

## Smart Saw

Rodríguez Mariano	Romano Darío	Sandoval Leandro	Vivas Pablo
39.336.952	33.901.015	41.548.235	38.703.964

Comisión: 02-2900

Grupo: M2

Universidad Nacional de La Matanza,  
Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas,  
Florencio Varela 1903 - San Justo, Argentina

### Resumen

Smart Saw es una sierra de alta precisión medida en centímetros para realizar cortes para objetos pequeños o usos más “micro” comparado con las sierras automáticas usuales de mayor tamaño. Esta tiene funcionalidades de traslación horizontal para facilitar punto de corte, y activación de corte propia de la sierra; leds indicadores del modo en el que la sierra se encuentra en un momento concreto; ultrasonidos para corroborar la precisión de las distancias y motores de corriente continua para la puesta en marcha de sus modos. Las distancias se introducirán manualmente a través de una interfaz gráfica y se contará con pulsadores para indicar el sentido de movimiento.

Se pretende que está sea utilizada para cortar objetos en un eje vertical, es decir, únicamente en el eje del largo de la sierra, y estos objetos serán empujados por una prensa para mayor seguridad.

URL del proyecto : [SOA - Smart Saw - Versión Reentrega](#)

## 1 Introducción

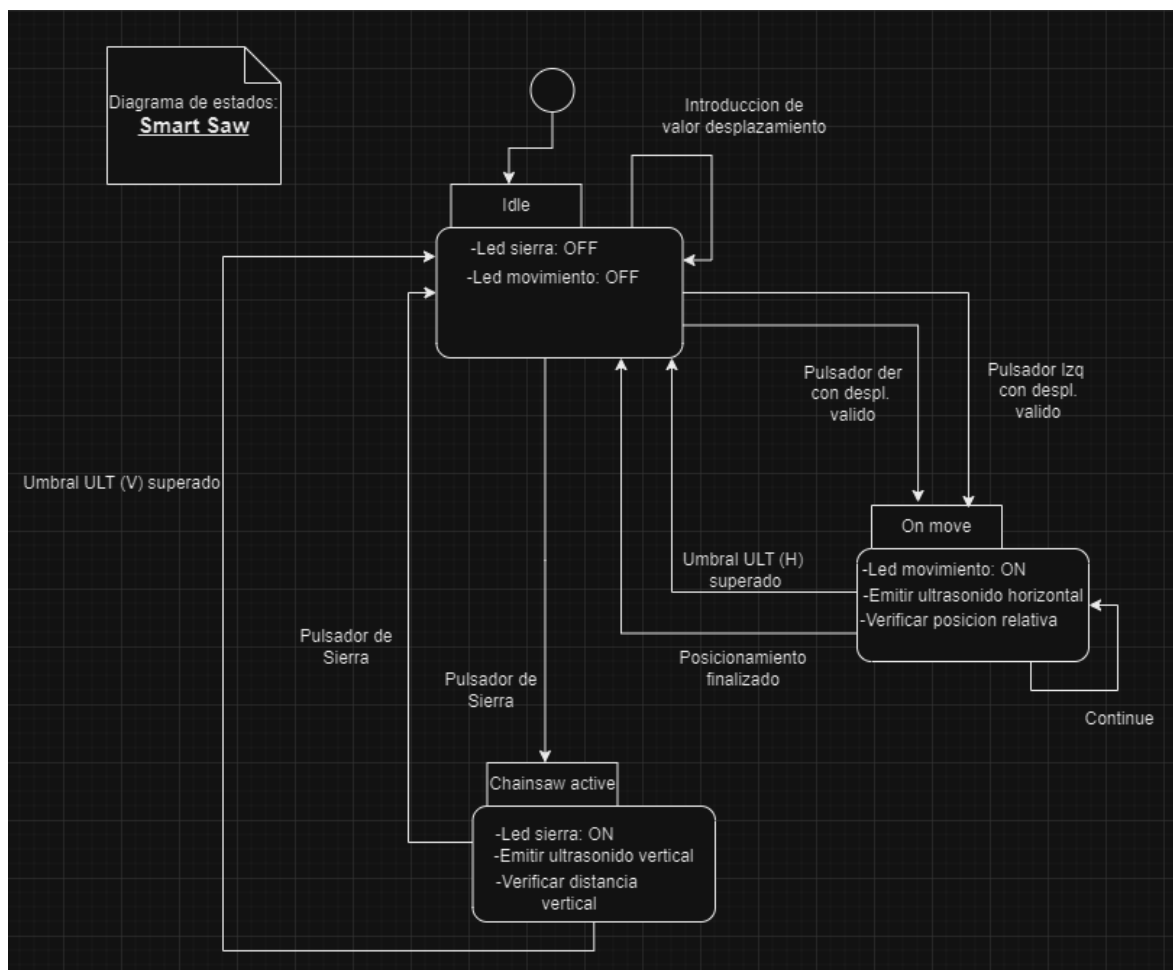
En este trabajo práctico se explicará en detalle la construcción de una pequeña sierra llamada Smart Saw. La motivación por la que nos proponemos a desarrollar esto se debe a que para estos cortes pequeños que requieren precisión, se realizan manualmente. Por ello, mediante la automatización parcial podremos indicar un desplazamiento de la sierra logrando una precisión deseada para cortar los materiales deseados.

