

Anexo 1.1. Cálculos mecánicos

DCL para el eje pequeño:

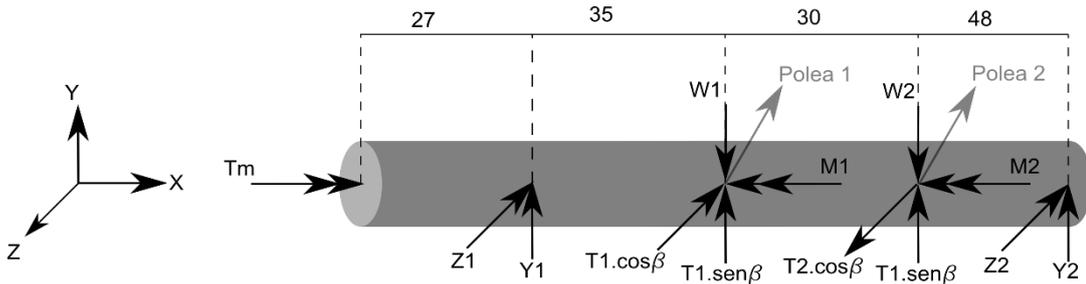


Figura A1-1: DCL eje pequeño. Fuente: Elaboración propia.

Se tiene:

Torque del motor =  $T_m = 40 \text{ oz-in} \longrightarrow T_m = 0.2825 \text{ N-m}$ .

En la figura A1-2 se muestra las dimensiones de las poleas y el ángulo que tiene la tensión del hilo transportador.

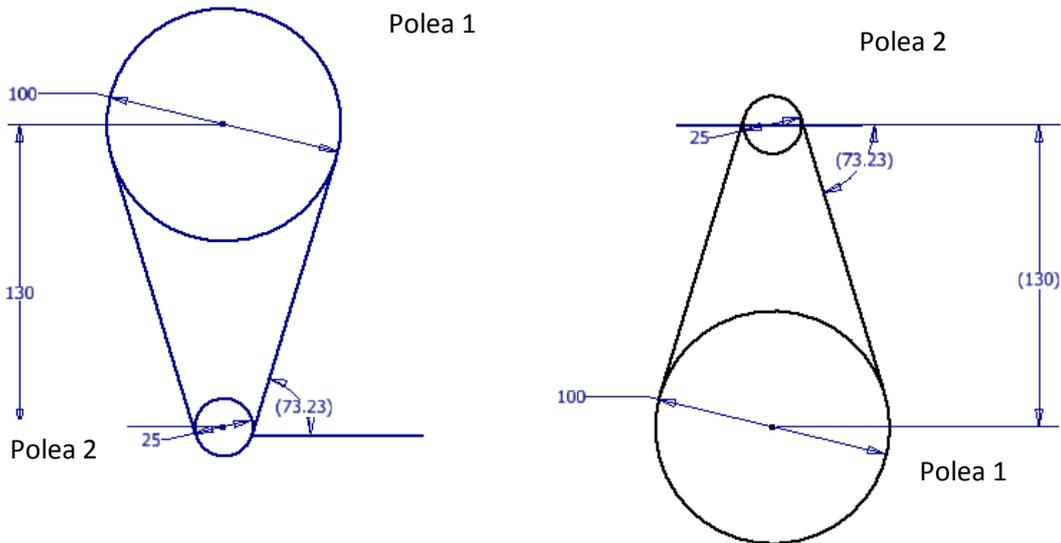


Figura A1-2: Imagen de poleas. Fuente: Elaboración propia.

Entonces, se tiene que:

$$\beta = 73.23^\circ, M_1 = T_1 * 50 \text{ mm}; M_2 = T_2 * 12.5 \text{ mm}.$$

Para la polea 2:  $D_2 = 25 \text{ mm}; M = 0,01 \text{ kg}; W_2 = 98,1 * 10^{-3} \text{ N}$ .

$$\sum M_x = I * \alpha; \alpha = \text{Aceleración angular.}$$

$$T_2 * 12.5 \text{ mm} = M * \frac{(12.5 \text{ mm})^2}{2} * \alpha$$

$$T_2 = 6,25 * 10^{-5} * \alpha$$

Para la polea 1:  $D_1 = 100 \text{ mm}; M = 0,1 \text{ kg}; \text{entonces } W_1 = 981 * 10^{-3} \text{ N}$ .

$$\sum M_x = I * \alpha.$$

$$T_1 * 50 \text{ mm} = M * \frac{(50 \text{ mm})^2}{2} * \alpha.$$

$$T_1 = 2,5 * 10^{-3} * \alpha$$

Para el eje pequeño:  $M = 0,1 \text{ kg}$  y  $L = 140 \text{ mm}$ .

$$\Sigma M_x = I * a = Tm - M_2 - M_1,$$

$$Tm - (12,5 * 10^{-3}) * 6.25 * 10^{-5} * \alpha - 50 * 10^{-3} * 2.5 * 10^{-3} * \alpha = 0,1 * \frac{0.14^2}{2} * \alpha,$$

$$Tm = 1,1058 * 10^{-3} * \alpha = 0.2825 \text{ N-m.}$$

Por lo tanto:  $\alpha = 255.46 \text{ rad/s}^2$ .

Entonces:

$$\Sigma F_z = 0 \Rightarrow -T_1 * \cos\beta + T_2 * \cos\beta = Z_1 + Z_2,$$

$$Z_1 + Z_2 = -7,03 * 10^{-4} \text{ N.}$$

$$\Sigma M_{ejeYpto4} = 0 \Rightarrow -T_1 * \cos\beta * 78 + T_1 * \cos\beta * 48 = Z_1 * 113,$$

$$113 * Z_1 = -55,39 * 10^{-3} * \alpha,$$

$$\Rightarrow Z_1 = -4,901 * 10^{-4} * \alpha \Rightarrow Z_1 = -125,2 * 10^{-3} \text{ N.}$$

$$\Rightarrow Z_2 = -2,129 * 10^{-4} * \alpha \Rightarrow Z_2 = -54,38 * 10^{-3} \text{ N.}$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T_1 * \text{sen}\beta + T_2 * \text{sen}\beta + Y_1 + Y_2 = W_1 + W_2,$$

$$Y_1 + Y_2 = -2,412 * 10^{-3} * \alpha + 0,11 * 9,81.$$

$$\Sigma M_{ejeZpto4} = 0 \Rightarrow Y_1 * 113 + T_1 * \text{sen}\beta * 78 + T_2 * \text{sen}\beta * 48 = W_1 * 78 + W * 48,$$

$$113 * Y_1 = -116,31 * 10^{-3} * \alpha + 54,74,$$

$$Y_1 = -1,03 * 10^{-3} * \alpha + 484,43 * 10^{-3} \Rightarrow Y_1 = 221,29 * 10^{-3} \text{ N.}$$

$$Y_2 = -1,382 * 10^{-3} * \alpha + 594,67 * 10^{-3} \Rightarrow Y_2 = 241,60 * 10^{-3} \text{ N.}$$

$$\Rightarrow T_1 = 638,65 * 10^{-3} \text{ N.}$$

$$\Rightarrow T_2 = 15,97 * 10^{-3} \text{ N.}$$

En las figuras A1-3 y A1-4 se muestran los diagramas de esfuerzos y momentos flectores para los ejes X y Z, y además se muestra el diagrama de momento torsor para el eje X el eje pequeño.

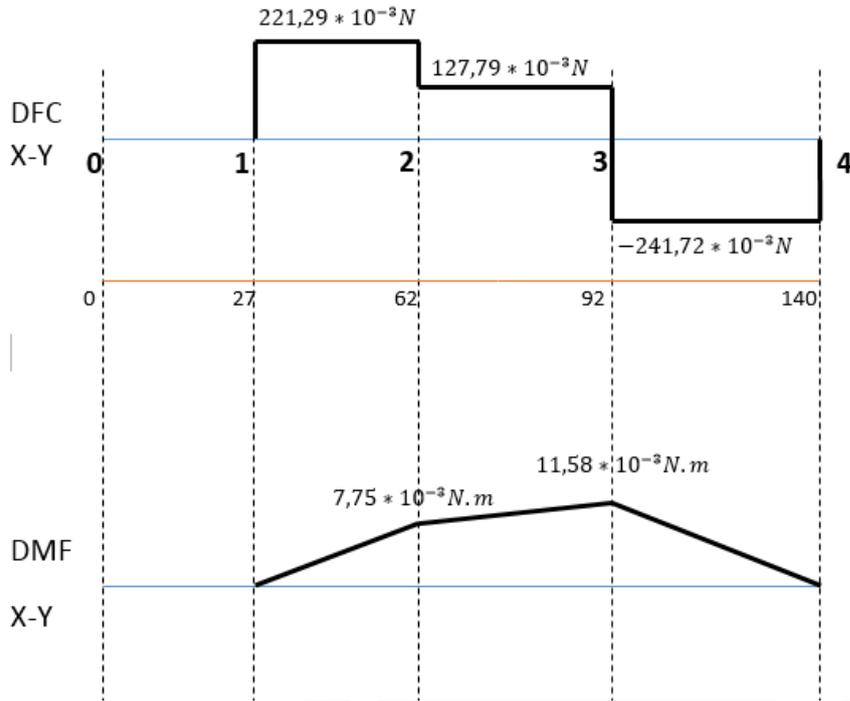


Figura A1-3: Diagrama de fuerza cortante en y momento flector en X del eje pequeño.  
Fuente: Elaboración propia.

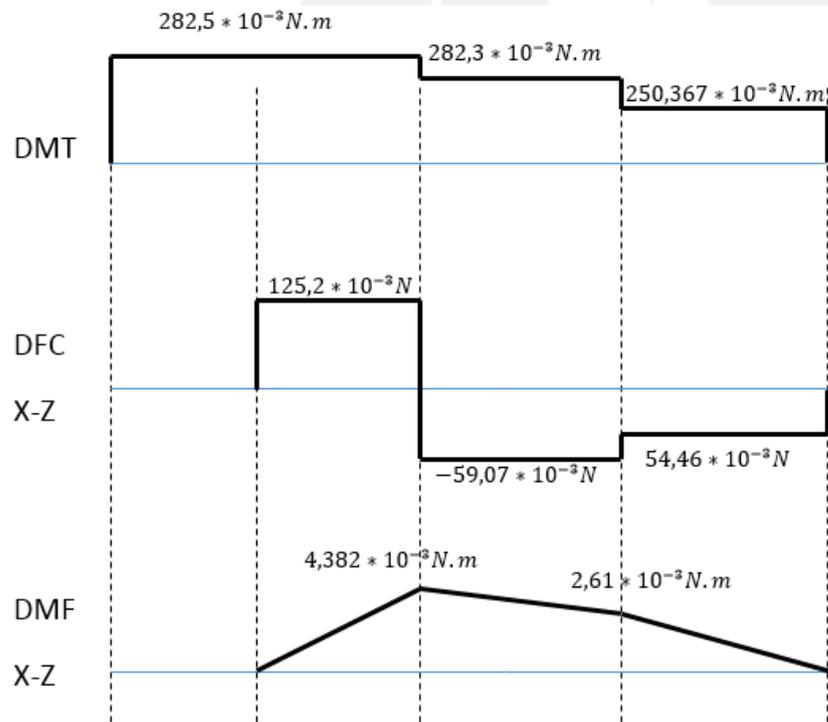


Figura A1-4: Diagrama de fuerza cortante, momento flector en Y y momento torsor del eje pequeño. Fuente: Elaboración propia.

Posibles puntos críticos: 1,2 y 3

$$d = 12 \text{ mm}; \text{ entonces: } A = \frac{d^2}{4} * \pi.$$

Por el criterio de Von Mises:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(\sigma_f + \sigma_N)^2 + 3(\tau_t + \tau_c)^2},$$

$$\sigma_f = 32 \frac{Mf}{\pi d^3}; \quad \tau_t = 16 \frac{Mt}{\pi d^3}; \quad \tau_c = \frac{V_{eq}}{A}; \quad \sigma_N = \frac{F}{A}.$$

Para punto 1:

$$V_{eq1} = \sqrt{(221,29 * 10^{-3})^2 + (125,2 * 10^{-3})^2},$$

$$V_{eq1} = 254,25 * 10^{-3} N.$$

$$\rightarrow \tau_{c1} = \frac{V_{eq1}}{A} = 2248,06 \text{ N/m}^2.$$

$$\rightarrow Mf_1 = 0 \rightarrow \sigma_{f1} = 0.$$

$$Mt_1 = 282,5 * 10^{-3} N.m.$$

$$\rightarrow \tau_{t1} = 832616,1375 \text{ N/m}^2.$$

$$\rightarrow \sigma_{eq1} = 1442135,2 \text{ N/m}^2.$$

Para punto 2:

$$V_{eq2} = \sqrt{(127,79 * 10^{-3})^2 + (59,07 * 10^{-3})^2},$$

$$V_{eq2} = 140,78 * 10^{-3} N.$$

$$\rightarrow \tau_{c2} = 1244,76 \text{ N/m}^2.$$

$$\rightarrow Mf_2 = \sqrt{(7,75 * 10^{-3})^2 + (4,382 * 10^{-3})^2} \rightarrow Mf_2 = 8,90 * 10^{-3} N.m.$$

$$\sigma_{f2} = 52462,18 * \text{N/m}^2,$$

$$Mt_2 = 282,3 * 10^{-3} N.m.$$

$$\rightarrow \tau_{t2} = 832026,67 \text{ N/m}^2.$$

$$\rightarrow \sigma_{eq2} = 1,532 * 10^6 \text{ N/m}^2.$$

Para el punto 3:

$$V_{eq3} = \sqrt{(241,72 * 10^{-3})^2 + (54,46 * 10^{-3})^2},$$

$$V_{eq3} = 247,78 * 10^{-3} N.$$

$$\rightarrow \tau_{c3} = 2190,85 \text{ N/m}^2.$$

$$\rightarrow Mf_3 = \sqrt{(11,58 * 10^{-3})^2 + (2,61 * 10^{-3})^2} \rightarrow Mf_3 = 11,87 * 10^{-3} N.m,$$

$$\sigma_{f3} = 69969,29 * \text{N/m}^2.$$

$$Mt_3 = 250,36 * 10^{-3} N.m.$$

$$\rightarrow \tau_{t3} = 737910,1 \text{ N/m}^2.$$

$$\rightarrow \sigma_{eq_3} = 1,399 * 10^6 \text{ N/m}^2.$$

Por lo tanto el punto 2 es el más crítico.

Para aluminio AA6061 T4:

$$\sigma_f = 110,25 * 10^6 \text{ N/m}^2,$$

$$\rightarrow \text{¿} \sigma_{eq} < \sigma_f \text{?} \rightarrow 1,399 * 10^6 \text{ N/m}^2 < 110,25 * 10^6 \text{ N/m}^2 \dots \text{OK!!!}$$

Entonces, el eje pequeño no fallará cuando se le aplique el torque del motor.



**DCL para el eje grande:**

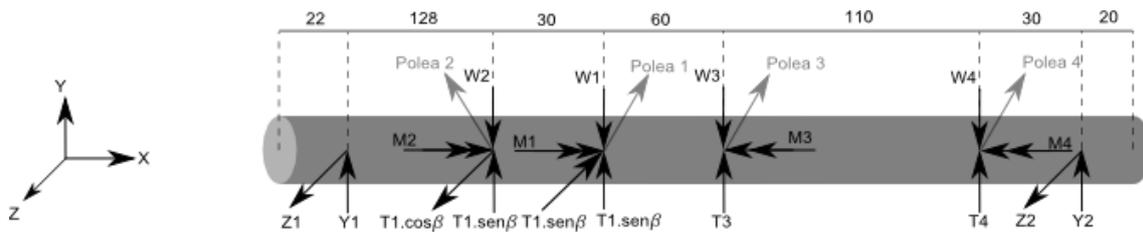


Figura A1-5: DCL del eje grande. Fuente: Elaboración propia.

Se tiene:

$$\beta = 73.23^\circ, M_2 = T_1 * 12.5 \text{ mm}; M_1 = T_2 * 50 \text{ mm}; M_3 = T_3 * 12.5 \text{ mm}; M_4 = T_3 * 12.5 \text{ mm}.$$

De lo calculado anteriormente, se tiene:  $\alpha = 255.46 \text{ rad/s}^2$ ,

$$W_1 = 98,1 \times 10^{-3} \text{ N}; W_2 = 981 * 10^{-3} \text{ N},$$

$$\text{Entonces: } T_1 = 638,65 * 10^{-3} \text{ N}; T_2 = 15,97 * 10^{-3} \text{ N}.$$

Para polea 3:  $D_3 = 25 \text{ mm}; M = 0,01 \text{ kg}$ ; entonces  $W_4 = 98,1 \times 10^{-3} \text{ N}$ .

$$\sum M_x = I * \alpha;$$

$$T_4 * 12.5 \text{ mm} = M * \frac{(12.5 \text{ mm})^2}{2} * \alpha,$$

$$T_4 = 15,97 * 10^{-3} \text{ N}.$$

Para el eje grande:  $L = 400 \text{ mm}; M = 0,215 \text{ kg}$ .

$$\sum M_x = I * \alpha = M_1 + M_2 - M_3 - M_4 = I * \alpha,$$

$$(50 * 10^{-3} * 15,97 * 10^{-3}) + (12,5 * 10^{-3} * 638,65 * 10^{-3}) - (T_3 * 15 * 10^{-3}) - (15,97 * 10^{-3} * 12,5 * 10^{-3}) = M * \frac{0.14^2}{2} * \alpha.$$

$$\rightarrow T_3 = 35.88 \text{ N}.$$

$$\rightarrow \sum F_z = 0 \rightarrow Z_1 + Z_2 = -T_1 * \cos\beta + T_2 * \cos\beta,$$

$$Z_1 + Z_2 = -178,93 * 10^{-3} \text{ N}.$$

$$\rightarrow \sum M_{ejeY_{punto1}} = 0.$$

$$\rightarrow -T_2 * \cos\beta * 200 + T_1 * \cos\beta * 230 = -Z_1 * 378,$$

$$Z_1 = -109,24 * 10^{-3} \text{ N}.$$

$$Z_2 = -69,69 * 10^{-3} \text{ N}.$$

$$\rightarrow \sum F_y = 0 \rightarrow Y_1 + Y_2 + T_3 + T_4 = W_2 + W_1 + W_3 + W_4 + T_1 * \sin\beta + T_2 * \sin\beta.$$

$$Y_1 + Y_2 = -34.05 \text{ N}.$$

$$\rightarrow \sum M_{ejeZ_{pto1}} = 0.$$

$$-128 * (W_2 + T_1 \text{sen}\beta) - 158 * (W + T_2 \text{sen}\beta) + 218 * (T_3 - W_3) - 328 * (W_4 - T_4) + 358 * Y_2 = 0,$$

$$\rightarrow 358 * Y_2 = -7568,87 \rightarrow Y_2 = -21,14 N.$$

$$\rightarrow Y_1 = -12,91 N.$$

En las figuras A1-6 y A1-7 se muestran los diagramas de esfuerzos y momentos flectores para los ejes X y Z, y además se muestra el diagrama de momento torsor para el eje X el eje grande.

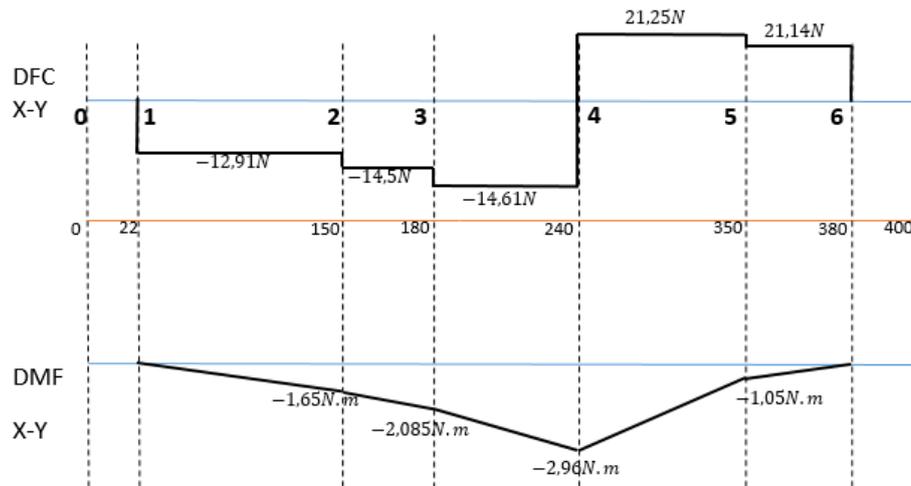


Figura A1-6: Diagrama de fuerza cortante en y momento flector en X del eje grande. Fuente: Elaboración propia.

