

Proyecto final

AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINA ENCIMADORA DE TELA

Realizado por:

VALENTINO CIRCOSTA - DAVID.S.RODRIGUEZ-
EDUARDO EDDY DIAZ DURAN

Institución

Instituto Manuel Savio

Resumen	4
Introducción	5
1 ¿Qué es la automatización?	5
1.2 Impacto de la automatización en la industria textil	5
1.3 Mejora de la calidad del producto	7
1.4 Ahorro de costos.	7
1.5 Tiempos de entrega automatizando sus procesos más críticos.	7
1.6 Ventajas de la Automatización en la industria textil	7
1.6.1 Condiciones de trabajo más seguras	7
1.6.2 Producto de mayor calidad	8
1.7 Desventajas de la automatización en la industria textil	8
1.7.1 Nivel de habilidad reducido de los trabajadores	8
1.7.2 Impacto del desempleo con la automatización	9
1.8 La automatización transformó la industria textil	10
1.9 Resumen de la automatización	11
2 Objetivos del proyecto	11
2.1 Objetivo general:	11
2.2 Objetivos específicos:	11
3 ¿Que es una encimadora de tela manual?	12
3.1 Características principales:	12
3.2 Funcionamiento de la encimadora de tela	13
4 Construcción y armado de encimadora automatica	14
4.1 Investigación y referencia.	14
4.2 Construcción	15
4.3 Encimadora a tamaño prototipo	15
4.4 Herramientas y equipos	16
4.5 Procesos de ensamblaje	18
4.6 Lista detallada de los materiales y cantidades:	20
4.7 Proceso de selección y adquisición de materiales	20
4.8 Control de calidad	20
4.9 Desarrollo	21
4.9.1 Desafíos Técnicos y Soluciones	22
5 ¿Que debemos utilizar para que nuestra carrocería se mueva?	23
5.1 ¿Qué es un Puente H?	23
5.2 ¿Por qué se utilizó?	23
6 Motores y servomotores	24
6.1 Cálculo y especificaciones de los motores nema17	24
6.2 Investigación sobre servomotores: ¿Que es?	25
6.3 Características de servomotor SG90	26

7	Proceso de diseño de fuente conmutada con un convertidor buck-----	26
7.1	¿Qué es un buck converter?-----	27
7.2	Transformación de la onda senoidal a pulsante-----	27
7.3	Pasaje de C.A a C.C-----	28
7.4	Regulador lm2576-adj-----	29
7.5	Circuito L.C-----	30
7.6	Divisor resistivo para la tensión de salida-----	32
7.7	Fuente fija 5V-----	33
8	Principales componentes utilizados-----	34
8.1	Microcontrolador - Arduino Uno-----	34
8.2	Motores Paso a Paso - NEMA 17-----	35
8.3	Controlador de Motores - Driver L298N (Puente H)-----	36
8.4	Servomotores-----	36
8.5	Finales de Carrera-----	37
8.6	Lcd 16X2 con I2C-----	38
8.7	Fuente de Alimentación-----	38
8.8	Software y Programación-----	39
8.9	Programación del arduino uno-----	39
9	Descripción de funcionamiento-----	39
9.1	L298N – Conexión y funcionamiento-----	40
	Características principales:-----	41
	Función en el sistema:-----	41
	Desventaja del L298N:-----	41
9.2	Conexión de los módulos L298N-----	41
10	Armado de placas-----	42
11	Pruebas varias-----	43
12	Armado del prototipo final-----	44
	Conclusión-----	48
	Bibliografía-----	49
	Anexo I: Presupuesto-----	51
	Anexo II: Esquemático, PCB y modelo 3D-----	54
	Anexo III: Código de programación-----	58
	Anexo IV: Armado final-----	63

Resumen

La integración de sistemas de automatización y robótica ha transformado la industria textil a nivel global, impulsando significativamente la eficiencia, la optimización de procesos y la reducción de costos operativos. Desde sus primeras etapas, estas tecnologías han permitido la evolución de las operaciones textiles, pasando de métodos manuales a la producción en serie automatizada, lo que resulta en un incremento sustancial de la productividad y una mejora continua en la calidad del producto final.

El avance de la automatización y la robótica ha marcado una nueva era en la manufactura. Durante las décadas de 1970 y 1980, se vieron los primeros pasos significativos con la introducción de sistemas de control numérico computarizado (CNC) y los primeros robots industriales en fábricas, sentando las bases para una producción más controlada. Sin embargo, fue a partir de los años 2000 que la robótica y la automatización experimentaron una explosión a nivel mundial, impulsadas por la digitalización, la mejora en la inteligencia artificial y la conectividad, permitiendo sistemas mucho más complejos y adaptables.

Si bien la automatización beneficia enormemente a la industria al optimizar tiempos, reducir errores y mejorar la competitividad, también presenta desafíos. Estos incluyen la inversión inicial elevada, la necesidad de recalificar al personal para operar y mantener estas tecnologías, y el potencial impacto en el empleo si no se gestiona adecuadamente la transición laboral. En este contexto de rápida evolución global, Argentina no ha sido ajena a esta tendencia, incorporando progresivamente estas innovaciones para modernizar su sector textil y potenciar su competitividad, adaptándose a las demandas de un mercado cada vez más tecnificado y eficiente, y enfrentando a la vez sus propios retos en la implementación.

Introducción

En la actualidad, la industria textil es conocida como una industria global. Los productos textiles están compuestos de diferentes tipos de fibras, hilos y telas. Históricamente,, por lo que continuamente diversos investigadores y empresarios han comenzado a enfocarse en varios tipos de equipos modernos y avanzados, con el fin de mejorar la calidad del producto y en propiciar una mayor producción.

Uno de los temas que más dominio en el mundo empresarial ha ganado es la automatización de procesos. Y como no podría ser de otra manera, también la automatización en la industria textil ha generado nuevas aplicaciones que están cambiando la forma de producir en el sector, y que ha facilitado exponencialmente el proceso de confección como nunca antes.

La automatización cumplirá un rol fundamental en las fases de acabado, tejido, teñido y estampación con el objetivo de aumentar la productividad, competitividad y autoridad de la empresa textil ante el mercado. En este artículo, vamos a profundizar en los principales procesos de automatización en la industria textil y cómo su implementación actual está revolucionando el mundo de la moda.

1 ¿Qué es la automatización?

Como primera medida, la automatización es un proceso de mecanización donde es posible aumentar la producción de fábrica fácilmente en menos tiempo y con alta eficiencia a través del uso de equipos automatizados y tecnología moderna. La automatización de procesos hace referencia a la reducción de la carga de trabajo de las personas en diferentes sectores de la fábrica mediante la coordinación con diferentes máquinas con la ayuda del control automático.

Como resultado de este proceso, se producen más productos textiles en menos tiempo y con menos mano de obra. Entonces, en otras palabras, la automatización es una mecanización o la acción de que las cosas se hagan automáticamente. El uso de la automatización en la industria textil se remonta a las materias primas textiles como el desmotado, el hilado, el tejido, el teñido, la impresión y la industria de la confección.

1.2 Impacto de la automatización en la industria textil

Para sobrevivir en la competencia, tienes que estar constantemente familiarizado/a con nuevos equipos y tecnología. En la actualidad, uno de esos problemas es la

automatización. De esta forma, los empresarios del sector de la confección han comenzado recientemente a utilizar dispositivos automáticos en la fábrica.

El uso de tecnología avanzada ayuda significativamente a reducir los costos de producción y ofrece beneficios indirectos en términos de productividad y tiempos de entrega acotados. La automatización se está utilizando con mayor regularidad en la sección de costura, también se inició en el desarrollo de productos y procesos de fabricación como el muestreo 3D, AutoCAD, cortador automático, entre otros.

Las máquinas con sensores de alta tecnología, los lectores de códigos de barras también se están utilizando en diferentes fábricas. Por lo tanto, no hay duda de que se producirán importantes cambios en esta industria en los próximos años. En este sentido, para sobrevivir en el mercado de la industria de la confección, se debe prestar especial atención a la automatización junto con la mejora de la calidad de las fábricas, porque en la actualidad, el negocio del sector textil busca reducir los tiempos de producción y la automatización ofrece ventajas en la industria textil.

En la *Figura 1*, detallamos las principales ventajas de la automatización de procesos y cómo impactan en la industria textil.

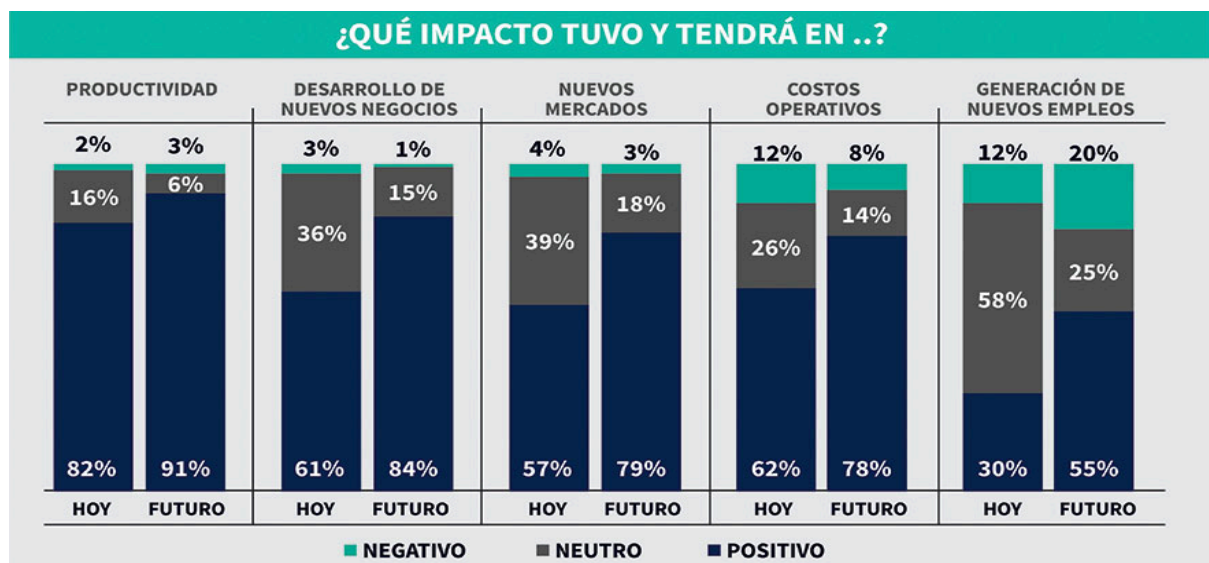


Figura 1 Impacto de la automatización

1.3 Mejora de la calidad del producto

La automatización está aplicándose en la producción para mejorar los procesos y la calidad final de los productos. Al trabajar manualmente, siempre existía el riesgo de cometer errores de diversa índole. Es aquí donde la automatización ha logrado reducir en gran medida ese temor.

1.4 Ahorro de costos.

En muchos casos, la aplicación de la automatización en la industria textil puede reducir la cantidad de trabajadores en planta permitiendo realizar las mismas tareas que antes se hacían con 30 o 40 personas pero con la mitad, además de que los tiempos de ejecución también se reducirán. Esta realidad contribuye a la permanencia de talentos que realmente ofrezcan valor y logren aprender a utilizar la automatización de la manera más eficiente posible.

1.5 Tiempos de entrega automatizando sus procesos más críticos.

En definitiva, la automatización en la industria textil está cambiando el paradigma de la confección de ropa, permitiendo que ahora se produzca más cantidad, se venda más, los procesos sean más eficientes y los acabados de las telas sean de mejor calidad para el consumidor final. Al final del día, la producción textil habrá logrado mejorar exponencialmente los procesos de fabricación facilitando el trabajo de los operarios y aumentando la productividad sin tener que contratar más personal. Por consiguiente, la automatización es escalable a largo plazo.

1.6 Ventajas de la Automatización en la industria textil

La automatización hizo posible que se realizarán las mismas tareas pero con menos horas de trabajo para los empleados. Por ejemplo, inventos como la desmotadora de algodón de Eli Whitney hicieron posible separar las semillas del algodón sin necesidad de mano de obra. Se crearon inventos similares de automatización con el propósito de hacer que los trabajos relacionados con los textiles fueran más fáciles de realizar y con menos mano de obra humana.

1.6.1 Condiciones de trabajo más seguras

La automatización en la industria textil ha proporcionado condiciones de trabajo más seguras para los empleados. La industria textil es conocida por transformar diversas

telas y fibras en tejidos. Este proceso a menudo incluye el teñido y el hilado, que son procesos textiles que pueden ser relativamente peligrosos para una persona. La automatización ha creado equipos para manejar la mayor parte de estos procesos, haciendo que las condiciones de trabajo sean más seguras para todos en la industria textil.

1.6.2 Producto de mayor calidad

Como en cualquier industria, los productos de alta calidad están por encima de todo. Lo mismo ocurre con la industria textil, y la automatización lo hace posible. Cuando a los humanos se les asigna un deber, siempre hay margen para el error por varias razones, no se sienten bien, venganzas personales de la empresa, etc. Aunque hay momentos en que pueden ocurrir errores con el equipo, todavía hay una probabilidad mucho menor. por error que cuando los humanos realizan el mismo trabajo.

Por ejemplo, si un empleado tuviera que separar las semillas del algodón manualmente, siempre puede existir la posibilidad de que la persona se canse o tal vez simplemente no tenga la capacidad de completar el trabajo correctamente. Esto significa que es posible que no se haga lo mejor que pueda.

1.7 Desventajas de la automatización en la industria textil

En muchas partes del mundo, la industria textil puede pagar por debajo del promedio por trabajos realizados por humanos. El uso de la automatización incluye maquinaria y equipo que normalmente tendrán un alto costo. Debido a las diversas partes del equipo y la capacidad de realizar múltiples tareas simultáneamente, los costos a menudo pueden oscilar entre miles e incluso millones de dólares.

1.7.1 Nivel de habilidad reducido de los trabajadores

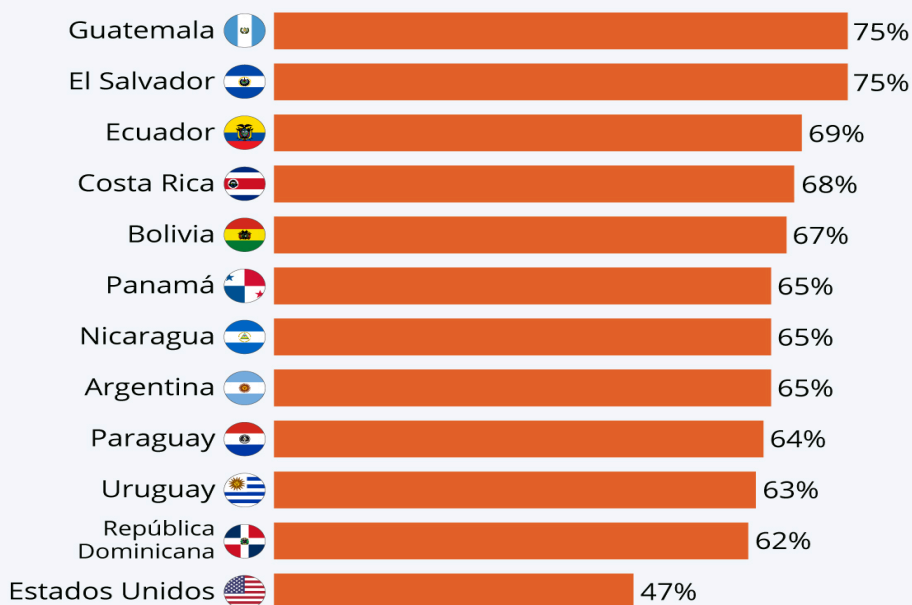
Con la automatización completando la mayor parte de las tareas en la industria textil, no hay necesidad de que las empresas busquen empleados altamente calificados para realizar las tareas laborales. Esta falta de conocimiento y experiencia puede resultar costosa en ciertas situaciones. Por ejemplo, un trabajador altamente calificado puede resolver un problema con el equipo o la maquinaria que no funciona correctamente. Por otro lado, es posible que los trabajadores poco calificados no puedan corregir el mal funcionamiento con la automatización y esto podría costarle a la empresa lo que más duele: en los bolsillos.