Este proyecto se desarrolla con la visión de que, en un futuro, la Smart Saw pueda ser implementada en entornos no industriales, sino en aplicaciones cotidianas, donde personas comunes puedan beneficiarse de una herramienta accesible, optimizando trabajos que normalmente se harían de forma manual.

## 2 Desarrollo

El sistema desarrollado constará de 3 estados posibles que responden o transicionan entre ellos a partir de diversos eventos detectados por los sensores digitales de presión (pulsadores) y los ultrasonidos vertical y horizontal. A partir de esto el sistema actuará acorde a lo programado para cumplir sus funciones, entre ellas, encendido y/o apagado de motores, leds, emisión de señales ultrasonidos y cálculos de distancia.

### Diagrama de Maquina de Estados



### **Estados del sistema embebido**

• **Idle:** El estado default del sistema donde los motores se encuentran detenidos o sin alimentación, y esto puede deberse a diferentes motivos:

- El sistema se encuentra en espera del ingreso de un valor numerico positivo y de que alguno de los pulsadores definidos (izquierda, derecha o sierra) se presione para realizar la transición a otros estados.
- El sistema transicionará a Idle desde el estado On Move mediante el control del sensor de ultrasonido horizontal, indicando que ya no puede realizar el desplazamiento indicado desde el monitor serial.
- El sistema transicionará a Idle desde el estado On Move en el momento que, al verificar la posición relativa respecto del punto de referencia, la sierra se ha trasladado la distancia ingresada.
- El sistema transicionará a Idle desde el estado Chainsaw active mediante el control del sensor de ultrasonido vertical, indicando que esta no debe permanecer encendida cuando la distancia vertical con la prensa se acorta alcanzando el umbral.
- El sistema transicionará a Idle desde el estado Chainsaw active cuando se vuelva a presionar el pulsador de la sierra, lo que generará una interrupción que deshabilitará el relé, es decir, nos permitirá apagar la sierra.