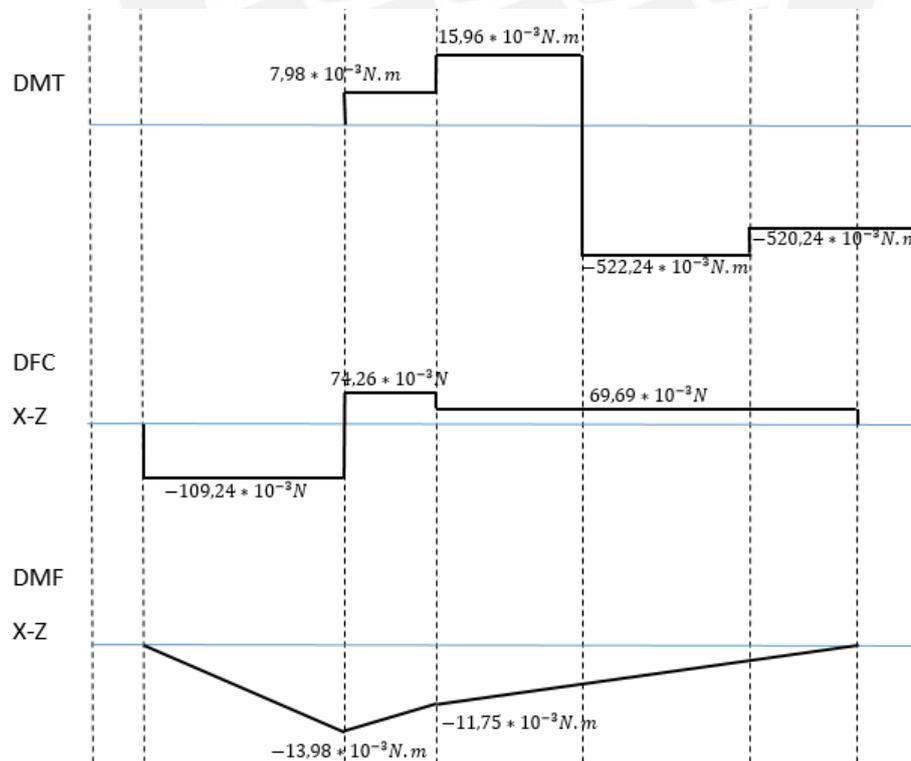


Figura A1-7: Diagrama de fuerza cortante, momento flector en Y y momento torsor del eje grande. Fuente: Elaboración propia.

El punto más crítico del eje está en el punto 4:

$$d = 12 \text{ mm}; \text{ entonces: } A = \frac{d^2}{4} * \pi.$$

Por el criterio de Von Mises:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(\sigma_f + \sigma_N)^2 + 3(\tau_t + \tau_c)^2},$$

$$\sigma_f = 32 \frac{M_f}{\pi d^3}; \quad \tau_t = 16 \frac{M_t}{\pi d^3}; \quad \tau_c = \frac{V_{eq}}{A}; \quad \sigma_N = \frac{F}{A}.$$

Para punto 1:

$$V_{eq4} = \sqrt{(21,25)^2 + (69,69 * 10^{-3})^2},$$

$$V_{eq4} = 21,25 \text{ N}.$$

$$\rightarrow \tau_{c4} = \frac{V_{eq4}}{A} = 187891,25 \text{ N/m}^2,$$

$$M_{f4} = \sqrt{(2,96)^2 + (8,225 * 10^{-3})^2} \rightarrow M_{f4} = 2,96 \text{ N.m}.$$

$$\sigma_{f4} = 17,49 * 10^6 \text{ N/m}^2,$$

$$M_{t4} = 522,24 * 10^{-3} \text{ N.m}.$$

$$\rightarrow \tau_{t4} = 1,54 * 10^6 \text{ N/m}^2.$$

$$\rightarrow \sigma_{eq4} = 32,96 * 10^6 \text{ N/m}^2.$$

Para aluminio AA6061 T4:

$$\sigma_f = 110,25 * 10^6 \text{ N/m}^2.$$

$$\rightarrow \text{¿} \sigma_{eq} < \sigma_f? \rightarrow 32,96 * 10^6 \text{ N/m}^2 < 110,25 * 10^6 \text{ N/m}^2 \dots \text{OK!!!}$$

## Anexo 1.2. Cálculos eléctricos

### Cálculo de corriente máxima

A continuación se lista de sensores y actuadores con su respectivo voltaje y corriente máxima de operación:

- 1 Motor DC, 150:1 Micro Metal Gearmotor HP, 6 V DC–  $I_{max}=1.6$  A
- 1 Servomotor: HS-311 Standard, 5 V DC –  $I_{max}=700$  mA
- 2 Sensor de luz: 4LSP Optical Fork PHOTOSWITCH, 10-30 V DC– 30 mA.
- 1Ultrasonido: HC-SR04, 5 V DC – 15 mA.

Entonces, sumando todas las corrientes, se obtiene:

$$I_{max\text{ sist}} = 2.375 \text{ A.}$$

## Anexo 1.3. Cálculo de la distancia de sensado y capacidad máxima de almacenamiento y producción

### Distancia de sensado

La imagen muestra la distancia que hay entre el sensor de ultrasonido cuando la bobina está vacía y la distancia que habría cuando la bobina está llena. Además, se observa el diámetro interno y externo de la bobina.

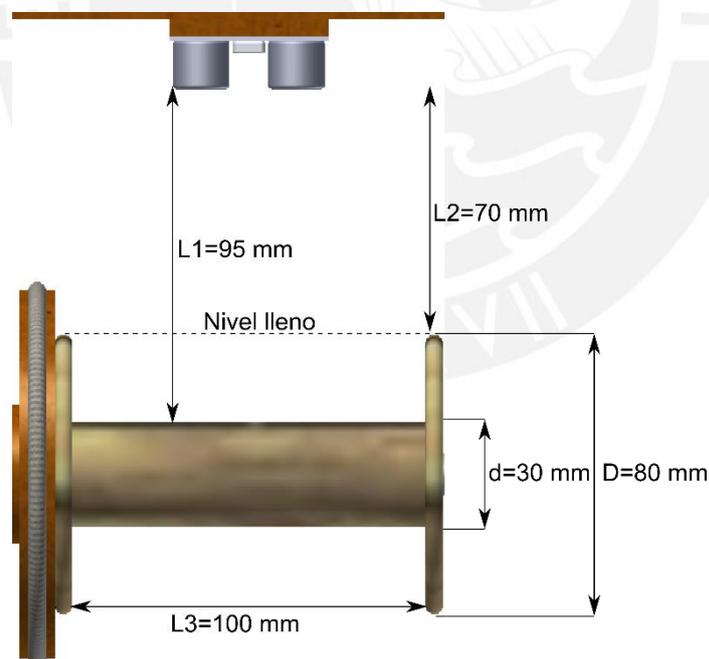


Figura A1-8: Vista superior de la bobina y el sensor de ultrasonido.

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, la distancia a la cual el sensor de ultrasonido debe detectar que la bobina se llenó es a aproximadamente a 70 mm de este.

### Capacidad máxima de almacenamiento

De la figura A1-8, se tiene:

$$D=80 \text{ mm y } d=30 \text{ mm,}$$

Para determinar la capacidad de almacenamiento máxima, se necesita calcular el volumen disponible de la bobina para almacenar hilo.

$$V_{max} = \frac{\pi}{4} * (D^2 - d^2) * L3,$$

$$V_{max} = \frac{\pi}{4} * (0.08^2 - 0.03^2) * 0.1,$$

Luego, se determina la cantidad de hilo que puede ser almacenada en metros haciendo la siguiente división:

$$L_{hilo} = V_{max} / AreaHilo, AreaHilo = \frac{\pi}{4} * diámetrohilo^2$$

Haciendo el cálculo para  $diámetrohilo = 1 \text{ mm}$ :

$$L_{hilo-1mm} = \frac{\frac{\pi}{4} * (0.08^2 - 0.03^2) * 0.1}{\frac{\pi}{4} * 0.001^2}$$

Entonces:  $L_{hilo-1mm} = 550 \text{ m}$ .

Realizando los mismos pasos anteriores para  $diámetrohilo = 2 \text{ mm}$  y  $3 \text{ mm}$ , se obtiene la siguiente tabla A1-1:

Tabla A1-1: Capacidad máxima de la bobina.

| Diámetro del hilo | Longitud máxima de almacenamiento |
|-------------------|-----------------------------------|
| 1 mm              | 550 m                             |
| 2 mm              | 137,5 m                           |
| 3 mm              | 61,11 m                           |

### Capacidad máxima de producción

Para este cálculo es necesario tener la longitud del hilo total que se almacenará, la velocidad de giro de la bobina y el grosor del hilo.

Como no es posible calcular con exactitud el tiempo que toma producir el hilo pues la velocidad angular del motor siempre se encontrará variando en el tiempo, se toma las siguientes consideraciones para el cálculo:

- La velocidad a tomar siempre será constante en el tiempo y se calculará de la siguiente forma:

$$V_{tan} = \frac{\pi}{30} * \omega_{bobina} * r, \text{ donde } \omega_{bobina} = \omega_{motor}/4 \text{ y } r = \text{radio.}$$

- El radio para el cálculo de la velocidad tangencial es:

$$r = Radio_{interior-bobina} + \frac{diámetrohilo}{2},$$

- El cálculo del tiempo en horas será:

$$t = (L_{hilo}/V_{tan})/3600$$

Por lo tanto, haciendo el cálculo para:

$$\text{diámetrohilo} = 1 \text{ mm}, \omega_{\text{motor}} = 200 \text{ rpm y } L_{\text{hilo}} = 550 \text{ m.}$$

$$\omega_{\text{motor}} = 200 \text{ rpm,}$$

$$r = 0.015 + \frac{0.001}{2},$$

Entonces:

$$t = \left( \frac{550}{\frac{200}{4} * \frac{\pi}{30} * (0.015 + 0.0005)} \right) / 3600$$

Por lo tanto  $t = 1,88 \text{ horas}$  es el tiempo mínimo que se demoraría el sistema en producir una bobina llena de hilo de 1 mm de grosor.

Haciendo el mismo cálculo, pero para la velocidad mínima que el motor pueda tomar (consideramos que es 5% por el diagrama de flujo):

$$t = \left( \frac{550}{\frac{200 * 5 / 100}{4} * \frac{\pi}{30} * (0.015 + 0.0005)} \right) / 3600$$

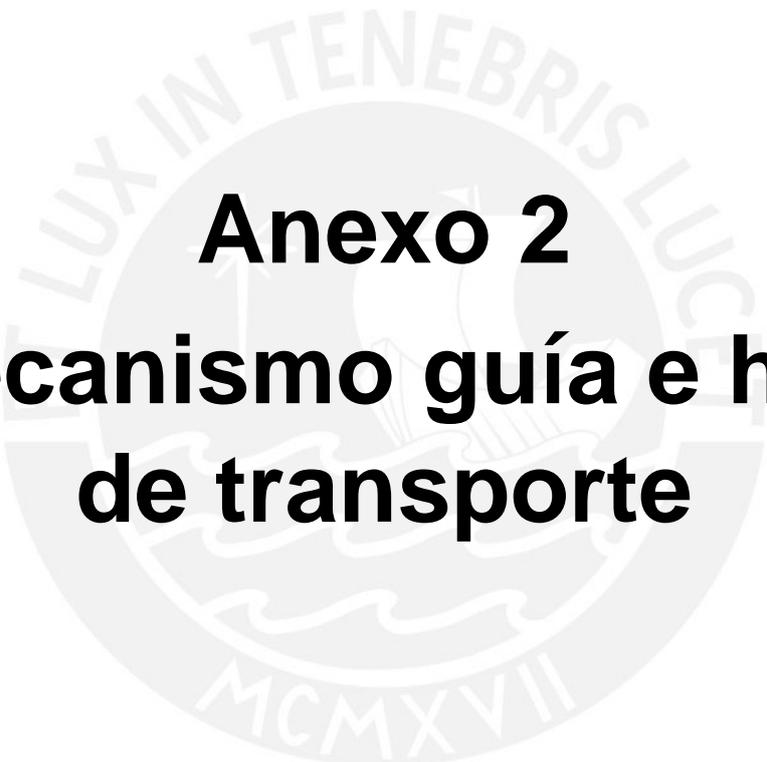
Por lo tanto  $t = 37,65 \text{ horas}$  es el tiempo máximo que se tardaría el sistema en producir una bobina llena de hilo de 1 mm de grosor.

Realizando el mismo procedimiento anterior para grosores de 2 mm y 3 mm, con  $L_{\text{hilo}} = 137,5 \text{ m}$  y  $L_{\text{hilo}} = 61,11 \text{ m}$  respectivamente.

Los resultados se muestran en la tabla A1-2:

Tabla A1-2: Capacidad de producción

| Grosor | Longitud | Tiempo mínimo | Tiempo máximo |
|--------|----------|---------------|---------------|
| 1 mm   | 550 m    | 1,88 horas    | 37,65 horas   |
| 2 mm   | 137,5 m  | 0,45 horas    | 9,12 horas    |
| 3 mm   | 61,11 m  | 0,19 horas    | 3,93 horas    |

A large, faint watermark of the university seal is centered in the background. It contains the Latin motto "ET LUX IN TENEBRIS LUCET" at the top and the year "MCMXVII" at the bottom.

# **Anexo 2**

# **Mecanismo guía e hilo de transporte**

### Mecanismo guía

Este mecanismo es el encargado de distribuir uniformemente el hilo torcido para ser almacenado en la bobina de longitud 10 cm; se definieron 11 posiciones en las que el servomotor debe mover la corredera. El eje del servomotor se mueve en un rango de 0° a 180°, entonces es necesario tener un engranaje cuya circunferencia externa tenga aproximadamente 20 cm. Entonces hacemos el cálculo:

$$\text{Diámetro} * \pi = 200 \text{ mm.}$$

Resolviendo:  $R = 63,66 \text{ mm.}$

Es por ello que se elige al engranaje DS0.8-80 que tiene un diámetro externo de 65,5 y es de la marca QTC Metric Gears.

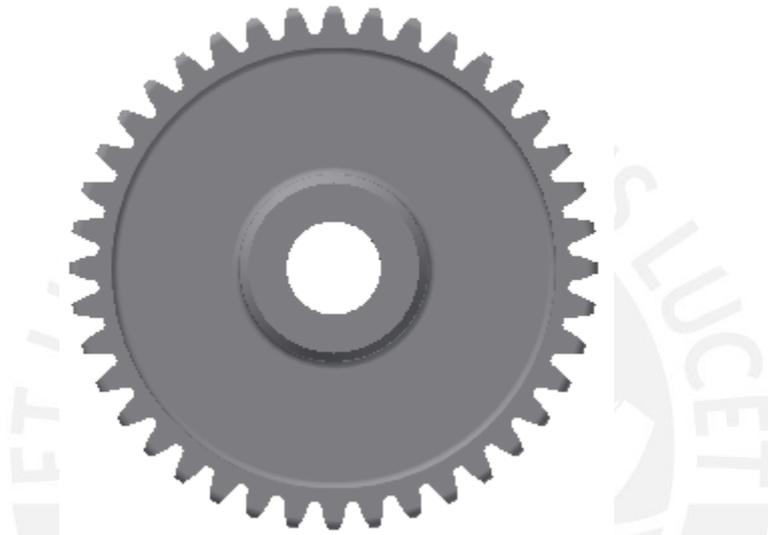


Figura A2-1: Vista superior del engranaje DS0.8-80. Fuente: [12]

Como el sistema guía solo se mueve en un eje y no soporta cargas externas no es necesario realizar un análisis más complejo. En la figura A2-2 se muestra este mecanismo, el cual está conformado por el servomotor, el engranaje y por la cremallera que puede estar hecho en madera o en aluminio. Sin embargo, si la cremallera

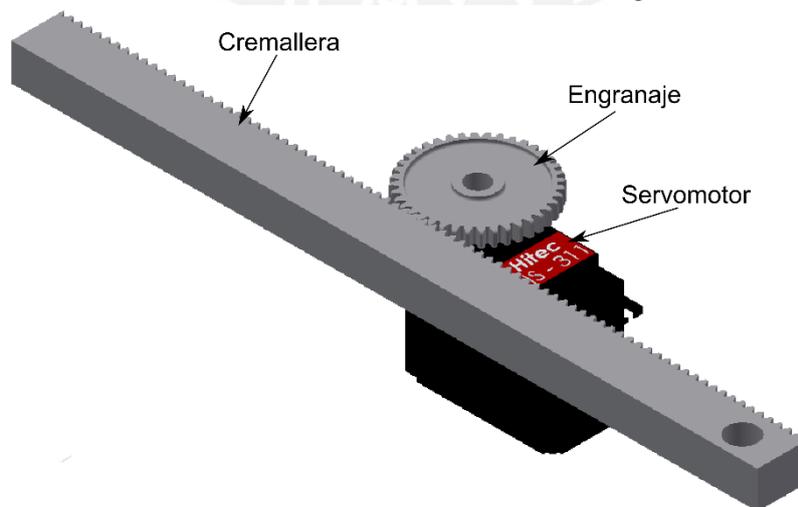


Figura A2-2: Vista del mecanismo guía. Fuente: Elaboración propia.

En la figura A2-3 se muestran las especificaciones que tiene el engranaje, las marcas en la imagen indican el modelo y su diámetro en mm correspondiente del engranaje.

|  |     |    |   |      |      |      |      |   |   |    |   |      |   |    |        |       |           |    |
|--|-----|----|---|------|------|------|------|---|---|----|---|------|---|----|--------|-------|-----------|----|
| DS0.8-35<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 35 | 6 | 12   | 10   | 28   | 29.6 | 4 | 5 | 9  | 2 | 24   | 1 | S9 | 0.129  | 1.265 | 0.1~0.24  | 3  |
| DS0.8-36<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 36 | 6 | 12   | 10   | 28.8 | 30.4 | 4 | 5 | 9  | 2 | 25   | 1 | S9 | 0.1339 | 1.313 | 0.1~0.24  | 3  |
| DS0.8-40<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 40 | 6 | 12   | 10   | 32   | 33.6 | 4 | 5 | 9  | 2 | 28.3 | 1 | S9 | 0.1528 | 1.498 | 0.1~0.24  | 4  |
| DS0.8-45<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 45 | 6 | 12   | 10   | 36   | 37.6 | 4 | 5 | 9  | 2 | 32   | 1 | S9 | 0.1767 | 1.733 | 0.1~0.24  | 4  |
| DS0.8-48<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 48 | 6 | 14.5 | 11.7 | 38.4 | 40   | 4 | 6 | 10 | 2 | 34.3 | 1 | S9 | 0.1915 | 1.878 | 0.1~0.24  | 5  |
| DS0.8-50<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 50 | 6 | 14.5 | 11.7 | 40   | 41.6 | 4 | 6 | 10 | 2 | 36   | 1 | S9 | 0.2016 | 1.977 | 0.1~0.24  | 6  |
| DS0.8-56<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 56 | 6 | 14.5 | 11.7 | 44.8 | 46.4 | 4 | 6 | 10 | 2 | 41   | 1 | S9 | 0.2294 | 2.25  | 0.1~0.24  | 7  |
| DS0.8-60<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 60 | 6 | 14.5 | 11.7 | 48   | 49.6 | 4 | 6 | 10 | 2 | 44   | 1 | S9 | 0.2484 | 2.436 | 0.1~0.24  | 8  |
| DS0.8-64<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 64 | 6 | 15.5 | 11.7 | 51.2 | 52.8 | 4 | 6 | 10 | 2 | 45.5 | 1 | S9 | 0.267  | 2.618 | 0.12~0.26 | 8  |
| DS0.8-70<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 70 | 6 | 15.5 | 11.7 | 56   | 57.6 | 4 | 6 | 10 | 2 | 52   | 1 | S9 | 0.2955 | 2.898 | 0.12~0.26 | 9  |
| DS0.8-72<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 72 | 6 | 15.5 | 11.7 | 57.6 | 59.2 | 4 | 6 | 10 | 2 | 54   | 1 | S9 | 0.3051 | 2.992 | 0.12~0.26 | 10 |
| DS0.8-80<br><small>[EXPI DWG] [3D CAB]</small> | 0.8 | 80 | 6 | 15.5 | 11.7 | 64   | 65.6 | 4 | 6 | 10 | 2 | 60   | 1 | S9 | 0.3428 | 3.362 | 0.12~0.26 | 12 |

Figura A2-3: Extracto de datos del engranaje.

Fuente: [12]

### Hilo de transporte

Se opta por utilizar un hilo de transporte hecho de algodón y que comúnmente se le conoce como pabilo, pues en mecanismos tradicionales como las ruecas. Como el sistema de transmisión es mediante un hilo hecho del material antes mencionado, y como las poleas que usa el sistema mecatrónico son de madera, no existiría mucha diferencia entre el mecanismo de transmisión de una rueca y el de la hiladora automática.

