con nuestro sistema es principalmente seguridad, ya que las ventanas solamente se logran abrir y cerrar con él, así el usuario pueda estar protegido ya sea estando en casa o fuera, al igual nuestro sistema cuenta con un sensor de temperatura y humedad, los cuales estarán programados para que, al llegar a un cierto rango establecido de temperaturas y humedad, las ventanas logren abrirse y cerrarse de manera automática.

## 4. Diagnóstico y justificación

Nosotros diseñaremos un sistema automatizado para el interior de viviendas, edificios o vehículos, en donde nos enfocaremos principalmente a sistemas domóticos. Esto lo justificaremos mediante una propuesta sustentable e implementaremos un prototipo que compruebe lo dicho anteriormente. Principalmente, crearemos este sistema mencionado anteriormente para poder ayudar a las personas que no estén frecuentemente en casa, porque sabemos que la gente comúnmente sale por trabajo o porque salen a alguna parte de la ciudad y no se sabe cuándo va a llover, granizar o simplemente para las personas que quieran tener un control de la temperatura de su hogar.

Para esto nosotros tenemos unos indicadores de éxito que sirven para ver si es funcional nuestro sistema y es el uso de un sistema completamente automatizado que en cuanto detecte una temperatura alta abrirá las ventanas y cuando haya una temperatura baja las va a cerrar, otro indicador es el uso del aire natural y con esto podemos evitar el uso de sistemas de aire acondicionado en donde se gasta luz eléctrica y eleva los costos del consumo; por último tenemos que nosotros podemos dar la facilidad de poder abrir y cerrar las ventanas estén en su hogar o fuera de él sin la preocupación de que tengan abiertas las ventanas y haya una probabilidad de lluvia.

Pero también tenemos algunas restricciones que pueden llegar a ser molestas para usuario y es el ruido que se pudiera ocasionar por el sistema, el espacio que se vaya a proporcionar para el sistema sea muy reducido o llegue ser estorbo, tener que realizar un mantenimiento para un uso óptimo del producto y tener que realizar un sistema sencillo de instalar para cualquier persona y que así puedan instalarlo fácilmente sin ningún problema.

Estuvimos investigando si había algún sistema similar al nuestro y encontramos que lo más parecido son las puertas eléctricas, pero lo diferente que tenemos son los sensores de temperatura y humedad. Otra cosa que nos hace diferentes a esos sistemas es que no hay alguno que sea para ventanas y también que el usuario puede controlarlo sin la necesidad de que esté cerca de su hogar. Nosotros demostramos que nuestro sistema ayuda a resolver el problema para las personas porque en México tenemos la costumbre de regular la temperatura de nuestra casa por medio de las ventanas, pero si el usuario sale de su casa puede que al regresar encuentre su casa con temperaturas altas o bajas, pero en otros casos pudiera llegar a estar mojado o húmeda su casa y con este sistema puede asegurarse que su casa de mantendrá a buena temperatura y si se presentan lluvias se van a cerrar las ventanas y podrá evitar daños o en otro caso evitar molestias al usuario.

Con esta información que pudimos recopilar, nosotros sabemos que puede llegar a ser un proyecto que, para muchos nos pueda servir en cualquier momento y que la inversión que se hará por la instalación del sistema valdrá la pena para el usuario. Además de que no hay algún otro sistema con el que cualquier persona pueda controlar su casa sin estar en ella.

## 5. Ideación y desarrollo conceptual

Gracias a las juntas realizadas en equipo y al QFD, se determinaron las características importantes a tomar en cuenta, tales como la seguridad, para el usuario, y costos de producción, para nosotros como diseñadores y creadores del proyecto.

Junto con estos datos se fueron trabajando ideas y conceptos con los cuales diseñamos nuestro producto, tomando en cuenta sencillez, robustez y todo en conjunto, entregando la seguridad esperada.

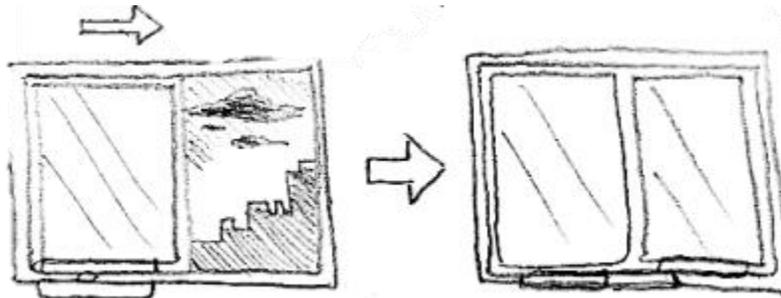


Ilustración 1. Sketch de ventana con nuestro sistema

Como se puede ver en la ilustración 1, el sistema se tiene, como ya se mencionó anteriormente, enfocado a ventanas de corredera con medidas ya definidas, colocando la cremallera del sistema anclada al marco de la ventana por medio de tornillería. Además, el motor se colocará en una posición idónea, igualmente anclado a la pared con tornillos para asegurar que el sistema funcionará correctamente en todo momento.

Todos estos diseños y decisiones tomadas fueron decididos gracias a las múltiples juntas que se tuvieron, matrices comparativas utilizadas y, nuevamente, el apoyo de la QFD para conocer cuales eran los aspectos más importantes a diseñar.

La información adicional acerca de este punto se puede obtener en los anexos, en donde se encuentra el mapa mental utilizado para colocar todo el proceso que nos llevó a desarrollar el modelo final.

## 6. Memoria descriptiva

Como bien se ha mencionado anteriormente, este será un sistema que involucre la temperatura del entorno, así como la situación ambiental, para realizar una toma de decisión y abrir o cerrar una ventana. Con esto se puede garantizar que la casa-habitación puede estar en constante ventilación estando o no el usuario en ella, permitiendo que el sistema trabaje de forma autónoma.

El sistema cuenta con un regulador de voltaje a 12v, el cual se conecta directamente a un tomacorriente común de tipo NEMA 5-15 el cual le proporciona el voltaje necesario al driver L298N para accionar el motor sin problema alguno; paralelo a esto se acondicionan los 12 volts, para que se entreguen 5 volts con lo cual va a funcionar el Arduino nano. Con este se controlará el sentido de giro del motor al estar conectado al L298N, además de recibir la temperatura por parte del sensor de temperatura LM35 y la señal de voltaje por parte del sensor de lluvia. Por último, se tiene un switch para poder mover la ventana en modo manual para ajustar la ventana a las necesidades del usuario.

En el párrafo anterior ya se mencionó a grandes rasgos la estructura electrónica, aclarando que se elige este Arduino al contar con los suficientes pines para el funcionamiento del sistema, ya que mediante un análisis se determinó que se necesitan 4 entradas digitales, una entrada analógica y 4 salidas digitales, lo cual nos permite trabajar sin problema alguno. Además, este proyecto se proyecta a futuro en distintas etapas, al inicio teniendo un sistema automático con un interruptor mecánico para poder poner el sistema en modo manual y mover la ventana de ser necesario; en las próximas etapas se espera poder adaptar un módulo wifi o bluetooth para que se pueda controlar la ventana por medio del celular, y en el mejor de los casos, poder controlar todas las ventanas de una casa.

Abordando la parte mecánica, esta será sencilla, al emplear el sistema de piñón-cremallera, los 2 siendo de un metal resistente que asegure una considerable durabilidad del mecanismo.

Este mecanismo se decidió al realizar un análisis con distintos mecanismos existentes, evaluando la relación costo-beneficio y el espacio con el que uno cuenta para la instalación de estos, donde si bien un pistón electromecánico aparentaba ser la mejor opción por la durabilidad y funcionamiento, el costo se elevaba demasiado a comparación del sistema antes mencionado.

## 7. Plan de fabricación

Nosotros nos basamos en el documento QFD para la fabricación de nuestro proyecto/sistema ya que con él nos guiamos para la selección de materiales que requerimos, nuestras dos prioridades son el que sea un sistema con un costo accesible y que sea seguro ante cualquier situación.

Después de tener bien establecida la ideación del proyecto nos movemos a la etapa de fabricación del sistema, en este al principio decidimos dividir el proyecto en etapas, las cuales eran la electrónica

y la mecánica, en ambas etapas de fabricación nos apoyamos de los siguientes materiales que iban a ser fundamentales para el funcionamiento correcto de nuestro sistema.

En el plan de fabricación de la etapa de nuestro sistema electrónico decidimos apoyarnos mediante el programa de Proteus para la parte de simulaciones y así poder ver cómo sería el funcionamiento de cada componente.