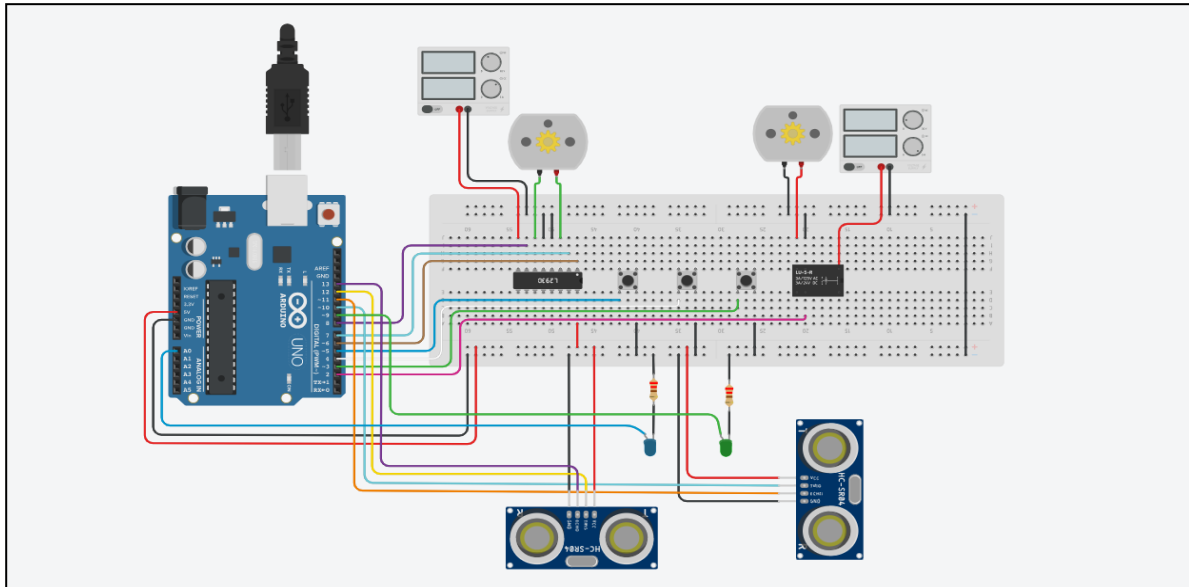
• **Chainsaw Active:** En consecuencia, aporta corriente mediante el relé al motor de corte de la sierra y, en simultaneo, se activa un LED indicando que se encuentra activada esta funcionalidad en específico. A este estado llegamos de la siguiente manera:

- El sistema puede recibir la señal de que el pulsador de sierra fue presionado en el momento en el que este se encontraba en idle, transicionando a Chainsaw active.

• **On Move:** El motor realiza el desplazamiento una cierta unidad indicado mediante el monitor serial, dependiendo del pulsador que se presione (izquierdo o derecho) este realizara un desplazamiento hacia esa dirección siempre y cuando ese desplazamiento sea permitido, es decir, el umbral no sea sobrepasado. A este estado se llega mediante los siguientes contextos:

- Se introduce una distancia en cm deseada para que se traslade la sierra en un eje X horizontal, y posteriormente se presiona el pulsador derecho o izquierdo.
- El sistema realiza un bucle, continua o se mantiene sobre el estado On Move mientras la sierra no haya completado su recorrido.

### Diagrama de Conexiones del Circuito, obtenido desde Tinkercad



### Sensores y actuadores implementados

#### Sensores digitales

- Pulsador de sierra: Pulsador que, al ser presionado, se enviara una señal al sistema embebido que puede interpretarse de dos maneras diferentes según el estado. Si el sistema está en el estado idle, el sistema habilitará el encendido del actuador “relé” transicionando al estado Chainsaw Active, mientras que si ya se encuentra en el estado Chainsaw active, deshabilitará el mismo actuador mediante interrupción de hardware.
- Pulsador de movimiento derecho: Pulsador que, al ser presionado después de un valor valido, enviará una señal indicando un evento de pulsador derecho. Entonces, la sierra se desplazará hacia derecha mediante la habilitación del puente H y la configuración de rotación correspondiente hacia derecha.
- Pulsador de movimiento izquierdo: Pulsador que, al ser presionado después de un valor valido, enviará una señal indicando un evento de pulsador izquierdo. Entonces, la sierra se desplazará hacia izquierda mediante la habilitación del puente H y la configuración de rotación correspondiente hacia este sentido.