1.7.2 Impacto del desempleo con la automatización

La automatización en la industria textil puede tener un impacto significativo en el desempleo, principalmente al reemplazar tareas rutinarias y manuales con máquinas y robots. Esto puede resultar en la pérdida de empleos para los trabajadores en áreas como la producción, la costura y el manejo de materiales, aunque también puede generar nuevos puestos de trabajo en áreas como la programación, el mantenimiento y la gestión de la automatización.

El impacto de la automatización en el empleo

Porcentaje de trabajadores en ocupaciones con alto riesgo de ser reemplazados por robots



Países americanos seleccionados
Fuentes: Micco y Soler, BID (2020)

Impacto de la automatización y la tecnología en el empleo

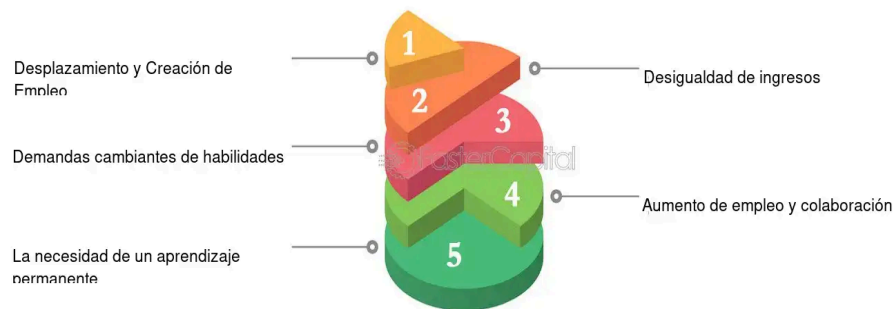


Figura 1.1 Gráficos del impacto del desempleo debido a la automatización.

1.8 La automatización transformó la industria textil

En los últimos siglos, la automatización ha cambiado la forma en que se ha desempeñado la industria textil. En pocas palabras, la automatización facilitó la vida en la industria textil debido a varios inventos. Además de la desmotadora de algodón antes mencionada, echemos un vistazo a algunos de los inventos que cambiaron la industria textil para siempre.

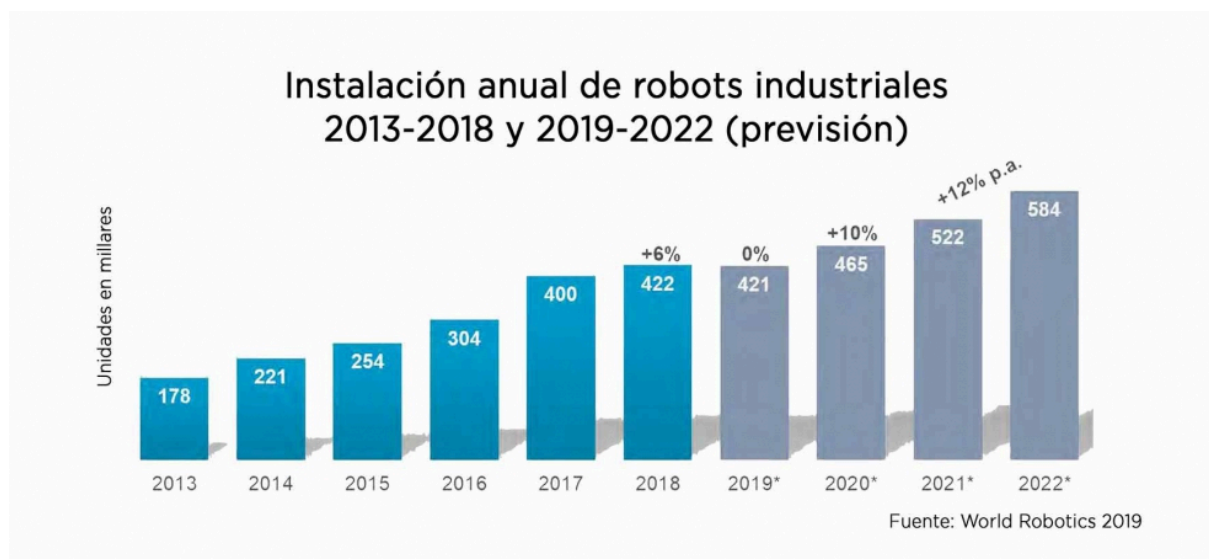


Figura 1.2 Automatización en la industria

La lanzadera voladora: un invento que ayudó a tejer telas juntas más rápido.

El Telar Mecánico: Un invento que unía hilos para hacer tela y tejido.

La rueda de agua: una creación que usó agua que fluía libremente y la convirtió en energía.

La máquina de vapor: un invento que convierte el vapor en un fluido de trabajo para otros dispositivos.

1.9 Resumen de la automatización

La automatización en la industria textil se define como el equipo y la maquinaria utilizados para hacer más eficiente la producción. Algunas de las ventajas de la automatización incluyen menos horas de trabajo para la misma producción, condiciones de trabajo más seguras y productos de mayor calidad. Algunas de las desventajas incluyen una alta inversión, un nivel reducido de habilidades de los trabajadores y desempleo.

Una cosa es segura, la automatización ha transformado la industria textil en los últimos siglos. Algunos de los inventos que han dado forma a la industria incluyen la lanzadera voladora, el telar mecánico, la rueda hidráulica y la máquina de vapor.

2 Objetivos del proyecto

2.1 Objetivo general:

El objetivo de este proyecto es desarrollar un prototipo de máquina encimadora automatizada que mejore la eficiencia operativa, aumente la precisión y reduzca el esfuerzo físico y los riesgos laborales de los operarios en la industria textil. Con la implementación de tecnologías de control y automatización, se espera lograr una solución eficiente y segura para la producción textil.

2.2 Objetivos específicos:

- **Optimizar la producción textil:** Reducir la dependencia del trabajo manual y mejorar la uniformidad en el encimado de telas.

- **Diseñar e implementar un sistema de control:** Basado en microcontroladores (Arduino Uno) para el control preciso de los motores y servomotores involucrados en el proceso.
- **Utilizar motores paso a paso y servomotores:** Para garantizar estabilidad, precisión y repetibilidad en el movimiento de la tela.
- **Programar el microcontrolador:** Con librerías especializadas para lograr un control eficiente del sistema de encimado.
- **Minimizar riesgos laborales:** Reducir la carga física de los operarios y mejorar la seguridad en el entorno de trabajo.
- **Proporcionar una solución accesible y adaptable:** Para su implementación en distintos entornos de la industria textil.



Figura 1.3 Encimadora de tela manual

3 ¿Que es una encimadora de tela manual?

La máquina tendedora de tela manual es un equipo diseñado para la preparación eficiente de tejidos antes del proceso de corte. Su función principal es extender la tela de manera uniforme, reduciendo arrugas y mejorando la precisión en la producción textil. Es muy utilizado cuando se necesitan varias piezas iguales (por ejemplo, para fabricar ropa en serie).

3.1 Características principales:

Estructura: Fabricada en acero o aluminio para garantizar resistencia y estabilidad.

Sistema de rodillos: Permite un desplazamiento fluido de la tela, evitando pliegues indeseados.

Tensión manual: Ofrece control sobre la presión aplicada al tejido para asegurar una extensión uniforme.

Compatibilidad: Apta para distintos tipos de materiales, como algodón, poliéster y mezclas sintéticas.

Facilidad de uso: Su diseño ergonómico permite un manejo intuitivo por parte del operario.

3.2 Funcionamiento de la encimadora de tela

1.Colocación del rollo de tela: El rollo de tela se monta en un soporte (puede ser un eje simple o una estructura más elaborada).

2.Desenrollar y extender: A mano, jalas la tela sobre una mesa de corte grande. Vas estirando de manera uniforme para que no haya arrugas ni pliegues.

3.Alinear la tela: Hay que asegurarse de que los bordes de la tela queden alineados, a veces usando marcas o reglas en la mesa.

4.Encimar capas: Se repite el proceso varias veces, colocando capa sobre capa, hasta tener el número de capas deseado para el corte.

5.Cortar o marcar: Una vez encimada la cantidad necesaria, se marcan los moldes sobre la tela y se corta todo junto. Se repite el proceso varias veces, colocando capa sobre capa, hasta tener el número de capas deseado para el corte.



Figura 1.4 Encimadora de tela de tres rollos.

4 Construcción y armado de encimadora automatica

4.1 Investigación y referencia.

Se investigó si habían en el mercado máquinas de encimar telas automáticas y cuales estaban en funcionamiento en las distintas fábricas de confección de indumentaria.

Las referencias que usamos para la construcción de la encimadora de tela fueron las encimadoras manuales que están funcionando en la mayoría de las fábricas de confección de indumentaria.



Figura 1.5 Encimadora manual de un rollo

Conceptualización:

Nuestro boceto inicial fue:

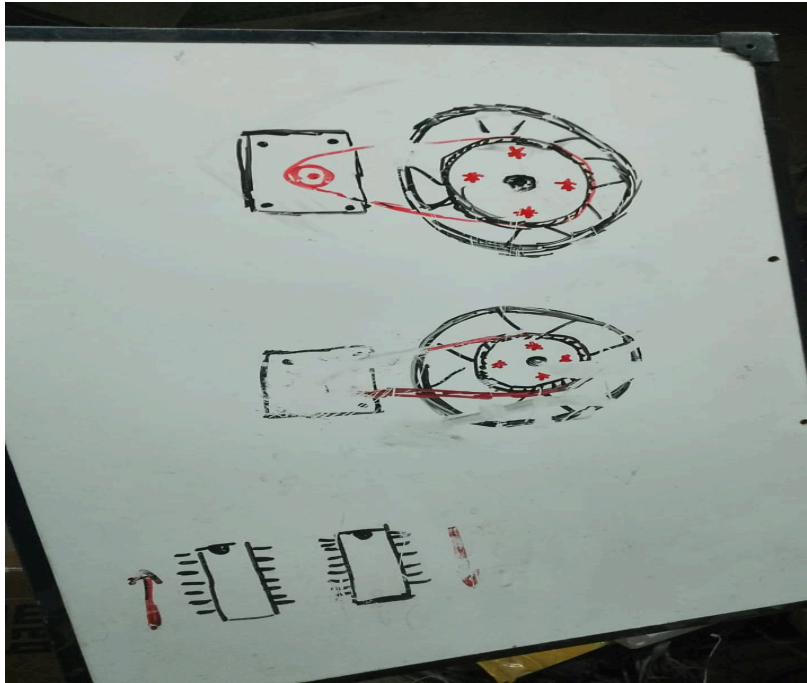


Figura 1.6 diseño de ruedas de la encimadora

4.2 Construcción

Preparación de materiales: los materiales los fuimos recolectando de diferentes partes de aparatos en desuso y el aluminio lo juntamos de distintos sobrantes de construcciones en terminación (mano de obra fina) usamos tornillos (distintos tipos de tamaños) escuadra o ángulo de soporte (distintos tipos de tamaño), remaches, tornillos y tuerca, arandelas, tornillos de precisión, tuercas de precisión.

4.3 Encimadora a tamaño prototipo

El diseño fue cambiando desde el tamaño (de grande a pequeño) hasta las funcionalidades del mismo porque algunas no se podían realizar.

Como se observa en la *Figura 1.7* se hizo un diseño del chasis el cual era demasiado grande. Ya en la *Figura 1.8* es como finalmente se utilizó el chasis.

Nos basamos en la forma de las encimadoras manuales. Las dimensiones las pasamos a una escala menor para poder realizar su funcionamiento.

La funcionalidad de la misma es encimar telas de forma continua hasta que cumpla su cantidad.



Figura 1.7 Primer diseño del chasis (muy grande).



Figura 1.8 Tamaño que se utilizó de chasis

4.4 Herramientas y equipos

Las herramientas que utilizamos fueron: martillo, llave francesa, metro, destornilladores, pinzas, remachadora, taladro, amoladora para cortar planchas de hierro y distintos materiales.

Se utilizaron estas debido que son las que teníamos a nuestro alcance ya que a nivel escala industrial se utilizarían otros tipos de herramientas mucho más profesionales y con un manejo más difícil de las mismas (como por ej. Tornos, cortadoras de hierro, dobladoras de hierro, soldadoras a fundición, etc.).



Figura 1.9 Herramientas que se utilizaron

4.5 Procesos de ensamblaje

Se seleccionaron unas planchas de chapa lisa las cuales marcamos las medidas y cortamos para los laterales de nuestra máquina.



Figura 2.0 Armado de la carrocería con planchas de chapa lisa

Se seleccionaron perfiles de aluminio tipo U y se cortaron a medida para usarlos como rieles para nuestra encimadora.



Figura 2.1 Rieles de la encimadora



Figura 2.2 Rieles completa

Se perforó distintos tipos de agujeros con el taladro para unir con tornillos y escuadras o ángulo de soporte en las distintas partes de la máquina así pudiendo realizar el unido de la máquina que realizamos.



Figura 2.3 Colocación de motores y ruedas en carrocería

4.6 Lista detallada de los materiales y cantidades:

- Chapa de metal por 6 metros por 1 mm
- 1 Perfil de aluminio tipo U (para rieles)
- 4 Ruedas con diámetro 10cm
- 2 Motores nema 17
- 2 Poleas de 5 mm con 16 dientes de
- 2 Correas gt2 de 160 dientes
- 1 Varilla de 2 metros por 5 mm inoxidable (para varios cortes)
- 18 Ángulo de soporte 4x3x1cm
- 60 Remaches para asegurar vías
- 8 Tornillos de 4 cm para asegurar vías
- 22 tornillos de 1 cm para asegurar carrito
- 15 arandelas de eje 8 mm por 2 cm de diámetro
- Un rollo de tela de 16cm x 10 metros
- 6 Rulemanes de 3 cm de diámetro por 8 mm de eje
- 6 Servomotores SG90

4.7 Proceso de selección y adquisición de materiales

Se preguntó en distintos tipos de ferretería si vendían todo a medida pero a precios muy altos, entonces tratamos de reducir esos costos muy elevados ya que el proyecto se trata de electronica y no de la construcción del aparato en sí, pero para su funcionamiento total necesitamos realizarlo en miniatura, entonces tratamos de juntar todos los materiales de donde podíamos y con menor costo. Lo seleccionamos viendo los estantes de las tiendas porque no tenemos ningún conocimiento previo de ningún material ya que casi todo está por mayor o en gran cantidad. Seleccionamos pequeñas chapas de distintos aparatos en desuso y sus carcasas metálicas no servían para parte de nuestro chasis de nuestro proyecto y el resto de material lo compramos en el mercado de pulgas.

4.8 Control de calidad

Las inspecciones realizadas durante el proceso de ensamblaje se cometieron muchos errores desde la elección de materiales de la carcasa de materiales de chasis, diámetro de ruedas, diámetro de poleas y potencia de motores. Y esto luego de la construcción nos llevó a acertar y corregir en casi todo el aspecto (y tamaño prototipo) de nuestra encimadora.

