

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA  
MAQUINA PARA REHABILITACION DE  
BRAZO CON CONTROL DE VELOCIDAD.**



**JOSE APARICIO**  
BUCARAMANGA, NOVIEMBRE DE 2014

# Introducción



- ❧ El proyecto arranca con un estudio de las necesidades de equipos para personas con problema físicos y de la iniciativa de mejorar un dispositivo mecánico que este prestaría a los sitios donde se realizan las fisioterapias.
- ❧ Después de estudiar y clasificando los criterios que se necesitan para este se escogen varias opciones poniendo en tela de juicio la que mejor este acorde a nuestros criterios de diseño.

# OBJETIVOS



## ∞ Objetivo General

Diseñar un prototipo de maquina para rehabilitación de extremidades superiores con control de velocidad.

## ∞ Objetivos Específicos

Diseñar en SolidWorks un prototipo funcional de una máquina de rehabilitación de extremidades superiores.

Presentar en planos cada uno de los componentes del prototipo.

Desarrollar un control de velocidad para el prototipo.

Construir el prototipo y realizar pruebas de funcionamiento al control de velocidad.

# Planteamiento y Justificación

---

- ☞ Desde tiempo inmemorial el hombre se ha preocupado de recuperar y rehabilitar a los individuos que habían perdido sus condiciones físicas naturales, como consecuencia de afecciones patológicas o por los accidentes acaecidos en sus vidas.
- ☞ El hombre debió utilizar los medios que le proporcionaba la naturaleza para curarse. Éstos se corresponden con la utilización de los agentes físicos como elementos empíricos.

# ESTADO DEL ARTE.



- ❧ La **mecanoterapia** es una disciplina que se engloba dentro de la fisioterapia y se define como el arte y la ciencia del tratamiento de distintas enfermedades y lesiones, mediante ingenios mecánicos.
- ❧ Aplicada desde la antigüedad, y desarrollada en tiempos modernos por Gustav Zander, la mecanoterapia utiliza una gran variedad de aparatos e ingenios, como mesas de manos, ruedas, jaulas con sistema de pesos y poleas, tracciones, tabla de pedales, etc.

# ESTADO DEL ARTE



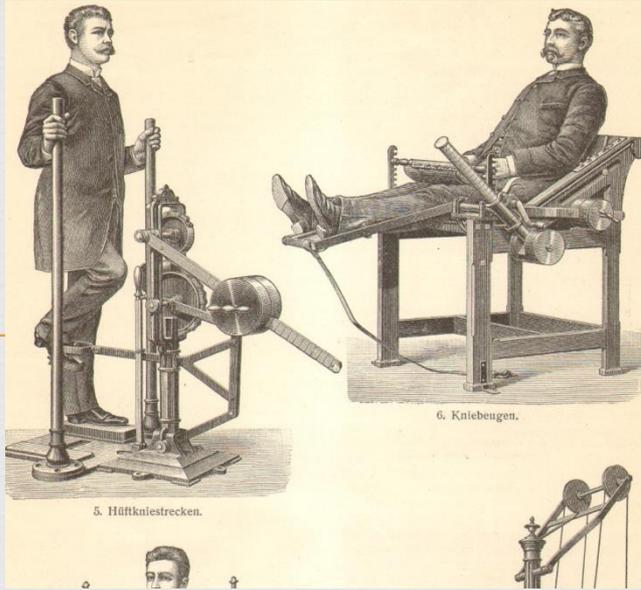
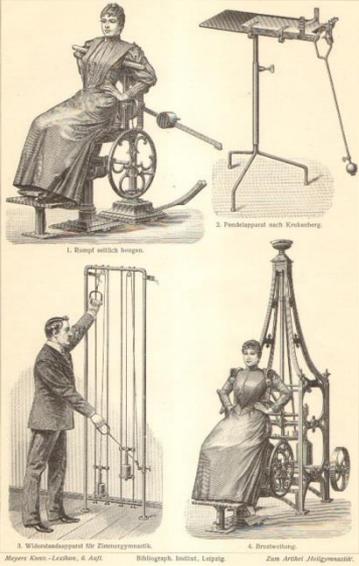
✧ Jonas Gustav Vilhelm Zander (29 de marzo de 1835 en Estocolmo – 17 de junio de 1920) fue un médico sueco, ortopedista y uno de los creadores de mecanoterapia. Es conocido por inventar un método terapéutico de ejercicio llevado a cabo por medio de un aparato especial. Con el cual podrían ser entrenados grupos específicos de músculos en dosis exactas. Sus máquinas ganaron premios en diversas exposiciones en el mundo.