En la figura A2-4 se muestra el mecanismo de transmisión tradicional y en la figura A2-5 se muestra el mecanismo utilizado en el sistema.



Figura A2-4: Mecanismo de transmisión en una rueca.

Fuente: [2]

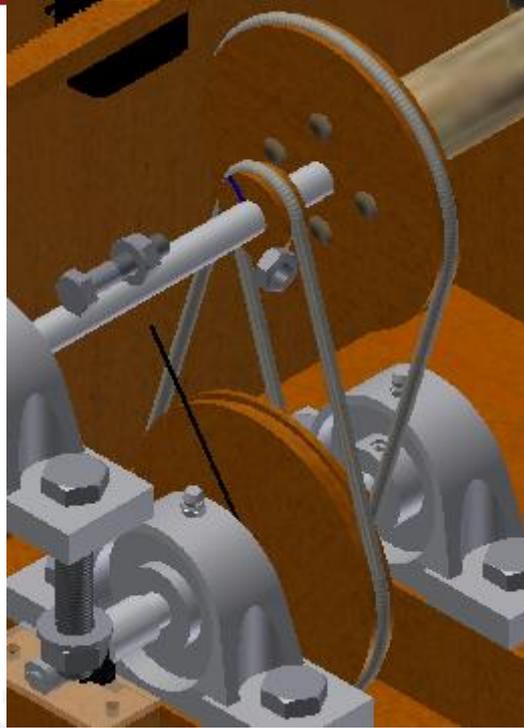


Figura A2-5: Mecanismo de transmisión utilizado en el sistema.  
Fuente: Elaboración propia.





# **Anexo 3**

# **Lógica de sensores de luz**

### Anexo 3.1. Lógica de sensores de luz

Cada sensor de luz puede detectar la presencia de un objeto en un cierto rango que el usuario define, es por ello que deben ser calibrados antes de iniciar el hilado (ver anexo 4). Como cada sensor es independiente, entonces al calibrarlos, cada sensor tendrá un rango distinto de detección. Al calibrar correctamente los sensores se tendrán los rangos de detección como se indica en la figura A3-1.

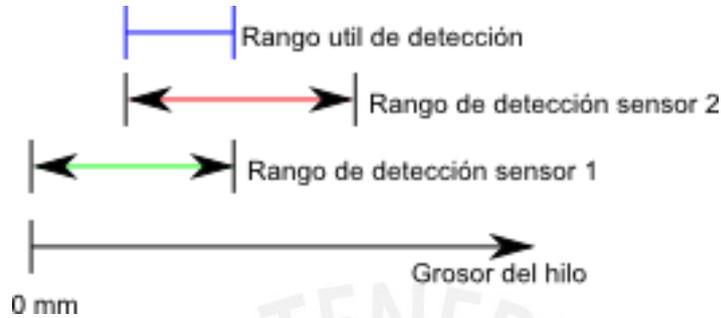
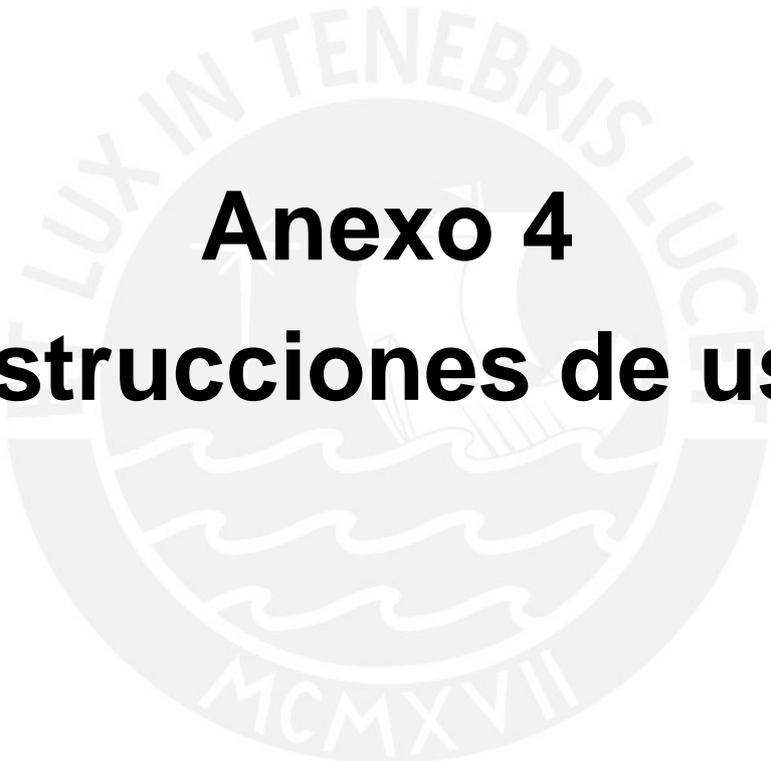


Figura A3-1: Rangos de los sensores. Fuente: Elaboración propia.

Entonces, el gráfico significa que si el grosor del hilo está dentro del rango útil de detección, el grosor medido será correcto y no habrá necesidad de variar la velocidad del motor DC. Si el sensor 1 está activado y el sensor 2 no está activado, querrá decir que el grosor es muy delgado y que es necesario disminuir la velocidad del motor para que no se rompa la fibra. Si el sensor 1 está desactivado y el sensor 2 está activado, significará que el hilo es muy grueso y es necesario aumentar la velocidad del motor. Finalmente, si los 2 sensores están desactivados significará que el hilo se rompió y es por eso que los sensores no detectan su presencia, cuando suceda este caso crítico el sistema detendrá al motor DC y al servomotor. En la tabla A3-1 se muestra un resumen de la lógica de los sensores:

Tabla A3-1: Lógica de los sensores

| Sensor 1 | Sensor 2 | Acción                        |
|----------|----------|-------------------------------|
| On       | On       | Mantener velocidad            |
| On       | Off      | Disminuir velocidad           |
| Off      | On       | Aumentar velocidad            |
| Off      | Off      | Detener motor DC y servomotor |



# Anexo 4

## Instrucciones de uso

#### Anexo 4.1. Instrucciones de uso

En esta sección se describen los pasos necesarios que permiten el correcto y seguro funcionamiento del sistema mecatrónico que son los siguientes:

##### 1.- Energizar el sistema:

El sistema se debe conectar a una alimentación de 220 V y 60 Hz

##### 2.- Graduar el grosor del hilo:

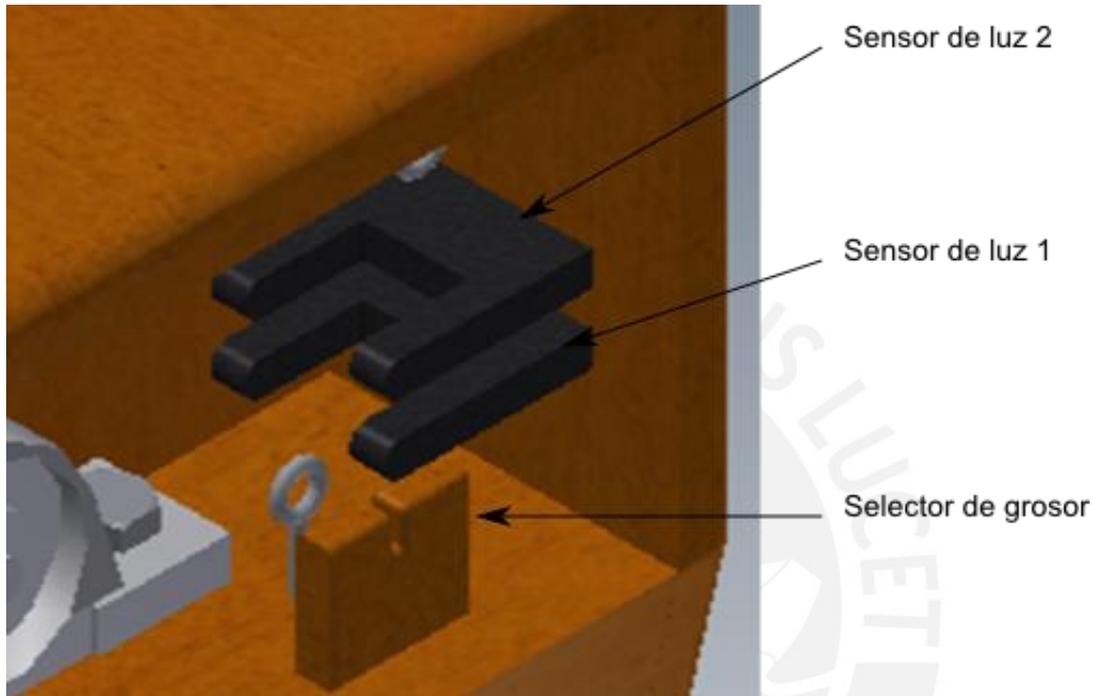


Figura A.4.1-1: Muestra la ubicación de los sensores

El sistema cuenta con 3 grosores distintos (1mm, 2mm y 3mm) de hilo que se pueden obtener y para ello se debe seleccionar el grosor (cambiando de selector hecho de madera) y calibrar correctamente los 2 sensores de luz en el orden que se indica a continuación:

- Remover y ubicar el selector de grosor, de acuerdo al grosor del hilo que se desea obtener.
- En el sensor de luz 1, sin tener presente objeto alguno dentro del sensor, presionar el teach button por aproximadamente 3 segundos hasta que las luces naranjas parpadeen simultáneamente. Luego, introduciendo un hilo, que tenga el grosor deseado, dentro del sensor presionar nuevamente el teach button por 1 segundo hasta que la luz verde se encienda y se mantenga encendida. Si lo anterior se realizó correctamente, los rangos de lectura serán guardados y el sensor de luz 1 estará listo para operar; caso contrario, las luces naranjas y la luz verde comenzarán a parpadear, lo que indica que el sensor no guardó ningún dato y no operará correctamente.
- En el sensor 2, ubicar dentro del sensor el hilo, que tenga el grosor deseado, y presionar el teach button por aproximadamente 3 segundos hasta que las luces naranjas parpadeen simultáneamente. Luego, sin tener presente objeto alguno dentro del sensor, presionar el teach button por 1 segundo hasta que la luz verde se encienda y se mantenga

encendida. Si lo anterior se realizó correctamente, los rangos de lectura serán guardados y el sensor de luz 2 estará listo para operar; caso contrario, las luces naranjas y la luz verde comenzarán a parpadear, lo que indica que el sensor no guardó ningún dato y no operará correctamente.

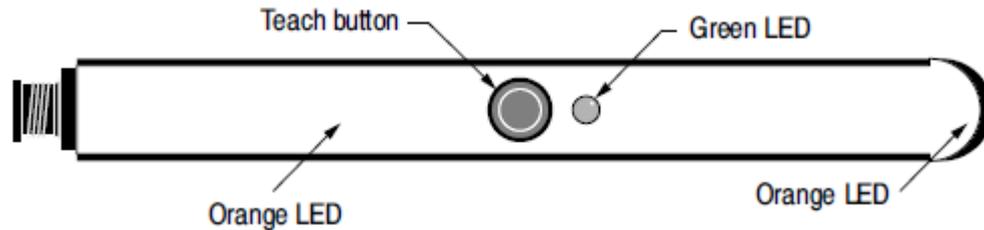


Figura A.4.1-2: Muestra la posiciones del teach button y la ubicación de las luces que ayudan a identificar si los sensores están calibrados correctamente.

### 3.- Colocar un hilo guía:

Para poder iniciar el hilado de la fibra a procesar, es necesario tener un hilo guía que ayude a generar el hilo de la misma forma que sucede al utilizar una rueca convencional.

Las figuras A.4.1-3, A.4.1-4 y A.4.1-5 muestran cómo debería ser la instalación del hilo guía en la bobina donde se almacenará el hilo generado.



Figura A.4.1-3

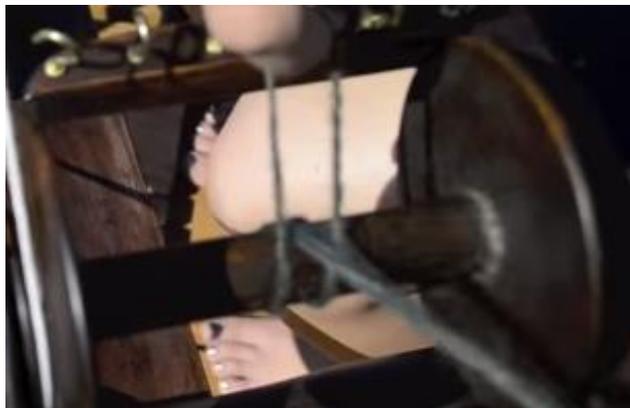


Figura A.4.1-4



Figura A.4.1-5

#### 4.- Iniciar el sistema:

Una vez realizados los pasos anteriores, se tiene que presionar el pulsador para que el sistema empiece a operar, si no se ubicó correctamente el hilo guía o los sensores no fueron calibrados correctamente, el sistema no iniciará su operación así se vuelva a presionar el pulsador.

#### 5.- Retirar la bobina con material:

Cuando el sistema se haya detenido a causa la señal enviada por el sensor de ultrasonido que indica que la bobina está llena, se debe realizar lo siguiente para poder retirar la bobina del eje grande:

1. Abrir el acceso superior moviendo los acrílicos. Después, empujar con cuidado la bobina para desprenderla de la polea grande, luego empujar el eje grande en la dirección que se indica en la figura A.4.1-5.

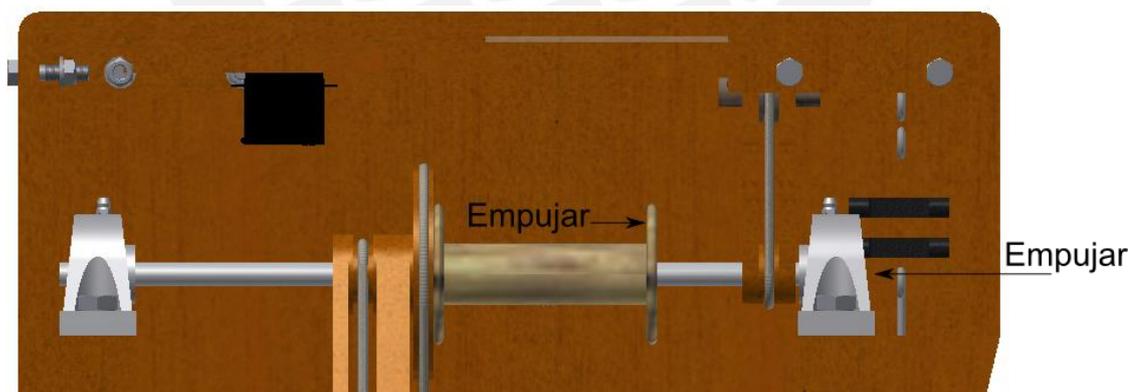


Figura A.4.1-6

2. Una vez que ya se hizo el paso anterior, se tiene que levantar la bobina. Ver figura A.4.1-7.

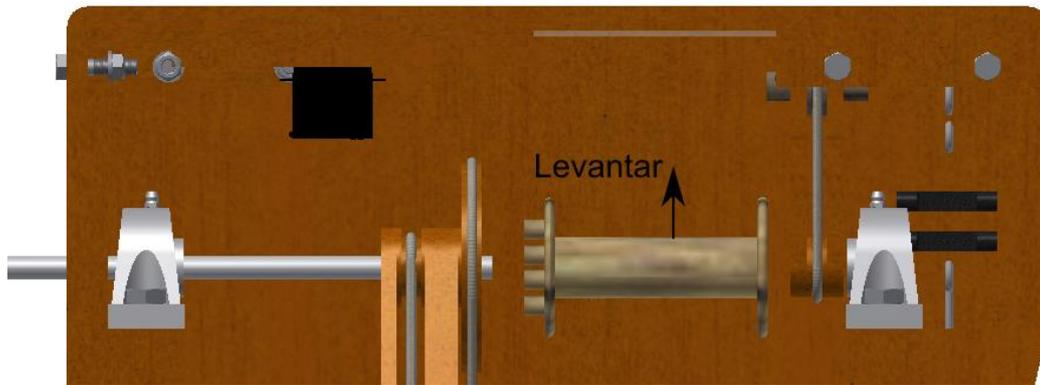


Figura A.4.1-7

3. Finalmente, se podrá retirar la bobina con el material en él. Ver figura A.4.1-8.

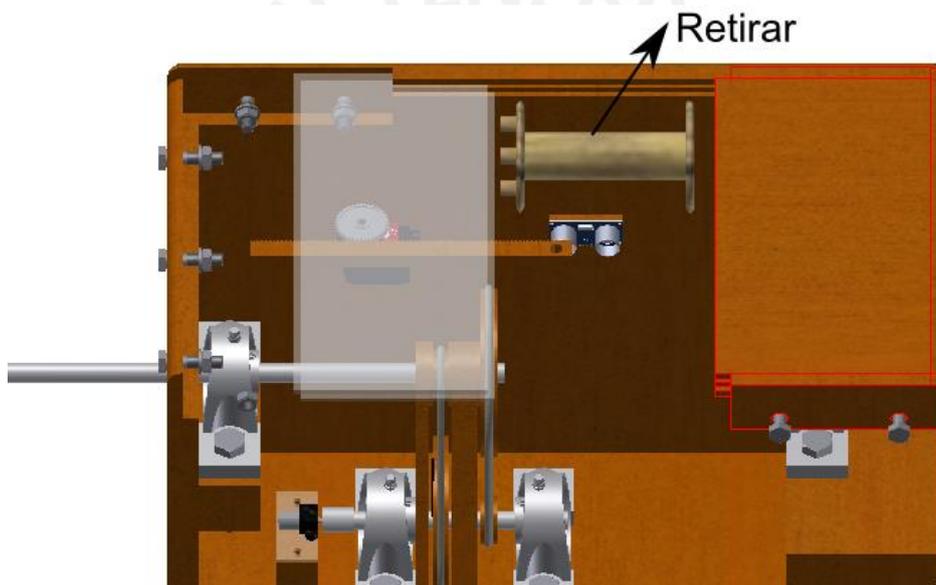
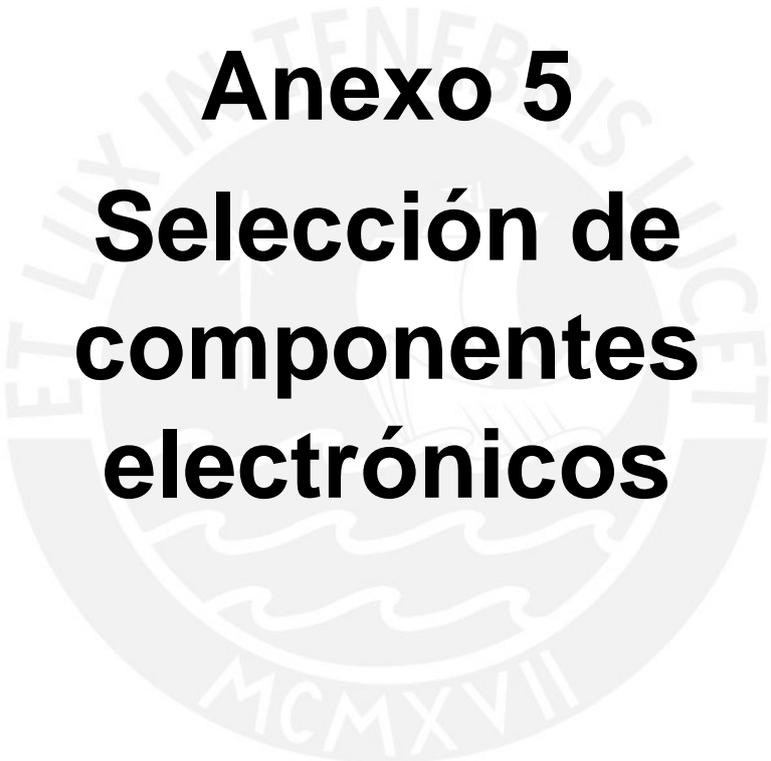


Figura A.4.1-8

4. Para seguir operando, se realiza el proceso inverso a lo descrito anteriormente.



# **Anexo 5**

## **Selección de componentes electrónicos**

## Anexo 6.1 Selección de componentes electrónicos

### Selección del microcontrolador

El microcontrolador elegido debe de cumplir con los siguientes requerimientos:

- Poder generar señales por modulación de ancho de pulso (PWM) para poder controlar al motor DC y al servomotor.
- Debe tener al menos 2 pines que puedan generar una señal PWM.
- Debe tener por lo menos 10 pines disponibles para realizar las conexiones con sensores y actuadores del sistema.

El microcontrolador elegido es el **ATmega8L** de la marca **Atmel**, pues cumple con estos requerimientos y además se tiene experiencia previa en su manejo.