Los criterios que pusimos en este proyecto fue primero el funcionamiento perfecto de la máquina, desde su tarea básica hasta su tarea más compleja ya sea de

movimiento o funcionamiento de su parte electrónica en combinación con todos sus dispositivos combinados.

Las correcciones que hicimos fueron pequeñas diferencias ya que no teníamos conocimiento de nada en ferretería o ya sea en medidas o para transmisión de la potencia. Los ajustes que realizamos dieron como resultado un funcionamiento bueno para la encimadora.

4.9 Desarrollo

Se realizó un prototipo a escala real para la estimación de friselina pero como no se llegó, en el presupuesto a conseguir todas las partes de transmisión ya sea de potencia o movimiento estaban con un precio muy elevado y tuvimos la opción de hacer un prototipo en una escala menor pero con dimensiones bastante considerables para hacer su funcionamiento posible.

Lo que aprendimos es que no siempre se puede llegar a construir algo enteramente perfecto ya que conlleva conocimiento en otras áreas técnicas y estéticas. También se aprendió a decidir bien en grupo cada componente de la máquina para su funcionamiento óptimo. En total hubo 3 versiones de diseño pero se eligió la más prometedora para funcionar.

Los cambios que se realizaron en gran mayoría se fue dando por la cantidad de peso en la misma ya sea en chasis, electrónica, transmisión de movimiento de ruedas, etc.

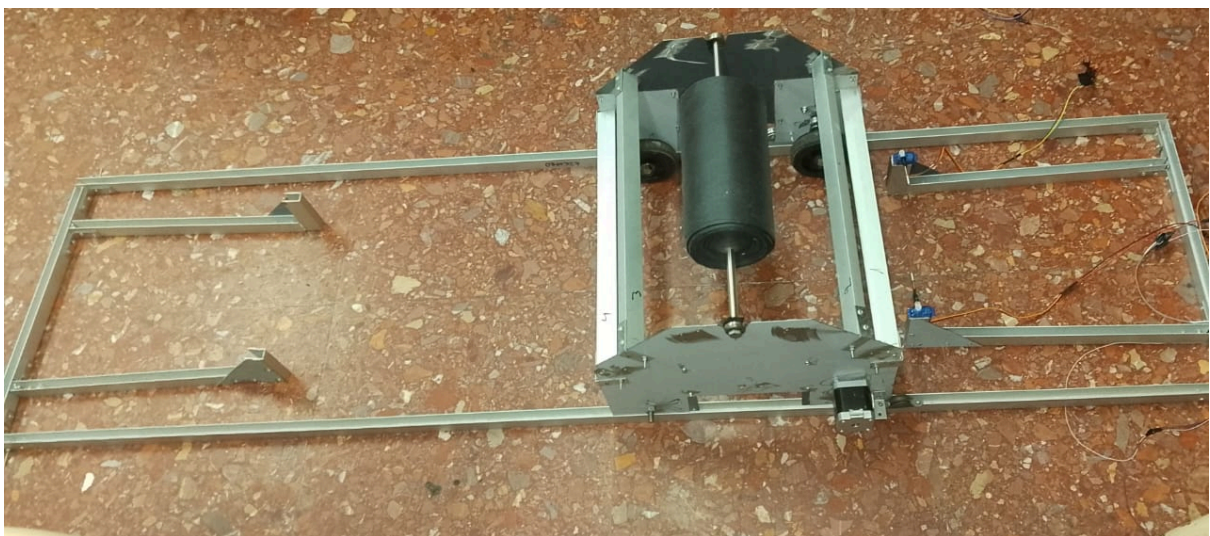


Figura 2.4 Encimadora totalmente armada sin equipo electrónico

4.9.1 Desafíos Técnicos y Soluciones

Durante las fases de diseño y pruebas, encontramos varios desafíos que requirieron ajustes y soluciones innovadoras:

Calentamiento de Drivers de Motor: Inicialmente, evaluamos el driver Pololu A4988 para los motores NEMA17, pero experimentamos un sobrecalentamiento considerable en el chip de control (IC), lo que afectaba su rendimiento y confiabilidad. Esto nos llevó a investigar alternativas y finalmente decidimos implementar el driver L298N. Aunque el L298N también presentaba tendencia al calentamiento bajo cargas elevadas, su robustez y mayor capacidad de corriente fueron más adecuadas para nuestras necesidades, implementando las conexiones necesarias para su funcionamiento óptimo.

Sincronización de Motores: Para asegurar el movimiento lineal y coordinado de la carrocería, fue indispensable utilizar dos motores NEMA17. La sincronización precisa de ambos motores fue un reto. Optamos por conectar los pines de control (IN1, IN2, IN3, IN4) de ambos módulos L298N en paralelo a los pines del Arduino Uno. Esta configuración, combinada con una cuidadosa programación, permitió que los motores operarán de manera unificada, evitando desviaciones en el movimiento.

Alimentación de Servomotores: Los servomotores SG90 requerían una corriente significativa para su operación (entre 100 mA y 750 mA), una demanda que el Arduino Uno no podía satisfacer directamente a través de su pin de 5V. Al intentar alimentarlos desde el Arduino, los servomotores producían un zumbido y no operaban correctamente. La solución fue diseñar e implementar una fuente de alimentación dedicada de 5V y 2A utilizando el regulador LM2576-ADJ, asegurando así la corriente necesaria para un funcionamiento estable.

Código en Arduino: El desarrollo del software para el Arduino Uno implicó un proceso de escritura y modificaciones. Se enfrentaron problemas iniciales en la lógica de control y la sincronización de movimientos, que requirieron extensas pruebas y modificaciones. La persistencia en el uso de las librerías Stepper.h y Servo.h fueron clave para lograr el comportamiento deseado de la máquina.

Estos desafíos nos permitieron profundizar en el conocimiento práctico de la electrónica y la programación, resultando en un prototipo más robusto y funcional.

5 ¿Que debemos utilizar para que nuestra carrocería se mueva?

Para poder mover nuestra encimadora de tela se deben utilizar dos motores. En nuestro caso NEMA17, pero para poder cambiar su velocidad, su dirección (horario y antihorario) y demás funciones se debe utilizar un puente H. Para la encimadora utilizamos un driver L298N, (controlado por el microcontrolador arduino uno) el cual actúa como un puente H dual debido a las 2 bobinas que utiliza el motor nema 17. Todo esto es en corriente continua.

5.1 ¿Qué es un Puente H?

Un Puente en H es un circuito electrónico que permite invertir la polaridad de tensión aplicada a una carga. Generalmente se usa para permitir a un motor eléctrico DC girar en ambos sentidos, avance y retroceso. Recibe su nombre por la forma en que se disponen los transistores o interruptores en el circuito, que simula la letra "H". Son ampliamente usados en robótica y como convertidores de potencia.

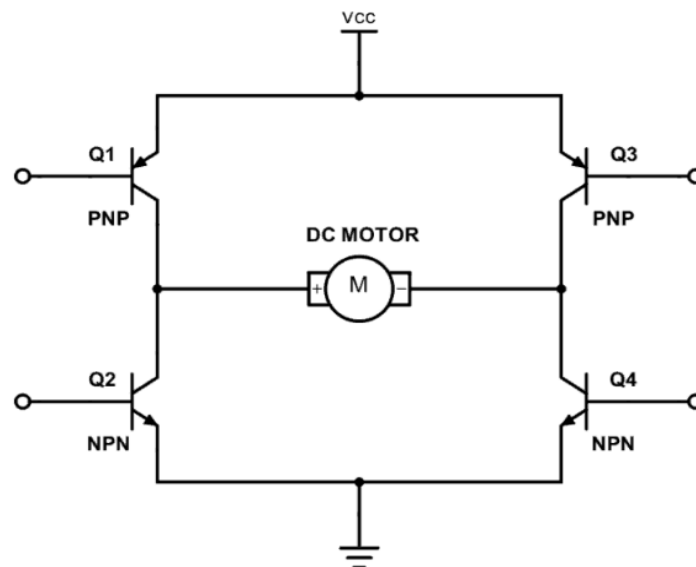


Figura 2.5 Esquema de un puente H

5.2 ¿Por qué se utilizó?

Se utilizó ya que es una forma práctica y muy eficiente de controlar motores con un microcontrolador como arduino, además facilita el proceso para invertir el giro del motor y poder variar su velocidad.

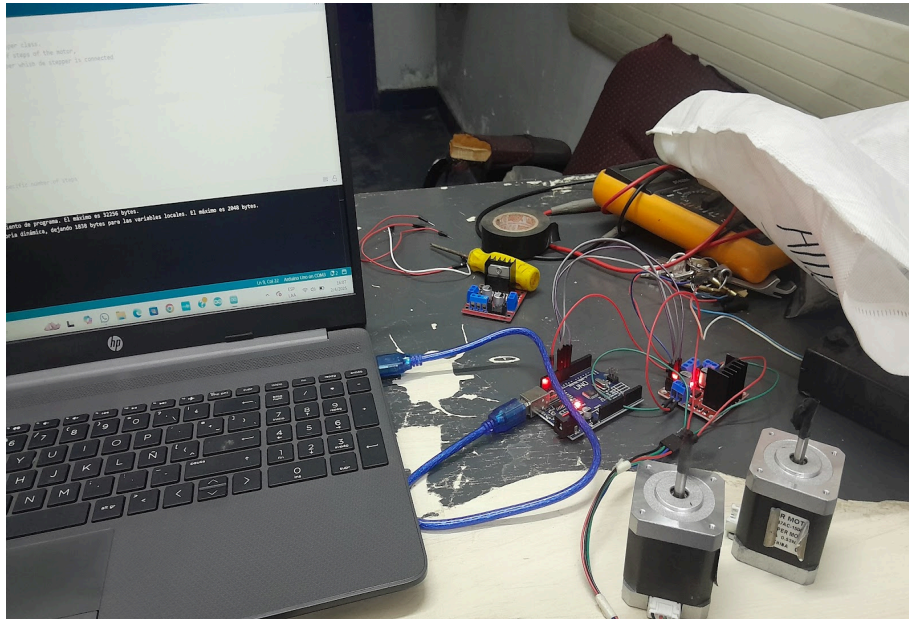


Figura 2.6 Prueba de L298n con NEMA 17 Y arduino

6 Motores y servomotores

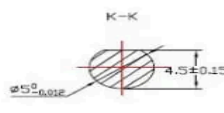
Se utilizaron motores paso a paso, ya que ofrecen gran precisión y gran torque para la rotación de los motores. Para controlarlos se debió utilizar un puente H, que se hace a través de un módulo driver (L298N) el cual permite controlar el giro y la velocidad del motor con mayor facilidad.

6.1 Cálculo y especificaciones de los motores nema17

Los motores nema17 que se utilizaron giran 1.8° por cada paso. Entonces para lograr un giro completo debemos hacer esta pequeña cuenta: $360^\circ / 1.8^\circ = 200$ pasos, esto es la cantidad de pasos que tiene que dar, los mismos para hacer un giro completo. También hay una versión del mismo que es de 0.9° por paso la cual es más precisa.

Los mismos pueden tener 6 o 4 cables para su conexión, los que se utilizaron son de 4, esto significa que el motor es bipolar. Tiene dos bobinas. El de 6 el motor es unipolar o un bipolar con derivación central.

Electrical Specifications

STEP ANGLE	1.8 ° /STEP	
RATED VOLTAGE	4.83 V	
CURRENT	0.84 A/PHASE	
RESISTANCE	5.75 Ω /PHASE	
INDUCTANCE	9.3 mH/PHASE	
HOLDING TORQUE	2.8 kg. cm	
INSULATION CLASS	B	

HYBRID STEPPING MOTOR MOD. 42HB34F08AB-01

Wiring Diagram:

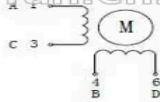
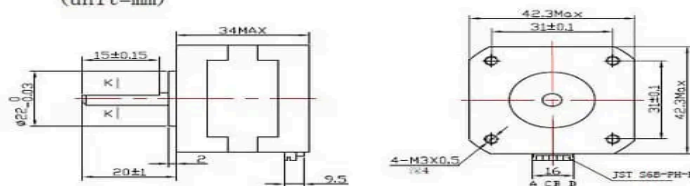
chinaflyfun.en.alibaba.com

 Dimensions:
(unit=mm)


Figura 2.7 Datasheet Nema17

6.2 Investigación sobre servomotores: ¿Que es?

Un servomotor es un motor eléctrico que hace accionar partes de una máquina con alta eficiencia y precisión. El servomotor trabaja junto con un sensor, también llamado encoder, que lo retroalimenta, es decir que le manda constantemente una señal de velocidad y posición exacta al servo. Esto permite calcular o aplicar la corrección necesaria para que el motor quede en la posición deseada y poder tener un control exacto evitando posibles variaciones.

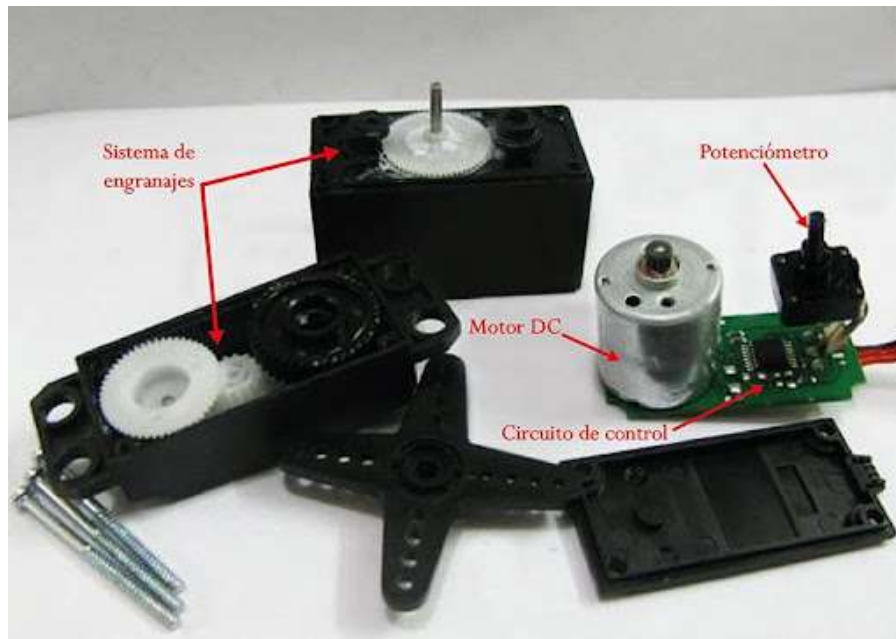


Figura 2.8 Partes de un servomotor.

6.3 Características de servomotor SG90

- **Peso soportado:** entre 1.2 y 1.6 Kg (bastante para su pequeño tamaño)
- **Ángulo de rotación:** 120°
- **Voltaje de operación:** 4 – 7.2v
- **Velocidad de giro a 4.8v:** 0.12 s/60°
- **Corriente de funcionamiento:** puede oscilar entre 100mA y 750mA

7 Proceso de diseño de fuente conmutada con un convertidor buck

Se utilizó un software(proteus) de automatización de diseño electrónico que permite a los diseñadores y desarrolladores crear y simular circuitos electrónicos, incluyendo aquellos con microcontroladores.

Se utilizó para poder diseñar la fuente conmutada para energizar nuestros módulos L298N.

La versión utilizada del proteus es 8.13.

7.1 ¿Qué es un buck converter?

El buck converter reduce la tensión de una forma eficiente. Se usa en circuitos para bajar el nivel de tensión desde una entrada a una salida menor. Funciona con un diseño que incluye MOSFET, IGBT o BJT como interruptores. Esto le permite ser muy eficiente, llegando a superar el 95% de eficacia.