Para nuestra primera simulación nosotros utilizamos los siguientes componentes:

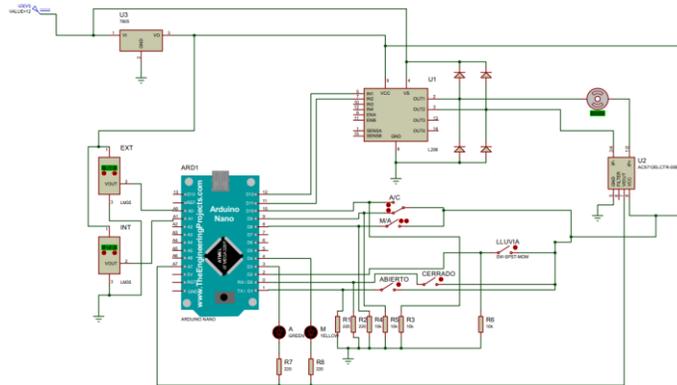


Ilustración 2: Diagrama eléctrico

Tuvimos un buen resultado al final de nuestra simulación por lo que después comenzamos con la etapa de fabricación mecánica.

Para nuestra etapa de fabricación mecánica nosotros utilizamos el programa de SolidWorks el cual nos ayudaría en diseño de cómo sería nuestra estructura, decidimos hacerla lo más compacta posible ya que a pesar de ser un sistema que estaría todo el tiempo dentro del hogar no queríamos que abarque mucho espacio para la comodidad del usuario al igual que el sistema que estaría integrado a la ventana. SolidWorks de igual manera nos ayudó para hacer estudios térmicos y estáticos más que nada para comprobar que las propiedades de nuestros materiales fueran las adecuadas y las que entrarán en la norma en la que nosotros nos basamos para la implementación del proyecto.

En la siguiente figura mostramos el cómo es el diseño de la estructura de nuestro sistema:

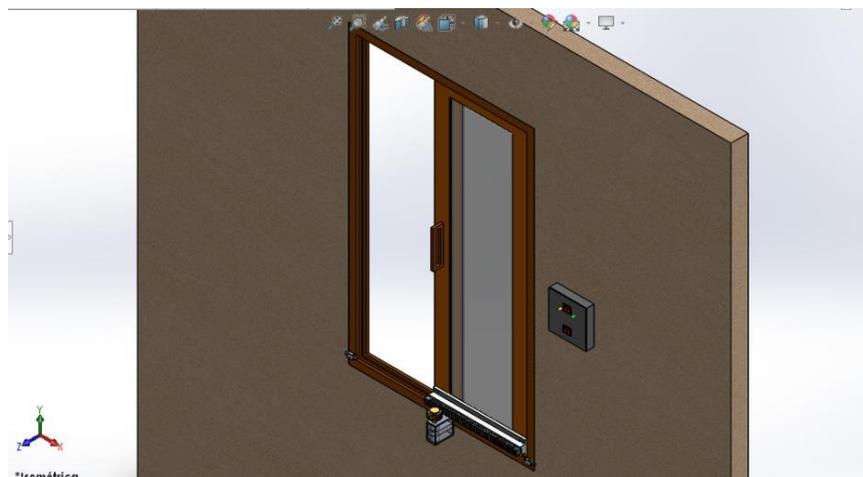


Ilustración 3: Sistema instalado

En la fabricación de nuestro sistema nos encontramos con ciertas problemáticas bastante sencillas, una de ellas fue el que tipo de material/componente usar para que nuestro sistema tuviera un tiempo de respuesta aceptable, fuera de buena calidad, también que, a pesar del uso constante de los mismos, que no llegara a tener algún tipo de deterioro y que el costo fuera aceptable para que el sistema tenga un precio accesible al público.

Si bien no se realizó en este periodo un modelo físico, en la fabricación del este nos enfocáramos primero en la parte del circuito por todos los componentes que ocupamos para el sistema, en esta parte no tendríamos complicaciones ya que algunos componentes ya los adquirimos, y nos guiaríamos junto con la simulación que se hizo en Proteus para verificar que el sistema no tuviera algún cable mal conectado e hiciera corto circuito.

En la etapa de la estructura nosotros ocuparíamos un marco de aluminio para dar el soporte adecuado a la ventana y de ahí pasar al armado del motor con la cremallera que nosotros vamos a ocupar, para que nuestro circuito pueda hacer el movimiento de abrir y cerrar la ventana. En teoría es bastante fácil el acoplarlo todo ya que teníamos bien establecidas las medidas y las dimensiones que ocupaba cada material que nosotros ocupamos para la fabricación física de nuestro sistema.



Ilustración 4: Instalación exterior

## 8. Lista de piezas, materiales y herramientas

### Piezas:

Elementos	Cantidad	Características
Elementos mecánicos		
Piñón	1	21 dientes.
Cremallera	1	70cm longitud.
Tornillos	20	M6X1, Allen cabeza redonda hexagonal.
Elementos electrónicos		

Motor DC (JGA25-370) con soporte	1	Voltaje (Motor DC): 6V, 210 RPM, Torque: 10kg-cm, Corriente (Pico): 3.2A o 130mA (sin carga), Relación de engranaje: 34:1.
L298N	1	Voltaje (alimentación): 50V, Tensión de alimentación (Lógica): 7V, Voltaje (Entrada): -0.3V-7V, Corriente (DC): 2ª, Corriente (Pico de salida): 3A.
Limit switch	2	Corriente: 10A, Voltaje (AC): 120V, Voltaje (DC): 115V, Max. Temperatura de operación: 71°C.
On/Off Botón	1	Corriente: 16A, Voltaje (AC): 125V.
Botón de 3 posiciones	1	Nombre: 9001K, Endurancia mecánica: 500000 ciclos, Temperatura optima de funcionamiento: -25°C - 70 °C.
Sensor de lluvia	1	Voltaje (Operación): 3.3V- 5V, Voltaje (Salida): 0 ~ 4.2V, Corriente (Operación): 15mA, Chip Comparador: LM393.
LEDS	2	Colores: amarillo y verde.
LM35	2	Calibración: Grados Celsius, Voltaje: 4V a 30V, Rango de temperatura: -55°C a 150°C.
Diodos shottky	2	Tensión umbral: 0,2 V a 0,4 V
Regulador 7805	1	Corriente (Salida): 2.2A, Voltaje (Salida): 5V.
Fuente 12V a 3A	1	Voltaje de entrada: 100V – 200V, Voltaje de salida: 12V a 3A.
Resistencias 330 Ohms	7	Rango de temperatura: -55°C - +125°C.
Arduino nano	1	Entradas/Salidas Digitales: 13, Entradas RESET: 2, Salida +3.3.V: 1, Entrada de referencia ADC: 1, Entradas Analógicas: 7, Entrada/Salida a 5V: 1, Tierras: 2.
Adaptador Arduino nano		Voltaje (entrada/salida): 5V, Entrada de funcionamiento: PLUG 9V.
ACS712ELECTR-5B-T	1	Corriente (Detección): 5A , Corriente (Alimentación): 13mA, Voltaje (Fuente): 5V, Frecuencia: CC ~ 80kHz, Temperatura optima de funcionamiento: -40°C ~ 85°C, Tiempo de respuesta: 5µs.