### Selección de los optoacopladores

Es necesario separar la zona de control con la zona de potencia del sistema pues un sobre pico de amperaje en el motor DC puede generar que el microcontrolador se queme; es por ello que para realizar las conexiones entre el microcontrolador y el motor DC es necesario tener optoacopladores que puedan transmitir la señal del microcontrolador al motor DC y al mismo aíslen estos 2 circuitos.

Por esta razón, se decide utilizar el optoacoplador **4n27** de la marca **Vishay Semiconductors**. La corriente de activación no debe superar los 60 mA, es por ello que a 5 V se utiliza una resistencia de 300  $\Omega$ .

### Selección del convertidor AC/DC

El sistema requiere de 12, 6 y 5 VDC para operar, además debe ser capaz de generar más de 2.375 A que es la corriente máxima que consume el sistema.

Debido a esto, se eligió al convertidor **S-120-12** de la marca **WEHO** que transforma 220 VAC a 12 VDC y puede generar una corriente pico de 10 A.

### Selección de los convertidores DC/DC

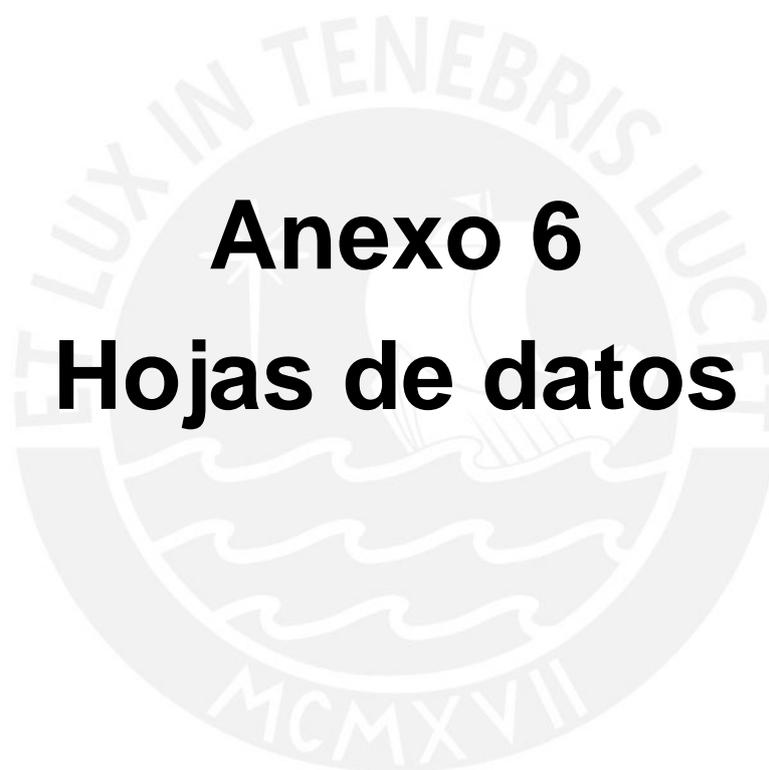
Para energizar al microcontrolador es necesario tener un voltaje de entrada de 5 V y para el motor DC se necesita un voltaje de entrada de 6 V.

Por ello, se seleccionó al **LM7805** y al **LM7806** de la marca **FAIRCHILD SEMICONDUCTOR**, que convierten el voltaje de entrada de 12 V a 5 V y 6 V respectivamente. Además, estos conversores soportan una corriente máxima de 2.2 A, suficiente para poder operar en el sistema sin problemas.

### Selección del controlador del motor DC

El motor DC elegido opera con 6 V y consume una corriente máxima de 1.6 A, es por ello que el controlador del motor debe ser capaz de funcionar con una fuente de voltaje de 6 V y que pueda soportar la corriente consumida por el motor.

Por esto, se seleccionó el controlador **L298** cuyo rango de voltaje de operación es hasta 46 V con una máxima corriente de 4 A cuando opera con voltaje DC.



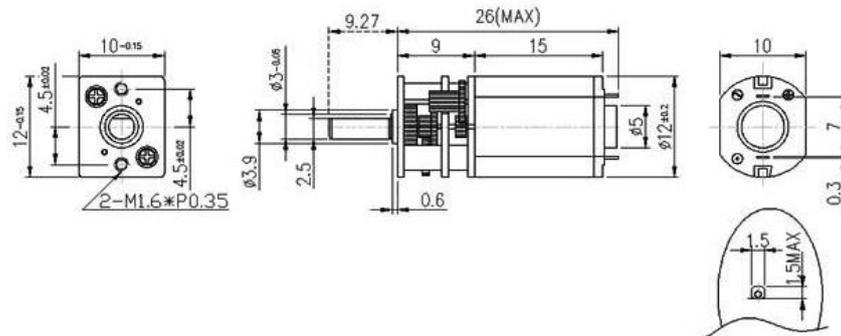
### Dimensions

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| <b>Size:</b>           | 24 x 10 x 12 mm |
| <b>Weight:</b>         | 0.34 oz         |
| <b>Shaft diameter:</b> | 3 mm            |

### General specifications

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| <b>Gear ratio:</b>            | 150.58:1 |
| <b>Free-run speed @ 6V:</b>   | 200 rpm  |
| <b>Free-run current @ 6V:</b> | 70 mA    |
| <b>Stall current @ 6V:</b>    | 1600 mA  |
| <b>Stall torque @ 6V:</b>     | 40 oz-in |
| <b>Extended motor shaft?:</b> | N        |

### Gearmotor Dimensions



Micro metal gearmotor dimensions (units in mm).

Figura A.6-1: Extracto de la información encontrada en la web del motor DC.  
Fuente: [8]

## 1. pliego de condiciones de alta potencia led conductor 120w

| modelo                                    | S-120-5   | S-120-12       | S-120-15       | S-120-24       |
|---|---|----------------|----------------|----------------|
| tensión de salida dc                      | 5v  | 12v            | 15v            | 24v            |
| tensión de salida de la tolerancia        | & plusmn; 2%  | & plusmn; 1%   | & plusmn; 1%   | & plusmn; 1%   |
| corriente nominal de salida               | 24a   | 10a            | 8a             | 5a             |
| corriente de salida rango                 | 0-24a   | 0-10a          | 0-8a           | 0-5a           |
| ondulación y el ruido                     | 50mvp-p   | 100mvp-p       | 100mvp-p       | 100mvp-p       |
| la estabilidad de entrada                 | & plusmn; 0.5%  | & plusmn; 0.5% | & plusmn; 0.3% | & plusmn; 0.2% |
| estabilidad de la carga                   | & plusmn; 1%  | & plusmn; 0.5% | & plusmn; 0.3% | & plusmn; 0.2% |
| dc de potencia de salida                  | 120w  | 120w           | 120w           | 120w           |
| la eficiencia                             | 79%   | 84%            | 85%            | 85%            |
| tensión de salida rango de ajuste         | & plusmn; 10%   | & plusmn; 10%  | & plusmn; 10%  | & plusmn; 10%  |
| ac voltaje de entrada de gama             | 85~132vac/170~265vac/47~63vac, 120~370vdc                                   |                |                |                |
| corriente de entrada                      | 0.6a/115v 0.35a/230v  |                |                |                |
| caimpulso de corriente                    | Frfo- corriente de arranque 15a/115v 30a/230v                               |                |                |                |
| la corriente de fuga                      | < 0.75ma/240 vac  |                |                |                |
| protección de sobrecarga                  | 105% ~150% tipo, pulsante hiccup apagado, reset, la recuperación automática |                |                |                |
| Más de- la protección del voltaje         | 115% ~135% potencia nominal de salida                                       |                |                |                |
| coeficiente de temperatura                | & plusmn; 0.03%& deg; c( 0~50& deg; c)                                      |                |                |                |
| la configuración de subida soporta tiempo | 800ms, 50ms, 20ms/115vac 300ms, 50ms, 80ms/230vac                           |                |                |                |
| la vibración                              | 10~500hz, 2g 10 min./1 ciclo, período para 60 min, cada uno de los ejes     |                |                |                |
| soportar la tensión                       | Me/p-o/p: 2.5 kvac me/p-fg: 2 kvac o de/p-fg: 0.5 kvac                      |                |                |                |
| la resistencia de aislamiento             | Me/p-o/pi/p-fg o de/p-fg: vdc 500/100m& omega;                              |                |                |                |

Figura A.6-2: Extracto de especificaciones técnicas del convertor AC/DC.  
Fuente: Alibaba.

## Installation and Operating Instructions

### Bulletin 45LSP Optical Fork PHOTOSWITCH® Photoelectric Sensors

**IMPORTANT: SAVE THESE INSTRUCTIONS FOR FUTURE USE.**  
Refer to the product catalog pages for additional information.

#### Description

The 45LSP is a family of optical fork sensors housed in a plastic enclosure. Fork sensors offer self-contained transmitted beam sensing, ideal for applications that require reliable parts detection. A simple push button teach-in sensitivity adjustment, several connection options and multiple mounting features (via side thru-holes, rear threaded inserts or optional dovetail bracketry) make the 45LSP an economical, easy-to-use solution for typical applications such as small part detection, edge detection, part counting, gear tooth detection and dimension verification.

#### Features

- Detection of objects as small as 0.2 mm (0.0078 in.)
- Highly visible power and output LED indicators with output indication along both sides of the fork
- Remote teach and teach button lock on 4-pin models
- Light or dark operate selectable
- Multiple mounting options: thru-holes, threaded holes and dovetail
- Easy installation with no alignment required
- IP67 enclosure

#### User Interface

| LED Color | State    | Status  |
|-----------|----------|---|
| Orange    | OFF      | Output de-energized                           |
|           | ON       | Output energized                              |
|           | Flashing | Teach mode or short circuit protection active |
| Green     | OFF      | Power is OFF                                  |
|           | ON       | Power is ON                                   |
|           | Flashing | Teach mode                                    |

#### Specifications

|                            |   |                     |                     |                      |
|----------------------------|---|---------------------|---------------------|----------------------|
| Certifications             | cULus and CE Marked for all applicable directives |                     |                     |                      |
| <b>Optical</b>             |   |                     |                     |                      |
| Sensing Gap                | 30 mm<br>(1.18 in.)                               | 50 mm<br>(1.97 in.) | 80 mm<br>(3.15 in.) | 120 mm<br>(4.72 in.) |
| Smallest Detectable Target | 0.2 mm<br>(0.07 in.)                              | 0.2 mm (0.007 in.)  |                     | 0.4 mm<br>(0.02 in.) |
| Light Source               | Visible red (640 nm)                              |                     |                     |                      |
| Sensitivity Adjustment     | Teach button and remote teach                     |                     |                     |                      |
| <b>Electrical</b>          |   |                     |                     |                      |
| Voltage                    | 10...30 V DC                                      |                     |                     |                      |
| Current Consumption        | 30 mA max.  |                     |                     |                      |
| Protection                 | Reverse polarity and short circuit                |                     |                     |                      |
| <b>Outputs</b>             |   |                     |                     |                      |
| Response Time              | 250 μs  |                     |                     |                      |
| Output Type                | PNP or NPN  |                     |                     |                      |
| Output Mode                | Light or dark operate selectable                  |                     |                     |                      |
| Output Current             | 100 mA max.                                       |                     |                     |                      |
| <b>Mechanical</b>          |   |                     |                     |                      |
| Housing Material           | Polycarbonate                                     |                     |                     |                      |
| Connection Types           | 3-pin pico QD, 4-pin pico QD                      |                     |                     |                      |
| Optional Accessories       | 44B-BKT dovetail mounting bracket and cordsets    |                     |                     |                      |
| <b>Environmental</b>       |   |                     |                     |                      |
| Environmental Rating       | IP67  |                     |                     |                      |
| Operating Temperature      | -10...+60 °C (14...140 °F)                        |                     |                     |                      |

● For detection of objects less than 0.9 mm (0.035 in.), the object should be placed ≥10 mm (0.39 in.) away from the LED light source.

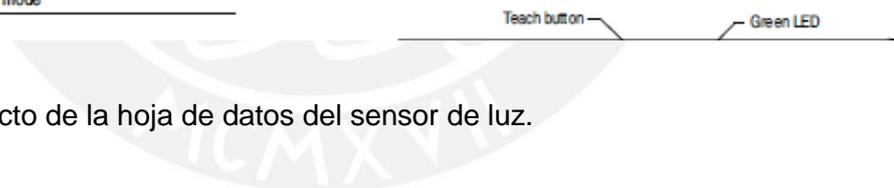
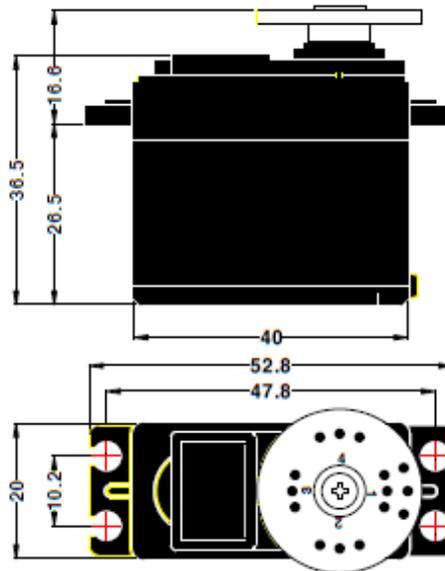


Figura A.6-3: Extracto de la hoja de datos del sensor de luz.  
Fuente: [6]

PREPARED BY JUN HEE, LEE  
UPDATE: APR 01, 2002

## ANNOUNCED SPECIFICATION OF HS-311 STANDARD SERVO

|                               |   |                        |
|-------------------------------|---|------------------------|
| <b>1. TECHNICAL VALUE</b>     |   |                        |
| CONTROL SYSTEM                | : +PULSE WIDTH CONTROL 1500usec NEUTRAL       |                        |
| OPERATING VOLTAGE RANGE       | : 4.8V TO 6.0V                                |                        |
| TEST VOLTAGE                  | : AT 4.8V                                     | AT 6.0V                |
| OPERATING SPEED               | : 0.19sec/60° AT NO LOAD                      | 0.15sec/60° AT NO LOAD |
| STALL TORQUE                  | : 3.0kg.cm(42oz.in)                           | 3.5kg.cm(48.60oz.in)   |
| IDLE CURRENT                  | : 7.4mA AT STOPPED                            | 7.7mA AT STOPPED       |
| RUNNING CURRENT               | : 160mA/60° AT NO LOAD                        | 180mA/60° AT NO LOAD   |
| STALL CURRENT                 | : 700mA                                       | 800mA                  |
| DEAD BAND WIDTH               | : 5usec                                       | 5usec                  |
| OPERATING TRAVEL              | : 40°/ONE SIDE PULSE TRAVELING 400usec        |                        |
| DIRECTION                     | : CLOCK WISE/PULSE TRAVELING 1500 TO 1900usec |                        |
| MOTOR TYPE                    | : CORED METAL BRUSH                           |                        |
| POTENTIOMETER TYPE            | : 4 SLIDER/DIRECT DRIVE                       |                        |
| AMPLIFIER TYPE                | : ANALOG CONTROLLER & TRANSISTOR DRIVER       |                        |
| DIMENSIONS                    | : 40x20x36.5mm(1.57x0.78x1.43in)              |                        |
| WEIGHT                        | : 43g(1.51oz)                                 |                        |
| BALL BEARING                  | : TOP/RESIN BUSHING                           |                        |
| GEAR MATERIAL                 | : RESIN                                       |                        |
| HORN GEAR SPLINE              | : 24 SEGMENTS/°5.76                           |                        |
| SPLINED HORNS                 | : SUPER/R-XA                                  |                        |
| CONNECTOR WIRE LENGTH         | : 300mm(11.81in)                              |                        |
| CONNECTOR WIRE STRAND COUNTER | : 40EA  |                        |
| CONNECTOR WIRE GAUGE          |   |                        |



### 2. FEATURES

LONG LIFE POTENTIOMETER, TOP RESIN BUSHING

### 3. APPLICATIONS

AIRCRAFT 20-40 SIZE, STEERING AND THROTTLE SERVO FOR CARS, TRUCK AND BOATS

### 4. ACCESSORY & OPTION

**CASE SET/**

HS322T:1EA  
HS322M:1EA  
HS322L:1EA  
PH/T-2 2x30 NI:4EA

**GEAR SET/**

HS322G1:1EA  
HS322G2:1EA  
HS322G3:1EA  
HS322G4:1EA  
HS300RB:1EA

**HORN SET/**

R-XA:1EA

**HITEC RCD KOREA INC.**

Figura A.6-4: Hoja de datos del servomotor HS-311 Standard

Fuente: [9]


 Tech Support: [services@elecfreaks.com](mailto:services@elecfreaks.com)

## Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

### Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time×velocity of sound (340M/S) / 2,

### Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

### Electric Parameter

|                      |  |
|----------------------|--|
| Working Voltage      | DC 5 V   |
| Working Current      | 15mA   |
| Working Frequency    | 40Hz   |
| Max Range            | 4m   |
| Min Range            | 2cm  |
| MeasuringAngle       | 15 degree  |
| Trigger Input Signal | 10uS TTL pulse                                     |
| Echo Output Signal   | Input TTL lever signal and the range in proportion |
| Dimension            | 45*20*15mm   |

Figura A.6-5: Extracto de la hoja de datos del sensor de ultrasonido HC-SR04  
 Fuente: [7]

### Electrical Characteristics (LM7805)

Refer to the test circuit,  $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $V_I = 10\text{ V}$ ,  $C_I = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ , unless otherwise specified.

| Symbol                | Parameter                           | Conditions  | Min.                                   | Typ. | Max. | Unit                   |    |
|-----------------------|-------------------------------------|---|--|------|------|------------------------|----|
| $V_O$                 | Output Voltage                      | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$   | 4.80                                   | 5.00 | 5.20 | V                      |    |
|                       |                                     | $I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ , $P_O \leq 15\text{ W}$ ,<br>$V_I = 7\text{ V to }20\text{ V}$ | 4.75                                   | 5.00 | 5.25 |                        |    |
| Regline               | Line Regulation <sup>(2)</sup>      | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$   | $V_I = 7\text{ V to }25\text{ V}$      |      | 4.0  | 100.0                  | mV |
|                       |                                     |   | $V_I = 8\text{ V to }12\text{ V}$      |      | 1.6  | 50.0                   |    |
| Regload               | Load Regulation <sup>(2)</sup>      | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$   | $I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$    |      | 9.0  | 100.0                  | mV |
|                       |                                     |   | $I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$ |      | 4.0  | 50.0                   |    |
| $I_Q$                 | Quiescent Current                   | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$   |  | 5    | 8    | mA                     |    |
| $\Delta I_Q$          | Quiescent Current Change            | $I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$   |  | 0.03 | 0.50 | mA                     |    |
|                       |                                     | $V_I = 7\text{ V to }25\text{ V}$   |  | 0.30 | 1.30 |                        |    |
| $\Delta V_O/\Delta T$ | Output Voltage Drift <sup>(3)</sup> | $I_O = 5\text{ mA}$   |  | -0.8 |      | mV/ $^{\circ}\text{C}$ |    |
| $V_N$                 | Output Noise Voltage                | $f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$                                |  | 42   |      | $\mu\text{V}$          |    |
| RR                    | Ripple Rejection <sup>(3)</sup>     | $f = 120\text{ Hz}$ , $V_I = 8\text{ V to }18\text{ V}$   | 62                                     | 73   |      | dB                     |    |
| $V_{\text{DROP}}$     | Dropout Voltage                     | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$ , $I_O = 1\text{ A}$  |  | 2    |      | V                      |    |
| $R_O$                 | Output Resistance <sup>(3)</sup>    | $f = 1\text{ kHz}$  |  | 15   |      | m $\Omega$             |    |
| $I_{\text{SC}}$       | Short-Circuit Current               | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$ , $V_I = 35\text{ V}$   |  | 230  |      | mA                     |    |
| $I_{\text{PK}}$       | Peak Current <sup>(3)</sup>         | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$   |  | 2.2  |      | A                      |    |

### Electrical Characteristics (LM7806)

Refer to the test circuit,  $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $V_I = 11\text{ V}$ ,  $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ , unless otherwise specified.