# ESTADO DEL ARTE



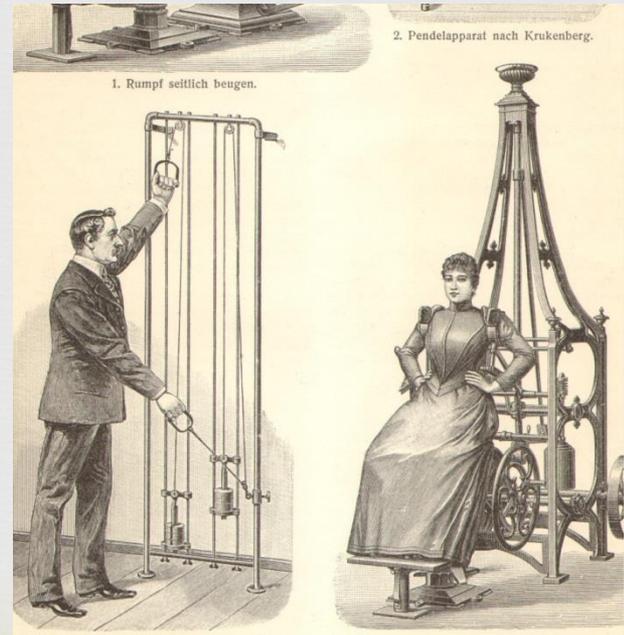
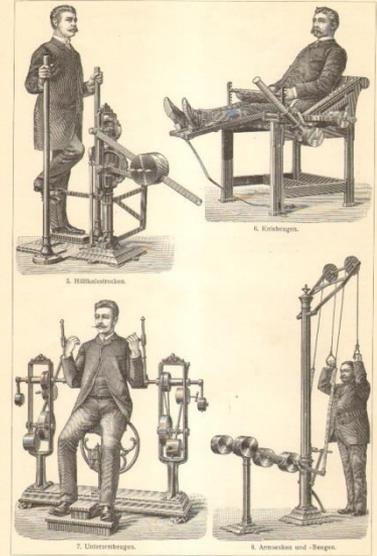
Heilgymnastik I.

Medizinische Apparate.



Heilgymnastik II.

Medizinische Apparate.



# Las de hoy.



3

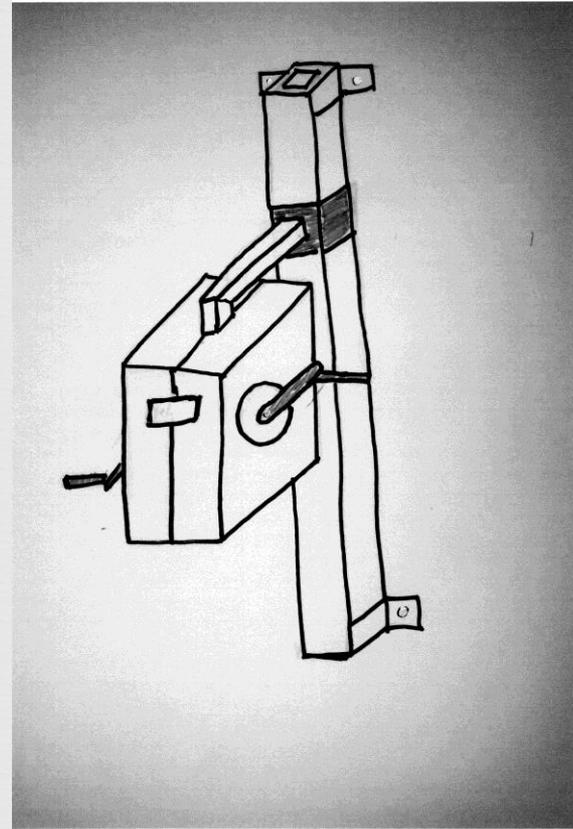
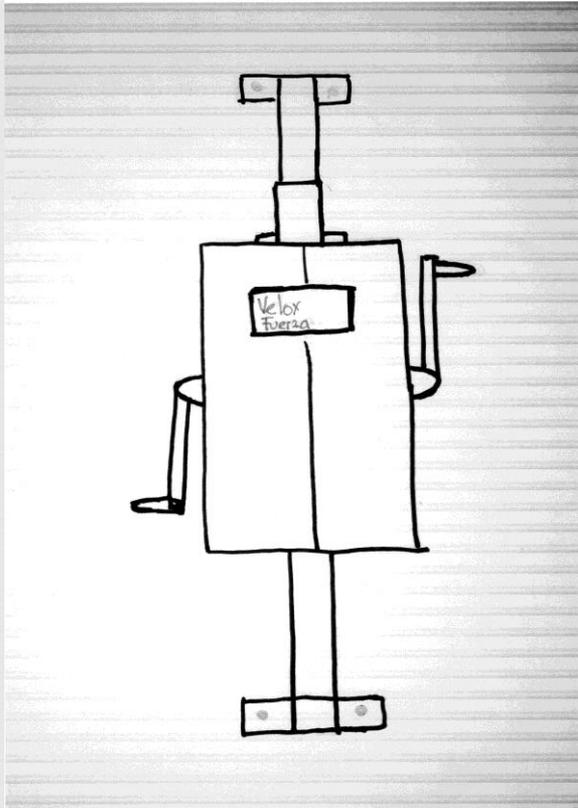