**Materiales:**

Elementos	Cantidad	Características
Cables	NA	Calibre 18
Cubierta	2	Placa de acrílico
Base	2	Placa de acrílico

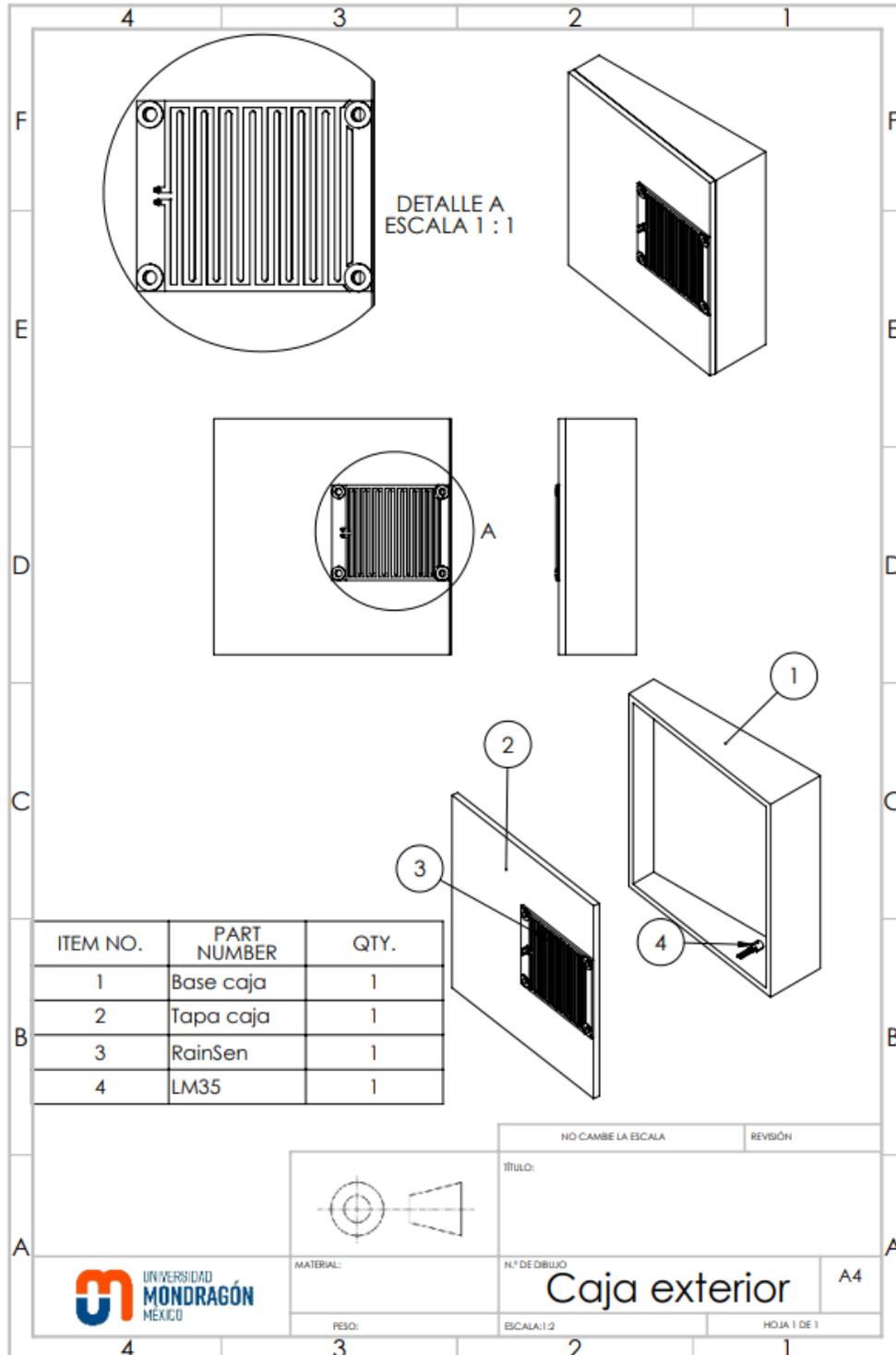
**Herramientas:**

Herramienta	Cantidad	Características
Cautín	1	Potencia: 30W, Tensión: 120V, Frecuencia: 60Hz, Temperatura máxima: 320°C.
Desatornillador	1	Llave Allen hexagonal.

# 9. Planos

## 9.1. SolidWorks

### 9.1.1 Caja exterior



### 9.1.2 Caja interna

4                      3                      2                      1

DETALLE A  
ESCALA 1 : 2

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Base caja 2	1
2	Arduino NANO Terminal Adapter V1_Deek-Robot	1
3	Arduino nano	1
4	ProtoBoard	1
5	LM35	1
6	R10K	4
7	R220	4
8	Tapa 2	1
9	On Off Switch	2
10	5mmLEDGreen	1
11	5mmLEDYellow	1
12	7508	1
13	L298N Motor Driver	1
14	Diodo Shottky	2
15	ACS712	1