| Symbol                | Parameter                           | Conditions  | Min.                                   | Typ. | Max. | Unit                   |    |
|-----------------------|-------------------------------------|---|--|------|------|------------------------|----|
| $V_O$                 | Output Voltage                      | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$   | 5.75                                   | 6.00 | 6.25 | V                      |    |
|                       |                                     | $I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ , $P_O \leq 15\text{ W}$ ,<br>$V_I = 8.0\text{ V to }21\text{ V}$ | 5.70                                   | 6.00 | 6.30 |                        |    |
| Regline               | Line Regulation <sup>(4)</sup>      | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$   | $V_I = 8\text{ V to }25\text{ V}$      |      | 5.0  | 120.0                  | mV |
|                       |                                     |   | $V_I = 9\text{ V to }13\text{ V}$      |      | 1.5  | 60.0                   |    |
| Regload               | Load Regulation <sup>(4)</sup>      | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$   | $I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$    |      | 9.0  | 120.0                  | mV |
|                       |                                     |   | $I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$ |      | 3.0  | 60.0                   |    |
| $I_Q$                 | Quiescent Current                   | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$   |  | 5    | 8    | mA                     |    |
| $\Delta I_Q$          | Quiescent Current Change            | $I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$   |  |      | 0.5  | mA                     |    |
|                       |                                     | $V_I = 8\text{ V to }25\text{ V}$   |  |      | 1.3  |                        |    |
| $\Delta V_O/\Delta T$ | Output Voltage Drift <sup>(5)</sup> | $I_O = 5\text{ mA}$   |  | -0.8 |      | mV/ $^{\circ}\text{C}$ |    |
| $V_N$                 | Output Noise Voltage                | $f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$                                  |  | 45   |      | $\mu\text{V}$          |    |
| RR                    | Ripple Rejection <sup>(5)</sup>     | $f = 120\text{ Hz}$ , $V_I = 8\text{ V to }18\text{ V}$   | 62                                     | 73   |      | dB                     |    |
| $V_{\text{DROP}}$     | Dropout Voltage                     | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$ , $I_O = 1\text{ A}$  |  | 2    |      | V                      |    |
| $R_O$                 | Output Resistance <sup>(5)</sup>    | $f = 1\text{ kHz}$  |  | 19   |      | m $\Omega$             |    |
| $I_{\text{SC}}$       | Short-Circuit Current               | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$ , $V_I = 35\text{ V}$   |  | 250  |      | mA                     |    |
| $I_{\text{PK}}$       | Peak Current <sup>(5)</sup>         | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$   |  | 2.2  |      | A                      |    |

Figura A.6-6: Especificaciones técnicas del LM7805 y LM7806

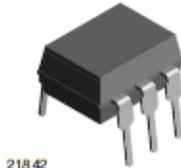
Fuente: [13]

## 4N25, 4N26, 4N27, 4N28

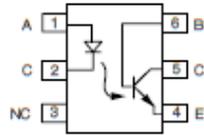
Vishay Semiconductors



### Optocoupler, Phototransistor Output, with Base Connection



21842



#### FEATURES

- Isolation test voltage 5000  $V_{RMS}$
- Interfaces with common logic families
- Input-output coupling capacitance < 0.5 pF
- Industry standard dual-in-line 6 pin package
- Compliant to RoHS directive 2002/95/EC and in accordance to WEEE 2002/96/EC



RoHS  
COMPLIANT

#### APPLICATIONS

- AC mains detection
- Reed relay driving
- Switch mode power supply feedback
- Telephone ring detection
- Logic ground isolation
- Logic coupling with high frequency noise rejection

#### AGENCY APPROVALS

- UL1577, file no. E52744
- BSI: EN 60065:2002, EN 60950:2000
- FIMKO: EN 60950, EN 60065, EN 60335

#### DESCRIPTION

The 4N25 family is an industry standard single channel phototransistor coupler. This family includes the 4N25, 4N26, 4N27, 4N28. Each optocoupler consists of gallium arsenide infrared LED and a silicon NPN phototransistor.

| ORDER INFORMATION |                   |
|-------------------|-------------------|
| PART              | REMARKS           |
| 4N25              | CTR > 20 %, DIP-6 |
| 4N26              | CTR > 20 %, DIP-6 |
| 4N27              | CTR > 10 %, DIP-6 |
| 4N28              | CTR > 10 %, DIP-6 |

| ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS <sup>(1)</sup> |                   |           |       |      |
|---|-------------------|-----------|-------|------|
| PARAMETER                               | TEST CONDITION    | SYMBOL    | VALUE | UNIT |
| <b>INPUT</b>                            |                   |           |       |      |
| Reverse voltage                         |                   | $V_R$     | 5     | V    |
| Forward current                         |                   | $I_F$     | 60    | mA   |
| Surge current                           | $t \leq 10 \mu s$ | $I_{FSM}$ | 3     | A    |
| Power dissipation                       |                   | $P_{dis}$ | 100   | mW   |
| <b>OUTPUT</b>                           |                   |           |       |      |
| Collector emitter breakdown voltage     |                   | $V_{CEO}$ | 70    | V    |
| Emitter base breakdown voltage          |                   | $V_{EBO}$ | 7     | V    |
| Collector current                       | $t \leq 1 ms$     | $I_C$     | 50    | mA   |
|   |                   | $I_C$     | 100   | mA   |
| Power dissipation                       |                   | $P_{dis}$ | 150   | mW   |

Figura A.6-7: Extracto de la hoja de datos del optoacoplador 4N27

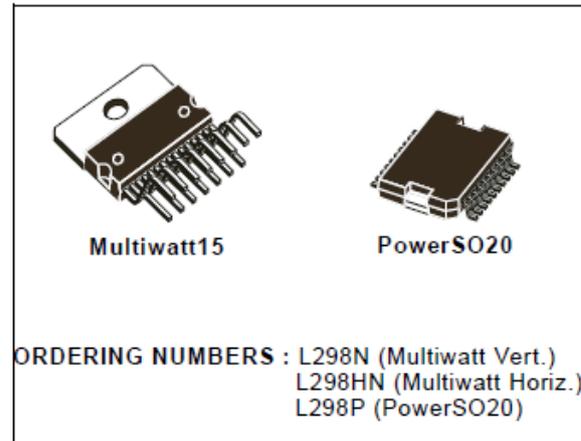
Fuente: [14]

**L298****DUAL FULL-BRIDGE DRIVER**

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)

**DESCRIPTION**

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the con-



nection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

Figura A.6-8: Extracto de la hoja de datos del L298.  
Fuente: [15]

## Features

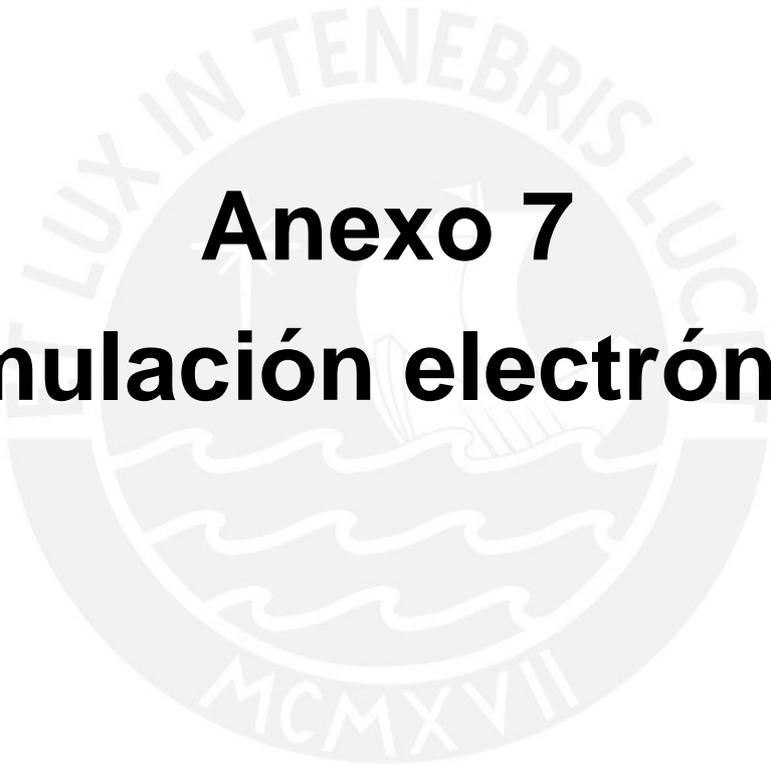
- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 × 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16MIPS Throughput at 16MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 8Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 512Bytes EEPROM
  - 1Kbyte Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C<sup>(1)</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
  - In-System Programming by On-chip Boot Program
  - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Three PWM Channels
  - 8-channel ADC in TQFP and QFN/MLF package
    - Eight Channels 10-bit Accuracy
  - 6-channel ADC in PDIP package
    - Six Channels 10-bit Accuracy
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
  - 2.7V - 5.5V (ATmega8L)
  - 4.5V - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
  - 0 - 8MHz (ATmega8L)
  - 0 - 16 MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4Mhz, 3V, 25°C
  - Active: 3.6mA
  - Idle Mode: 1.0mA
  - Power-down Mode: 0.5µA

8-bit Atmel with  
8KBytes In-  
System  
Programmable  
Flash

ATmega8  
ATmega8L

Rev. 2486AA-AVR-02/2013

Figura A.6-9: Extracto de la hoja de datos del microcontrolador ATmega8L.  
Fuente: [10]



# Anexo 7

## Simulación electrónica

Anexo A.7. Simulación

Se realizó una simulación electrónica en el software Proteus para el control del motor, con el fin de comprobar que los esquemáticos realizados fuesen correctos, en el circuito solo se consideró las salidas del microcontrolador que van conectadas a los optoacopladores, a continuación se mostrarán imágenes que muestran los resultados de la simulación hecha.

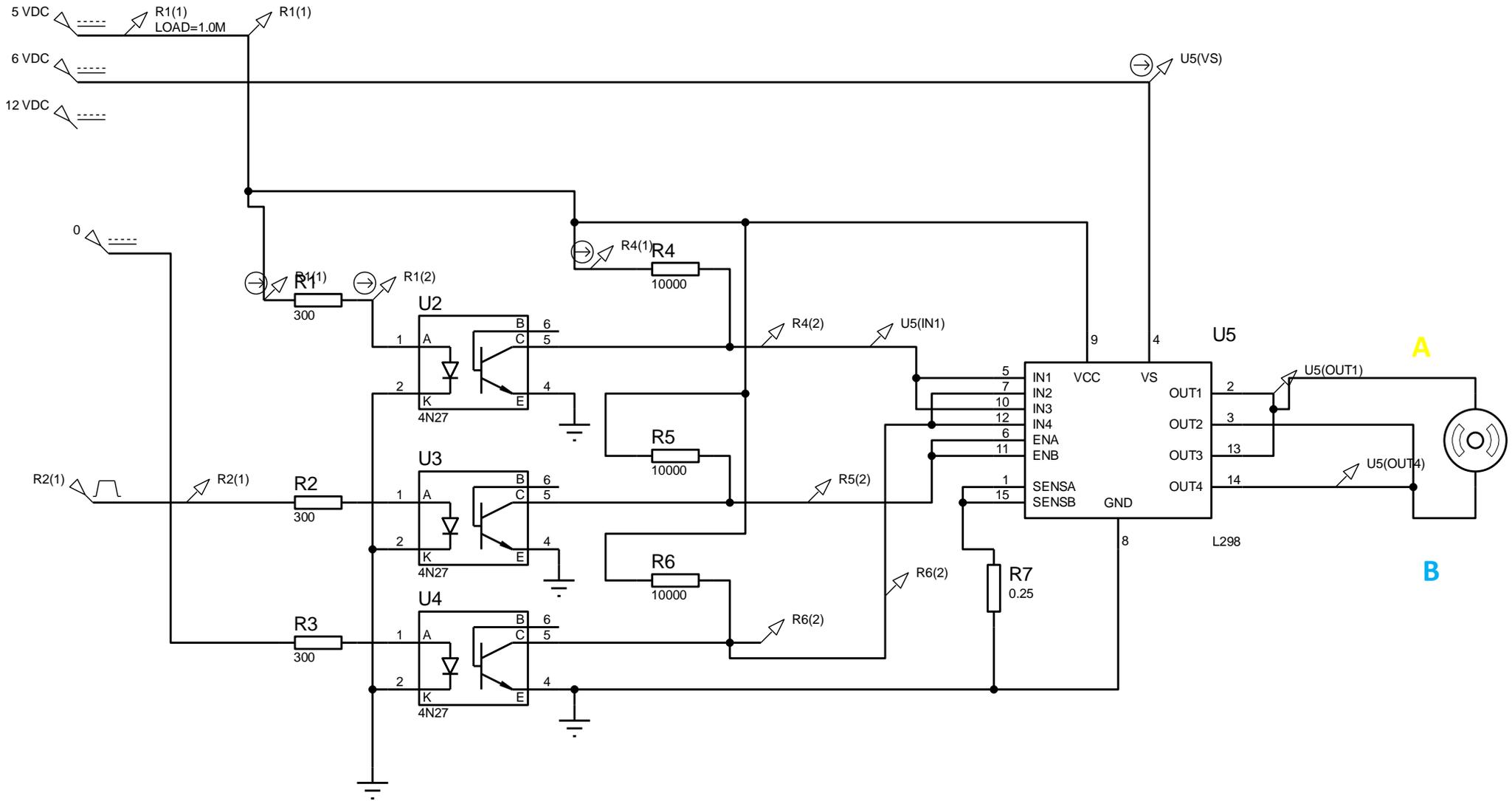


Figura A.7-1: Imagen del circuito a simular. Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó en el capítulo 3.4.2, el control del motor opera con lógica negativa debido a la presencia de los optoacopladores, eso significa que si le enviamos una señal PWM de 100% al motor, este debe estar detenido y la diferencia de voltajes entre sus bornes debe ser 0 V. Cuando se le envíe una señal de aproximadamente 0% el motor debe de operar a su máxima velocidad de 100% y con una diferencia de voltaje de 6 V.

En la figura A.7-2 se muestra la salida de voltaje en el motor DC cuando la velocidad es 50% y cuyo periodo es de 10 ms. Las líneas mostradas son los voltajes presentes en los bornes A y B del motor cuando se le envía una señal PWM=50%. Se puede notar que cuando la entrada B esta en alta tiene aproximadamente 6 V y la entrada A tiene aproximadamente 0 V, mientras que cuando la entrada B está en baja tiene 3 V y la entrada A tiene 3 V. Por lo tanto al hacer la diferencia de ambas entradas se obtiene una diferencia de voltaje de 3 V cuando B esta en alta durante 5 ms y una diferencia de 0 V cuando B está en baja durante 5 ms. Esto quiere decir que en promedio el motor recibe una entrada de 3 V continuos. Con este resultado comprobamos que cuando se le envía una señal PWM de 50% al motor este tendrá 3 V, lo cual es correcto y se comprueba que el circuito y sus componentes son y tienen valores correctos para su operación.

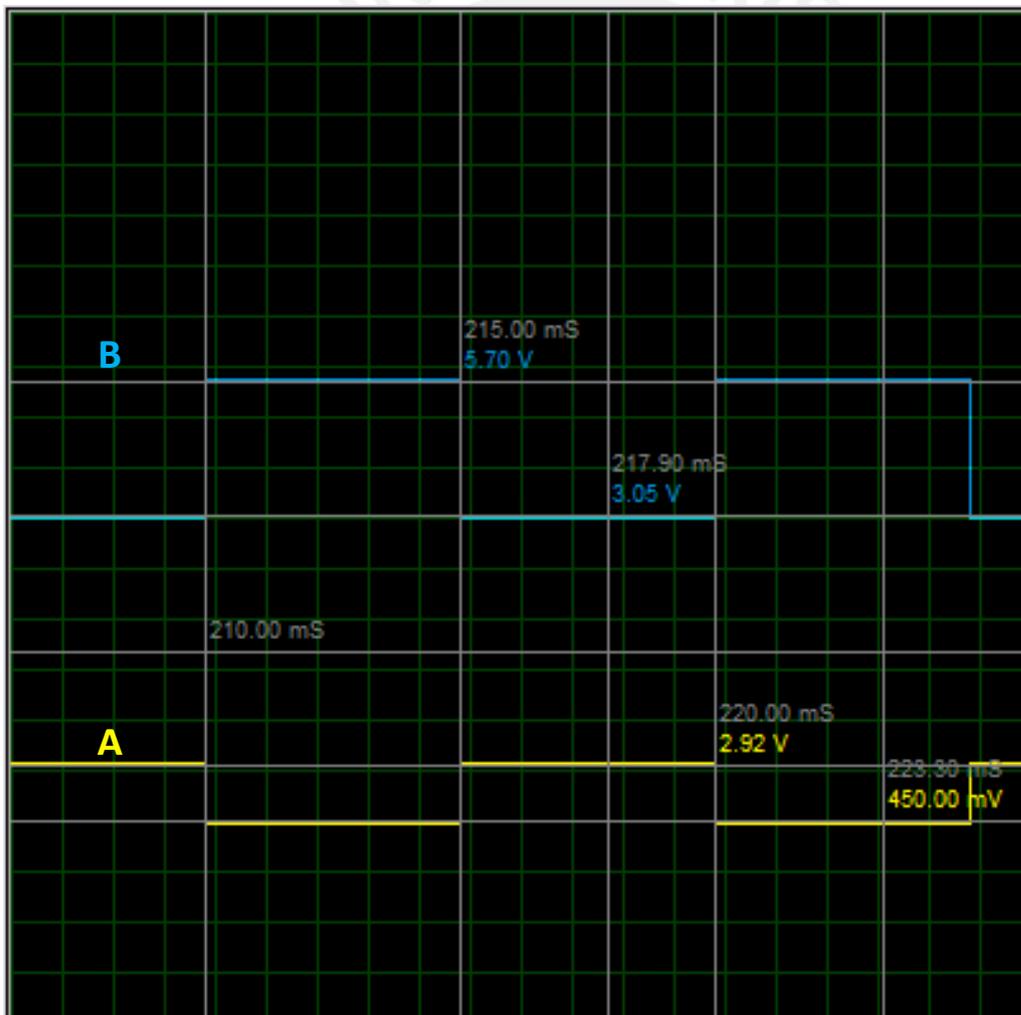


Figura A.7-2: Circuito simulado con una onda PWM=50%.  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura A.7-3 se muestra la salida de voltaje en el motor DC cuando la velocidad es 0% y cuyo periodo es de 10 ms. Los valores mostrados son los voltajes presentes en los bornes A y B del motor cuando la señal de entra en una onda PWM=100%. Se puede notar que ambas entradas tienen un valor de 3 V, lo cual indica que al hacer la diferencia entre ambas entradas se obtiene una diferencia de voltaje de 0 V en todo instante. Esto quiere decir que en promedio el motor recibe una entrada de 0 V continuos. Con este resultado comprobamos que cuando se le envía una señal PWM=100% al motor, este recibirá un voltaje de 0 V y no girará en ninguna dirección, lo cual es correcto.

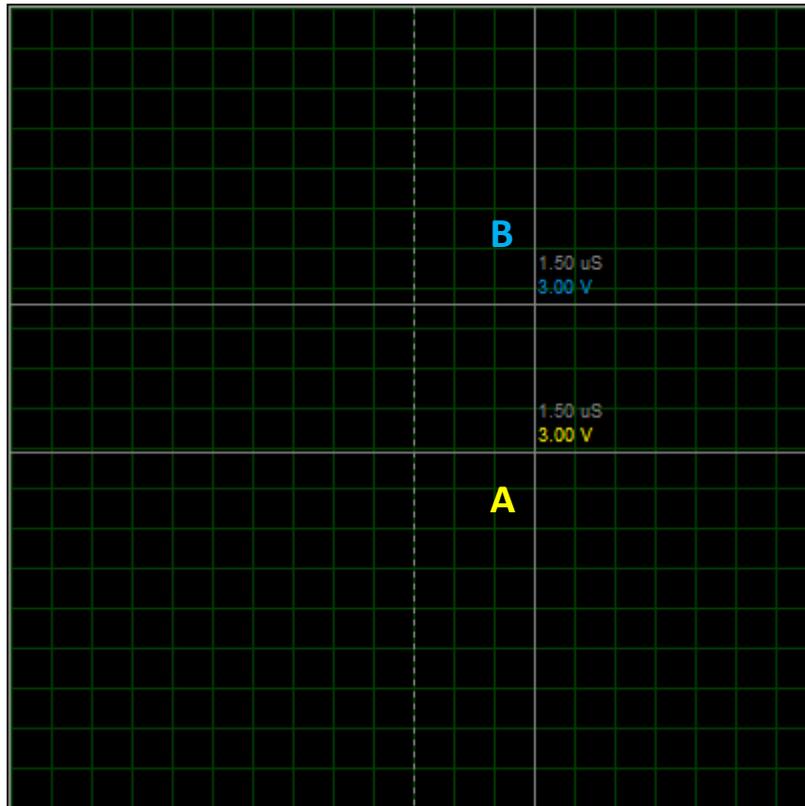


Figura A.7-3: Circuito simulado con una onda PWM=100%.  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura A.7-4 se muestra la salida de voltaje en el motor DC cuando la velocidad es 100% y cuyo periodo es de 10 ms. Los valores mostrados son los voltajes presentes en los bornes A y B del motor cuando este recibe una señal de entrada PWM=0%. Se puede notar que la entrada B tiene un voltaje de aproximadamente 6 V, mientras que la entrada A tiene un voltaje aproximado de 0 V. Al realizar la diferencia entre ambas entradas se tiene un valor resultante aproximado de 6 V. Esto quiere decir que en promedio el motor recibe una entrada de 6 V continuos. Con este resultado comprobamos que cuando se le envía una señal PWM de 0% al motor, este recibirá un voltaje de 6 V y girará con su máxima velocidad, lo cual es correcto para el circuito diseñado.