# Esquema Metodología



# DISEÑOS -BOCETOS



# DISEÑOS -CAD





# CALCULOS MOTOR



$$T1=R*(M*G)*\text{sen } 40^\circ$$

$$T2=R*(M*G)$$

$$T3=R*(M*G)*\text{sen } 30^\circ$$

Donde M es la masa del brazo completo en inercia y según la tabla que vimos anteriormente en porcentaje masa según el peso de la persona es:

Brazo 2.6%

Antebrazo 1.6%

Mano 0.7%

Total brazo completo= 4.9 %

Persona prom 85kgs masa del brazo= 4.165

SEGMENTO	MASA	CG	Punto proximal	Punto distal
Cabeza y cuello	7.3%	46.40%	vertex	gonion medio
Tronco	50.7%	38.03%	huevo supraesternal	cadera media
Brazo	2.6%	51.30%	acromion	radiale
Antebrazo	1.6%	38.96%	radiale	art.muñeca
Mano	0.7%	82.00%	art.muñeca	estiloides 3ºdedo
Muslo	10.3%	37.19%	art.cadera	tibiale
Pantorrilla	4.3%	37.05%	tibiale	art.tobillo
Pie	1.5%	44.90%	talón	dedo 1º

# CALCULOS MOTOR



Hacemos los cálculos en el T2 donde hay mayor fuerza torque

$$T2=R*(M*G)$$

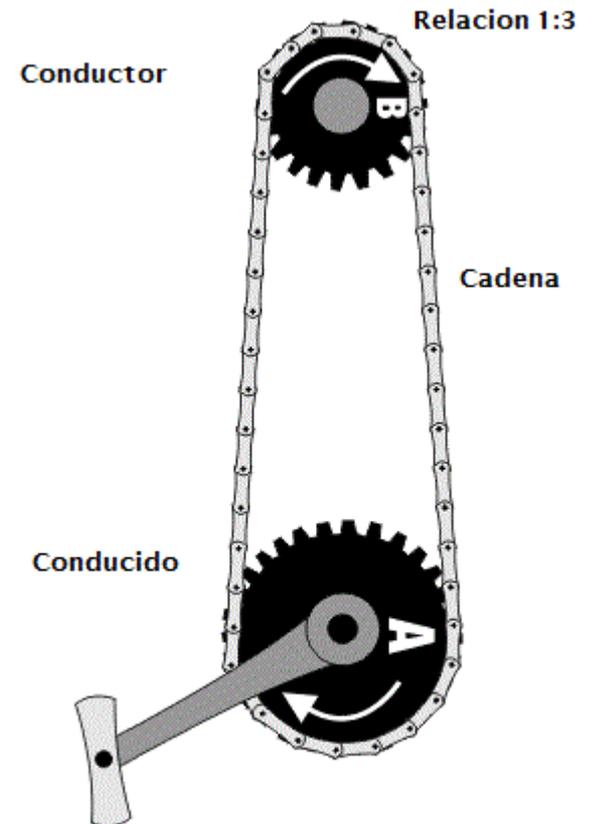
$$T2=0.17 \text{ m}*(4.165*9.81)= 6.9459 \text{ N.m}$$

$$N= 0.1019716 \text{ Kg.F}$$

$$6.9459 * 0.1019716 = 0.7082 \text{ Kg.F.m} * 100 \text{ cm/1m}$$

$T2=70.82 \text{ Kg.F.cm}$  Este es el Torque en la Catalina para tener el torque en el piñón dividimos en 3, ya que la relación entre estas es de 1:3

$T= 70.82/3 = 23.60 \text{ Kg.F.cm}$  Este torque mínimo que necesitamos que tenga el motor para salir de la inercia por el peso del brazo.