F                      E                      D                      C                      B                      A

NO CAMBIE LA ESCALA                      REVISIÓN

MATERIAL:                      N.º DE DIBUJO

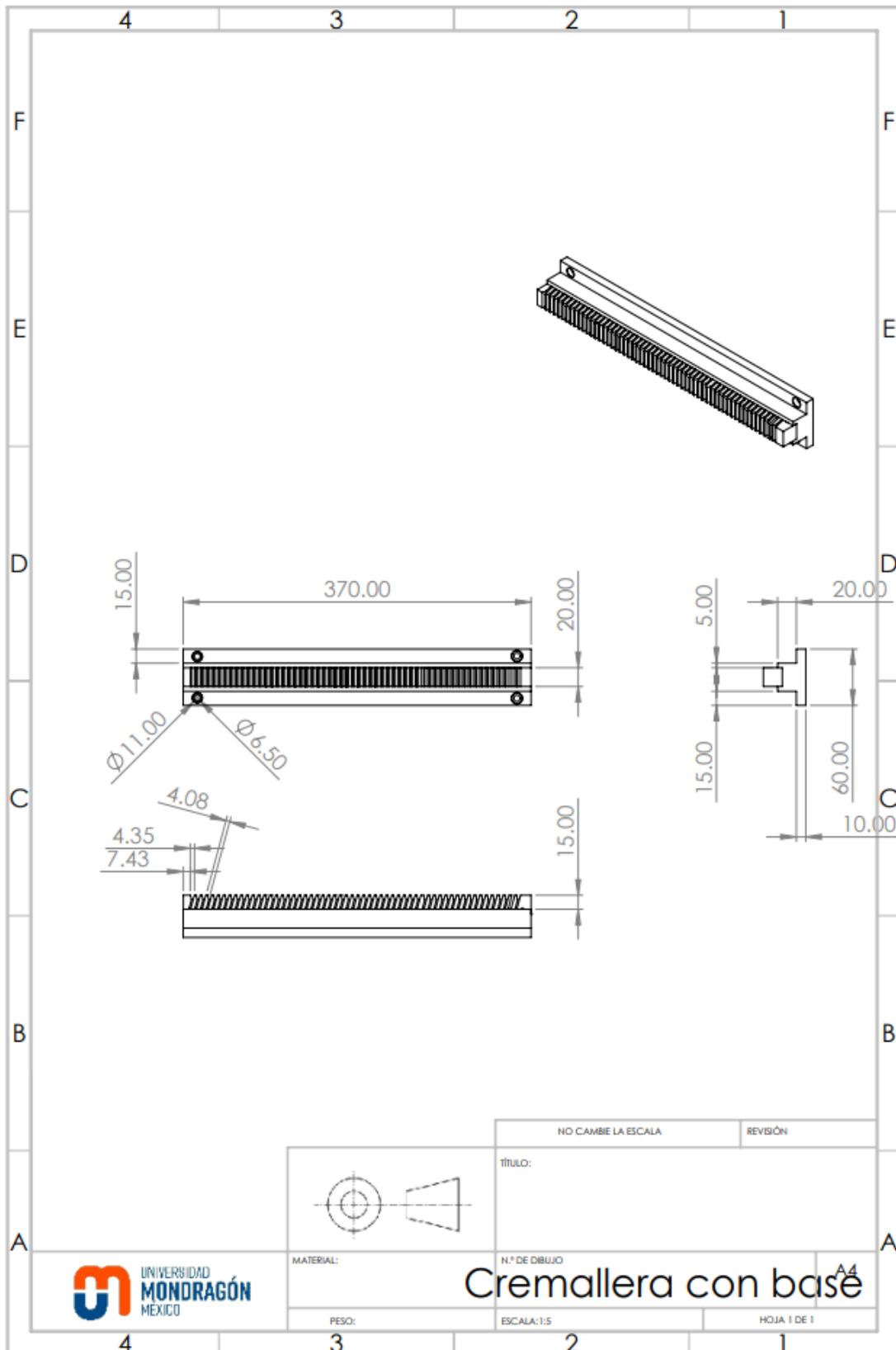
PESO:                      ESCALA: 1:5

UNIVERSIDAD MONDRAGÓN MEXICO

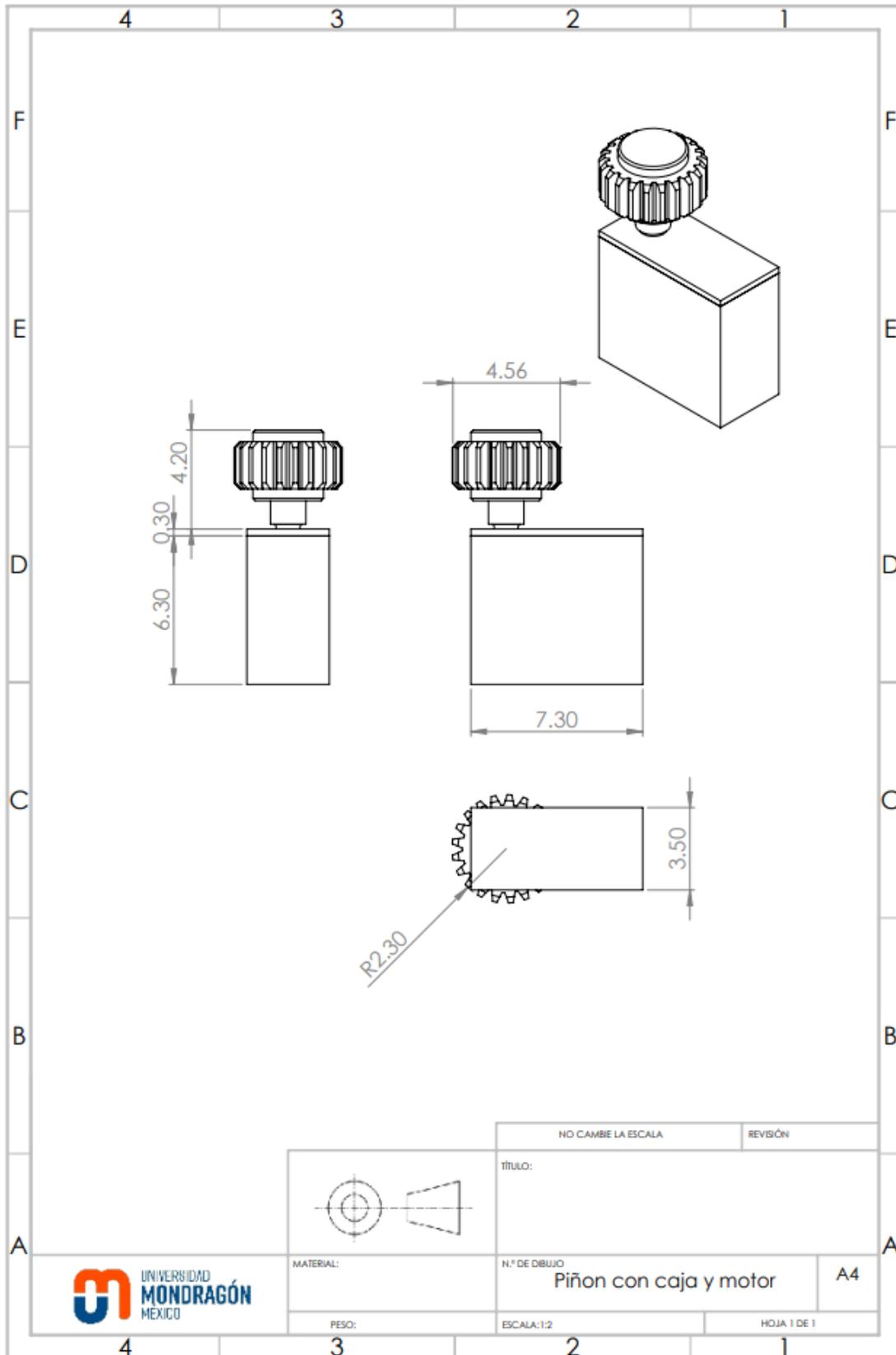
Caja componentes                      A4