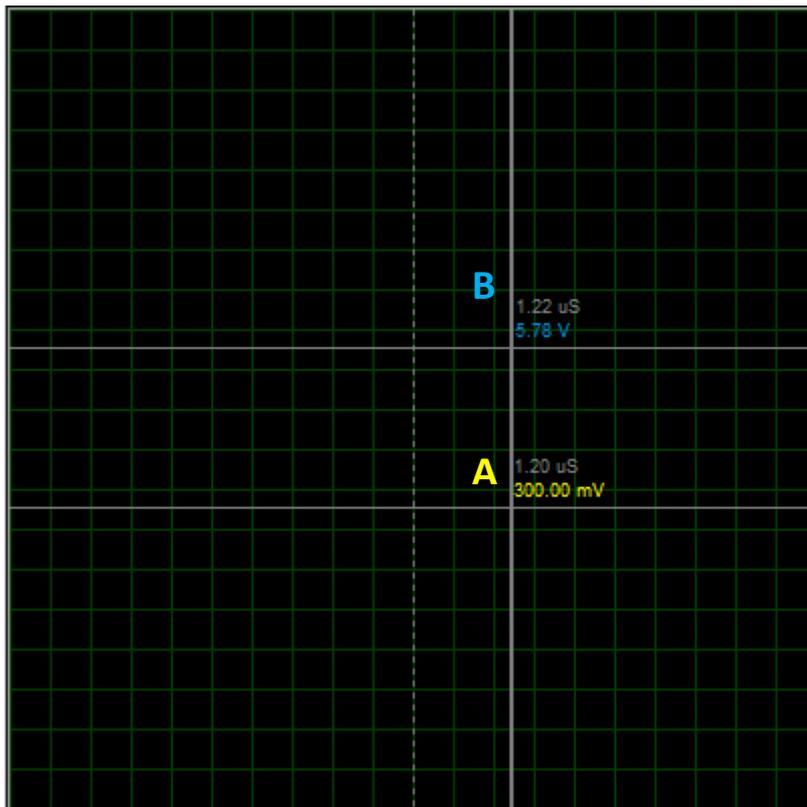
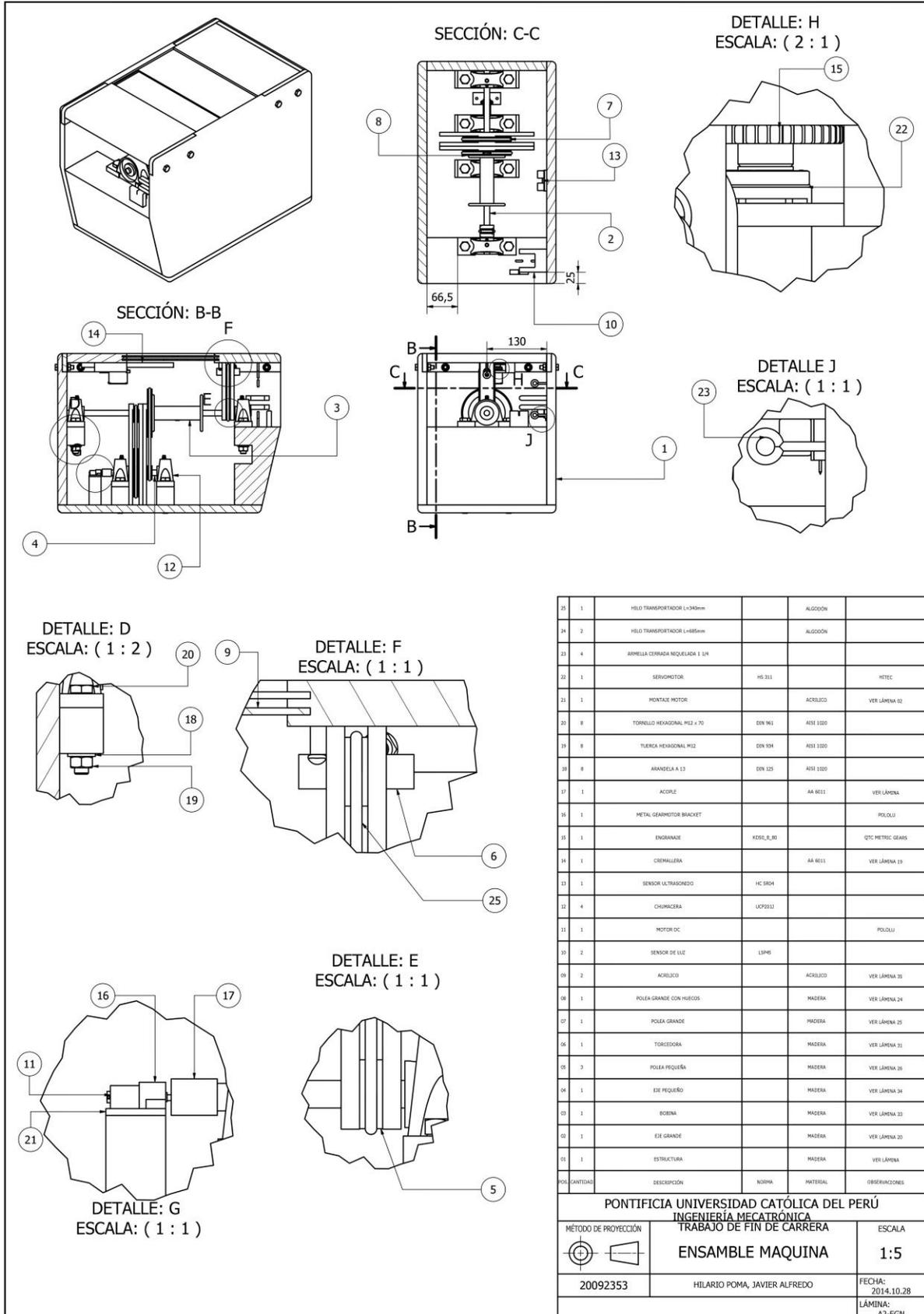


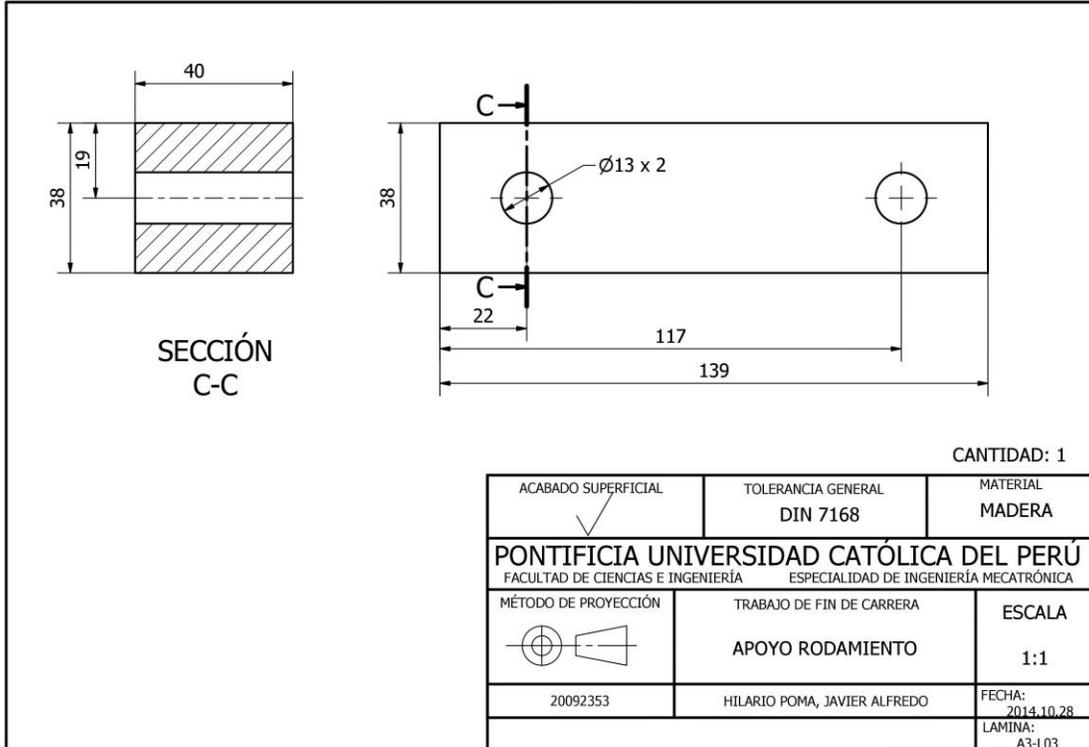
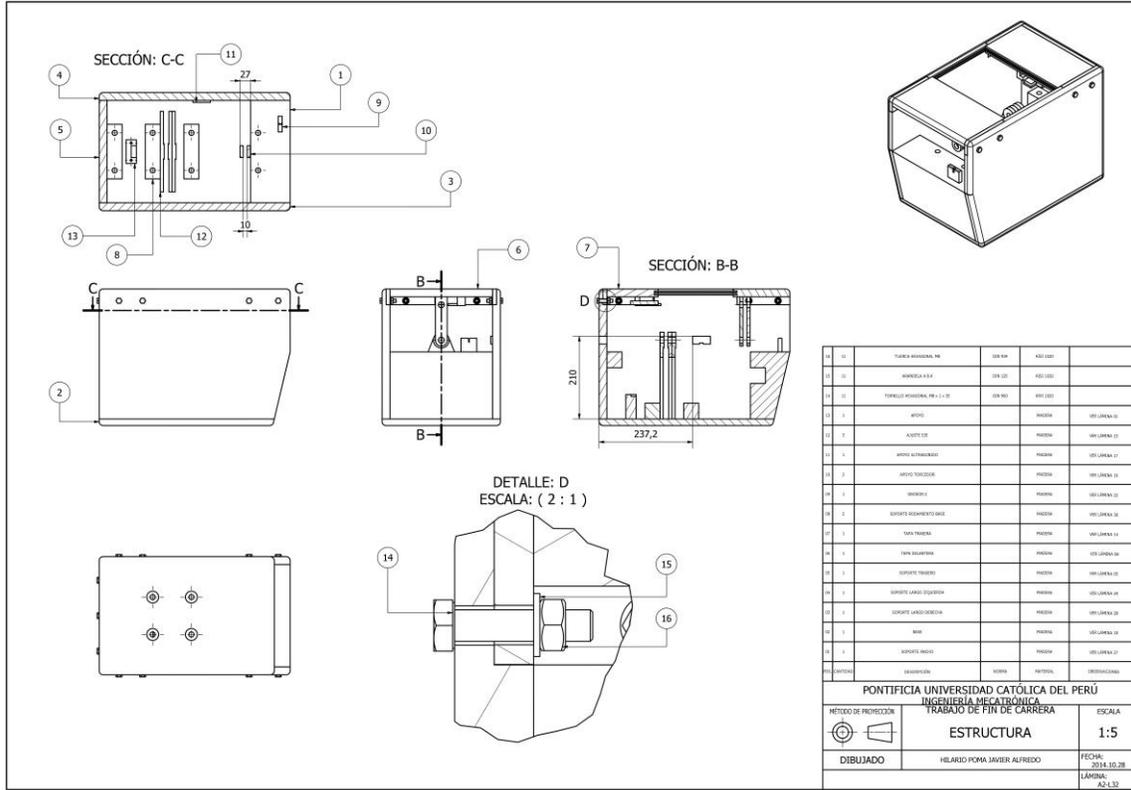
Figura A.7-4: Circuito simulado con una onda PWM=0%.  
Fuente: Elaboración propia.

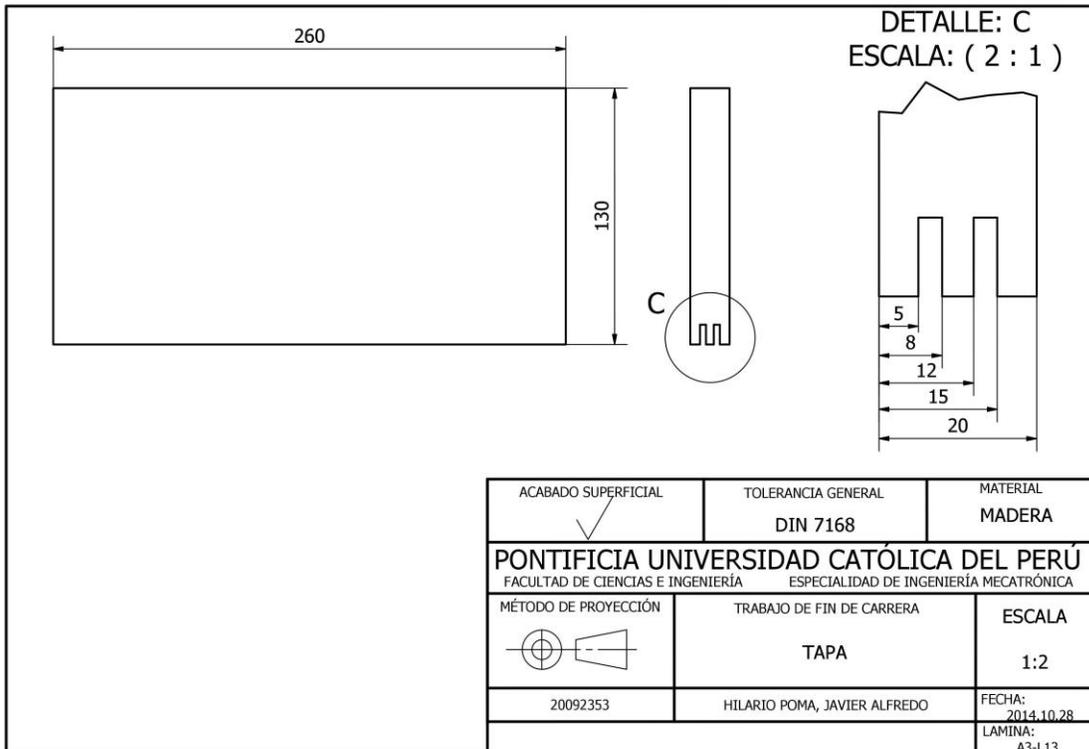
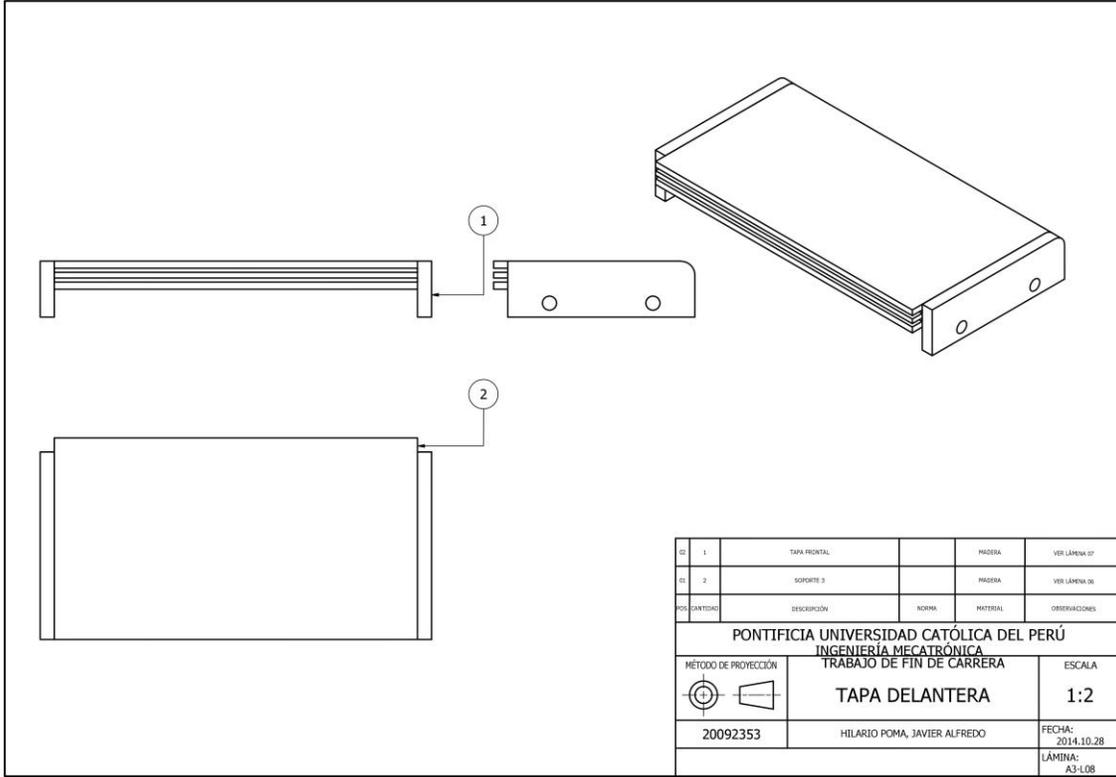
Por lo tanto, de los gráficos anteriores se puede concluir que cuando señal PWM emitida por el microcontrolador es una señal PWM=50% el motor gira correctamente, mientras que cuando la onda PWM=100% el motor no gira; finalmente, cuando la onda PWM=0% el motor gira a su velocidad máxima pues en el gráfico se observa que el voltaje de entrada al motor es aproximadamente 6 V.

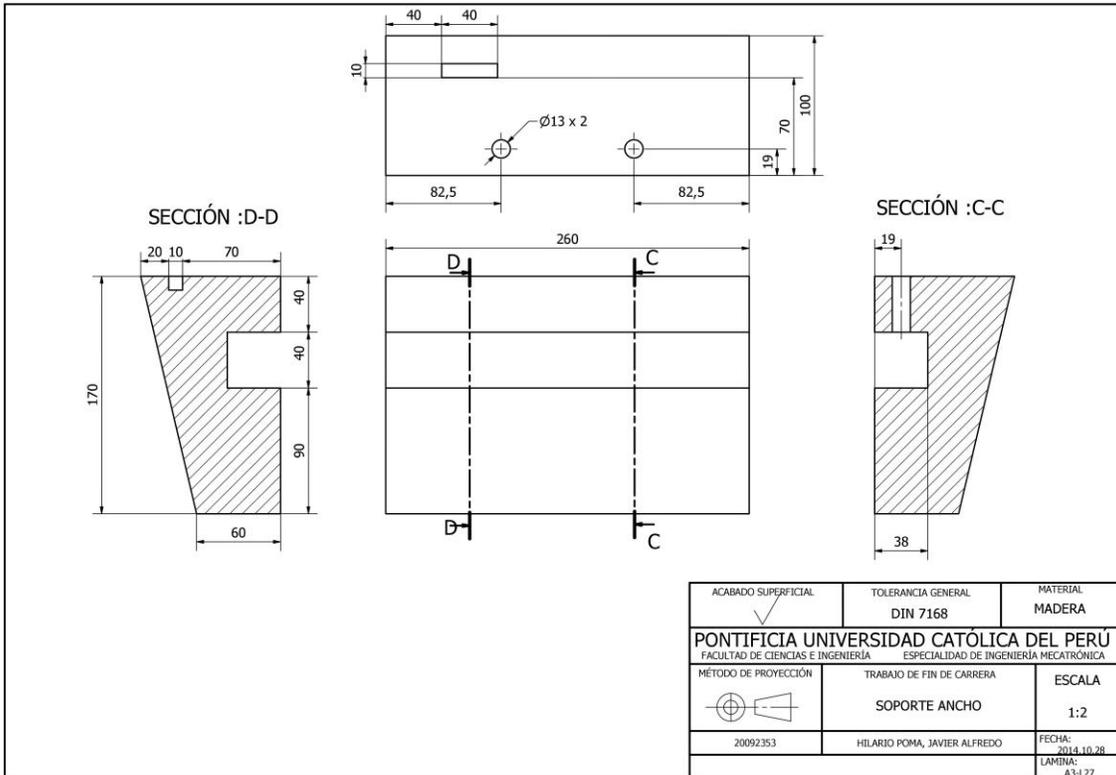
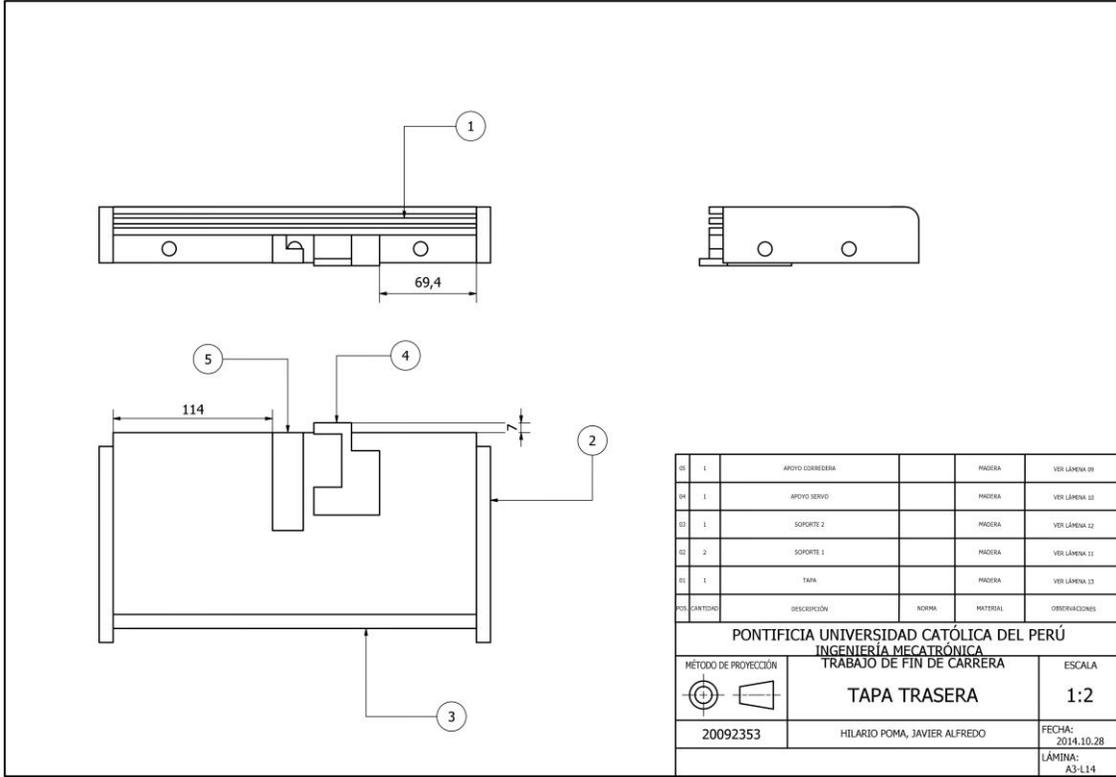
# Anexo 8

