

Presentación Proyecto: Mano Biómica



Diego Campanini
Eduardo Hormazábal

Universidad de Chile

11 de diciembre de 2015

Presentación del proyecto

Descripción

- Diseñar e implementar en hardware un clasificador de movimientos de la mano en base a señales biológicas provenientes desde el brazo.
- Los 4 movimientos son Mano quieta (MQ), Apretar puño (AP), Apretar Cilindro (AC) y Sostener peso (SP).

Mano biónica

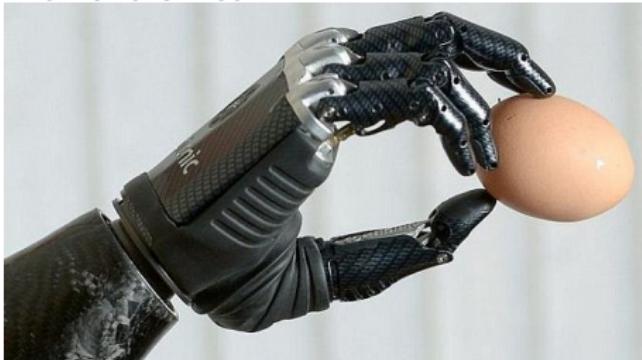
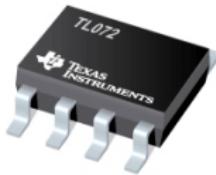
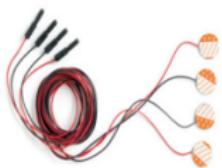
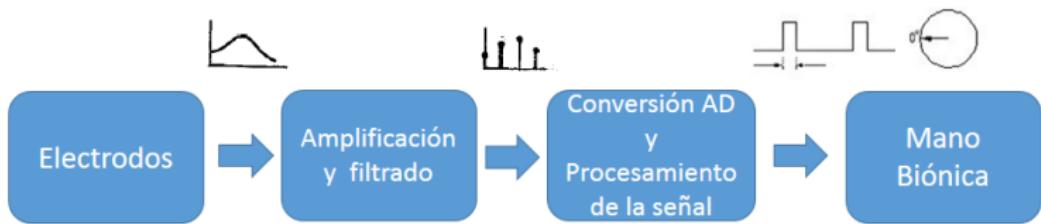