### **Sensores analógicos**

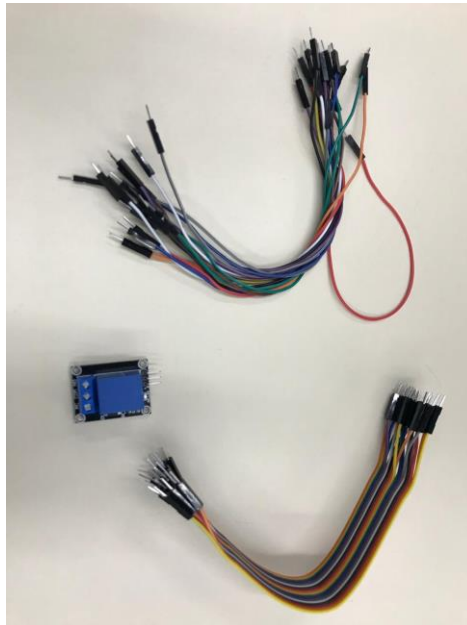
- **Ultrasonido Horizontal:** Utilizado para medir, desde un punto de referencia ubicado en el extremo derecho del sistema físico, la distancia relativa de la sierra tanto en reposo como en movimiento. Este ultrasonido enviará una señal que chocará con una estructura sólida en el punto de referencia del extremo, y retornará al sensor como un eco. A partir del tiempo obtenido, en la lógica del sistema se calculará la distancia.  
Esta señal se emitirá y recibirá corroborando continuamente la distancia recorrida hasta que llegue el momento de detenerse. El sensor mismo tiene un margen de error de 0.3 cm. Cuando la distancia requerida se alcance, o se sobrepase por un margen de error delta, el sistema deshabilitará el ultrasonido del estado correspondiente, es decir, detendrá las mediciones.
- **Ultrasonido Vertical:** Utilizado para medir la distancia que hay entre la sierra y la estructura o prensa en la distancia vertical que empujará el objeto que pretendemos cortar en el estado Chainsaw active. La lógica es similar al ultrasonido horizontal, pero no es utilizado en contexto de movimiento.

### **Actuadores**

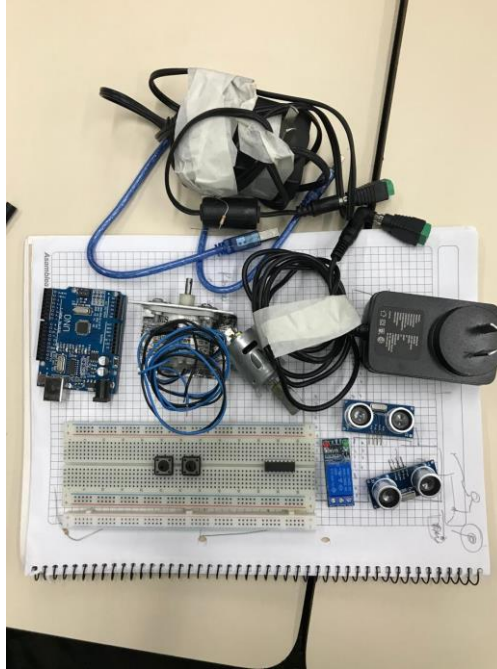
- **Motor de corriente continua con relé:** Se utiliza un motor de corriente continua de 5V junto a un relé alimentado por una fuente externa para hacer correr los dientes de la sierra. El relé será activado cuando llegue al sistema embebido la señal enviada por el pulsador de sierra al ser presionado. El motor dejará de ser alimentado mediante el relé una vez que se presione el pulsador de nuevo, o que se genere una condición de umbral superado.
- **Leds:** Se implementan 2 dispositivos leds para indicar diferentes contextos del sistema. Un led predeterminado se encenderá cuando se transicione al estado On Move desde el estado Idle mediante la señal de los pulsadores de dirección, y se apagará al retornar al mismo. El segundo Led se encenderá cuando se transicione al estado Chainsaw Active, y se apagará al retornar al mismo por las señales del pulsador de sierra o alcanzado el umbral vertical mediante el ultrasonido vertical.