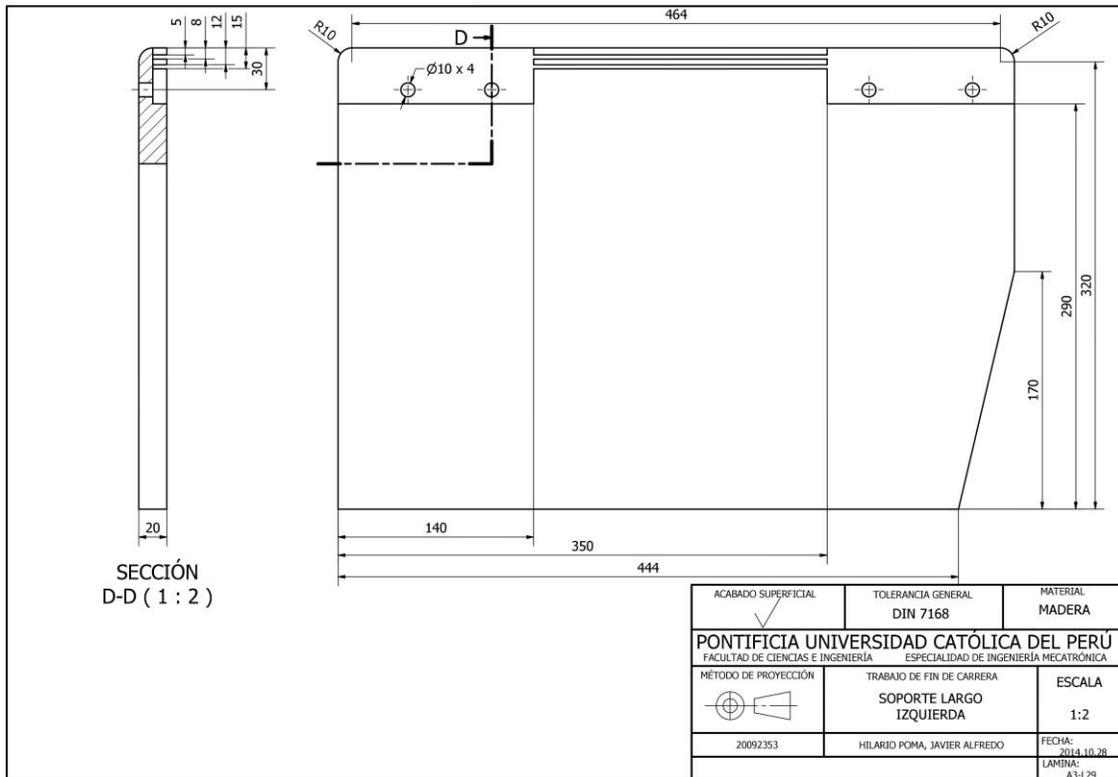
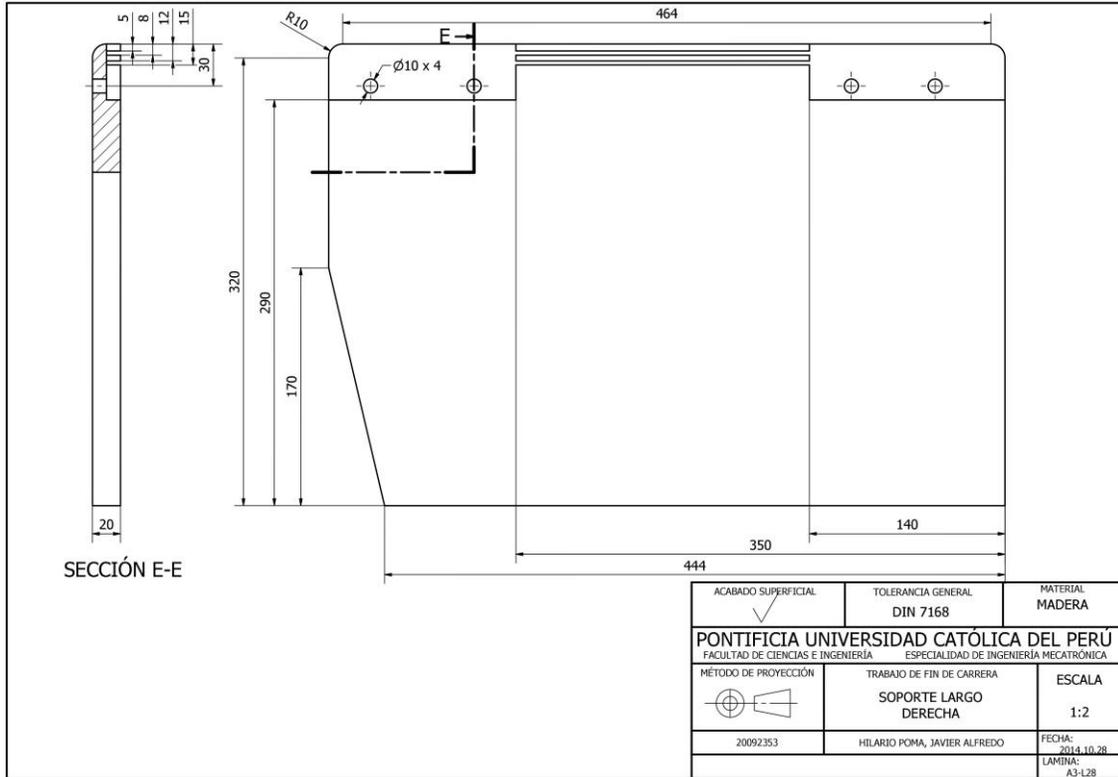
## Planos

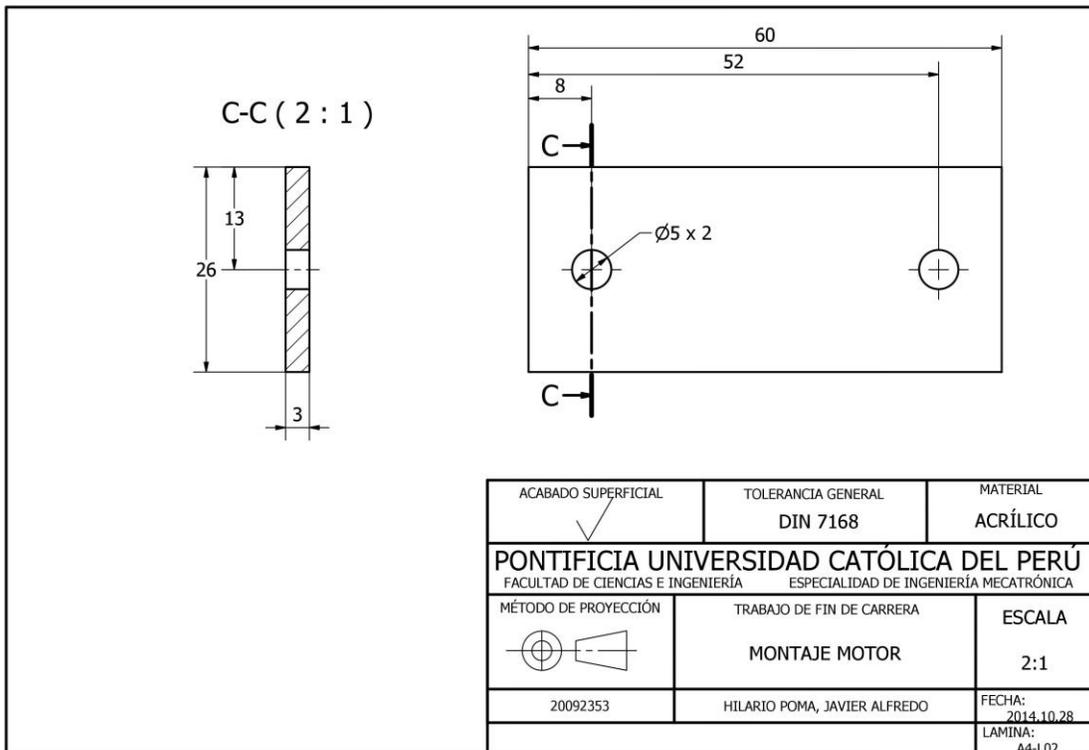
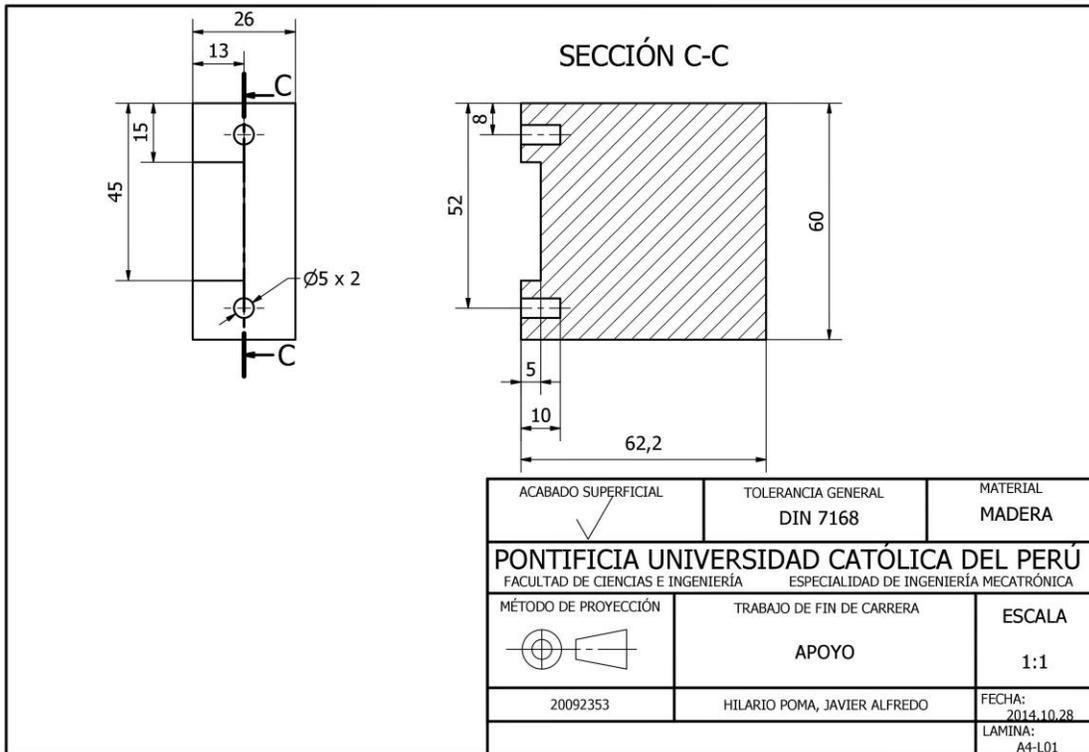