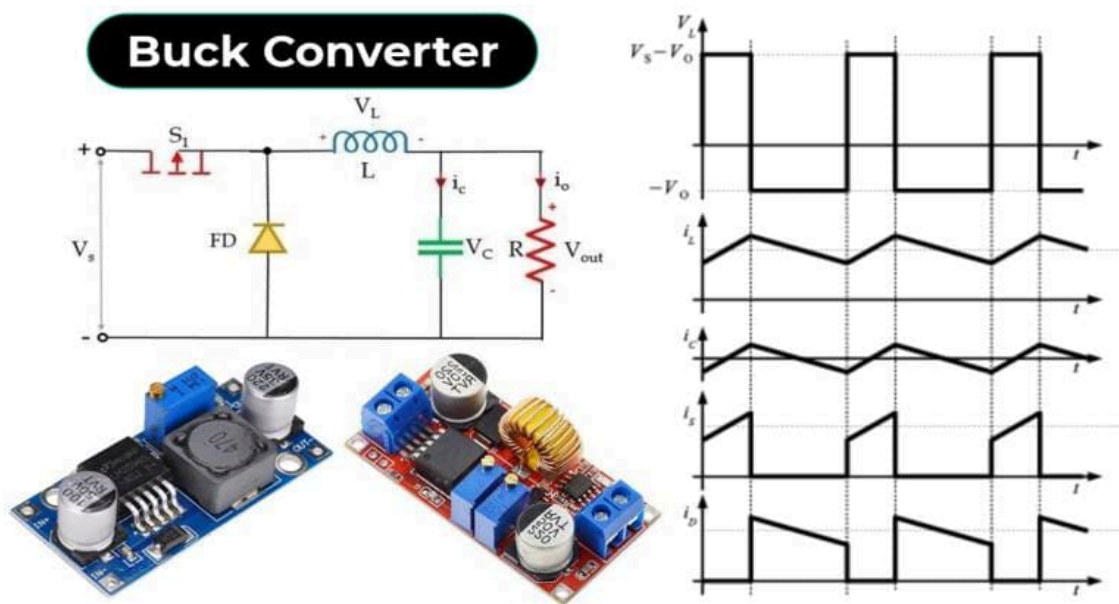


Figura 2.9 Diagrama del convertidor buck

7.2 Transformación de la onda senoidal a pulsante

Se utilizó un transformador de 15V, 3A para reducir la tensión proveniente de la red eléctrica 220V 50HZ. Luego se colocó un puente rectificador para que deje de ser una onda sinusoidal y se convierta en una onda pulsante.

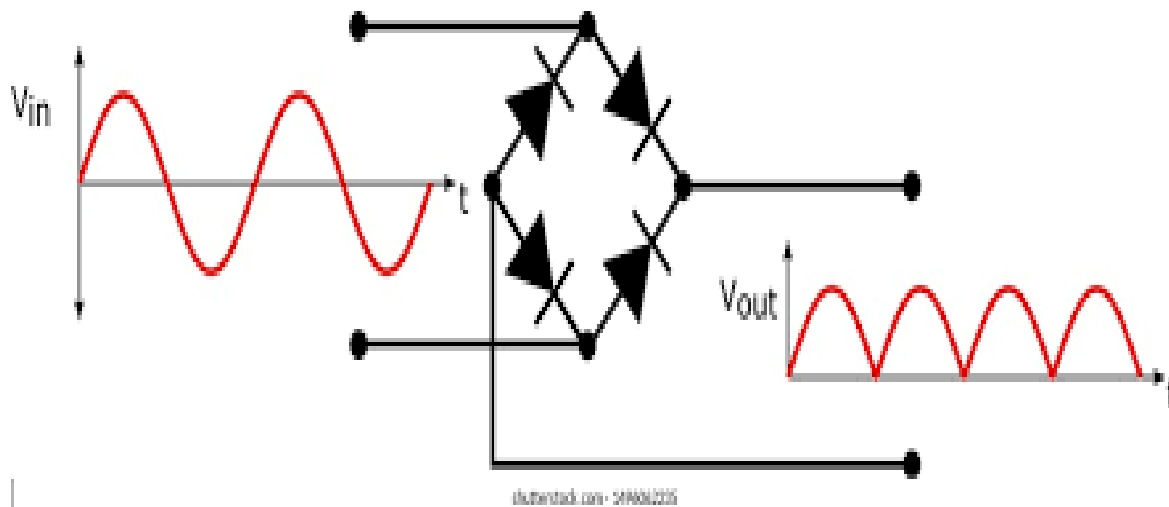


Figura 3.0 Transformación de la onda luego del puente rectificador

7.3 Pasaje de C.A a C.C

En la salida del transformador tenemos 15 Vrms (es el valor eficaz de una señal alterna), pero luego del puente rectificador y del capacitor electrolítico de 4700 μF en v_{out} tenemos una tensión aproximada de 21,21V que es el voltaje pico, con las caídas de tensión de los diodos (1.4V) quedaría un valor cercano a 19.8V.

La función que cumple el capacitor es reducir el rizado como se ve en la *Figura 3.1* en V_{out} a una señal que se parezca a una línea recta, lo que vendría a ser una corriente continua.

Se utilizó ese valor de capacitancia para que tenga el menor rizado posible, mayor valor menos rizado pero también aumenta su costo.

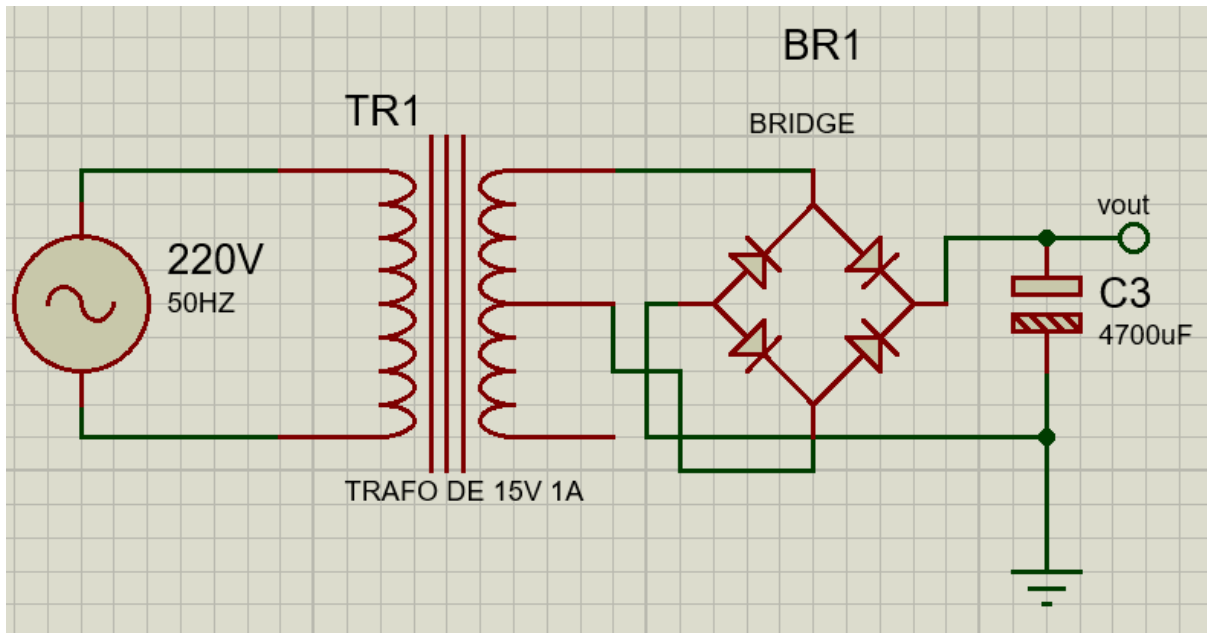


Figura 3.1 Pasaje de C.A a C.C

$$V_{\text{pico}} = V_{\text{RMS}} \times \sqrt{2} = 15V \times 1.414 \approx 21.2V$$

$$V_{\text{out}} \approx (15V \times 1.414) - 1.4V \approx 21.2V - 1.4V = \boxed{19.8V \text{ DC}}$$

7.4 Regulador lm2576-adj

Se utilizó el LM2576-ADJ ya que es capaz de convertir un voltaje alto de su entrada a uno menor en su salida. Opera a una frecuencia fija (52 KHz), lo que permite una salida de voltaje constante. Gracias a su capacidad para admitir diversos voltajes de entrada y ofrecer diversas opciones de salida.

A diferencia de los reguladores lineales (7812,7805) este tiene mayor eficiencia debido a que no disipa el exceso de potencia en forma de calor.

En la Figura 3.2 se ve un capacitor de 100uF en la entrada del Lm2576-adj que sirve para estabilizar el voltaje que le llega a la entrada del regulador, este valor se encuentra en la hoja de datos del lm2576-adj.

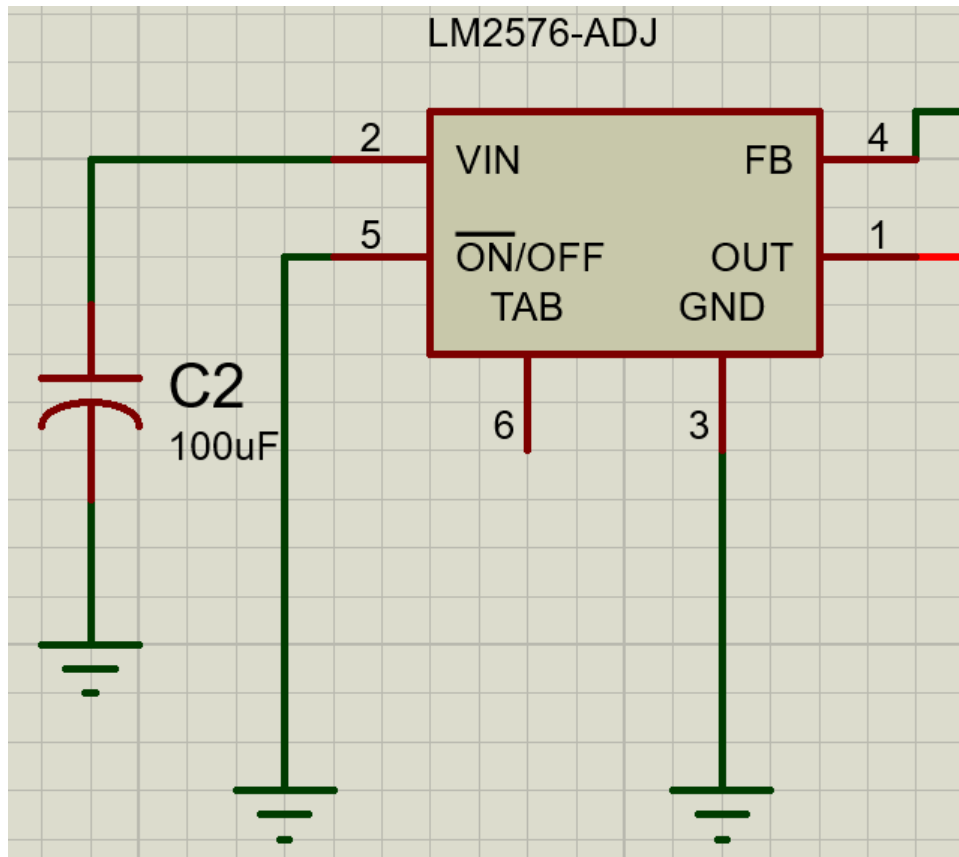


Figura 3.2 Regulador Lm2576-adj

7.5 Circuito L.C

La función que cumplen los componentes en la *Figura 3.3* son:

L1: Es una bobina que almacena energía en forma de campo magnético cuando el transistor interno del regulador está encendido. Cuando este se apaga libera la energía almacenada y hace que la corriente siga pasando por la carga.

Para obtener el valor del inductor se utilizó esta fórmula, donde ΔI_L es el 30% de la corriente de salida del regulador en nuestro caso es 0.9A. Se utilizó un valor comercial de 330uH para la bobina ya que nuestra salida tiene que ser de 12V para la alimentación de nuestros módulos L298N.

$$L = (V_i - V_o) \frac{V_o}{V_i} \frac{1}{f} \frac{1}{\Delta I_L}$$

$$L = \frac{19.8 - 12}{52000 \cdot 0.3} \cdot 0.606 = \frac{7.8}{15600} \cdot 0.606$$

$$L \approx 0.0005 \cdot 0.606 = \boxed{303 \mu H}$$

D2: El diodo hace que la corriente siga fluyendo en la misma dirección hacia la carga cuando el transistor interno se encuentra apagado. Se utilizó un diodo schottky 1N5822 ya que tiene que ser un diodo rapido y debe soportar 3A y más 37V que es lo máximo que puede entregar el regulador.

C1: Es un capacitor que se utiliza para bajar el rizado de la señal y también ayuda a la bobina a que la corriente le llegue a la carga. El valor del mismo se encuentra en la hoja de datos del Lm2576-adj.

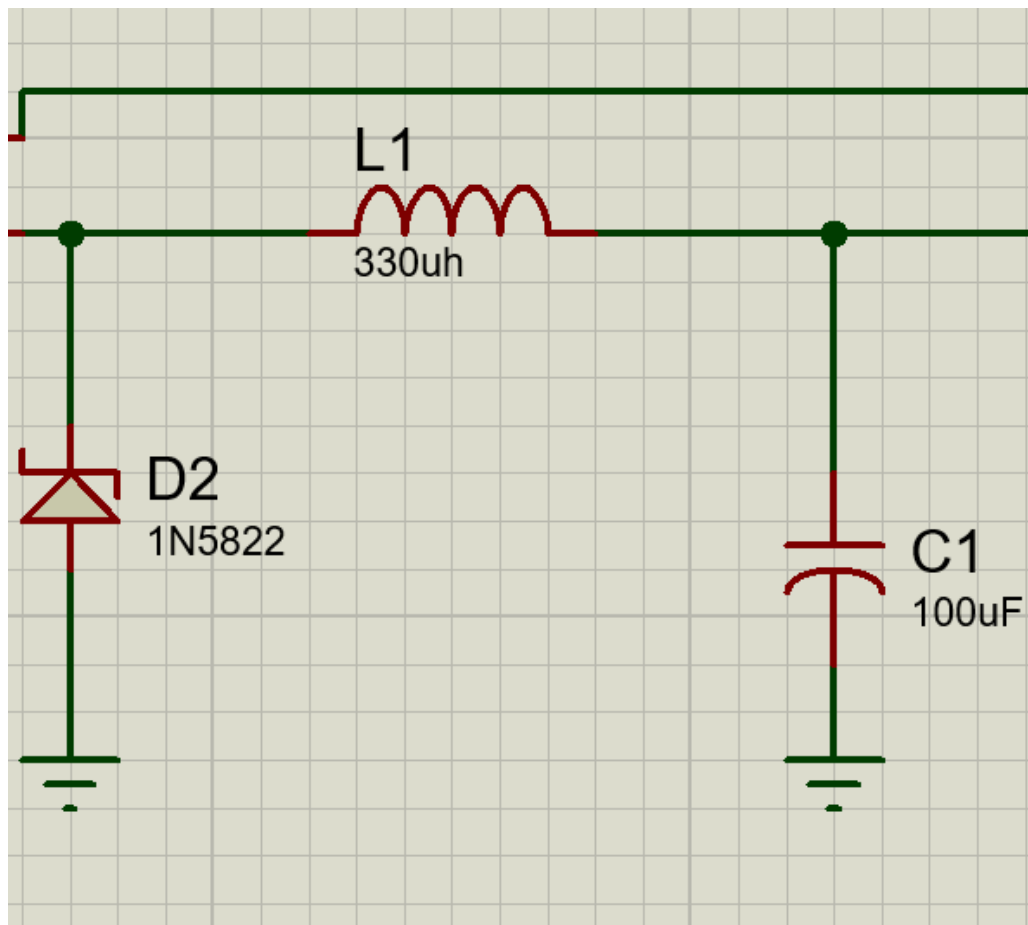


Figura 3.3 Circuito L-C

7.6 Divisor resistivo para la tensión de salida

Se utilizó un divisor resistivo para obtener el voltaje de salida del regulador, lo que hace es obtener un valor del voltaje de salida y lo envía al pin 4 (feedback) del LM2576-ADJ, luego el controlador compara esa tensión con una referencia interna y ajusta el duty cycle (ciclo de trabajo) para mantener su salida de tensión constante.