# SELECCIÓN ACTUADORES Y SENSORES



## MOTORREDUCTORES

Modelo	Precio	Tension	Velocidad	Cupla	Pot. eje	Material	Sistema	Servicio
	\$	V	RPM	Kgf*cm	Hp			
MR107-100	\$ 750	24 VCC	100,0	36,16	0,0710	Metálico	Planetarios	Normal
MR19-940-1000	\$ 2.370	24 VCC	1.000,0	36,70	0,3510	Metálico	Planetarios	Intermitente
MR10-417-71	\$ 990	24 VCC	71,0	39,42	0,0390	Metálico	Planetarios	Larga duración
MR10-437-154	\$ 990	24 VCC	154,0	39,42	0,0760	Metálico	Planetarios	Normal
MR105-44	\$ 600	24 VCC	44,0	40,82	0,0309	Metálico	Planetarios	Normal
MR19-520-125	\$ 1.690	24 VCC	125,0	42,40	0,0675	Metálico	Planetarios	Larga duración
MR10-520-125	\$ 1.100	24 VCC	125,0	42,42	0,0600	Metálico	Planetarios	Larga duración
MR19-620-167	\$ 1.780	24 VCC	167,0	42,80	0,1215	Metálico	Planetarios	Larga duración
MR19-820-333	\$ 1.930	24 VCC	333,0	42,80	0,2160	Metálico	Planetarios	Larga duración
MR107-66	\$ 750	24 VCC	66,0	54,24	0,0710	Metálico	Planetarios	Normal
MR19-940-667	\$ 2.370	24 VCC	667,0	55,10	0,3510	Metálico	Planetarios	Intermitente
MR10-620-125	\$ 1.190	24 VCC	125,0	57,10	0,1080	Metálico	Planetarios	Larga duración
MR19-620-125	\$ 1.780	24 VCC	125,0	57,10	0,1215	Metálico	Planetarios	Larga duración
MR10-417-47	\$ 990	24 VCC	47,0	59,13	0,0390	Metálico	Planetarios	Larga duración
MR10-437-103	\$ 990	24 VCC	103,0	59,13	0,0760	Metálico	Planetarios	Normal
MR105-30	\$ 600	24 VCC	30,0	61,24	0,0309	Metálico	Planetarios	Normal