Diagrama de bloques



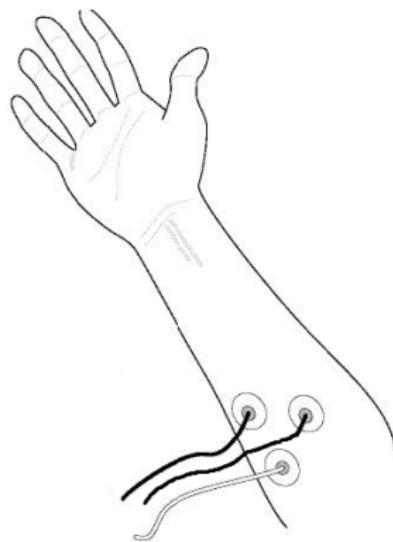
Bloque de los electrodos

- Se han utilizado tres electrodos
- 2 para adquirir señales y 1 como tierra

Electrodos comprados



Posicion de los electrodos

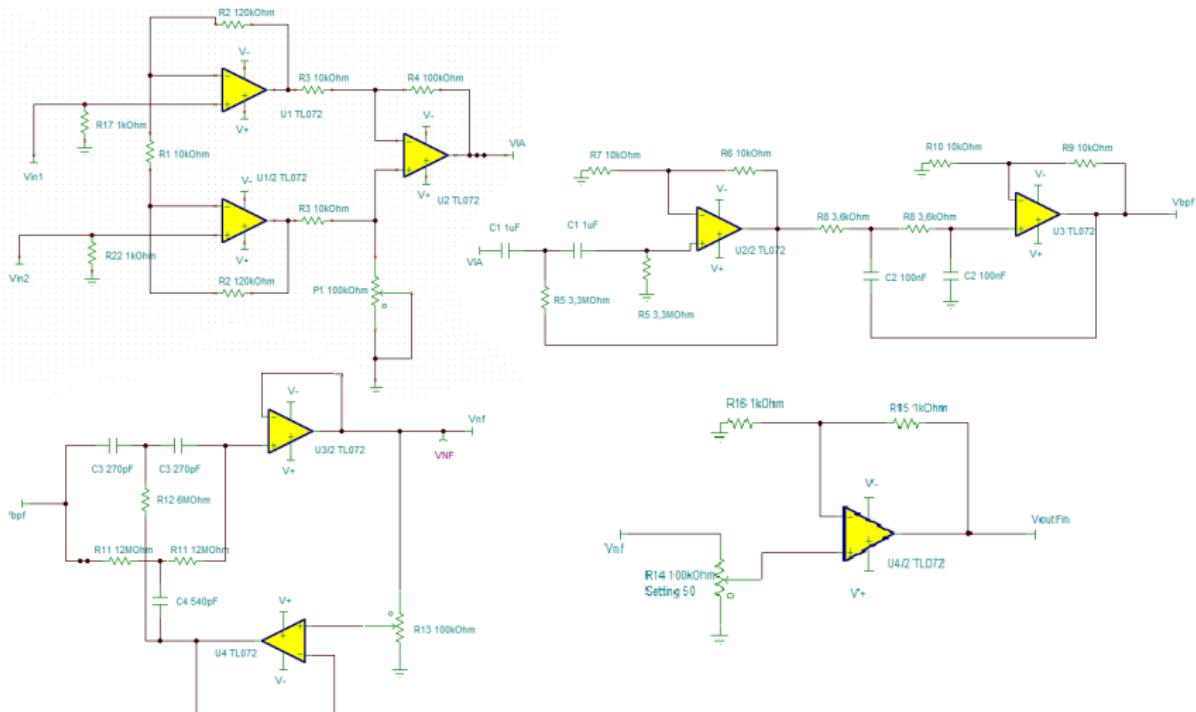


Módulo 2: Amplificación y Filtrado de la señal

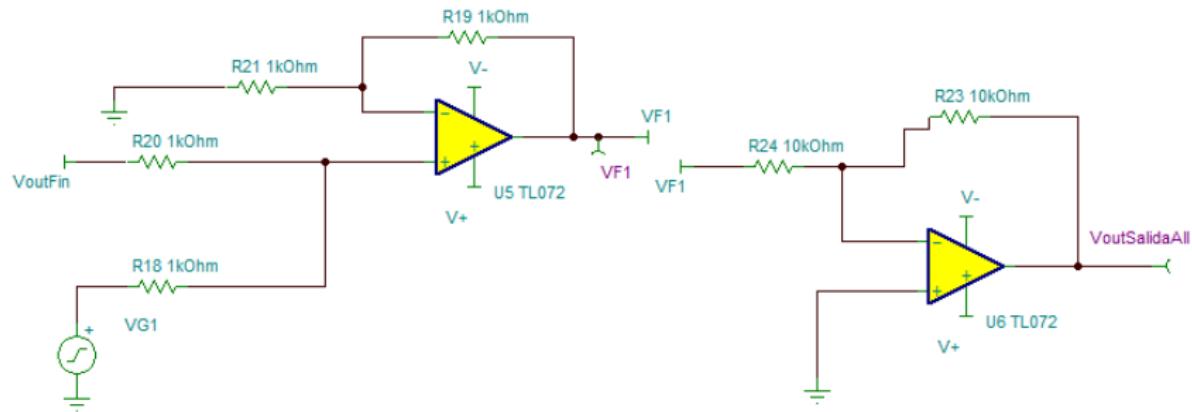
Características

- Se implementa un circuito que amplifica y filtra la señal adquirida
- El circuito se divide en 5 bloques
- Amplificación inicial, filtro pasa banda, filtro rechaza banda, amplificación final, Offset de adaptación.