### Actuador PWM

- Motor de corriente continua con puente H: Se introduce un motor con un PH ya que este nos permite darle direccionalidad a la rotación del motor, es decir, nos brinda la capacidad de desplazar la sierra hacia la derecha o hacia la izquierda, una vez que el sistema tome la señal del pulsador correspondiente. Como este actuador funciona con PWM, podemos variar su velocidad a través de la entrada PWM (modulador de ancho de pulso) para controlar la potencia entregada al motor. En nuestro sistema, esta entrada está seteada en 128 lo cual equivale a una velocidad media, y adecuada debido a que, a mayor velocidad de desplazamiento, mayor puede ser el margen de error o desfase medido por el ultrasonido horizontal.



Relé y set de cables macho-macho



Transformador x2, protoboard, placa Arduino, sensor ultrasonido x2, motor de corriente continua x2, cable USB, relé, fichas para conexión de fuentes de alimentación.

### **Manual de usuario del sistema embebido**

Se pretende que el usuario del sistema embebido use el sistema para realizar cortes precisos de objetos.

Para esto se coloca lo que se desea cortar sobre la plataforma de corte y presionado contra la prensa. Si la sierra no se encuentra alineada con el punto donde se quiere cortar, introduce manualmente el valor de una distancia en centímetros a través de la consola o teclado de aplicación del sistema, y posteriormente el botón de la dirección a la que desea que la sierra se mueva esa distancia. A esto lo llamamos pasar de estado Idle a On Move. La sierra no se detendrá hasta recorrida la distancia deseada o detectado un umbral o distancia limite.

Si está listo para cortar, presiona el botón de la sierra para encender la rotación de los dientes de la sierra y acerca lentamente el objeto a cortar. Si la distancia entre la sierra y la prensa alcanza un punto crítico o umbral, la sierra se detendrá por si sola. Si desea cortar la energía de la sierra en caso de emergencia, puede volver apretar el botón pulsador de sierra.

### **Ejemplos de prueba o situaciones**

#### **1. Ingresar distancia y presionar pulsador**

Al iniciar el sistema, el monitor mostrará por pantalla la siguiente leyenda:

**“Ingrese la cantidad de desplazamiento (en CM) que deberá realizar el motor. O puede presionar el boton de la sierra para comenzar a cortar.:”.**

En este estado el sistema se encuentra a la espera de un valor numérico positivo valido de desplazamiento:

**CASO 1:** Se ingresa una distancia positiva, y el sistema está a la espera de que se presione un pulsador.

**CASO 2:** Se ingresa un numero negativo o 0, o incluso caracteres no numéricos, por lo tanto, el sistema informa del error y pide que se vuelva a ingresar un valor.

**CASO 3:** Se presiona un pulsador, pero esto no será tomado en cuenta por el sistema porque dentro del estado Idle, este requiere primero un valor antes de evaluar el pulsador. Es decir, el orden de las acciones es importante para poder trasladar la sierra.

#### **2. Apagado de la sierra**

Al tener la sierra en funcionamiento, posterior al haber presionado una vez el pulsador de sierra, esta seguirá cortando o desplazando los dientes hasta que se de algún caso en particular, por lo tanto, se debe tratar con cuidado:

**CASO 1:** Se desea apagar la sierra sea por cualquier motivo casual o de emergencia, y presiona el pulsador de sierra. El sistema detendrá esta y el estado volverá a idle. Esta puede ser reactivada presionando el botón de sierra de nuevo.

**CASO 2:** Cuando la prensa que empuja o mantiene en su lugar el objeto a cortar esté muy cerca de la sierra, el sistema apagará inmediatamente la sierra para no dañar la prensa (o cualquier otra estructura solida por encima del objeto a cortar). Si no aleja la prensa de la sierra, aunque encienda la sierra, esta se apagará inmediatamente.

### **3 Referencias**

Ing. Esteban A. Carnuccio: Apuntes de Componentes Embebidos y Conceptos Básicos. Universidad Nacional de la Matanza.

Ing. Waldo A. Valiente: Electrónica y Arduino en Tinkercad. Universidad Nacional de la Matanza.