4                      3                      2                      1

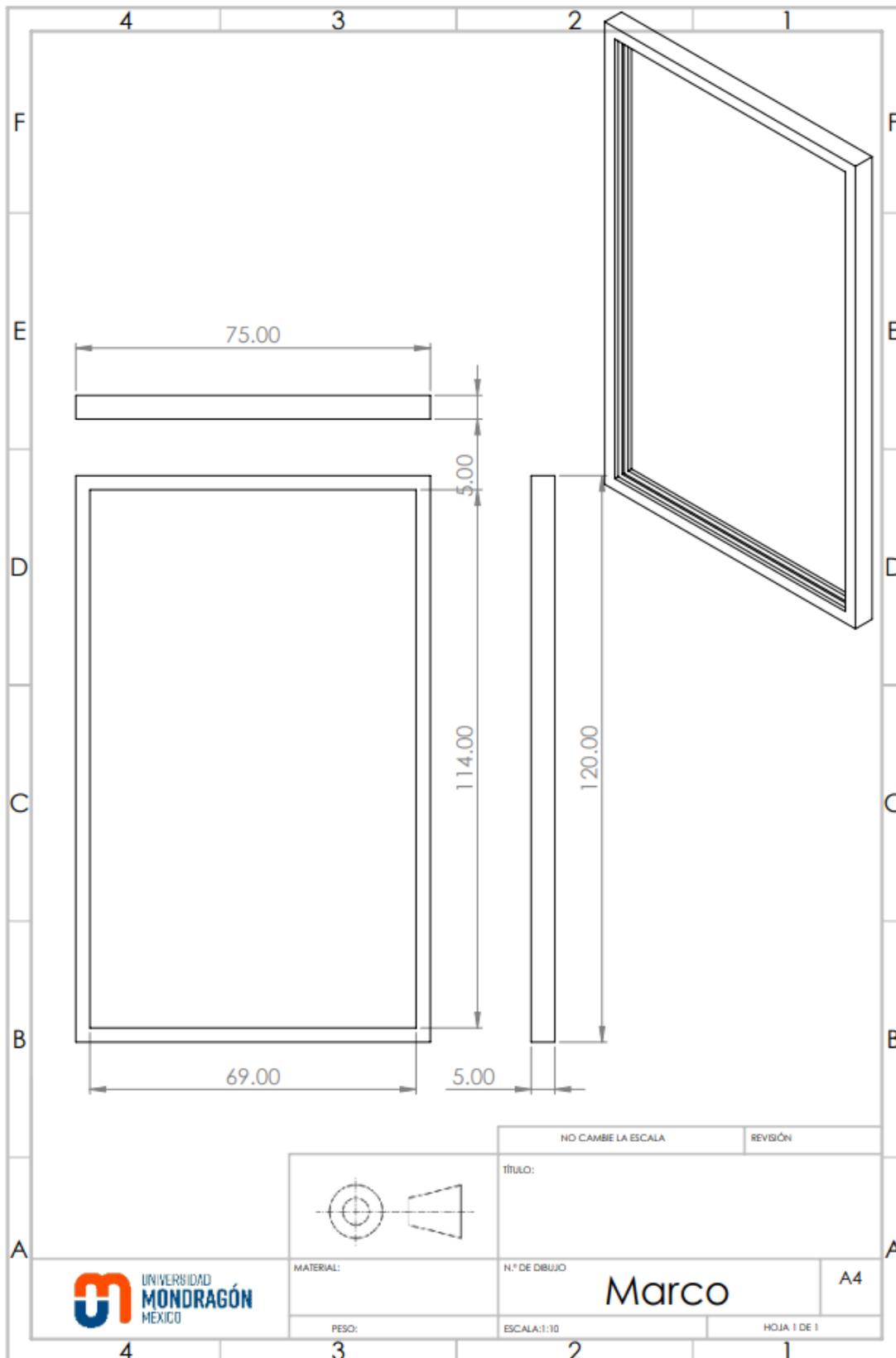
### 9.1.3 Cremallera con base



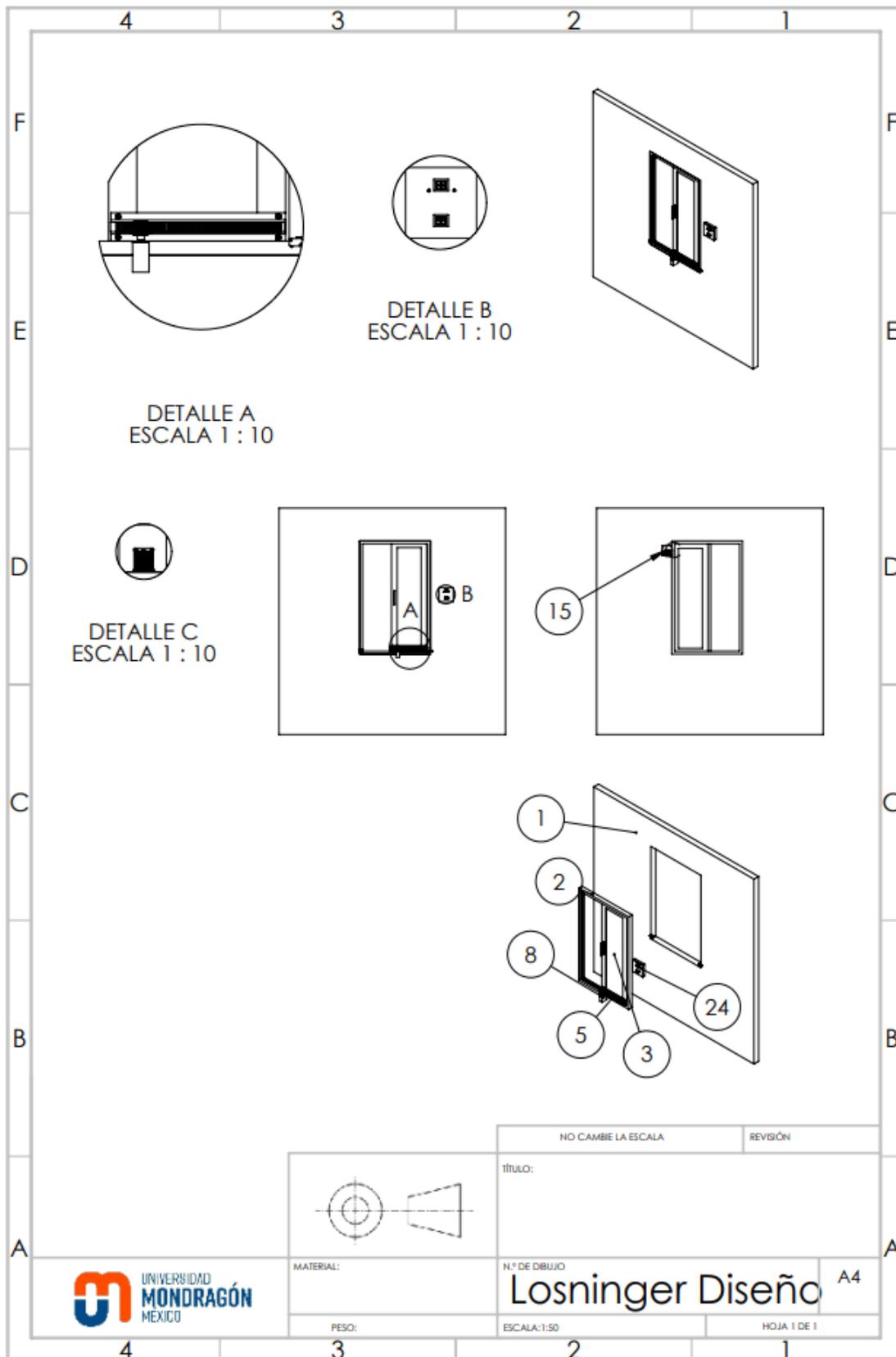
### 9.1.4 Piñón con caja



### 9.1.5 Marco de ventana



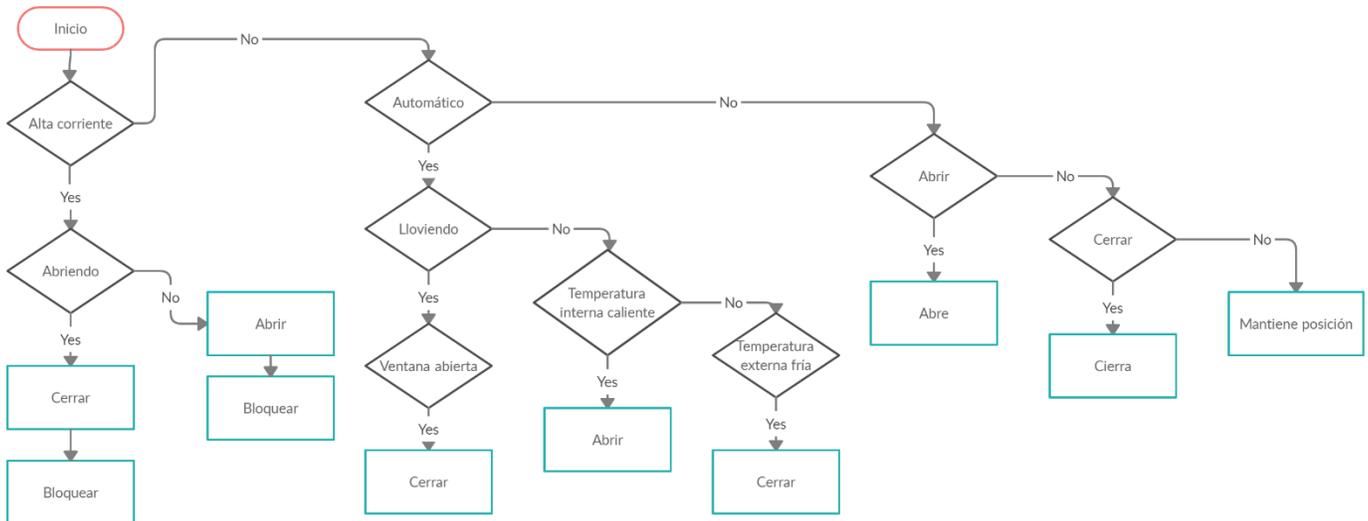
### 9.1.6 Diseño final





### 9.3. Programación

El siguiente diagrama de bloques se puede ver con mayor definición en la sección de anexos.



Este es un apoyo visual para la explicación del código siguiente:

```
int m=1;
int a=1;
```

Se comienza con 2 variables, las cuales funcionarán como condicionales para el modo manual y automático, que, en caso de presentar un atascamiento, se marcarán como 0 y se tendrá que reiniciar el microcontrolador.

```
int op() //Función para abrir la ventana
{
    while(digitalRead(1)==0) //Hasta que el limit switch de apertura se active
    {
        digitalWrite(11,HIGH);
        digitalWrite(12,LOW);
        if(analogRead(A7)>36) //Si la corriente es peligrosa romper con el ciclo
        {
            break;
        }
    }
}
```

```

int cl()    //Función para cerrar la ventana
{
  while(digitalRead(0)==0) //Hasta que el limit switch de apertura se active
  {
    digitalWrite(12,HIGH);
    digitalWrite(11,LOW);
    if(analogRead(A7)>36) //Si la corriente es peligrosa romper con el ciclo
    {
      break;
    }
  }
}

int stp()   //Función para detener la ventana
{
  digitalWrite(12,LOW);
  digitalWrite(11,LOW);
}

```

Después se marcan 3 funciones externas, para abrir, cerrar y mantener la ventana en su lugar respectivamente. Estas funcionarán con el puente H en forma de combinaciones binarias para el giro del motor, e igualmente en el transcurso del movimiento se estará monitoreando la corriente del motor para detener el proceso de ser necesario.

```

void setup()
{
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(10, INPUT);
  pinMode(9, INPUT);
  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(0, INPUT);
  pinMode(1, INPUT);
}

```

Esta es una configuración sencilla de los puertos de entrada y salida.

```

void loop()
{
  float cor=analogRead(A7); //Variable correspondiente al valor del sensor de corriente
  float ad=analogRead(A0); //Variable de temperatura interna
  float af=analogRead(A1); //Variable de temperatura externa
}

```

Se asignan variables a los valores analógicos de los sensores de temperatura y del sensor de corriente para mayor practicidad.

```

curr:
if (cor > 36)          //Valor máximo de corriente permitido
{
  seg:
  if(digitalRead(12)==1) //Caso en que el motor esté cerrando la ventana
  {
    op();    //Cambiar sentido de giro
    delay(2500);
    digitalWrite(11, LOW); //Mantener la ventana en su lugar

  }
  else if(digitalRead(11)==1) //Caso en que la ventanaa se esté abriendo
  {
    cl();    //Cambio sentido de giro
    delay(2500);
    digitalWrite(12, LOW); //Mantener la ventana en su lugar
  }
  m=0;    //La variable correspondiente al modo manual queda "desactivada",
          //para evitar que la ventana vuelva a hacer presión
  a=0;    //Variable de modo automático queda "desactivada".
}

```

En esta sección se estará revisando el estatus de la corriente del motor, que, en caso de ser muy alta, se determinará el movimiento actual de la ventana para invertirlo y bloquear así el sistema para que no vuelva a ocasionar un accidente hasta que el usuario reinicié el microcontrolador.

```

else
{
  if (digitalRead(8)==0 && (a==1)) //Cuando PIN8 muestre 0, significa que se está en
                                     //modo automático
  {
    digitalWrite(3, HIGH);           //LEDs indicadores
    digitalWrite(4, LOW);
    if (digitalRead(2)==1) //Sensor de lluvia
    {
      cl();
    }
  }
}