Se utilizó un potenciómetro (R2) ya que a la salida no es un voltaje fijo sino uno que va desde 1,3V hasta casi 18V aproximadamente que es lo que tiene de tensión a la entrada del regulador. La fórmula se encuentra en la hoja de datos para obtener el voltaje de salida.

$$V_{ref} = 1.25V$$

$$V_{out} = V_{ref} \cdot \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$$

$$V_{out} = 1.25 \cdot \left(1 + \frac{20000}{1200}\right) = 1.25 \cdot (1 + 16.67) \approx 1.25 \cdot 17.67 \approx \boxed{22.1V}$$

En nuestro caso el voltaje de salida no supera los 19V aproximadamente debido a que la tensión de entrada a nuestro regulador es de 19,8V aprox.

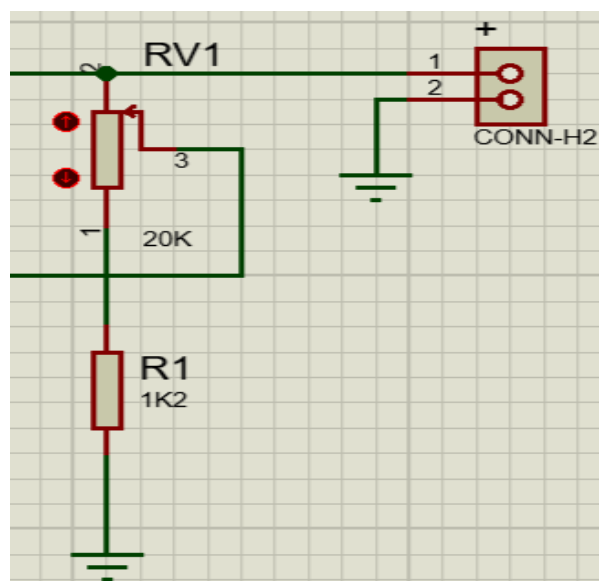


Figura 3.4 Divisor resistivo

7.7 Fuente fija 5V

Como se ve en la *Figura 3.5* se diseñó una fuente de 5V fijos solo para energizar los 2 servomotores, ya que si se utilizaba los 5V que tiene el microcontrolador arduino uno, los mismos no funcionaban debido a que necesitan mayor corriente que la que suministra el arduino uno.

Se necesitan entre 100mA y 750mA para que funcionen los servomotores (SG90).

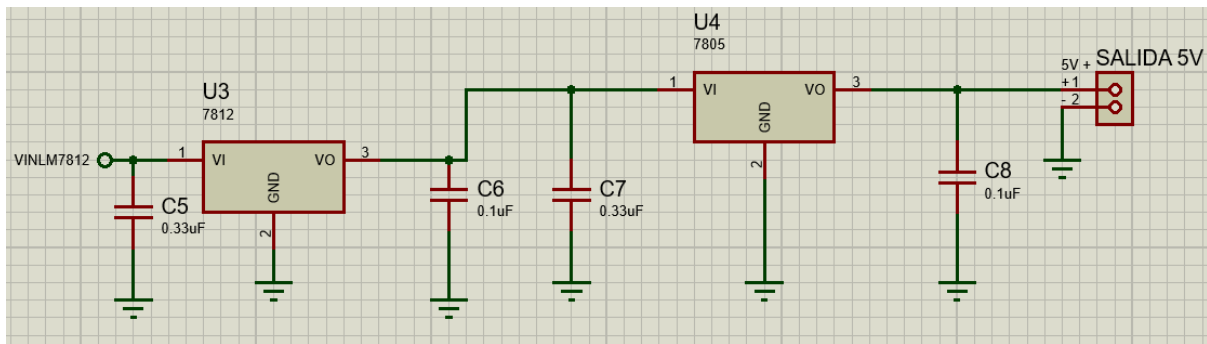


Figura 3.5 Fuente de 5V 1.5A fija

En la *Figura 3.6* muestra el microcontrolador(ATMEGA328) que se utilizó para programar el proyecto. Se utilizaron borneras para cada pin específico del microcontrolador, para que sea más fácil su conexión en el proyecto.

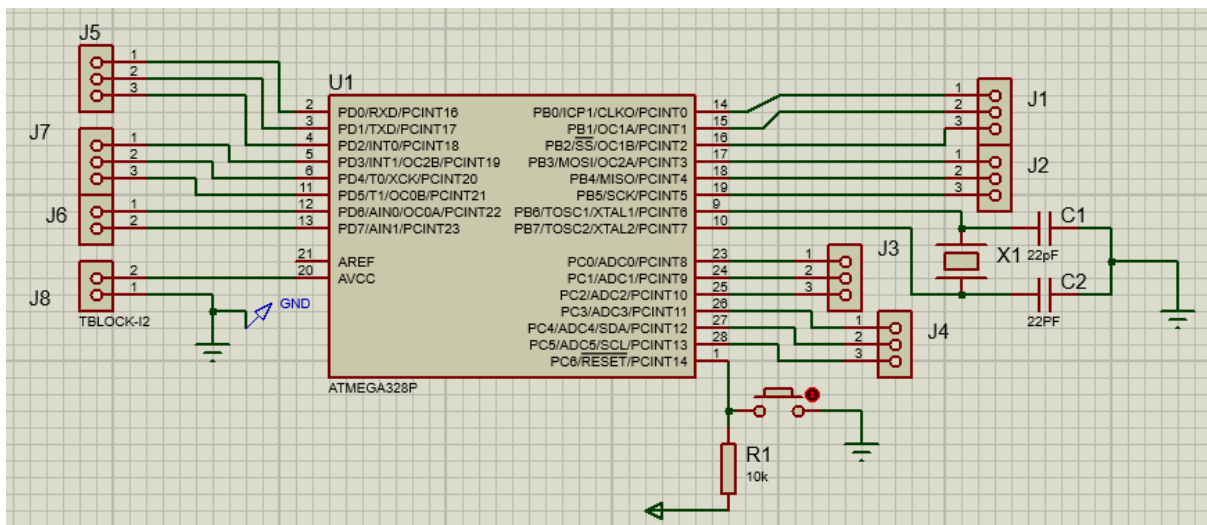


Figura 3.6 ATMEGA328

Lo que se ve en la *Figura 3.7* es lo que se encarga de controlar a la encimadora de tela con los componentes que se mencionaron anteriormente. Que serán nombrados y explicados su funcionamiento posteriormente.

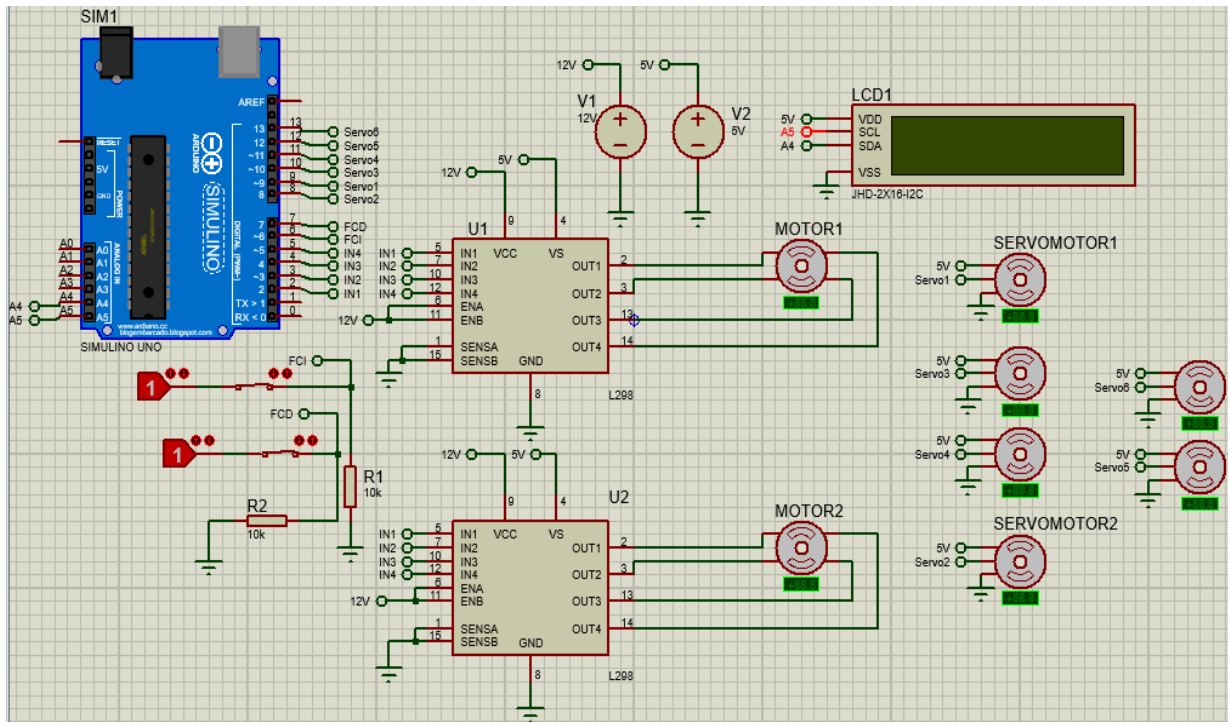


Figura 3.7 Esquema del circuito controlador de la encimadora de tela

8 Principales componentes utilizados

Para el diseño y construcción del prototipo de encimadora de tela automatizada, se han seleccionado componentes electrónicos que garantizan precisión, estabilidad y facilidad de control. A continuación, se detallan los elementos principales utilizados en el proyecto.

8.1 Microcontrolador - Arduino Uno

El Arduino Uno es el cerebro del sistema de automatización. Se encarga de procesar las señales enviadas por los sensores y controlar el funcionamiento de los motores paso a paso y los servomotores. Su facilidad de programación y amplia compatibilidad con módulos adicionales lo convierten en la opción ideal para este proyecto.

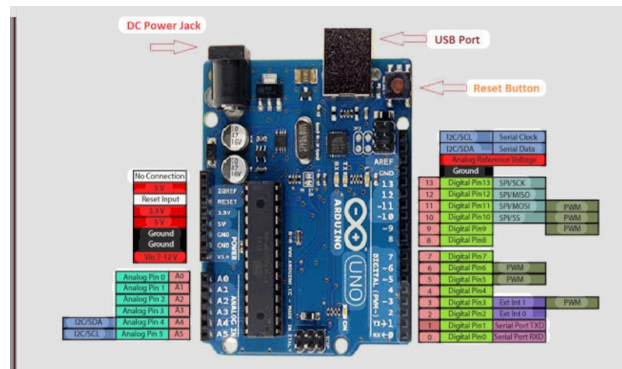


Figura 3.8 Arduino Uno

8.2 Motores Paso a Paso - NEMA 17

Se han utilizado motores paso a paso NEMA 17 debido a su precisión y capacidad de torque. Son ideales para controlar el movimiento de la tela de manera uniforme y repetitiva, asegurando que el encimado se realice sin deformaciones. Cada motor tiene un ángulo de paso de 1.8° , lo que permite realizar 200 pasos para un giro completo.



Figura 3.9 Motor nema 17

8.3 Controlador de Motores - Driver L298N (Puentes H)

El módulo L298N actúa como puente H, permitiendo controlar la velocidad y dirección de los motores NEMA 17. Este controlador facilita la gestión del voltaje y corriente de los motores, asegurando un funcionamiento estable y eficiente.

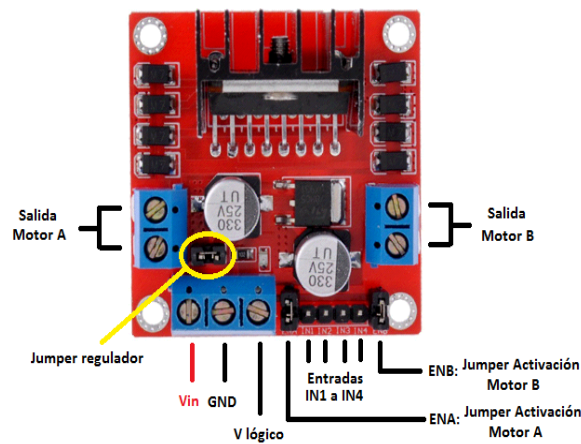


Figura 4.0 Módulo driver L298N

8.4 Servomotores

Se utilizaron cuatro servomotores sg90 que se encargan de sujetar la tela en los extremos del recorrido, evitando que se desplace de manera incorrecta. Su capacidad de posicionamiento preciso los hace ideales para esta tarea. Se utilizó el modelo que se ve en la *Figura 4.1* ya que gracias a su bajo consumo y el peso que soporta de 1.2 y 1.6 Kg hizo posible mantener la tela. También se utilizaron 2 servomotores MG995, uno en cada extremo para cuando el carro de tela este en un extremos se mueve el servo que se encuentra en el otro extremo y sostiene la tela cuando se abren los otros 2 servomotores SG90.



Figura 4.1a Servomotor MG995



Figura 4.1b Servomotor SG90

8.5 Finales de Carrera

Se utilizaron dos finales de carrera en los extremos del recorrido de la tela. Estos switches detectan el límite de desplazamiento y envían una señal al Arduino para detener el movimiento del motor y accionar los servomotores.

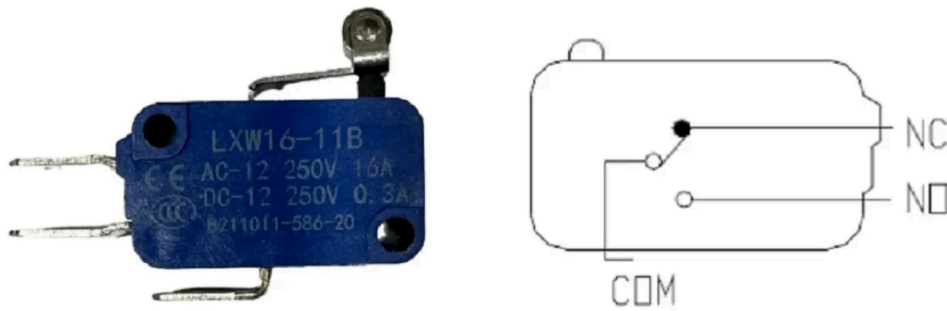


Figura 4.2 Final de carrera

8.6 Lcd 16X2 con I2C

Se utilizó un display lcd 16x2 con I2C (interfaz de comunicación serial), el cual nos permite utilizar menos pines para controlarlo con el arduino. El mismo nos indicará la cantidad de vueltas que hizo la encimadora.



Figura 4.3 LCD 16x2 con I2C.

8.7 Fuente de Alimentación

Para garantizar un suministro de energía estable, se ha diseñado una fuente de tensión con dos salidas:

- 12V 3A para alimentar el módulo L298N.
- 5V para energizar el Arduino Uno y los servomotores.