# SELECCIÓN ACTUADORES Y SENSORES



# SELECCIÓN ACTUADORES Y SENSORES



✧ TARJETA ARDUINO  
MEGA ADK



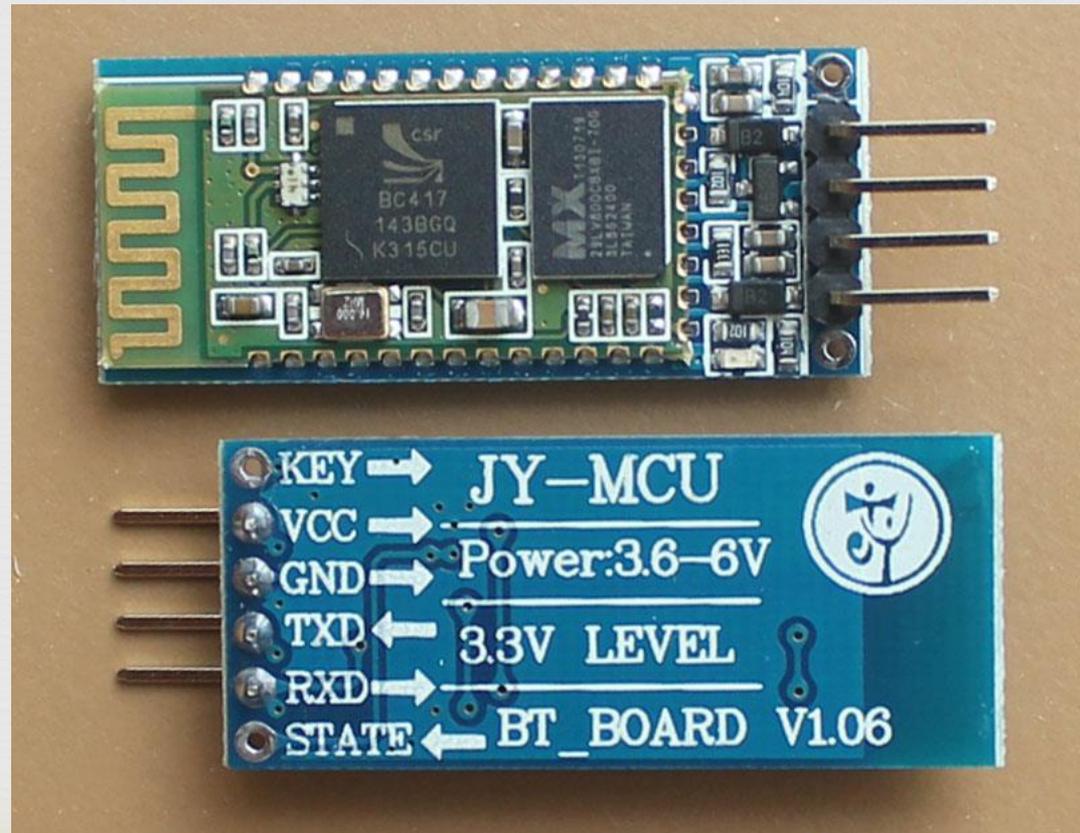
✧ ETAPA POTENCIA



# SELECCIÓN ACTUADORES Y SENSORES



## BLUETOOTH HC-06



# SELECCIÓN ACTUADORES Y SENSORES



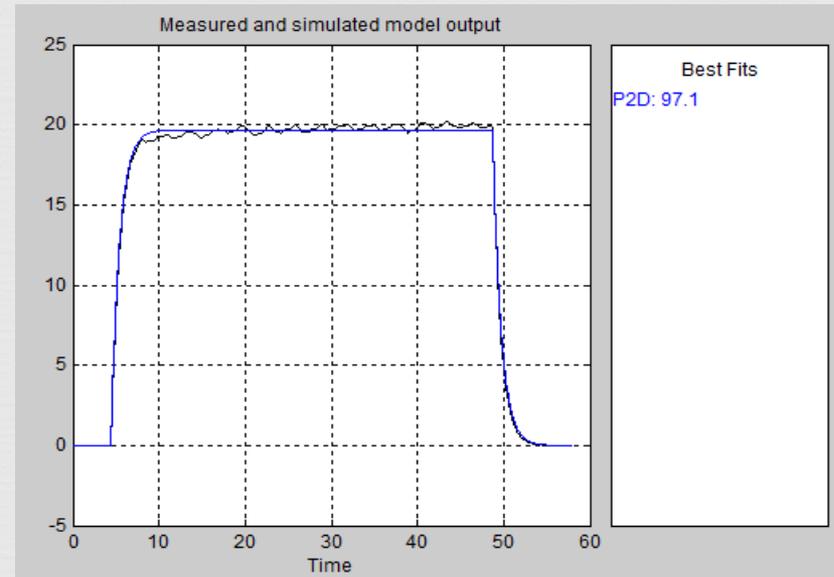
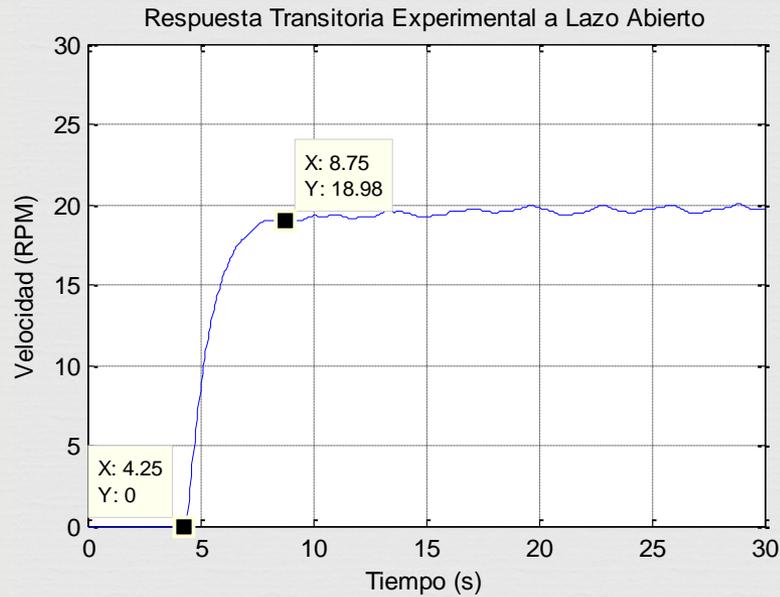
DISPLAY