Módulo 2: Amplificación y Filtrado de la señal

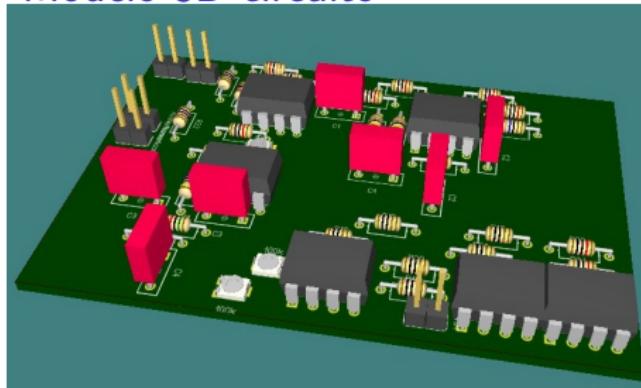


Módulo 2: Amplificación y Filtrado de la señal

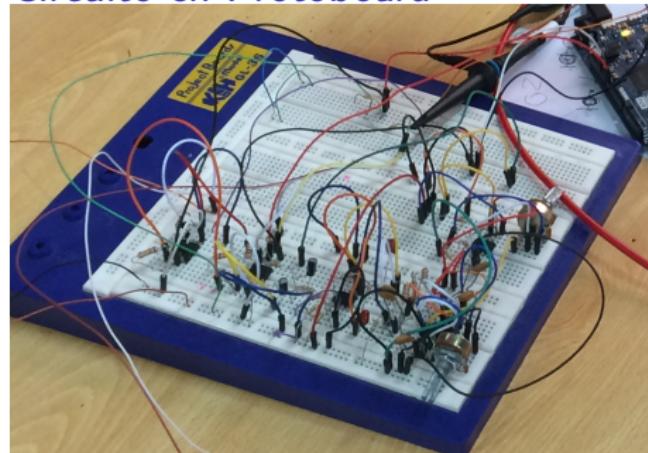


Construcción del Circuito

Modelo 3D circuito

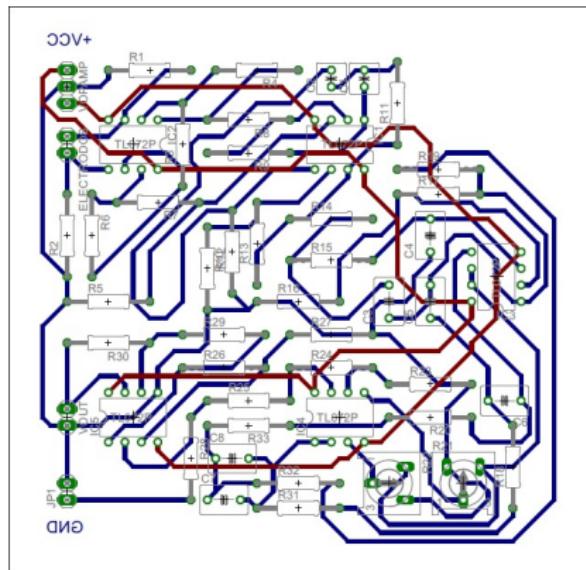


Circuito en Protoboard



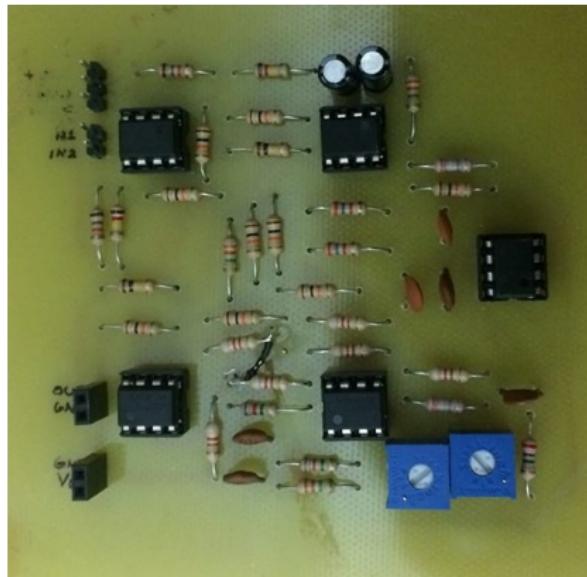
Módulo 2: Amplificación y Filtrado de la señal