8.8 Software y Programación

La lógica del sistema ha sido implementada utilizando el IDE de Arduino, donde se han empleado dos librerías clave:

- **Stepper.h** para el control de los motores paso a paso.
- **Servo.h** para la gestión de los servomotores.

Estas herramientas permiten una programación optimizada y facilitan la comunicación entre los componentes del sistema.

8.9 Programación del arduino uno

Se programó el microcontrolador utilizando 2 librerías, una para el manejo del módulo driver (l298n) stepper.h y otra para mover los servomotores servo.h, ambas las encontramos en el ide de arduino.

9 Descripción de funcionamiento

Inicio del Movimiento: Los motores NEMA, controlados a través del módulo driver L298N y el Arduino UNO, comienzan a mover la tela de forma controlada hacia un extremo de la mesa de encimado.

Detección de Final de Recorrido: Cuando la tela alcanza el final del recorrido, activa un final de carrera (tiene un final de carrera en cada extremo)

Pausa y Acción de Servomotores: Al activarse el final de carrera, el Arduino detiene el avance de los motores y genera una pausa. Durante este tiempo, los servomotores realizan un movimiento que sirve para agarrar o sujetar la tela correctamente y luego cambia su dirección de giro y repite el mismo proceso pero hacia el lado contrario.

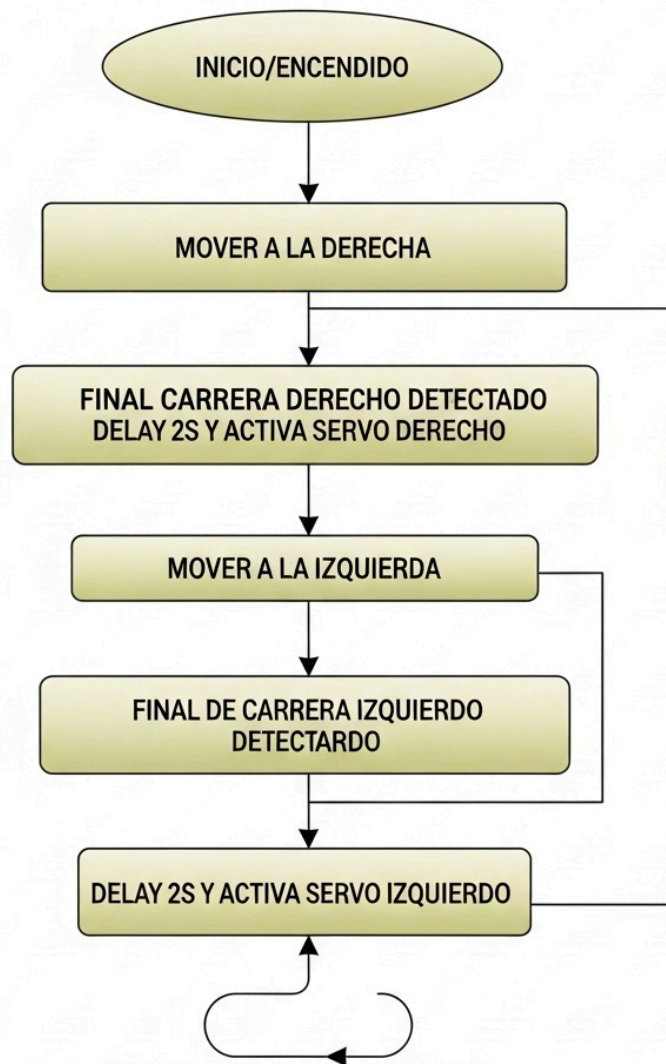


Figura 4.4 Diagrama de flujo de funcionamiento

9.1 L298N – Conexión y funcionamiento

En este proyecto utilizamos el módulo driver L298N (puente H) para controlar el motor NEMA 17 que mueve el carro de la encimadora de tela. La elección de este driver se basó en su simplicidad y disponibilidad, ya que permite controlar el motor con una fuente externa sin sobrecargar el Arduino. Esta elección se realizó después de evaluar otros drivers como el Pololu A4988, el cual presentaba un sobrecalentamiento significativo en su IC al operar con nuestros motores, comprometiendo su fiabilidad.

Características principales:

- La dirección de giro.
- Control de velocidad mediante PWM en los pines ENA y ENB.
- Soporta una tensión de alimentación de hasta 35V y corriente máxima de 2A por canal.
- Tiene dos canales de salida (OUT1–OUT2 y OUT3–OUT4), lo cual permite controlar un motor paso a paso bipolar (como el NEMA 17).
- Dispone de entradas lógicas IN1, IN2, IN3, IN4 para definir la dirección.

Función en el sistema:

El L298N actúa como intermediario entre el Arduino y el motor paso a paso. Recibe las señales de control desde el microcontrolador.

Esto es esencial, ya que el Arduino por sí solo no puede suministrar la corriente que el motor requiere.

Desventaja del L298N:

Una desventaja que tiene el puente H es que si comenzamos a variar su corriente o lo hacemos trabajar cerca de su corriente máxima, este controlador se calienta mucho. Cuando este se calienta empieza a fallar en su funcionamiento, como por ej en nuestro caso solo giraba en un sentido aunque se activaran alguno de los finales de carrera. Esta particularidad fue una lección aprendida importante y se consideró al diseñar la estrategia de operación para minimizar los periodos de alta carga.

9.2 Conexión de los módulos L298N

Para el funcionamiento de los dos motores NEMA17 se utilizaron 2 módulos driver L298N conectando los pines IN1,IN2,IN3,IN4 en paralelo para así poder mover los 2 motores al mismo tiempo.

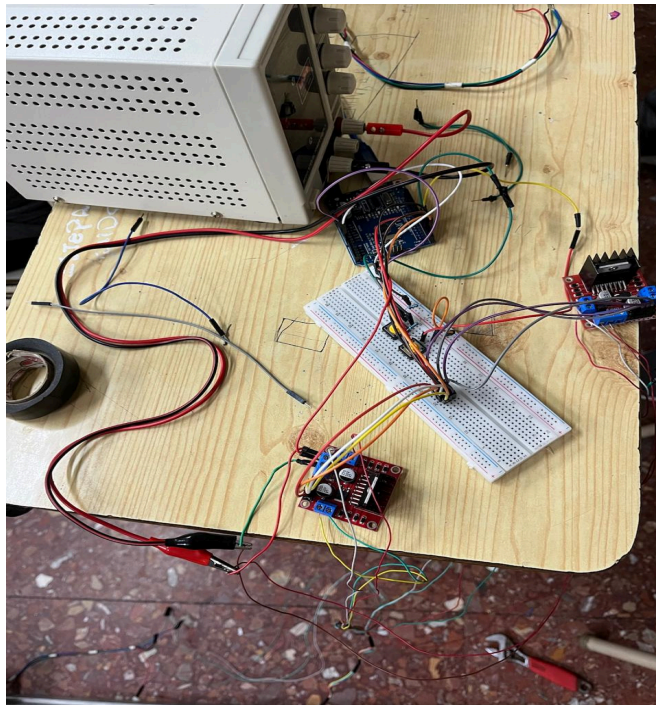


Figura 4.5 Conexión en paralelo de los módulo L298N

10 Armado de placas

Se diseñaron dos placas en proteus para el funcionamiento de la encimadora automatica.

- Como se mencionó anteriormente se diseñó una fuente conmutada regulable de 1.2v hasta unos 18v. En la misma placa también se colocó una salida de 5v exclusiva para la alimentación del ATMEGA328(microcontrolador de arduino). Esta se ve en la *figura 4.6* (la de la derecha).
- Para controlar la encimadora se utilizó el microcontrolador ATMEGA328. Al no usar la placa del arduino uno esto nos dio la posibilidad de que el armado sea más prolijo, además nos evitamos tener problemas con los falsos contactos en los conectores de la placa de arduino uno. La placa es la que se ve en la izquierda en la *Figura 4.6*.

Se tuvo que realizar la electrónica a su alrededor y esta consta de 2 capacitores de 22Pf cada uno, un oscilador a cristal de 16MHZ, una resistencia de 10k y se le puso una bornera para cada pin del microcontrolador tanto los digitales como los analogicos.

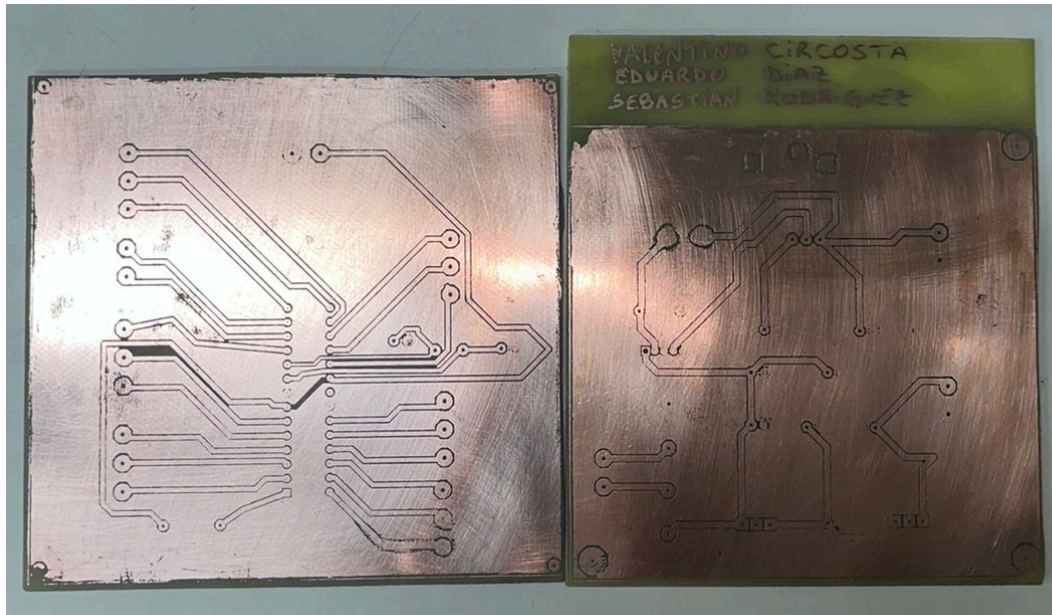


Figura 4.6 Placa del microcontrolador y fuente conmutada

11 Pruebas varias

Se realizaron numerosas pruebas del prototipo.

Como se ve en la *Figura 4.7* se realizaron pruebas con distintas calidades de tela, para ver cuál se ajustaba mejor a nuestro prototipo y pueda cumplir con el funcionamiento el cual se esperaba del mismo. Debido a la gran cantidad de pruebas nos encontramos con una gran cantidad de errores.



Figura 4.7

12 Armado del prototipo final

Lo que se ve en la *Figura 4.7* es la base donde nuestro carro con la tela se desplaza. En los extremos se ven los finales de carrera (uno en cada extremo) y sobre las guías metálicas se pueden observar los cuatro servomotores con sus respectivas varillas que ayudan a sostener y encimar las capas de tela.

En la misma *Figura 4.7* se ve la parte de control y la electrónica de la encimadora automática, como aún se estaba probando su correcto funcionamiento todavía se utilizaba la placa de arduino uno.

12.1 Dificultades encontradas en prototipo final

A la hora de armar, ensamblar y conectar las distintas placas y componentes electrónicos se tuvo una gran cantidad de problemas. No solo de problemas relacionados a la electrónica, sino también en cuanto a mecánica y ajustes generales.

- Problemas electrónicos:
 - Falsos contactos en los cables que se conectan en las borneras de la placa de arduino uno. Provocando así un funcionamiento no esperado en la encimadora automática. Se solucionó haciendo una placa solo con el microcontrolador de arduino (atmega328) y ponerle borneras de 2 y 3 polos a su alrededor para que hagan buen contacto.
 - Al principio como se ve en la *Figura 4.7* dos de los cuatro servomotores son de color negro diferentes a los otros dos, se utilizaron esos ya que tienen mejor torque que los azules, pero estos consumen el doble de corriente que los SG90 (Los azules) provocando que no funcionen. Por eso se optó por usar el SG90 ya que nos permite sujetar la tela y se le podía suministrar la corriente adecuadamente con nuestra fuente.
- Problemas de mecánica:
 - La tela se desalineaba a la hora de hacer su recorrido o se torcía, provocando así que no quede la tela en los servomotores haciendo que la misma no quede bien encima las capas una arriba de la otra. Entonces se debió amurar la tela y colocar en sus laterales unas trabas permitiendo que no salga de su eje.
 - Se debieron comprar unos rodamientos a medida para el correcto funcionamiento de los motores paso a paso, ya que con medidas estándar no quedaban bien sujetos a la correa lo que provocaba una fricción entre sus rodamientos.

- Problemas de ajuste y calibración:

Cuando se activaba un final de carrera el carro se detenía y no avanzaba, solo avanzaba y seguía haciendo las funciones (como por ej mover los servo y que el lcd siga contando) si lo movíamos manualmente para que deje de estar activado el final de carrera. Esto se daba por un problema en el código, estaba programado como si fueran pulsadores/botones y eso hacía que no siga su recorrido al accionarse uno de ellos. Se tuvo que utilizar flancos descendentes en la programación para solucionarlo.
- Organización de espacio y cableado:

Como se ve en la *Figura 4.8* nuestra encimadora requiere de muchos cables debido a todos los componentes que se utilizaron. Esto nos perjudicó ya que cuando se tenía alguna falla, determinar cual era lo que fallaba con todos esos cables se volvía tedioso y muy difícil de encontrar. Por eso se utilizaron borneras para las conexión y cables de instalación como un 8X1, o 4X1 que es un cable que tiene 8 o 4 conductores dentro de una sola funda .

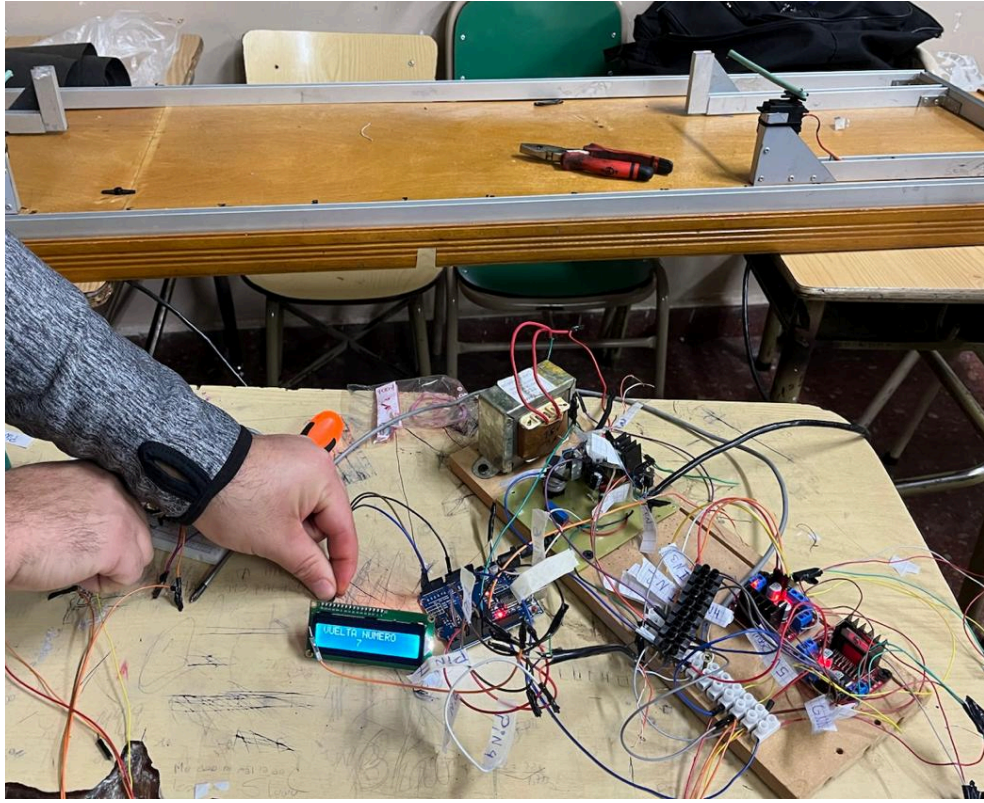


Figura 4.8

Conclusión

A lo largo del desarrollo de este proyecto, se ha logrado diseñar, construir y programar un prototipo de máquina encimadora automatizada, abordando la problemática de la eficiencia y el esfuerzo físico en el proceso manual de encimado de telas. La integración de conocimientos de electrónica, control de motores y programación de microcontroladores ha sido fundamental para alcanzar los objetivos propuestos.