# CONTROL PI - ARDUINO



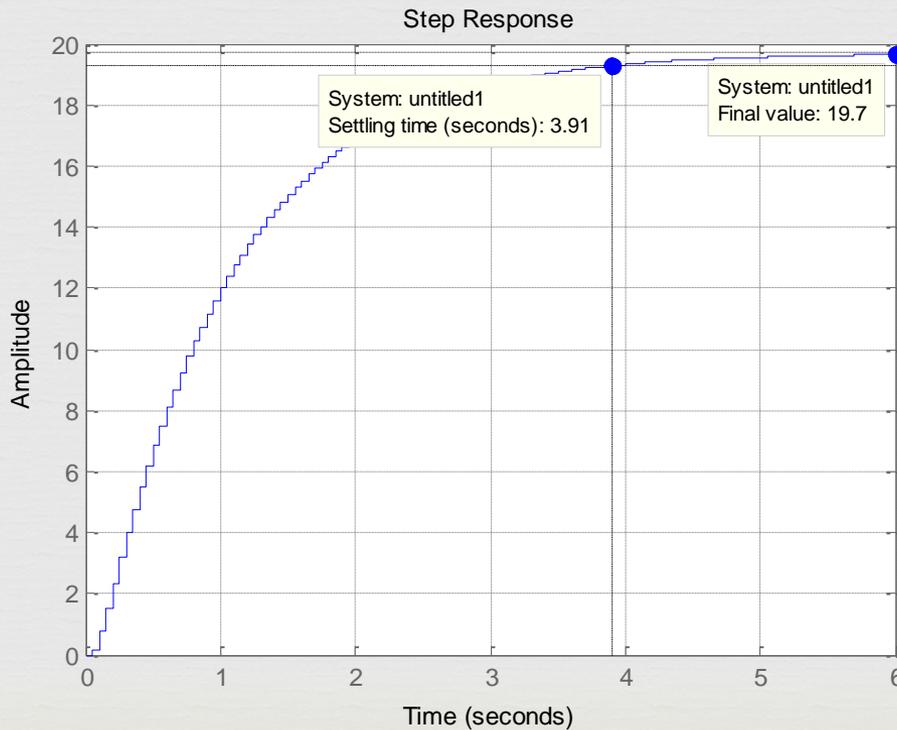
## Identificación ToolBox Ident



# CONTROL PI - ARDUINO



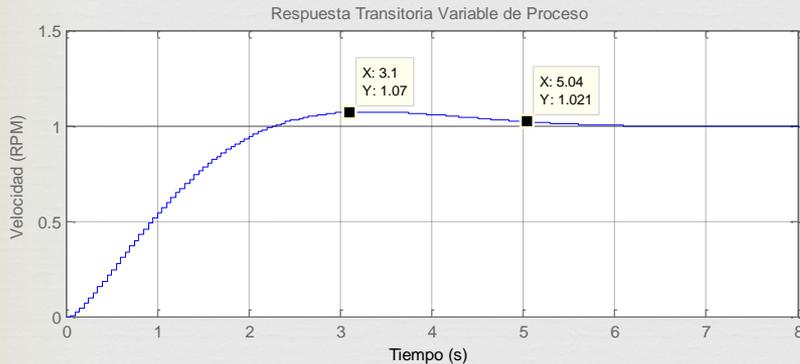
$$g(z) = \frac{0.002096Z^2 + 0.004228Z + 0.0001659}{Z^3 - 1.411Z^2 + 0.4381Z}$$