Layout



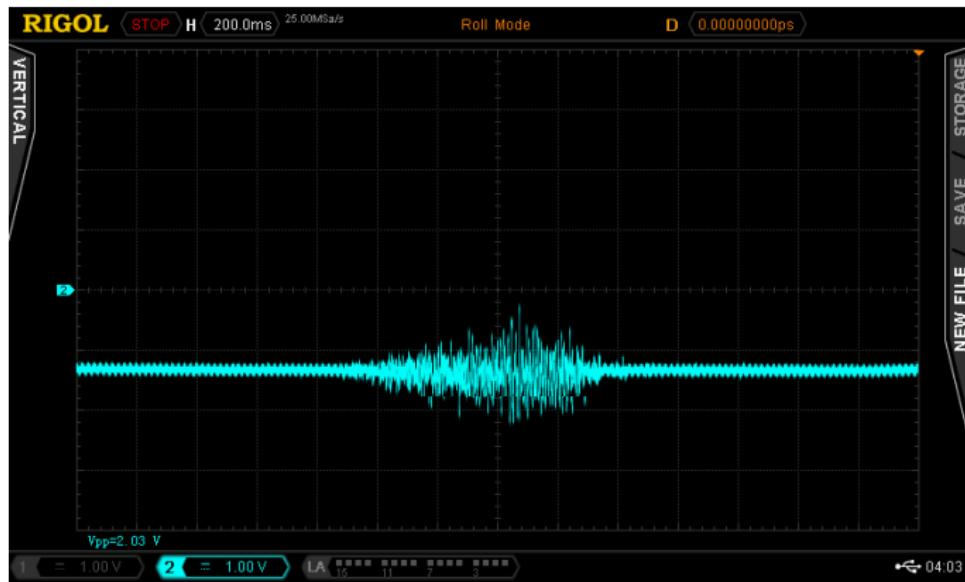
Módulo 2: Amplificación y Filtrado de la señal

Circuito PCB



Módulo 2: Amplificación y Filtrado de la señal

Salida para entrada desde los electrodos

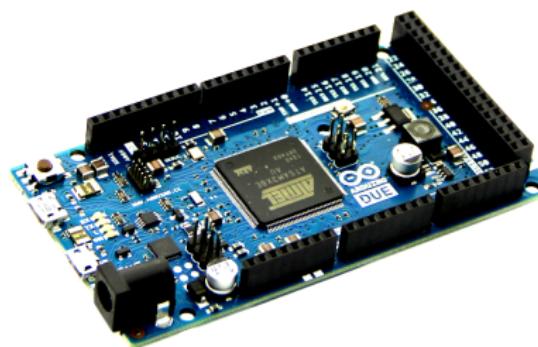


Módulo 3: Conversión AD y Procesamiento de la señal

Características

- Conversión AD
 - Frecuencia de reloj: 84 MHz
 - Resolución ADC: 12 bits
 - Memoria SRAM: 96 KB
- Extracción de características tales como:
- Kurtosis, skewness, integral, media, energía acumulada en distintos intervalos, entre otras.

Arduino DUE



Módulo 3: Conversión AD y Procesamiento de la señal

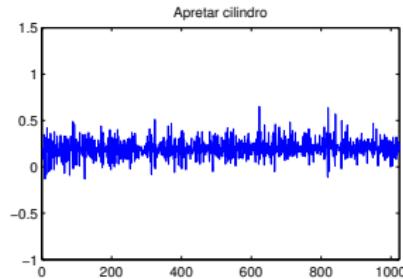
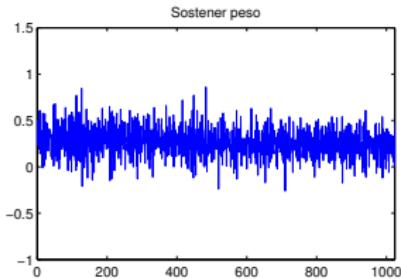
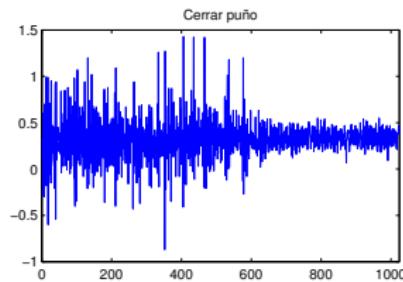
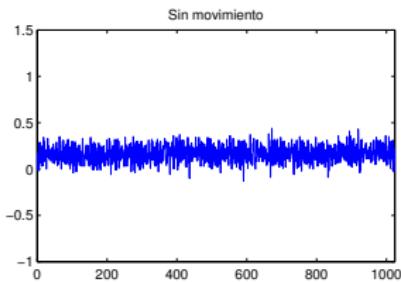
Características de señales generadas