```

En caso que con la corriente no haya ningún problema, se leerá el pin 8 para saber si se busca usar el modo automático o el manual. En caso de ser automático, se enciende el led adecuado y se lee siempre en primera instancia si hay lluvia presente, para cerrar la ventana de ser necesario.

```

else
{
  if(ad>55.24 && af<55.24 && af>30.69) //Condiciones para determinar que hace calor
                                     //en el interior y que en el exterior se tiene
                                     //una temperatura fresca

  {
    op();
  }
  else
  {
    cl();
  }
}
}

```

Si no hay precipitación en el ambiente, se realiza una comparación entre temperaturas interna y externa para decidir si es buena opción abrir la ventana o que permanezca cerrada.

```

else if(digitalRead(8)==1 && (m==1)) //Caso en que el sistema esté en modo manual
{
  digitalWrite(4, HIGH);
  digitalWrite(3, LOW);
  if (digitalRead(9)==1)
  {
    if(digitalRead(1)==0)
    {
      digitalWrite(11,HIGH);
      digitalWrite(12,LOW);
      if(analogRead(A7)>36)
      {
        goto curr;
      }
    }
  }
}
}

```

En caso que se decida ocupar el modo manual, se cambiará el led, indicando que se está ocupando otro modo, y se leerá de forma digital si el usuario quiere abrir, cerrar o mantener la ventana en su lugar, como se puede ver en el código superior e inferior a este párrafo.

Igualmente se tiene en consideración la corriente del sistema en cada movimiento para asegurar que un atrapamiento ocasione el menor daño posible.

```

else if(digitalRead(10)==1)
{
  if(digitalRead(0)==0)
  {
    digitalWrite(12,HIGH);
    digitalWrite(11,LOW);
    if(analogRead(A7)>36)
    {
      goto curr;
    }
  }
}
else if (digitalRead(10)==0 && digitalRead(9)==0)
{
  stp();
}
}
}
}

```

## 10.Cálculos

### 10.1. Mecánicos

#### **Ventana**

Teniendo en cuenta que la ventana es de vidrio con un perfil de aluminio hueco, el material que más nos importa para obtener su peso es el del vidrio por su densidad, para conocer el peso aproximado a mover.

La ventana, según lo aclarado en el objetivo, será de 75 x 120cm con un grosor promedio de ventana de 0.5cm.

La densidad del vidrio es de 2.50 g/cm<sup>3</sup>. Consiguiendo el volumen correspondiente de la ventana, la fórmula queda:

$$V = l * a * h$$

$$V = 120 * 75 * 0.5 = 4500cm^3$$

Que, aplicado con la densidad, nos queda un peso del vidrio de 11250 gramos o 11.25 kilogramos.



Ilustración 5: Perfiles de aluminio

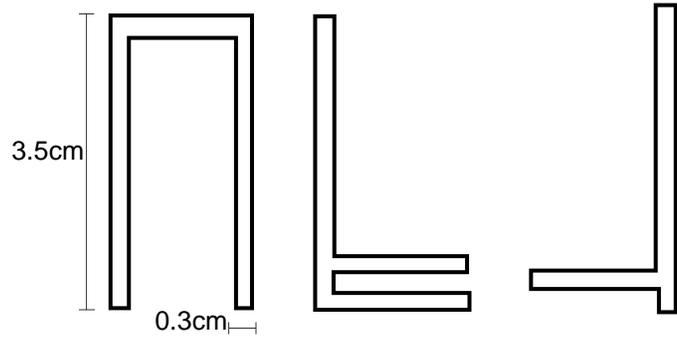


Ilustración 6: Medidas de perfiles

La figura 4 muestra la estructura de los perfiles de aluminio utilizados para dar la forma final a la ventana, como se puede observar, estos son huecos, por lo que no agregan tanto peso al sistema. Para estos cálculos, se tomará el grosor de estos perfiles a 3mm como aproximación como se tiene marcado en la figura 5 teniendo en cuenta que el hueco será de 5mm de grosor para la entrada del cristal.

Suponiendo que tienen 2 pares de perfiles para cubrir toda la ventana, los cálculos quedan de esta manera:

#### Perfil 1

$$A = ((3.5 \times 0.3) * 2 + (0.3 * 0.5))$$

$$A = 2.25 \text{cm}^2$$

Esta área se multiplicará por el largo y ancho de la ventana

$$V_1 = 2.25 * 75 = 168.75 \text{cm}^3$$

$$V_2 = 2.25 * 120 = 270 \text{cm}^3$$

$$V_t = 168.75 + 270 = 438.75 \text{cm}^3$$

#### Perfil 2

$$A = ((3.5 \times 0.3) + (0.3 * 0.5) * 2)$$

$$A = 1.35 \text{cm}^2$$

Misma operación que con el perfil anterior,

$$V_1 = 1.35 * 75 = 101.25 \text{cm}^3$$

$$V_2 = 1.35 * 120 = 162 \text{cm}^3$$

$$V_t = 101.25 + 162 = 263.25 \text{cm}^3$$

#### Perfil 3

$$A = ((3.5 \times 0.3) + (0.3 * 0.5))$$

$$A = 1.2cm^2$$

Misma operación que con el perfil anterior,

$$\begin{aligned}V_1 &= 1.2 * 75 = 90cm^3 \\V_2 &= 1.2 * 120 = 144cm^3 \\V_t &= 90 + 144 = \mathbf{234cm^3}\end{aligned}$$

La suma de todos los volúmenes nos da un total de  $936cm^3$  de aluminio utilizado para el marco de la ventana.

Este volumen se multiplica por la densidad del aluminio que es de  $2.7 g/cm^3$ , lo que nos da un peso de 2527.2 gramos o 2.52 kilogramos.

Sumando los pesos del vidrio y del aluminio, nos da como resultado un peso total de 13.77 kilogramos.

### **Fricción estática**

Ya conocemos el peso de nuestra ventana, ahora es momento de calcular nuestro esfuerzo máximo a realizar por el mecanismo para generar movimiento. Como bien se sabe, el esfuerzo necesario para romper las fuerzas de fricción estáticas son las más grandes, pasando este punto las fuerzas de fricción dinámicas son menores que las estáticas.

La fórmula para calcular la fricción estática es:

$$f_{max\ estática} = \mu_s N$$

Recordar que  $\mu$  es el coeficiente de fricción estática, que se va a determinar de acuerdo a los 2 materiales que estén en contacto, en este caso, el valor más acercado fue entre acero y aluminio, con 0.61. Este valor es multiplicado por el peso del objeto, y como los planos entre ellos son paralelos al suelo, no se descompone el vector, lo que nos da una fuerza máxima estática de 8.3997 N o (Kg\*g).

A pesar de ya tener este valor, no hay que dejar de lado el factor de seguridad, que, si bien puede no parecer muy relevante por tratarse de una ventana, siempre es bueno considerarlo para cualquier sistema. En este caso consideramos un factor de seguridad de 1.5, por lo que nos queda un peso relativo de 12.58 kg.

Con esto sabemos que el motor a encontrar debe de ser capaz de mover estos 12.58 kilogramos por centímetro de radio o una equivalencia.

## 10.2. Electrónicos

Al tener el mayor impacto el tema mecánico o físico, el electrónico no involucra una gran cantidad de cálculos o fórmulas.

Al buscar el motor que vamos a ocupar, nos encontramos con que funciona a 12V y a una corriente máxima de 1.5A, por lo que se puede optar por un regulador de 120V a 12V, que nos entrega un máximo de 3A, lo cual es suficiente.

Con este eliminador se alimentará la sección de potencia y con un 7805 se regula el voltaje a 5V para que pueda trabajar el Arduino y todos los demás componentes que se le conecten, como es el sensor de corriente y todas las entradas digitales que va a recibir.

Como se puede ver, el apartado de cálculos electrónicos no tomó una gran parte de nuestros cálculos, sin embargo, es de las partes más importantes, junto con la parte mecánica y la programación.

## 11.Presupuesto

Tras una búsqueda por diversas páginas tanto mexicanas como extranjeras, mostramos en la siguiente tabla un valor aproximado de los componentes que están involucrados en la creación de este proyecto.