# CONTROL PI -ARDUINO



## Diseño del Controlador



## ECUACION CONTROLADOR PI DISEÑADO

$$PI(z) = \frac{2.1565 (Z - 0.98)}{Z - 1}$$

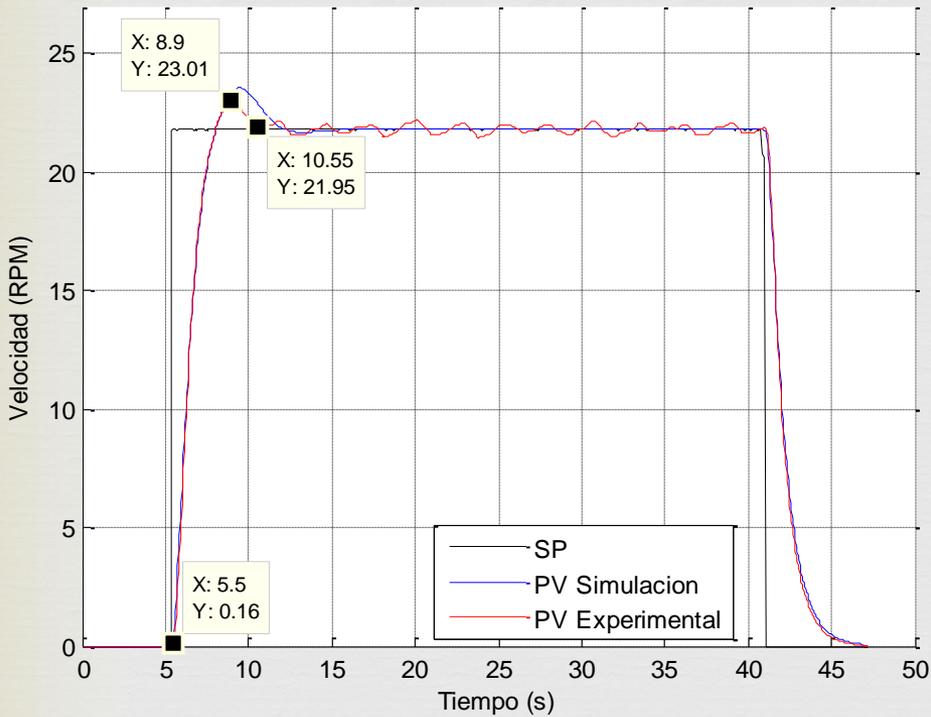
## ECUACION CLASICA CONTROLADOR PI

$$PI(z) = 17.4474 \left( 1 + \frac{0.1236}{1 - Z^{-1}} \right)$$

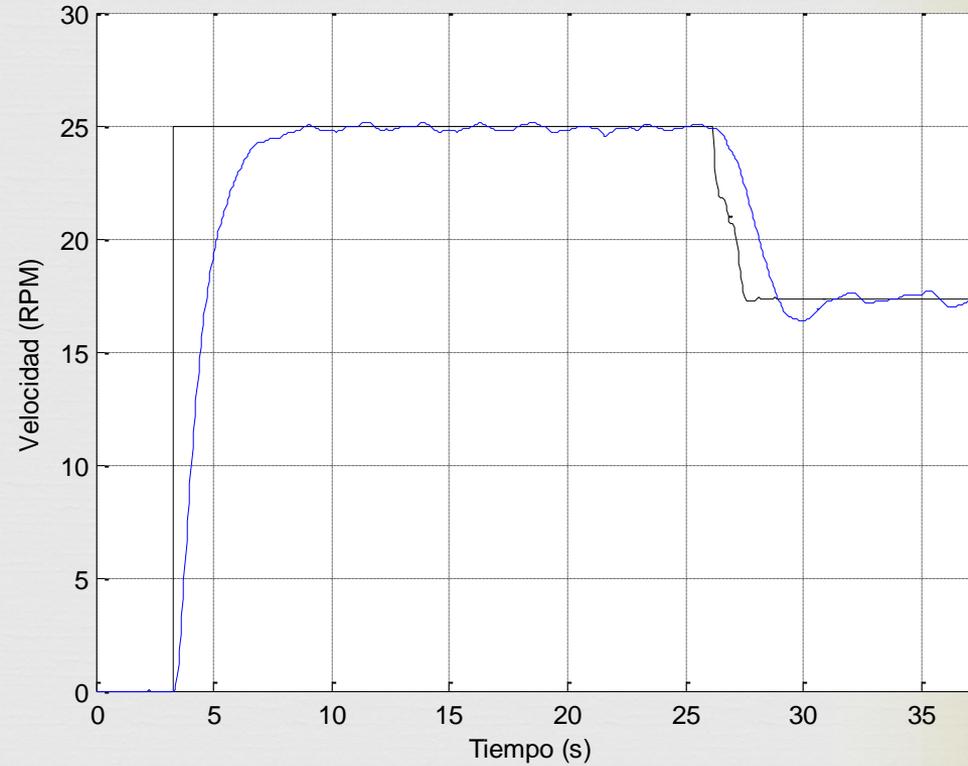
# CONTROL PI - ARDUINO



Respuesta Transitoria a Lazo Cerrado



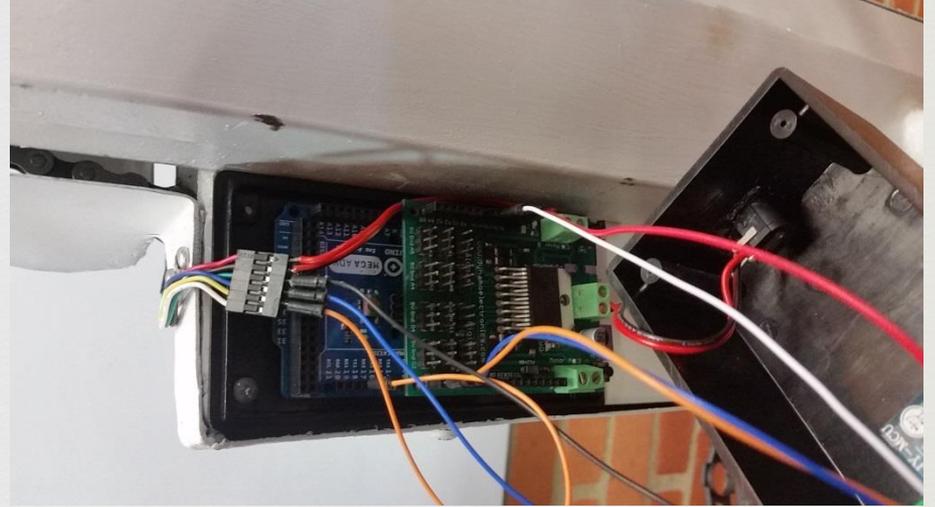
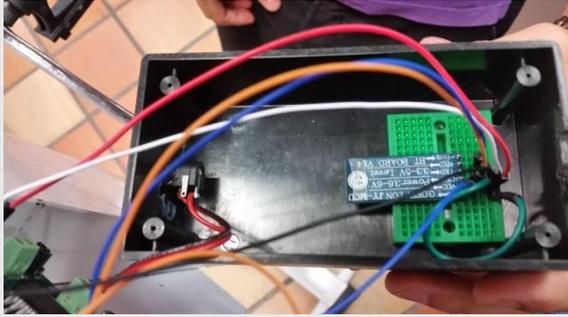
Respuesta Transitoria del Sistema a Lazo Cerrado