	IEMG	SSC	WL	WAMP	Media
Sinusoides	1.53	28	39.47	0	-0.03
Rampa	1.20	8	38.78	0	-0.01
Pulso 10 %	2.31	529	33.75	6	-1.90
Pulso 90 %	2.47	511	47.83	8	1.95
Ruido CA	0.04	178	8.60	0	-0.04
Ruido blanco	0.67	668	946.33	936	0.10

	VAR	Skewness	Kurtosis	Energía
Sinusoides	2.86	0.10	1.50	2857.57
Rampa	1.90	0.08	1.79	1895.21
Pulso 10 %	1.74	3.02	10.12	5350.05
Pulso 90 %	2.28	-2.46	7.04	6079.83
Ruido CA	0.00	-8.38	107.25	2.21
Ruido blanco	0.67	-0.10	2.59	682.80

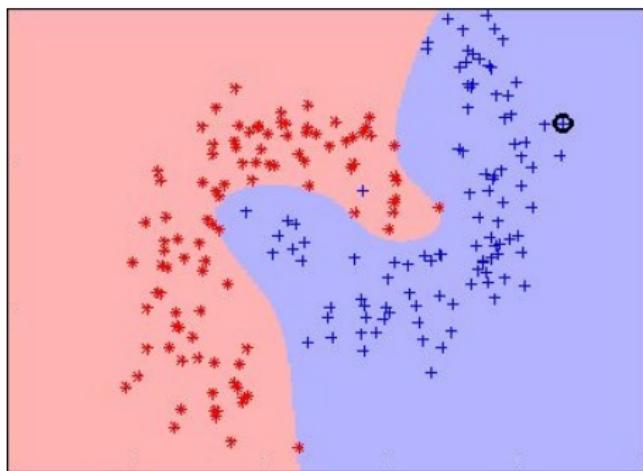
Módulo 3: Conversión AD y Procesamiento de la señal