El prototipo resultante, aunque a escala reducida, demuestra la factibilidad de automatizar las tareas clave del encimado, desde el movimiento continuo de la tela hasta su sujeción precisa.

El proceso de desarrollo no estuvo exento de desafíos significativos. La selección de drivers de motor adecuados fue crucial, identificando que el Pololu A4988 presentaba sobrecalentamiento en su IC, lo que nos llevó a optar por el L298N. Sin embargo, este último también mostró tendencia a calentarse al operar cerca de su corriente máxima, afectando la estabilidad del sistema, una limitación que se abordó en la medida de lo posible. Además, la sincronización de los motores NEMA17 requirió la conexión en paralelo de dos drivers L298N y un ajuste preciso en la programación de Arduino para asegurar un movimiento coordinado. Otro punto crítico fue la alimentación de los servomotores; la corriente limitada del Arduino nos obligó a diseñar una fuente de alimentación dedicada de 5V, vital para su correcto funcionamiento. Finalmente, el proceso de depuración del código en Arduino fue iterativo, requiriendo varias correcciones para lograr el comportamiento deseado y la fluidez en el control.

Estas experiencias generaron valiosas lecciones aprendidas en la construcción y la práctica. Este trabajo representa un primer paso hacia la automatización del encimado de telas, ofreciendo una base sólida para futuras investigaciones que puedan refinar el diseño, superar las limitaciones identificadas y explorar su aplicación en entornos industriales reales. La automatización en la industria textil continúa siendo un campo con un gran potencial de crecimiento y mejora, y este proyecto aspira a ser una contribución en esa dirección.

Bibliografía

- Encimadora de tela
<https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?q=encimadora%20manua%20textil&mid=902852FD7AB2113D33A0902852FD7AB2113D33A0&ajaxhist=0>
- Hoja de datos “LM2576-ADJ”
<https://www.ti.com/product/es-mx/LM2576#features>
- Faster Capital “Impacto de la automatización y la tecnología en el empleo”
<https://fastercapital.com/es/tema/impacto-de-la-automatizaci%C3%B3n-y-la-tecnolog%C3%ADa-en-el-empleo.html/3>
- Transistores.INFO “Convertidor buck”
<https://transistores.info/convertidor-buck-que-es-como-funciona->
- Quark twin “Guía de aplicación del lm2576”
<https://www.quarktwin.com/blogs/integrated%20circuit/demystifying-the-lm2576-a-comprehensive-guide-to-understanding-and-applying-this-powerhouse-voltage-regulator/299>
- Datasheet, “lm2576”
<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2576.pdf>
- Wikipedia - Buck converter
https://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter
- Datasheet - “Motor nema 17”
<https://pages.pbclinear.com/rs/909-BFY-775/images/Data-Sheet-Stepper-Motor-Support.pdf>
- Electronic board “EXPLICACIÓN DE SERVOMOTORES”
<https://www.electronicboard.es/que-es-un-servomotor-como-funciona/>
- Alma de herrero-control motor paso paso
<https://almadeherrero.blogspot.com/2023/02/control-de-un-motor-paso-paso->
- Servomotor “SG90” Datasheet

<https://agelectronica.lat/pdfs/textos/S/SG90-360.PDF>

- Motorba - Motor paso a paso “NEMA 17”
<https://motorba.com.ar/motor-nema-17-especificaciones/>
- David Portilla “motor paso a paso,l298 y pulsadores”
<https://www.youtube.com/watch?v=3tZIGu0IJwE>
- Rantech - Como controlar motor pasa a paso “L298N”
<https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?>
- ConnectAmericas - AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA TEXTIL
<https://blog.wearedrew.co/industria-textil/automatizacion-en-la-industria->
- Wokwi
<https://wokwi.com/>
- Descargar “ARDUINO IDE”
<https://www.arduino.cc/en/software/>
- Google “Geminis”
<https://gemini.google.com/app?hl=es>
- Luis Llamas - Tutorial de Arduino
<https://www.luisllamas.es/arduino-desde-cero/>
- ELECTRO GEEK “LCD 16×2 por I2C”
<https://www.electrogeekshop.com/lcd-16x2-por-i2c-con-arduino-usando-solo-dos-pines/>
- Graficos de la automatización Fronteras de la ciencia en Argentina: La Federación Internacional de Robótica cifra en más de 400.000 los robots “industriales instalados en un año”
<https://yorobotinteligenciartificial.blogspot.com/2020/06/la-federacion-internacional-de-robotica.html>
- “Graficos de impacto en la idustria”
www.iproup.com
- Información sobre el “Desempleo de trabajadores”
<https://es.statista.com/grafico/24711/proporcion-de-trabajos-que-podrian-realizar-los-robots/>

- “Automatización imagen”

<https://imepi.com.mx/como-iniciar-en-la-automatizacion-de-procesos-industriales/>

Anexo I: Presupuesto

MATERIALES	UTILIZADOS	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
ARDUINO UNO	1	\$14000	\$14000
MOTOR NEMA 17	2	\$17800	\$35600
POLEA 5 MM 16 DIENTES	2	\$2455	\$4910
CORREA GT2 160 DIENTES	2	\$4148	\$8296
RESISTENCIA 1k2	1	\$220	\$220
10K	1	\$300	\$300
POTENCIÓMETRO 20K PRECISIÓN	1	\$1000	\$1000
RUEDAS 100MM	4	\$3000	\$12000
SERVOMOTOR SG90	6	\$3500	\$21000
CABLE RGBW 0.6MM 5 CONDUCTORES	10 MTS	\$160	\$16000

PROTOTIPO DE ENCIMADORA AUTOMATICA

TORNILLOS M3 10MM	22	\$100	\$2200
TORNILLOS M3 40MM	8	\$160	\$1280
PERFIL U DE ALUMINIO 10X10MM	1	\$13200	\$13200
SWITCH FINAL DE CARRERA	2	\$1100	\$2200
ZÓCALO 28 PINES (para atmega328p)	1	\$800	\$800
CRISTAL 16MHZ	1	\$1100	\$1100
DRIVER L298N	2	\$4700	\$9400
BORNERAS 2 PINES	2	\$500	\$1000
BORNERAS 3 PINES	6	\$500	\$3000
PLACA VIRGEN 10X10MM	2	\$3500	\$7000
CAPACITORES 22pf	2	\$180	\$360
3300uf x 50v	1	\$4000	\$8000
100uf x 50v	2	\$480	\$960
330nf x 50v	2	\$360	\$720
100nf x 50v	2	\$230	\$460
PUENTE RECTIFICADOR KBL10	1	\$4100	\$4100
LM2576ADJ	1	\$3100	\$3000
LM7805	1	\$1200	\$1200

PROTOTIPO DE ENCIMADORA AUTOMATICA

LM7812	1	\$1400	\$1400
DIODO 1N5822	2	\$2500	\$2500
REMACHES 4MM	40	\$45	\$1800
ESQUINERO ANGULO L	18	\$220	\$3960
LCD 16X2 I2C	1	\$5500	\$5500
RULEMANES 8mm x 30mm	6	\$1500	\$9000
TRAFO 15v 3a	1	\$30000	\$30000
PRECINTOS 200mm	20	\$50	\$1000
CHAPA LISA 1mm 1mt x 1mt	1	\$12000	\$12000
TOTAL			\$240466
TOTAL USD			USD 190

Anexo II: Esquemático, PCB y modelo 3D

Se adjuntan imágenes del diseño de la fuente conmutada.