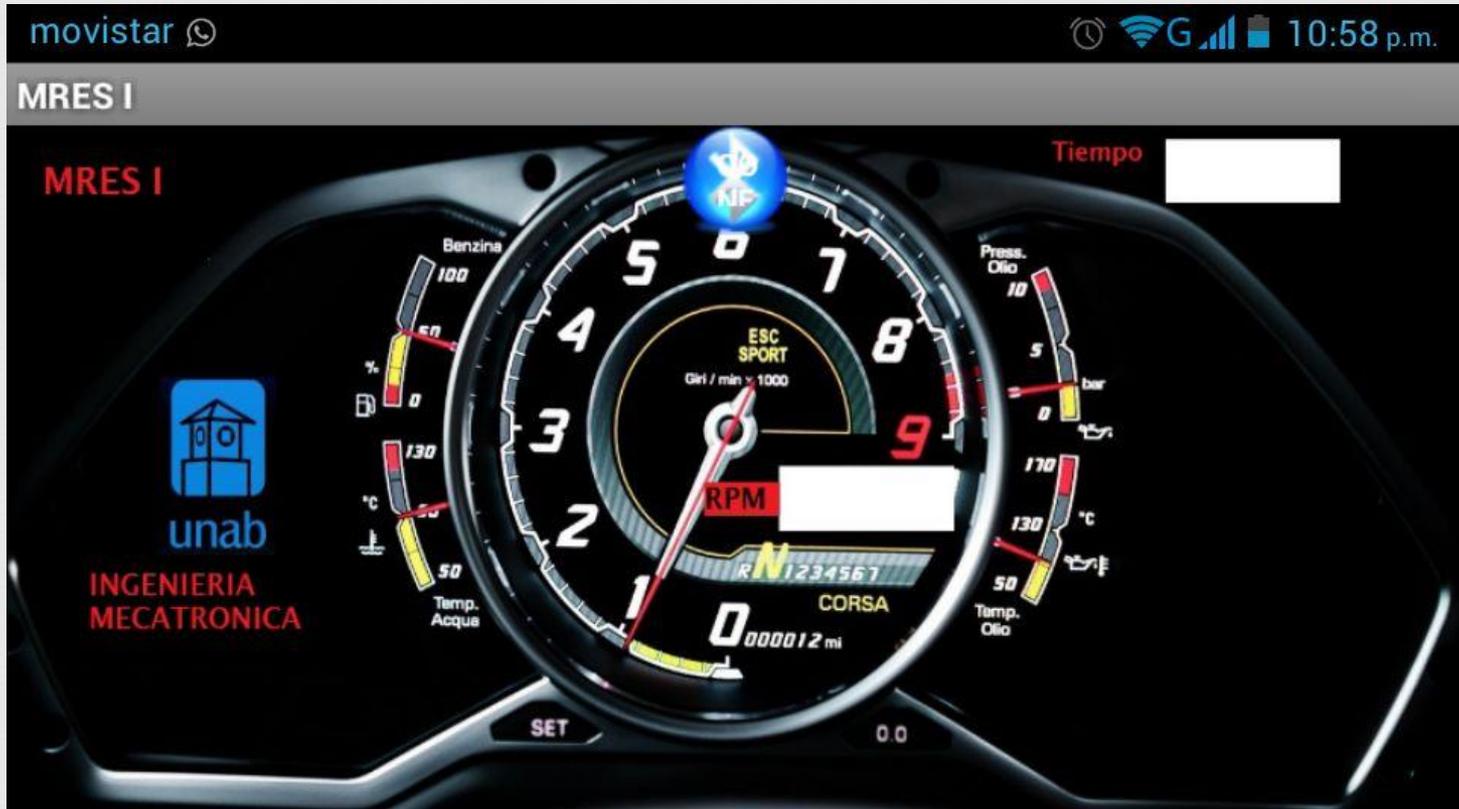
# Resultados



# Resultados



# Resultados



# Trabajo Futuro



- ❧ Recomendación adquirir un motor con mayor torque ya que en el mercado local solo disponían de un torque menor al calculado.
- ❧ Mejorar la estructura en acabados ya que era un prototipo.
- ❧ A la interfaz hacerle programas ya predeterminados en tiempo.

# Bibliografía



☞ MIT APP Inventor

<http://ai2.appinventor.mit.edu/#5573263045427200>

☞ Gustav Zander

<http://www.fisaude.com/fisioterapia/articulos-de-opinion/gustav-zander.html>

<http://www.etsy.com/es/listing/161377482/de-1904-gustav-zander-mecanoterapia>

☞ Mecanoterapia

<http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/mecanoterapia.pdf>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Mecanoterapia>

☞ Biomecánica

<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/biomecanica/biomecanica-ayuda.php>

# Bibliografía



☞ Physio-rueda Hombro

<http://fisiostore.es/fisioterapia-y-rehabilitacion/physio-rueda-hombro.html#fancy-zoom-gallery-image-1>

☞ Physio-rueda miembro superior

<http://fisiostore.es/fisioterapia-y-rehabilitacion/physio-rueda-miembro-superior.html#fancy-zoom-gallery-image-2>

☞ Rehabilitacion

[http://es.wikipedia.org/wiki/Rehabilitaci%C3%B3n\\_\(Medicina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Rehabilitaci%C3%B3n_(Medicina))

☞ Fisioterapia

<http://fisioterapia.blogspot.com/p/que-es-fisioterapia.html>