Muestra de movimientos obtenidos con Arduino



Módulo 4: Clasificación de movimientos

Separación de clases en base a características con SVM



Módulo 4: Clasificación de movimientos

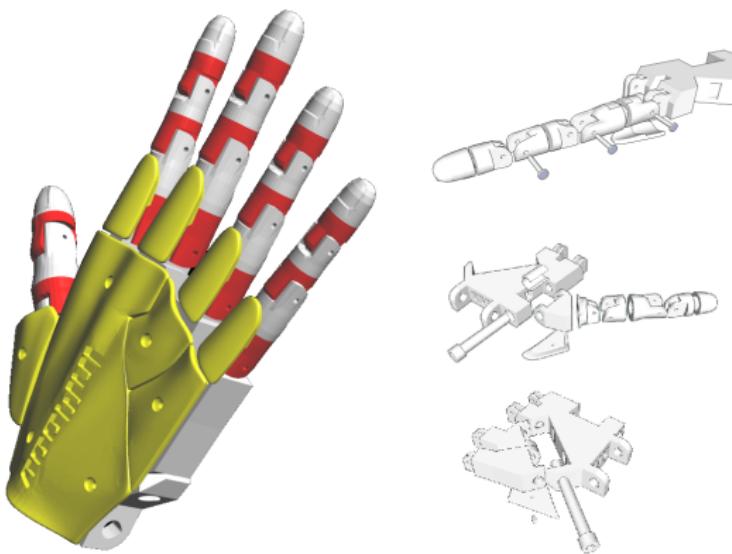
Clasificación de movimientos en Matlab

- MQ: Mano Quieta
- AP: Apretar Puño
- SP: Sostener Peso
- AC: Apretar Cilindro

	MQ	AP	SP	AC
MQ	0	0.0690	0.0230	0.0294
AP	0.0690	0	0.2000	0.0303
SP	0.0230	0.2000	0	0.0571
AC	0.0294	0.0303	0.0571	0

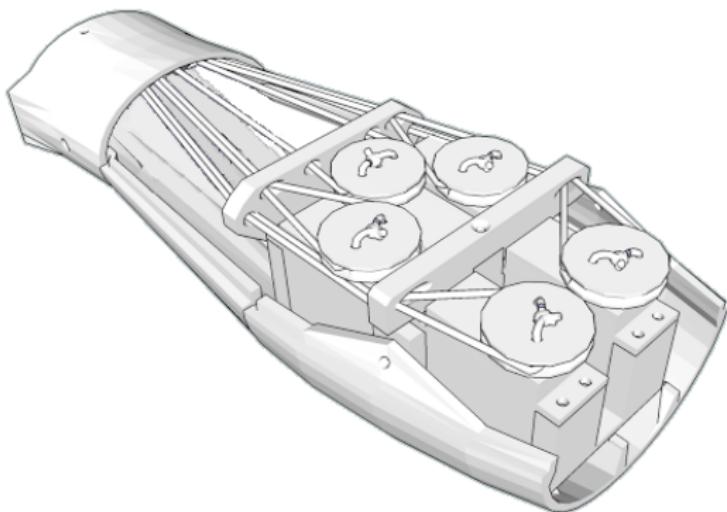
Módulo 5: Construcción de mano biónica

Modelo de la Mano



Módulo 5: Construcción de mano biónica

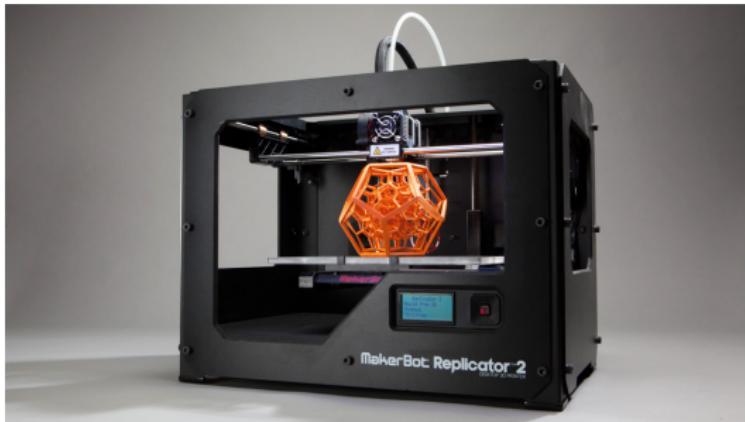
Modelo del Brazo



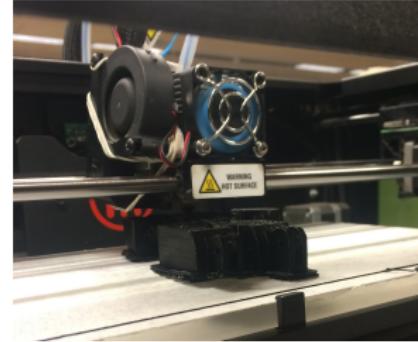
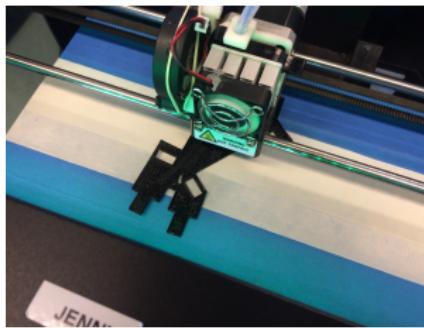
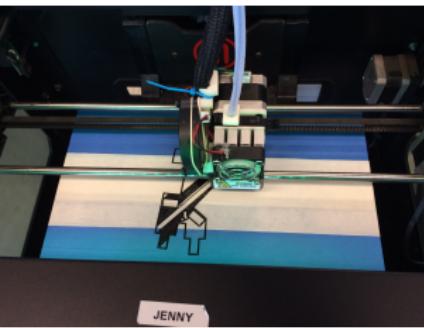
Módulo 5: Construcción de mano biónica