I ESQUEMÁTICO

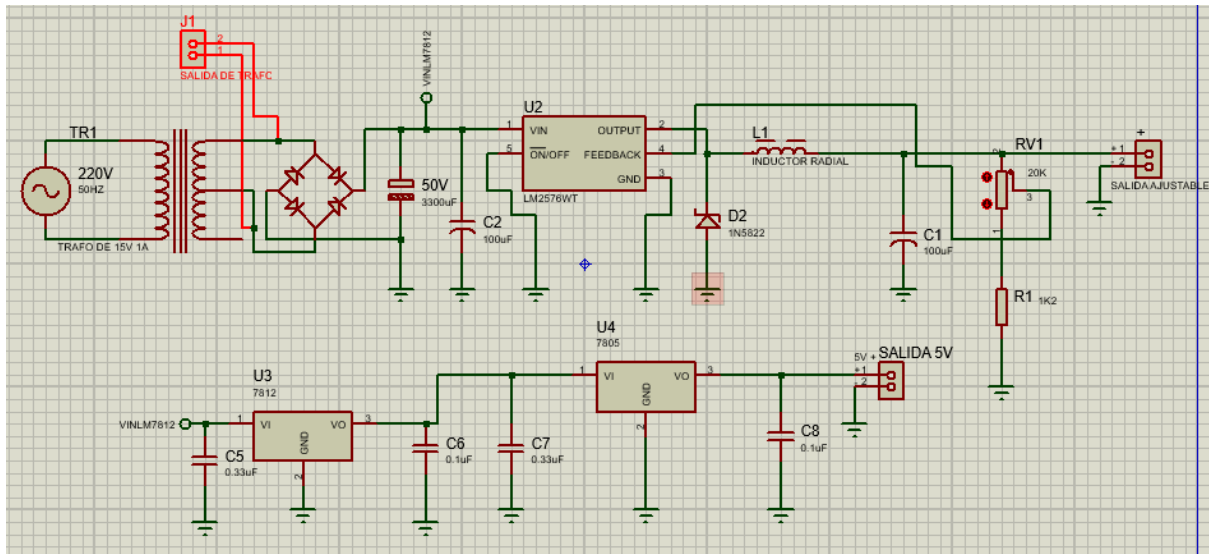


Figura 1 Esquemático de fuente conmutada

II PCB

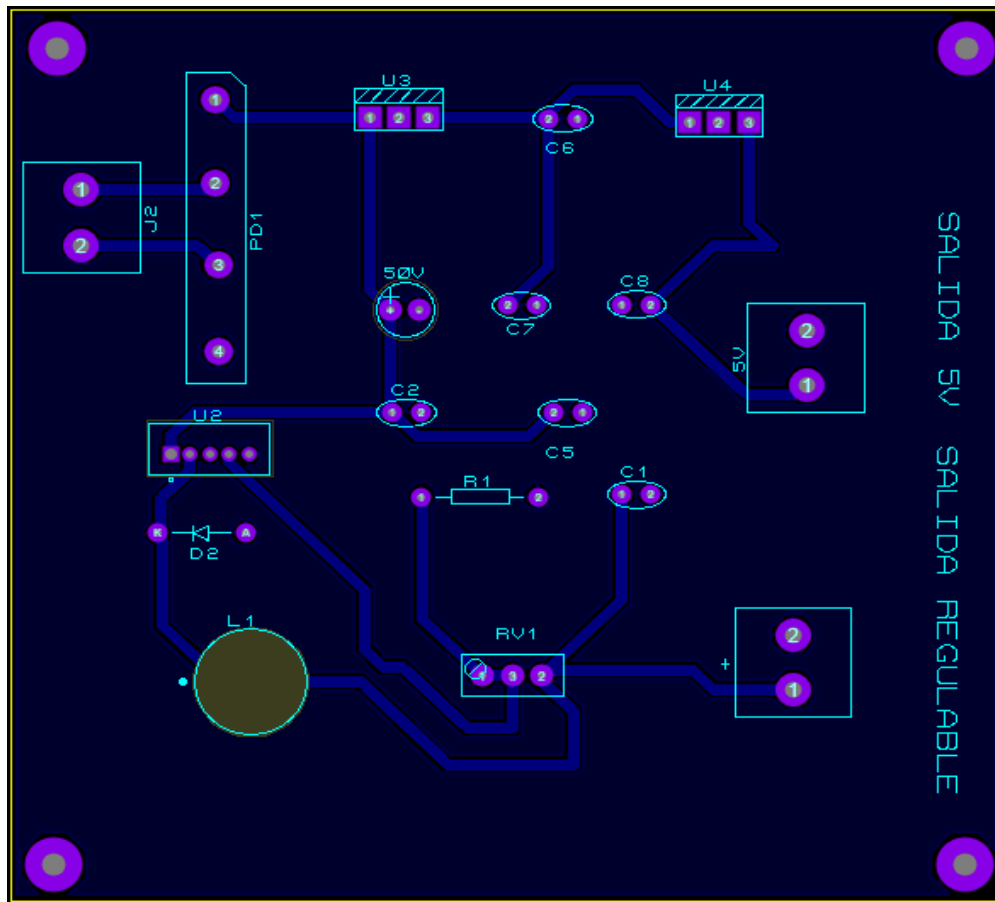


Figura II Diseño del PCB

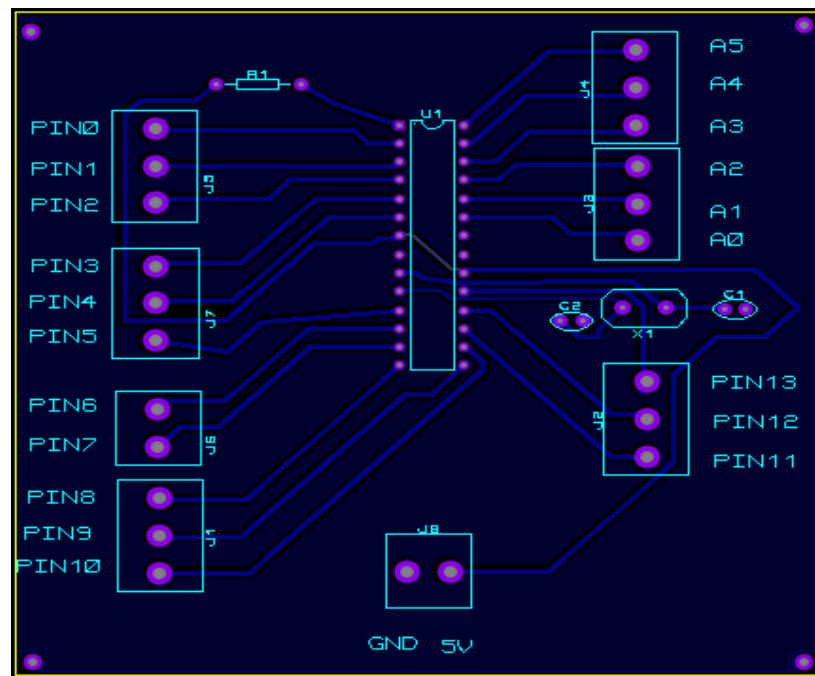


Figura III PCB del microcontrolador

III MODELO 3D

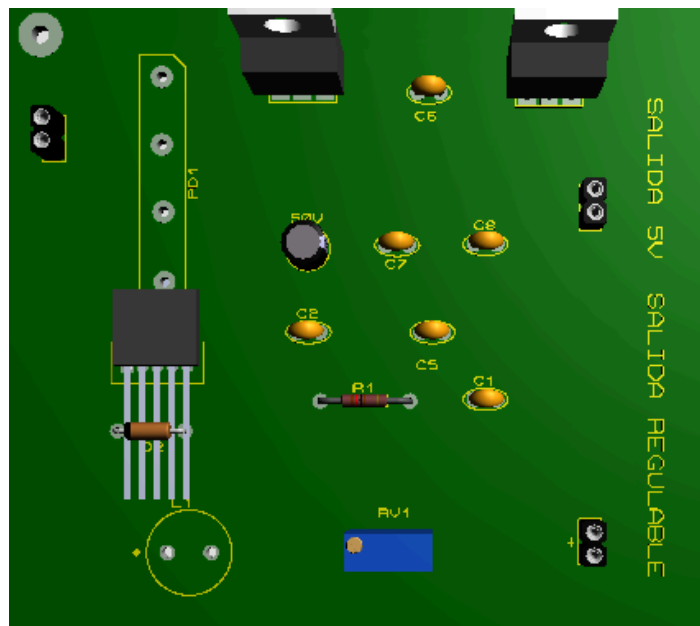


Figura IV Modelo 3D de fuente conmutada

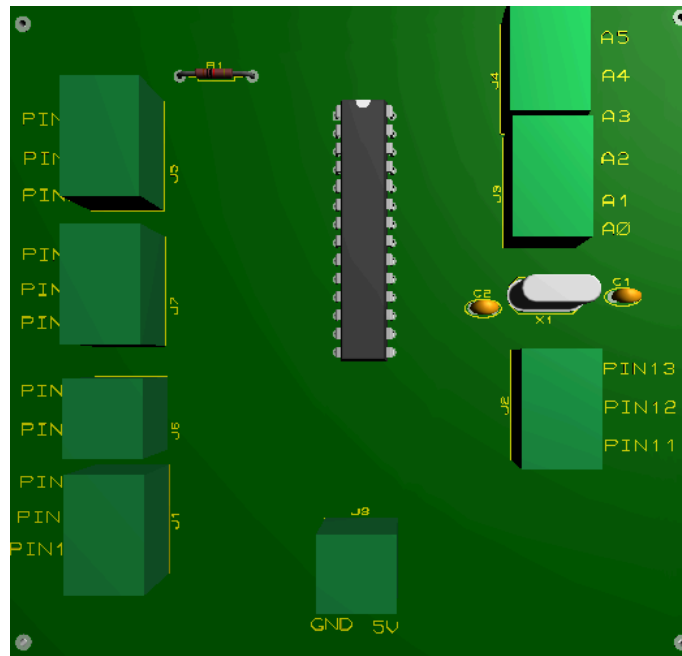


Figura V Modelo 3D del microcontrolador

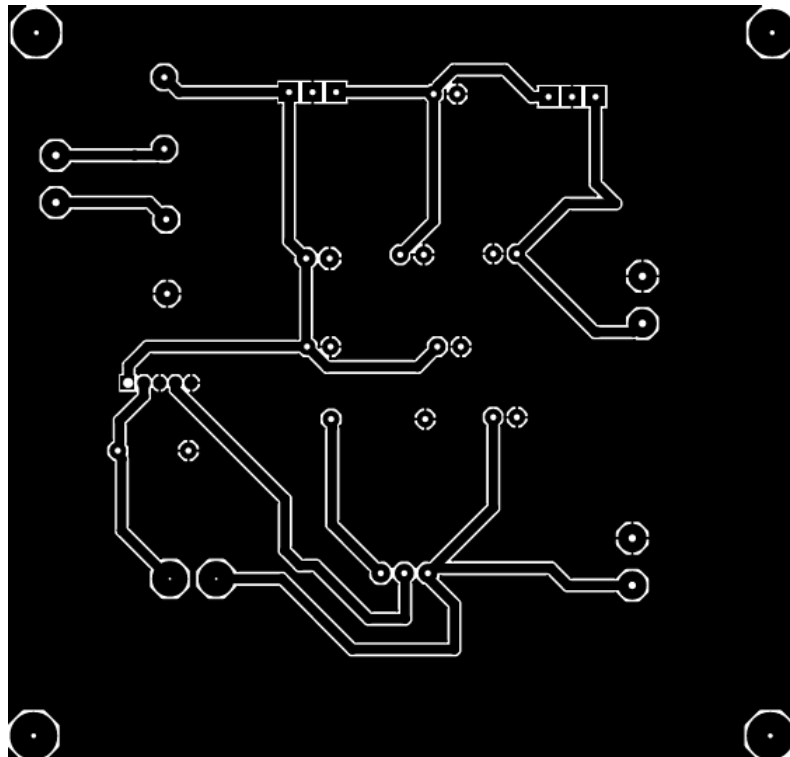


Figura VI Formato para planchado de fuente conmutada y 5V

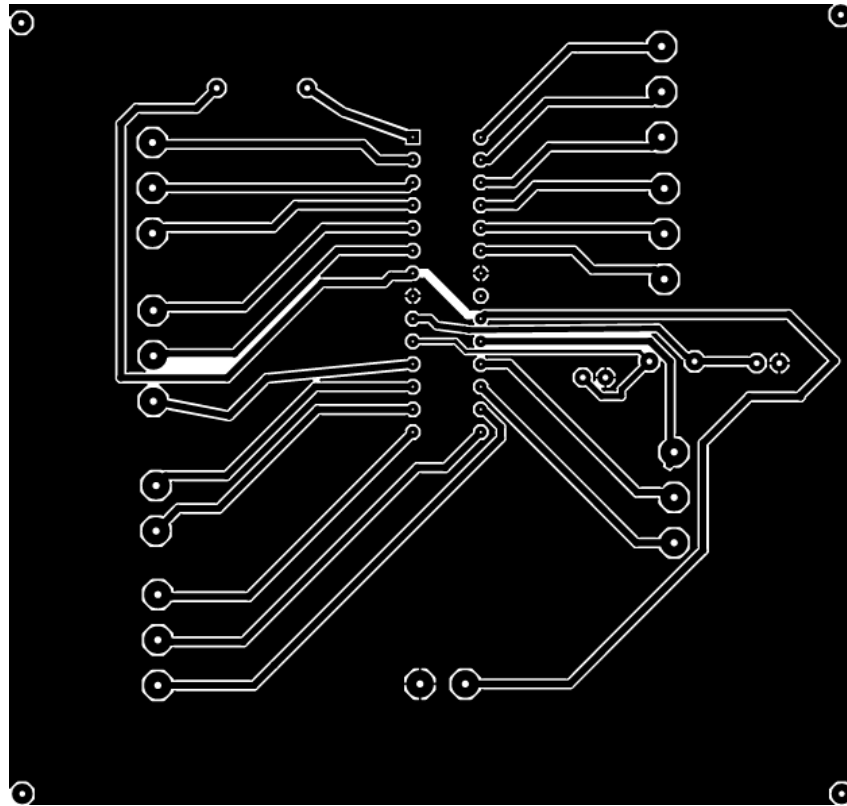


Figura VII Formato para planchado de microcontrolador ATMEGA328

Anexo III: Codigo de programacion

```
#include <Stepper.h>
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
int val =0;
const int pasosPorRevolucion = 200; // Ajusta según el motor
const int velocidad = 250; // Ajusta la velocidad
const int IN1 = 2;
const int IN2 = 3;
const int IN3 = 4;
const int IN4 = 5;
int derecha = 0;
int izquierda = 90;
Stepper motor(pasosPorRevolucion, IN1, IN2, IN3, IN4); // Pines del driver L298N
const int finalCarreraIzquierdo = 6; // Pin del final de carrera izquierdo
const int finalCarreraDerecho = 7; // Pin del final de carrera derecho
```

```

const int servoDer = 8; // pin del servoDer
const int servolzq = 9; // pin del servolzq
const int servoPin3 = 10;
const int servoPin4 = 11;
const int servoPin5 = A1;
const int servoPin6 = 13;

Servo servo1;
Servo servo2;
Servo servo3;
Servo servo4;
Servo servo5;
Servo servo6;

int anguloServo3 = 0;
int anguloServo4 = 0;
int anguloServo5 = 0;
int anguloServo6 = 0;

bool sentidoHorario = true; // Variable para controlar el sentido de giro
bool iniciarBarridoServo5 = false;
bool iniciarBarridoServo6 = false;
bool estadoAnteriorIzq = LOW;
bool estadoAnteriorDer = LOW;
bool procesoFinalizado = false;
const int botonOnOff = A0;
bool sistemaEncendido = false;

void setup() {
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(3, 0);
    lcd.print("ENCIMADORA");
    lcd.setCursor(3, 1);
    lcd.print("AUTOMÁTICA");
    Serial.begin(9600);
    motor.setSpeed(velocidad); // Establece la velocidad
    pinMode(finalCarreralzquierdo, INPUT); // Configura el pin del final de
    carrera izquierdo como entrada
    
```

```

        pinMode(finalCarreraDerecho, INPUT); // Configura el pin del final de carrera
        derecho como entrada
        servo1.attach(servoDer); //configura el servoDer
        servo2.attach(servolzq); //configura el servolzq
        servo3.attach(servoPin3);
        servo4.attach(servoPin4);
        servo5.attach(servoPin5);
        servo6.attach(servoPin6);

        servo1.write(derecha);
        servo2.write(izquierda);
        servo3.write(anguloServo3);
        servo4.write(anguloServo4);
        servo5.write(anguloServo5);
        servo6.write(anguloServo6);

    }

    void loop() {
        if (digitalRead(botonOnOff) == LOW) {
            sistemaEncendido = !sistemaEncendido;
            delay(300);
        }
        if (!sistemaEncendido) {
            motor.step(0);
            return;
        }

        if (procesoFinalizado) return;
        if (sentidoHorario) {
            motor.step(10); // Gira 10 pasos en sentido horario
        }
        else {
            motor.step(-10); // Gira 10 pasos en sentido antihorario
        }
        servo1.write(derecha);
        servo2.write(izquierda);
        servo3.write(anguloServo3);
        servo4.write(anguloServo4);

        if (iniciarBarridoServo5) {
            for (int pos = 0; pos <= 90; pos += 1) {

```

```

servo5.write(pos);
delay(5);
}
for (int pos = 90; pos >= 0; pos -= 1) {
    servo5.write(pos);
    delay(5);
}
servo5.write(0);
iniciarBarridoServo5 = false;
}
if (iniciarBarridoServo6) {
    for (int pos = 0; pos <= 90; pos += 1) {
        servo6.write(pos);
        delay(5);
    }
    for (int pos = 90; pos >= 0; pos -= 1) {
        servo6.write(pos);
        delay(5);
    }
    servo6.write(0);
    iniciarBarridoServo6 = false;
}
bool estadoActualIzq = digitalRead(finalCarreralIzquierdo);
bool estadoActualDer = digitalRead(finalCarreraDerecho);

if (estadoActualIzq == HIGH && estadoAnteriorIzq == LOW) {
    sentidoHorario = true; // Cambia el sentido de giro a horario
    derecha = 90;
    izquierda = 90;
    anguloServo3 = 0;
    anguloServo4 = 0;

    val++;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("VUELTA N°");
    lcd.setCursor(1, 7);
    lcd.print(val);
    _delay(2000);
    iniciarBarridoServo5 = true;
}

```

```

    }

    if (estadoActualDer == HIGH && estadoAnteriorDer == LOW) {
        sentidoHorario = false; // Cambia el sentido de giro a antihorario
        derecha = 0;
        izquierda = 0;
        anguloServo3 = 90;
        anguloServo4 = 90;
        _delay(2000);
        iniciarBarridoServo6 = true;
    }

    if (val >= 3 && !procesoFinalizado) {
        procesoFinalizado = true;
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(2, 0);
        lcd.print("PROCESO");
        lcd.setCursor(2, 1);
        lcd.print("TERMINADO");

        digitalWrite(IN1, LOW);
        digitalWrite(IN2, LOW);
        digitalWrite(IN3, LOW);
        digitalWrite(IN4, LOW);
    }

    estadoAnteriorIzq = estadoActualIzq;
    estadoAnteriorDer = estadoActualDer;
}

void _delay(int time){
    unsigned long oldTime = millis(); //guarda el valor que tenia millis() en ese
    momento en oldTime
    Serial.println("Antes ");
    digitalWrite(IN1,LOW);
    digitalWrite(IN2,LOW);
    digitalWrite(IN3,LOW);
    digitalWrite(IN4,LOW);
    while((millis() - oldTime) < time);
    Serial.println("Despues ");
}
    
```

Anexo IV: Armado final

Como se ve en la *Figura VIII*, se pasaron los cables por debajo de la mesa donde pasa el carro con la tela, para que sea más prolijo y mejor a la hora de su armado.

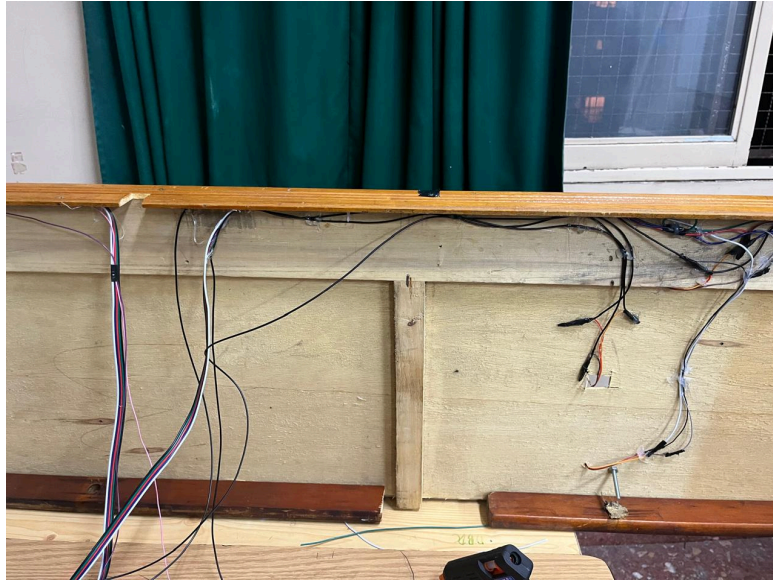


Figura VIII Cableado nuevo y más prolijo

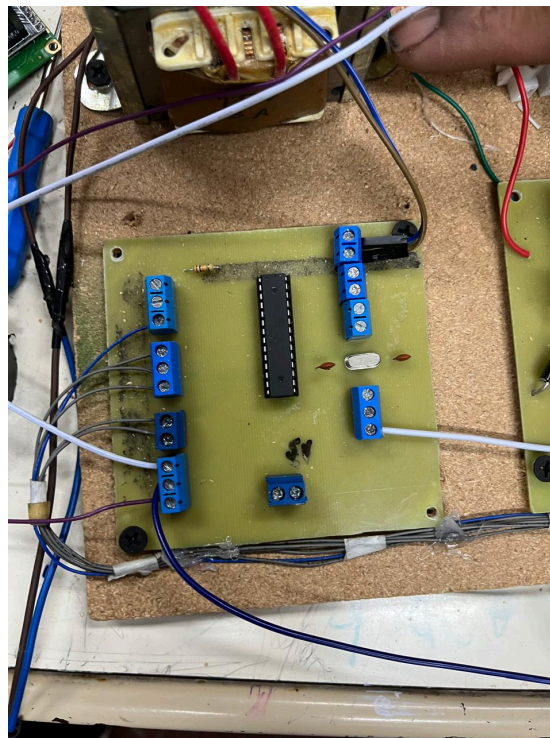


Figura IX Placa controladora con atmega328



Figura X fuente conmutada variable y 5V fijos



Figura XI prototipo terminado