Cabe mencionar que estos costos son negociables al poder tratar directamente con proveedores y acordar un precio de mayoreo, por lo que este valor mostrado no sería el definitivo

Materiales	Cantidad	Precio C/u	Total
Piñon	1	150	150
Cremallera	1	250	250
Tornillos	8	6	48
Motor DC (JGA25-370) con soporte	1	290	290
L298N	1	136	136
Limit Switch	2	10	20
Botón On/Off	1	20	20
Botón de 3 posiciones	1	50	50
Sensor de Lluvia	1	22	22
LEDS	2	\$3	6
LM35	2	\$35	70
Diodos Shottky	2	20	40
Regulador 7805	1	50	50
Fuente de 12V a 3Amp	1	120	120
Resistencias de 330 Ohms	7	0.5	3.5
Arduino Nano	1	80	80
ACS712ELECTR-5B-T	1	80	80
Cable (Por metro)	5	10	50
Cubierta y base	2	90	180
TOTAL			1665.5

Este valor es el que a nosotros nos cuesta por todos los componentes, a lo que se le tiene que sumar la mano de obra, que lo podemos marcar en 400 pesos por mecanismo instalado, y a esto, se le agrega una ganancia del 35%, quedando de la siguiente manera:



## 13. Problemas encontrados y solución adoptada

Nosotros tuvimos algunos problemas que fueron surgiendo a lo largo de la elaboración del proyecto. Con esto tuvimos que buscar las mejores soluciones para poder resolver dichos problemas.

Uno de los más significativos fue el entorno en el que se podía adaptar nuestro sistema, ya que, hay lugares muy húmedos que llegan a afectar hasta en las superficies como en las paredes. Este nos afecta porque nuestro sistema va sujetado a la pared y a la ventana del usuario.

Otro sería que estamos limitados a la zona que se vaya a asignar para la instalación o que vaya a haber alguna obstrucción que impida adecuar el sistema al espacio. Con esta limitación no hay manera de solucionarla, ya que tendríamos que ver como acoplarlo de la mejor manera, pero por eso recomendamos que sea un espacio libre algún obstáculo.

En cuestión al diseño nosotros tuvimos pocas complicaciones con ello, pero una que si tuvimos fue al momento de unir las piezas en el ensamble, ya que el movimiento del sistema que estamos realizando no se podía apreciar cuando estaban las piezas ensambladas. Nosotros optamos por ir haciendo por partes pequeños ensambles para finalmente unir todo en uno y así pudimos resolver esa limitante de movimiento. Esto nos ayudó para poder hacer el video animado y que se pudiera apreciar el funcionamiento de nuestro proyecto.

## 14. Resultados y conclusiones

Como equipo, consideramos que este es el trabajo con mejor desempeño en lo que a proyectos fin de semestre nos referimos, y está justificado, al llevar ya 6 proyectos de este tipo, hemos podido a lo largo de estos años aprender de nuestros errores y realizar entregas cada vez más profesionales y acordes al nivel de estudio.

Desde un inicio las tareas fueron asignadas de forma correcta y se le dio seguimiento a lo largo del semestre para que se entregaran a tiempo. Esto nos permitió a todos mejorar aspectos como la puntualidad de entregas, así como práctica y experiencia para las tareas asignadas, debido a que este semestre se asignaron las tareas al azar para asegurar que todos podemos realizar cualquier tipo de actividad.

En un principio se ocupó el cronograma y unas cuantas llamadas en línea para poder marcar las actividades del semestre y asignar roles. Seguido de esto se ocupó una lluvia de ideas y un QFD junto con un análisis de benchmarking para saber los puntos más fuertes del proyecto y poder enforzar la mayor cantidad de recursos en cumplir con esto. Finalmente se estuvo dando un seguimiento semanal a las actividades pendientes, ayudados de un Gantt en cierta manera, para conocer las fechas límites y el progreso del proyecto en general.

Cada uno de los integrantes de este equipo pudo realizar y entregar las actividades en tiempo y forma, con una calidad que denota que ya se tenía un conocimiento previo, el cual se pule cada vez más; los errores siempre estarán presentes, pero es nuestra tarea aprender de ellos y encontrar

nuevos retos a superar para ser cada vez mejores ingenieros, y por qué no, especializarse en el área de mayor preferencia, pero sin dejar de lado los conocimientos base de la carrera.

## 15. Valoración del proyecto

Podría considerarse que todo el proyecto ha sido de nuestro agrado. Todos los aspectos que se plantearon desde un inicio fueron aplicados y completados con éxito, pudiendo prácticamente asegurar que no hay aspecto que nos desagrade del proyecto, entendiendo que, como toda nueva creación, siempre hay áreas de oportunidad que van surgiendo conforme se prueba y revisa el funcionamiento y diseño.

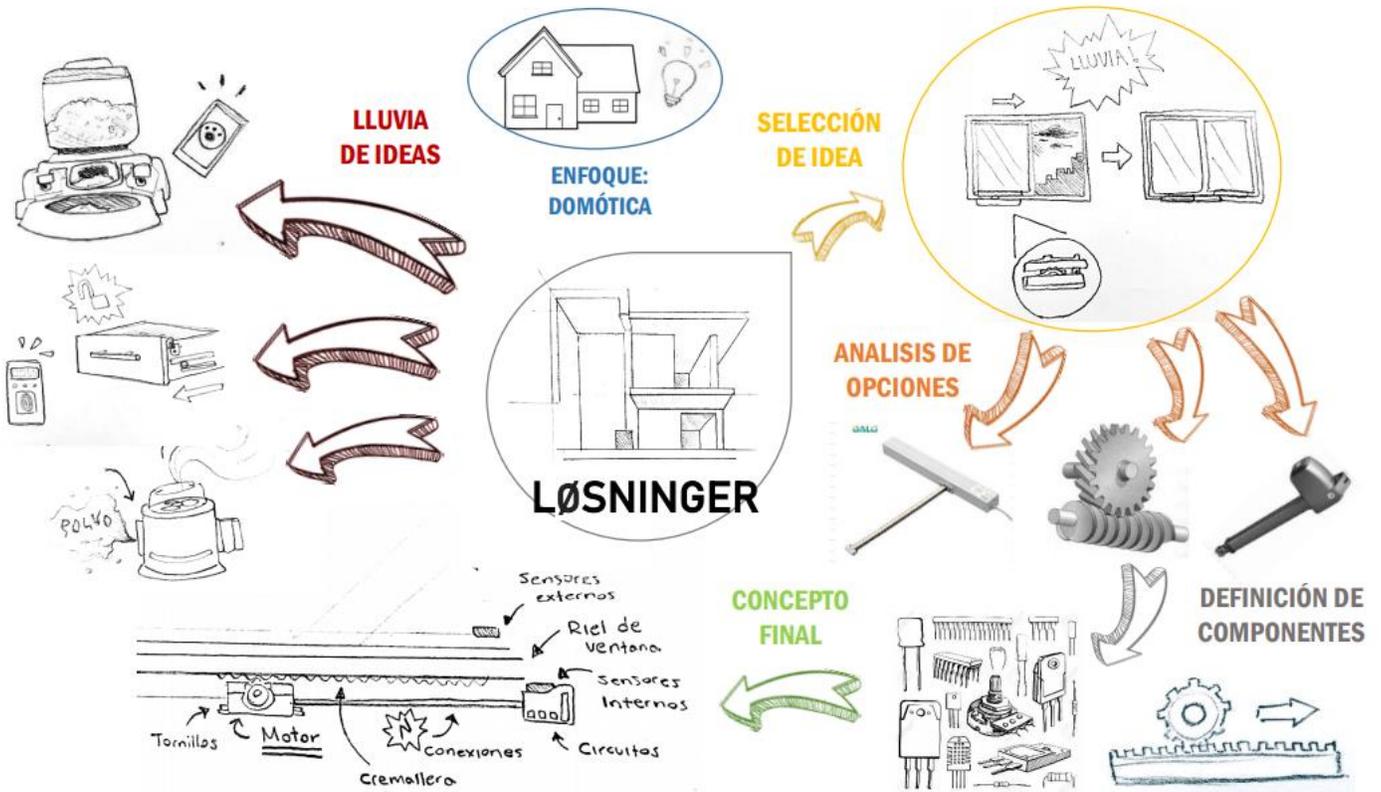
Sistemas electrónicos parecidos ya existían, con la diferencia que no contaban con un sistema de control automatizado; estos se controlaban con control a decisión del usuario.

Nuestro sistema al ser programable y automatizado, nos permite adaptar el proyecto a diferentes temperaturas y condiciones, asegurando siempre que se va a tener un cierre completo en presencia de precipitación, comportamiento que no existe en algún otro sistema “básico” de ventanas.

Además, este proyecto está en su primera etapa, donde esperamos poder seguir avanzando y creando un sistema para todo el hogar, donde las ventanas puedan comunicarse entre si y que, desde un dispositivo móvil, se pueda monitorear el estado de cada ventana, así como controlarla en modo manual.