Impresión en MakerBot Replicator 2

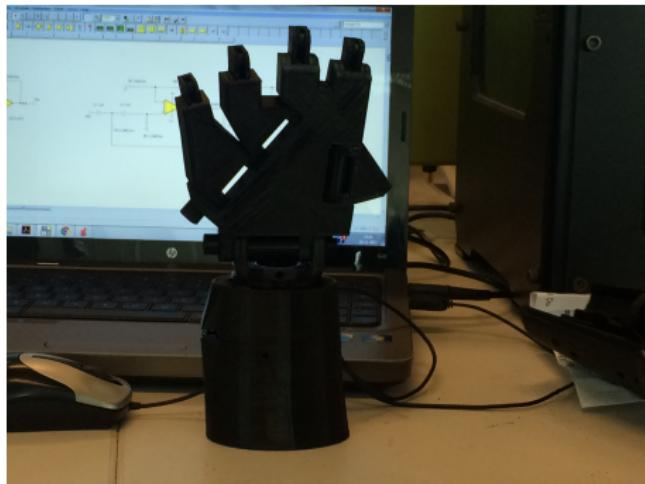
- Impresión utilizando Poliáctiso Láctico (PLA)
- Proceso lento, tiempo de impresión por pieza entre 0.5-5 horas
- Tiempo total de Impresión 40 horas



Construcción de la Mano



Construcción de la Mano



Construcción de la Mano

Simulación de los tendones



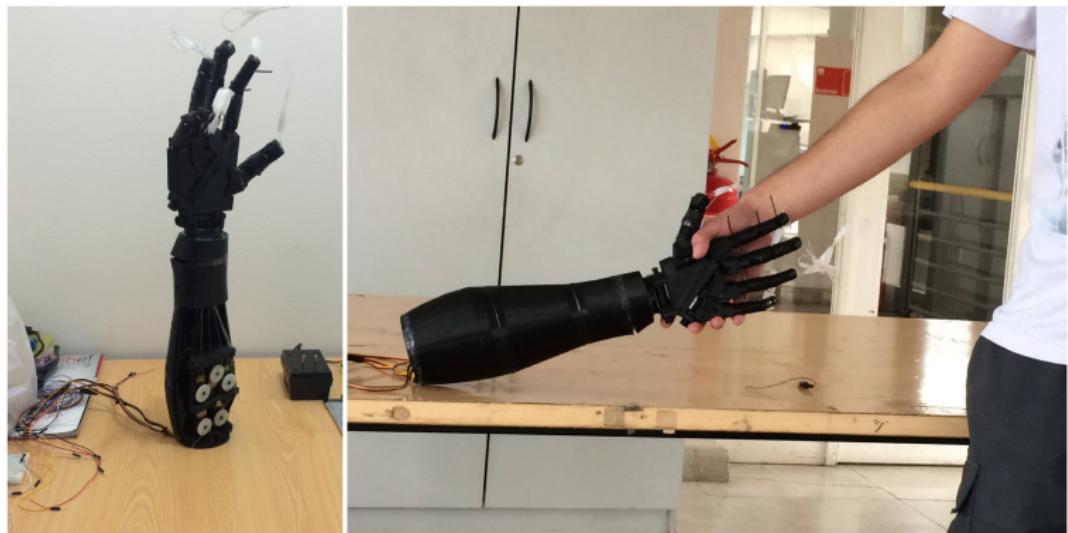
Ubicación de los servos



- Se utiliza hilo de pecar para simular los tendones
- Los hilos deben estar lo más tenso posible

Módulo 5: Construcción de mano biónica

Ensamblado de la Mano Biónica



Módulo 5: Construcción de mano biónica

Movimientos a replicar

- Los distintos movimientos se controlan con el ángulo que barre del servo
- Los hilos deben estar lo más tensos posible



Evaluación de costos

Cuadro: Tabla de costos estimados de producción

Elemento de producción	Costo estimado
Electrodos	\$6,200
Placa PCB	\$10,000
Arduino Due	\$20,000
5 servomotores	\$35,000
Filamento PLA	\$19,000
Total	\$90,200
Horas Hombre	162 horas

Conclusiones y Trabajo futuro

- Conclusiones
 - El circuito construido funcionó consistente con las simulaciones.
 - El dispositivo de amplificación es sensible al ruido ambiente.
 - Se debe tener en cuenta la carga de las baterías para el correcto funcionamiento del circuito.
 - La obtención de datos por un canal hace posible la clasificación de movimientos, pero esto se debe calibrar continuamente.
 - Cada clasificador debe entrenarse offline.
- Trabajo futuro
 - Utilizar dos o más canales de adquisición de datos.
 - Mejorar el sistema de adquisición de datos.
 - Agregar control a lazo cerrado.
 - Imprimir la mano con ABS.
 - Diseñar una palma flexible.
 - Incluir sensores para que la persona sienta a través de la mano.