# 16.Anexos

## 16.1. Mapa mental





## 16.3. QFD

# Quality Function Deployment

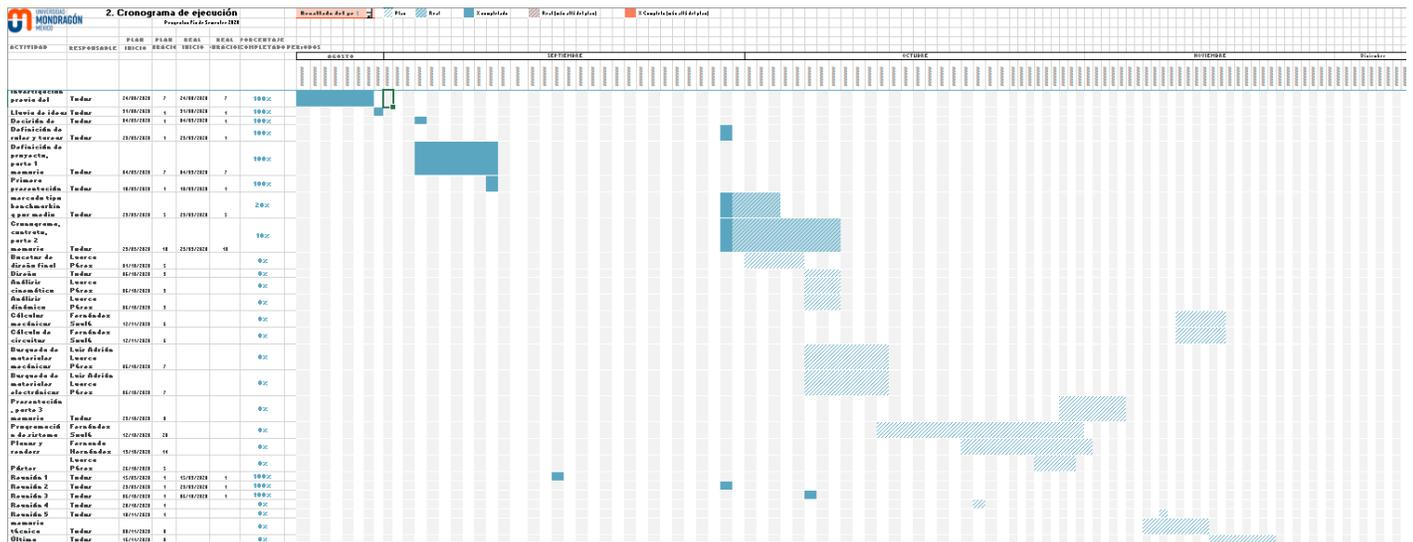
Project Title: **Ventana automatizada**  
 Project Leader: **Losnigner**  
 Date: **06/10/2020**

You need only to fill the white and blue cells.

Correlation:	+	.	-
	Positive	No correlation	Negative
Relationships:	9	3	1
	Strong	Moderate	Weak

		Desired direction of improvement (↑,0,↓)					Competitive evaluation (1: low, 5: high)			
		Functional Requirements (How) →					Weighted Score	Satisfaction rating	Competitor rating 1	Competitor rating 2
Customer importance rating	Customer Requirements - (What) ↓	Tiempo de respuesta	Tamaño	Costos de producción	Durabilidad	Consumo eléctrico				
1	5	Seguro	9	3	9	3	3	135		
2	3	Facil de usar	0	3	1	1	1	18		
3	3	Económico	3	3	9	9	3	81		
4	4	Alta calidad	3	1	9	9	3	100		
5	2	Compacto	1	9	3	1	0	28		
6	1	Compatibilidad/ adaptabilidad	0	3	3	0	0	6		
7								0		
8								0		
9								0		
Technical importance score			68	58	120	83	39	368		
Importance %			18%	16%	33%	23%	11%	100%		
Priorities rank			3	4	1	2	5			
Current performance										
Target										
Benchmark										
Difficulty								1: very easy, 5: very difficult		
Cost and time								1: low, 5: high		
Priority to improve										

## 16.4. Cronograma



## 17. Referencias

- (s.f.). Obtenido de <http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Components/Switches/Rocker%20Switch%20Right%20Angle.pdf>
- Adafruit. (s.f.). Obtenido de <https://learn.adafruit.com/all-about-leds/the-led-datasheet>
- Alldatasheet.com. (s.f.). Obtenido de <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/106291/ETC/7805.html>
- Arduino. (s.f.). Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual23.pdf>
- Bricogeeek. (s.f.). Obtenido de <https://tienda.bricogeeek.com/interruptores/200-interruptor-on-off-cuadrado.html>
- CDMX Electronica. (s.f.). Obtenido de <https://cdmxelectronica.com/producto/sensor-de-lluvia-para-arduino/>
- Digi-key. (s.f.). Obtenido de [https://www.digikey.com.mx/product-detail/es/allegro-microsystems/ACS712ELCTR-05B-T/620-1189-1-ND/1284606?utm\\_adgroup=Sensors%20%26%20Transducers&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Dynamic%20Search\\_ES\\_Product&utm\\_term=&productid=&clid=Cj0KCQIA](https://www.digikey.com.mx/product-detail/es/allegro-microsystems/ACS712ELCTR-05B-T/620-1189-1-ND/1284606?utm_adgroup=Sensors%20%26%20Transducers&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Dynamic%20Search_ES_Product&utm_term=&productid=&clid=Cj0KCQIA)
- Fisimat. (2018). *Fricción + ejercicios resueltos*. Obtenido de <https://www.fisimat.com.mx/friccion/>
- Fricción estática. (2020). Obtenido de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/frict2.html>

*Kamaya Ohm.* (s.f.). Obtenido de [https://www.mouser.mx/datasheet/2/210/kamaya\\_RC1\\_24R7JTB-1275310.pdf](https://www.mouser.mx/datasheet/2/210/kamaya_RC1_24R7JTB-1275310.pdf)

*Lenntech.* (2020). *Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente* . Obtenido de <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/al.htm>

*Life is on.* (s.f.). Obtenido de <https://www.se.com/mx/es/product/9001KS53FB/selector-%C3%B8-30---3-posiciones-de-retorno-resorte---mango-largo---negro/>

*M3SS1.* (s.f.). Obtenido de <https://grupobadesa.com/productos/fichas/1SFA611210R1102.pdf>

*Mercadolibre.* (s.f.). Obtenido de [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-798072685-eliminador-fuente-poder-12v-3a-camaras-cctv-tiras-led-\\_JM?matt\\_tool=65873753&matt\\_word=&matt\\_source=google&matt\\_campaign\\_id=6557890781&matt\\_ad\\_group\\_id=79310952475&matt\\_match\\_type=&matt\\_network=u&matt\\_dev](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-798072685-eliminador-fuente-poder-12v-3a-camaras-cctv-tiras-led-_JM?matt_tool=65873753&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=6557890781&matt_ad_group_id=79310952475&matt_match_type=&matt_network=u&matt_dev)

*OctPart.* (s.f.). Obtenido de [https://octopart.com/7Is1-honeywell-40809167?gclid=CjwKCAiA17P9BRB2EiwAMvwNyL7w65KTd9HyilUTBP6\\_AiUFVCtqexBJl0JnnGpRU0kcUI8XtughCBoCedQQAuD\\_BwE](https://octopart.com/7Is1-honeywell-40809167?gclid=CjwKCAiA17P9BRB2EiwAMvwNyL7w65KTd9HyilUTBP6_AiUFVCtqexBJl0JnnGpRU0kcUI8XtughCBoCedQQAuD_BwE)

*Saint Goban Sekurit.* (2020). *Propiedades del vidrio*. Obtenido de <https://www.saint-gobain-sekurit.com/es/glosario/propiedades-del-vidrio>

*Sandorobotics.* (s.f.). Obtenido de <https://sandorobotics.com/producto/hs1018/>

*Texas instruments.* (s.f.). Obtenido de <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>

*Vela Ventanas.* (28 de Junio de 2018). *Vela ventanas*. Obtenido de [http://www.velaventanas.com/vidrios/#:~:text=Formado%20por%20%20piezas%20de,6%20mm\).](http://www.velaventanas.com/vidrios/#:~:text=Formado%20por%20%20piezas%20de,6%20mm).)

*Wikipedia.* (s.f.). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo\\_Schottky](https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo_Schottky)