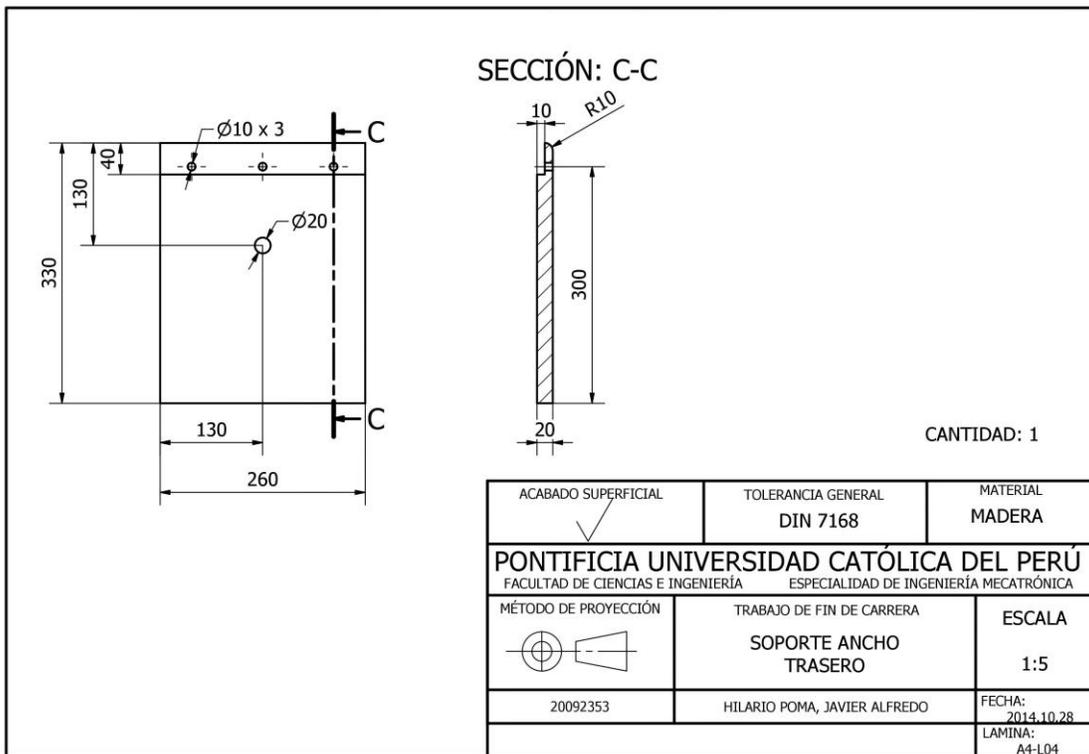


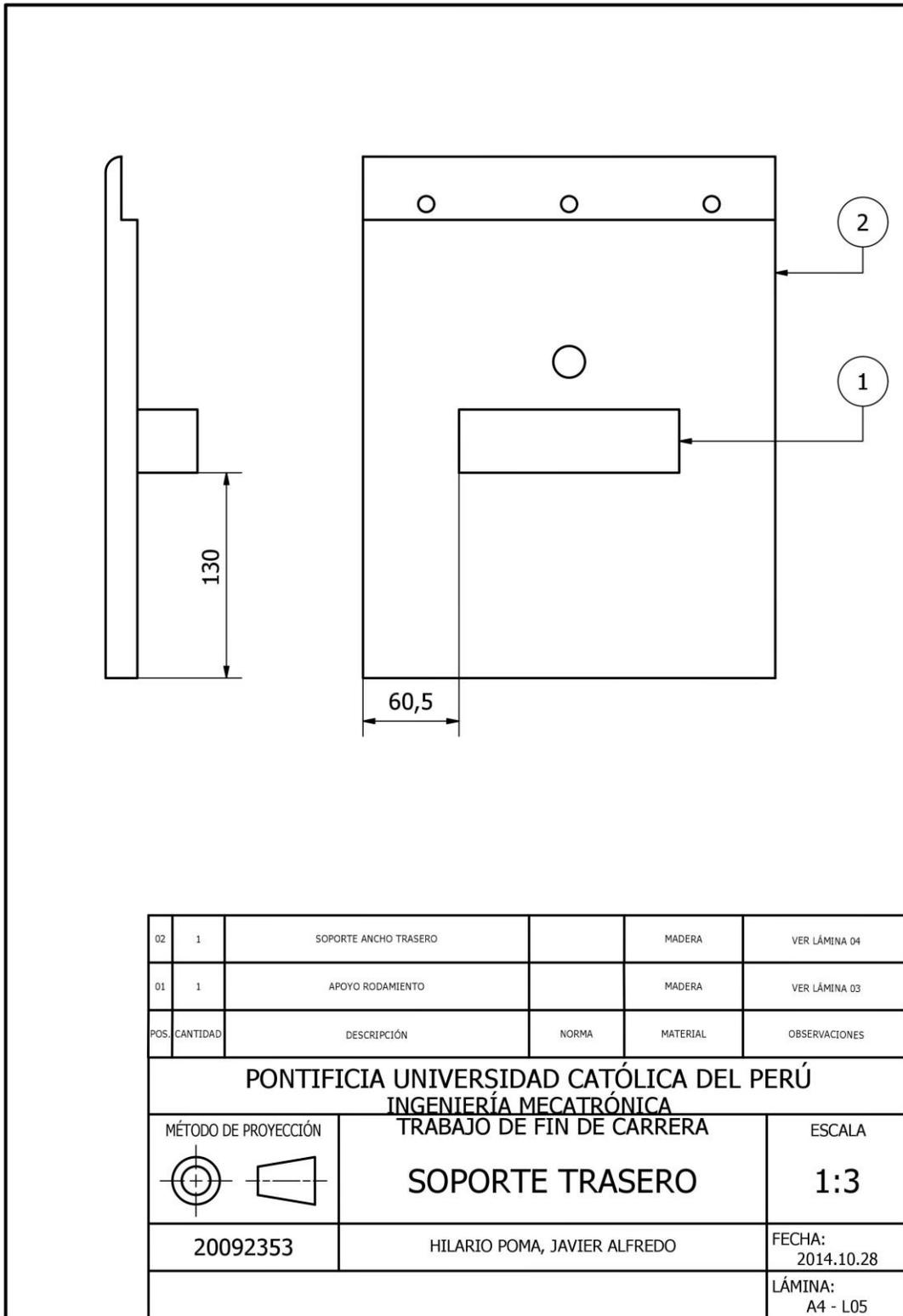


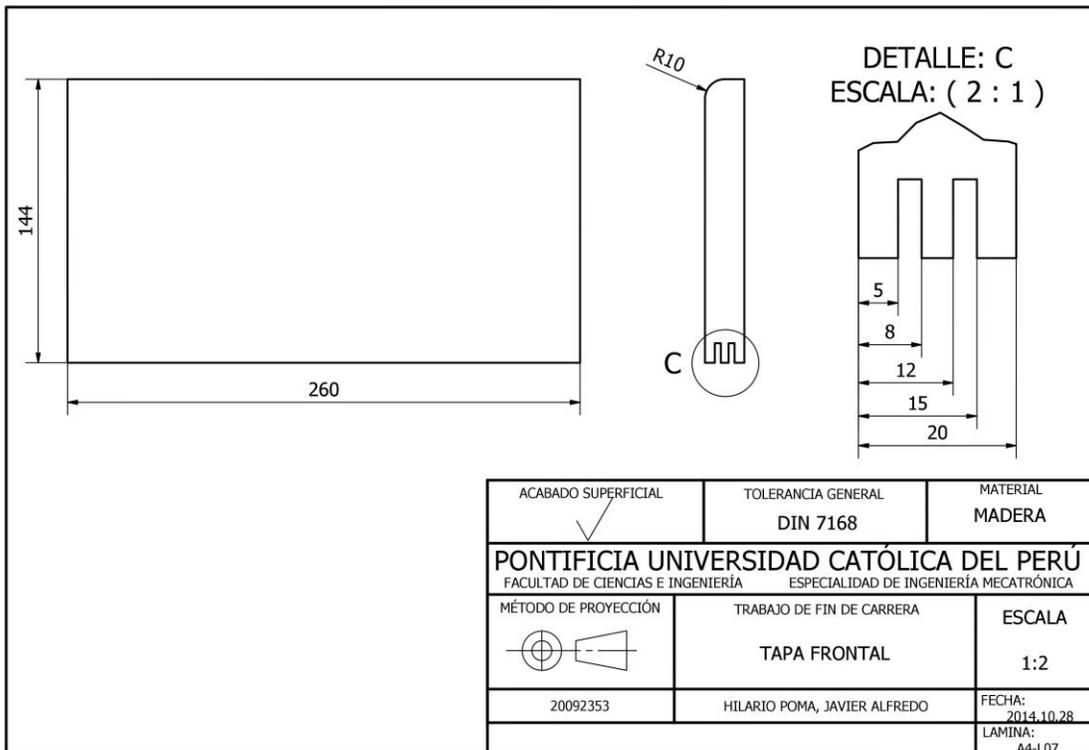
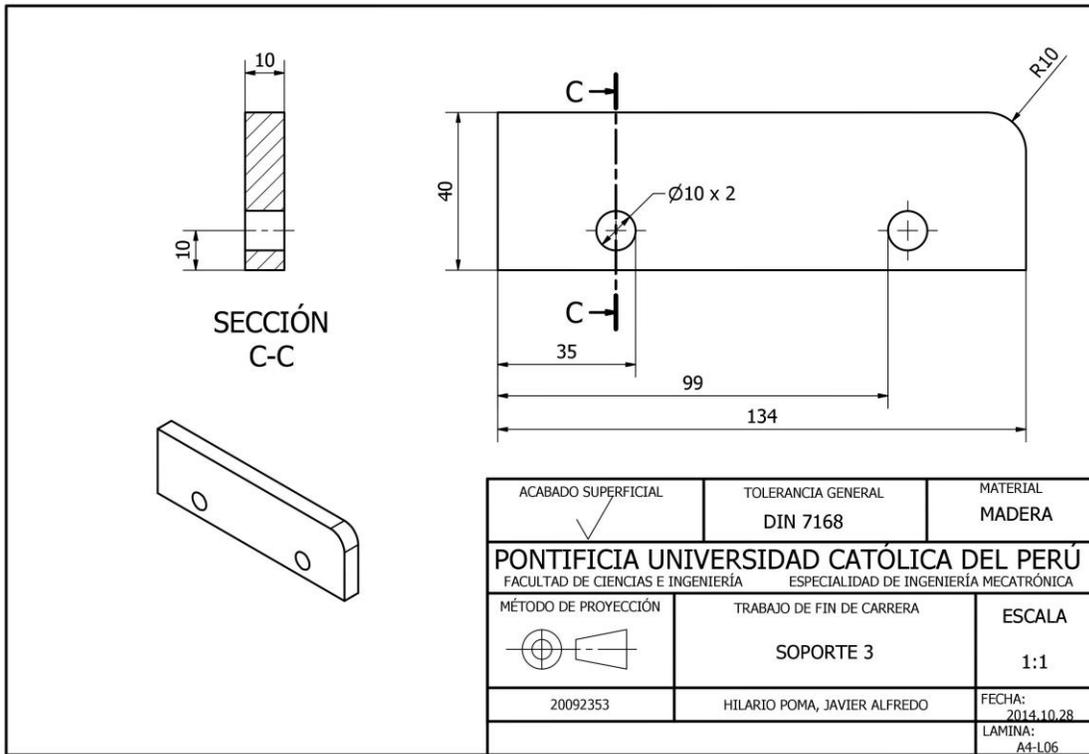






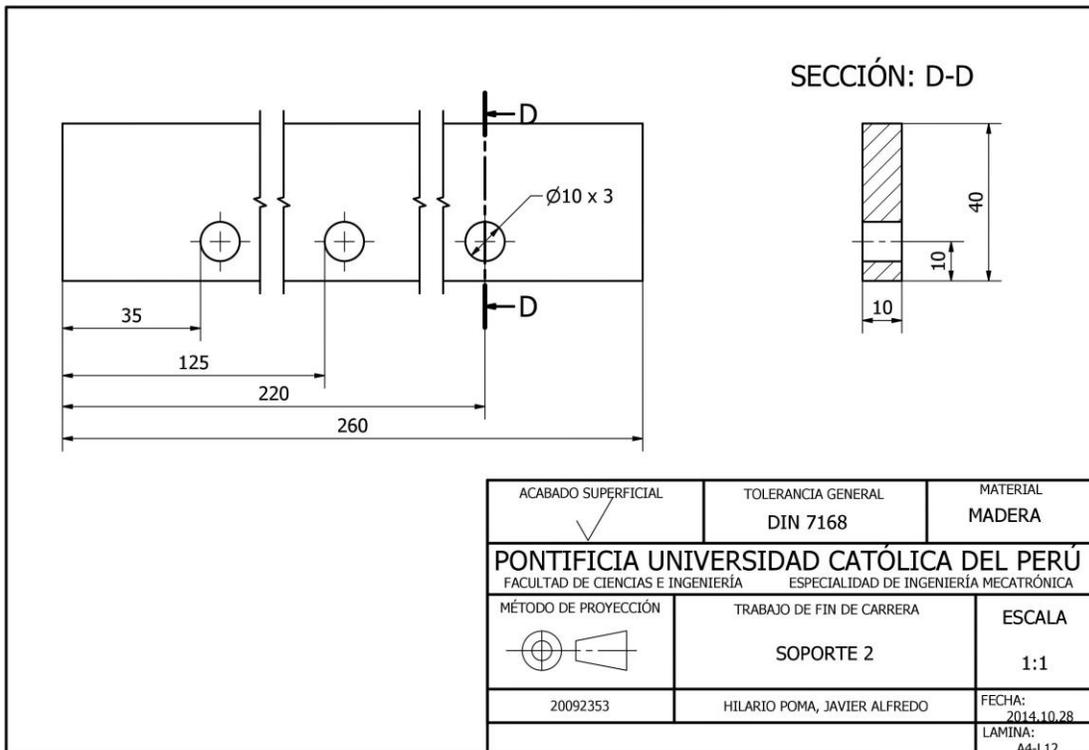
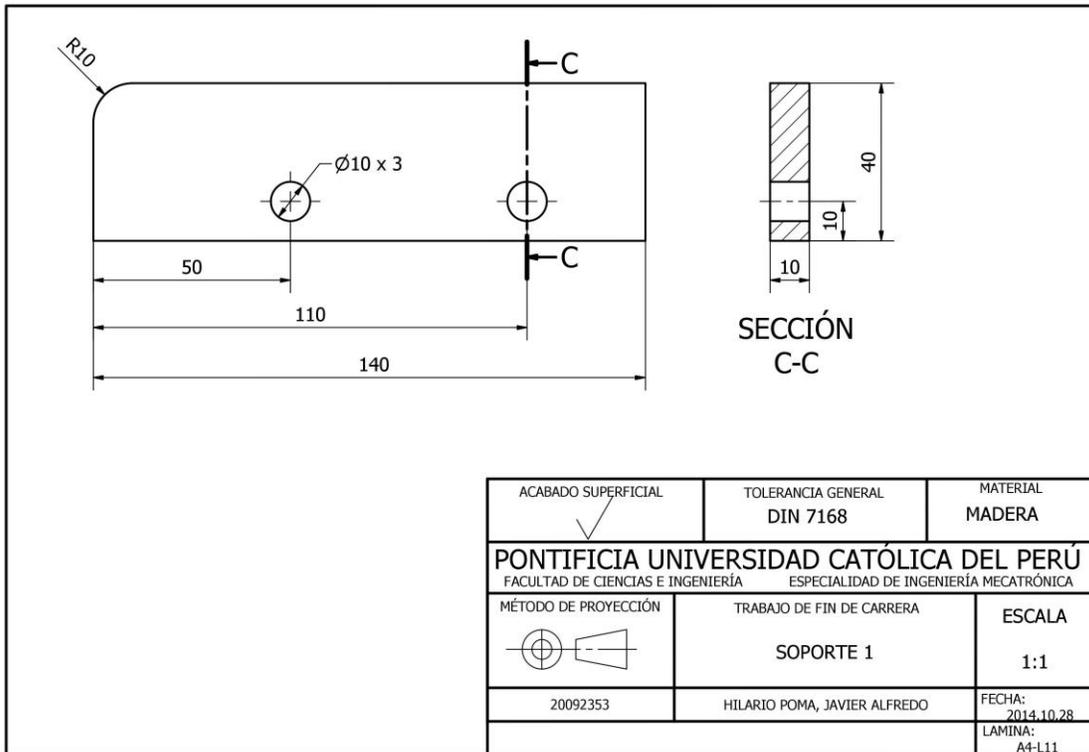


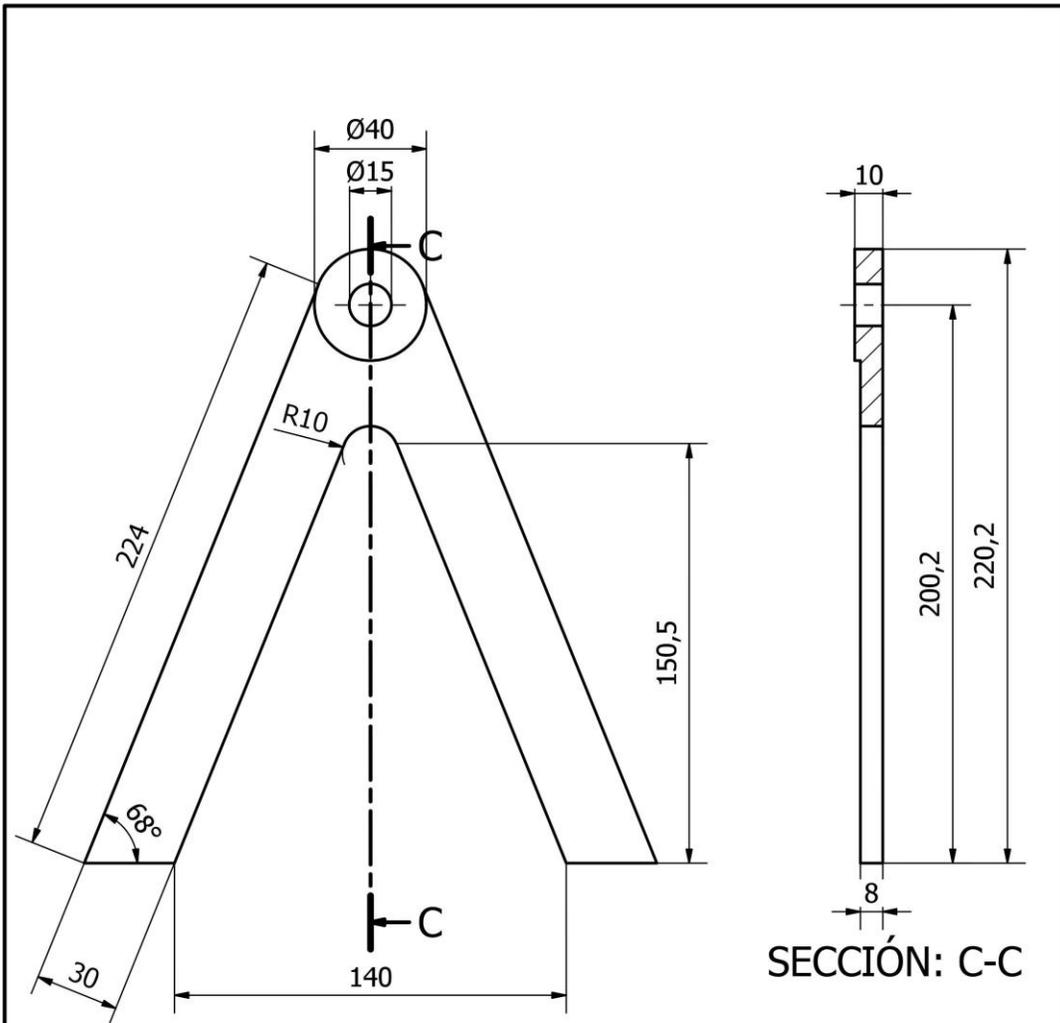




|   |  |   |
|---|--|---|
| ACABADO SUPERFICIAL<br>✓  | TOLERANCIA GENERAL<br>DIN 7168               | MATERIAL<br>MADERA                        |
| <b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b><br>FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA |  |   |
| MÉTODO DE PROYECCIÓN<br>  | TRABAJO DE FIN DE CARRERA<br>APOYO CORREDERA | ESCALA<br>1:1                             |
| 20092353  | HILARIO POMA, JAVIER ALFREDO                 | FECHA:<br>2014.10.28<br>LAMINA:<br>A4-L09 |

|   |  |   |
|---|--|---|
| ACABADO SUPERFICIAL<br>✓  | TOLERANCIA GENERAL<br>DIN 7168           | MATERIAL<br>MADERA                        |
| <b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b><br>FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA |  |   |
| MÉTODO DE PROYECCIÓN<br>  | TRABAJO DE FIN DE CARRERA<br>APOYO SERVO | ESCALA<br>1:1                             |
| 20092353  | HILARIO POMA, JAVIER ALFREDO             | FECHA:<br>2014.10.28<br>LAMINA:<br>A4-L10 |

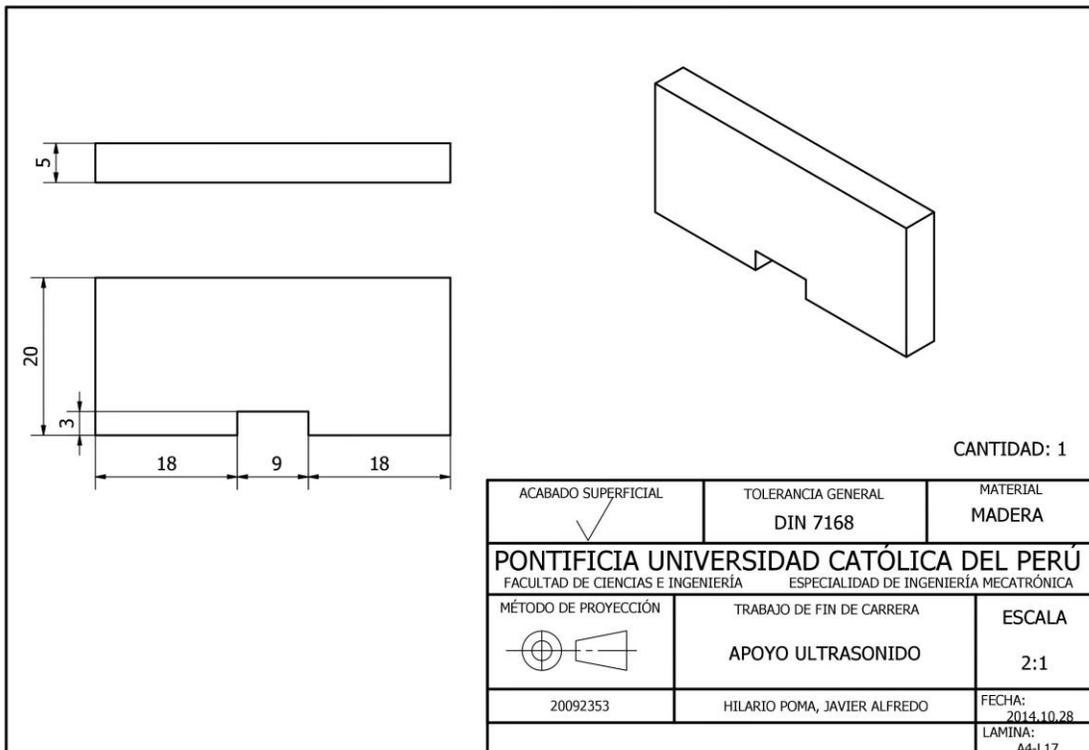
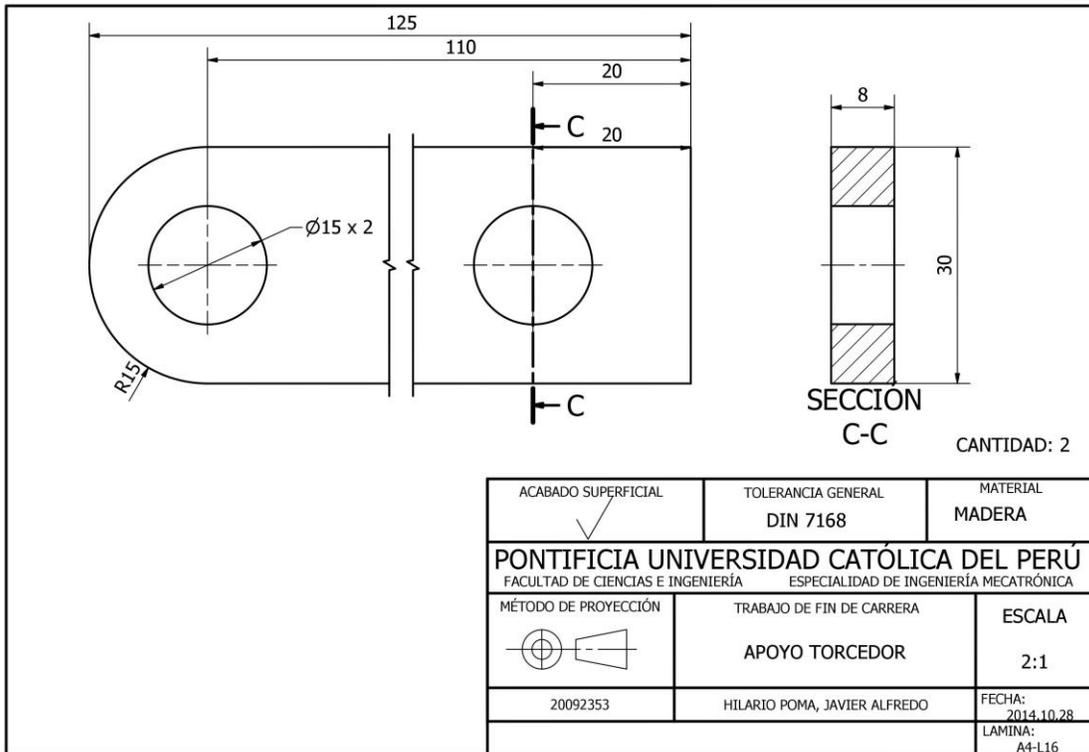


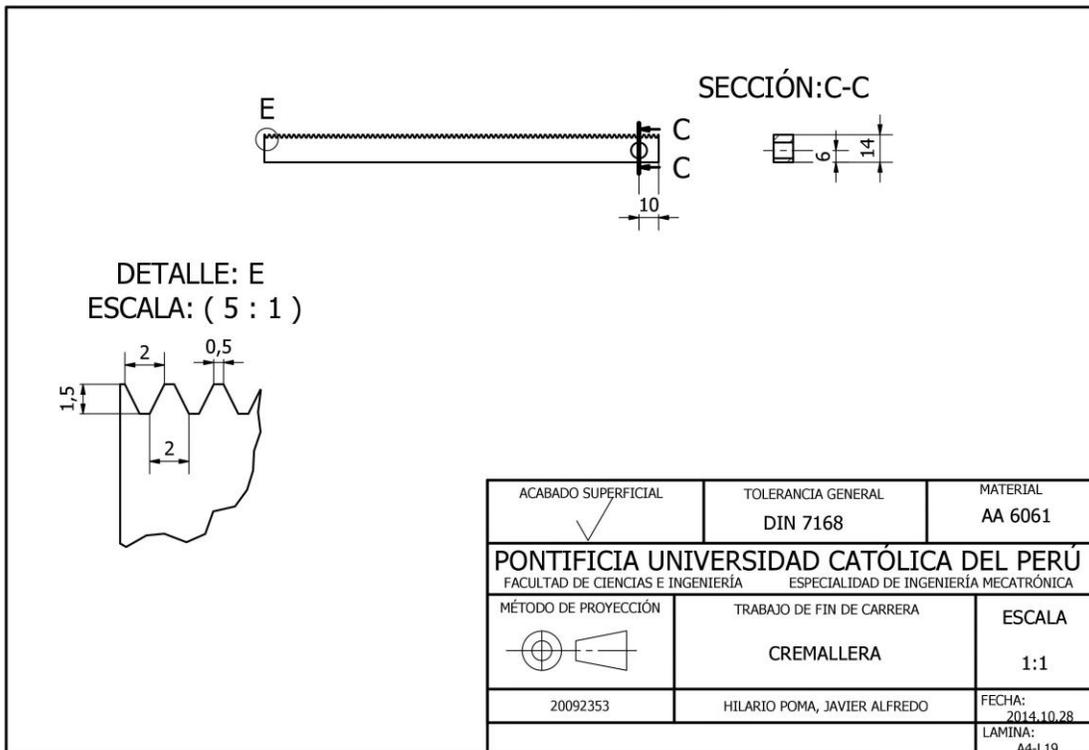
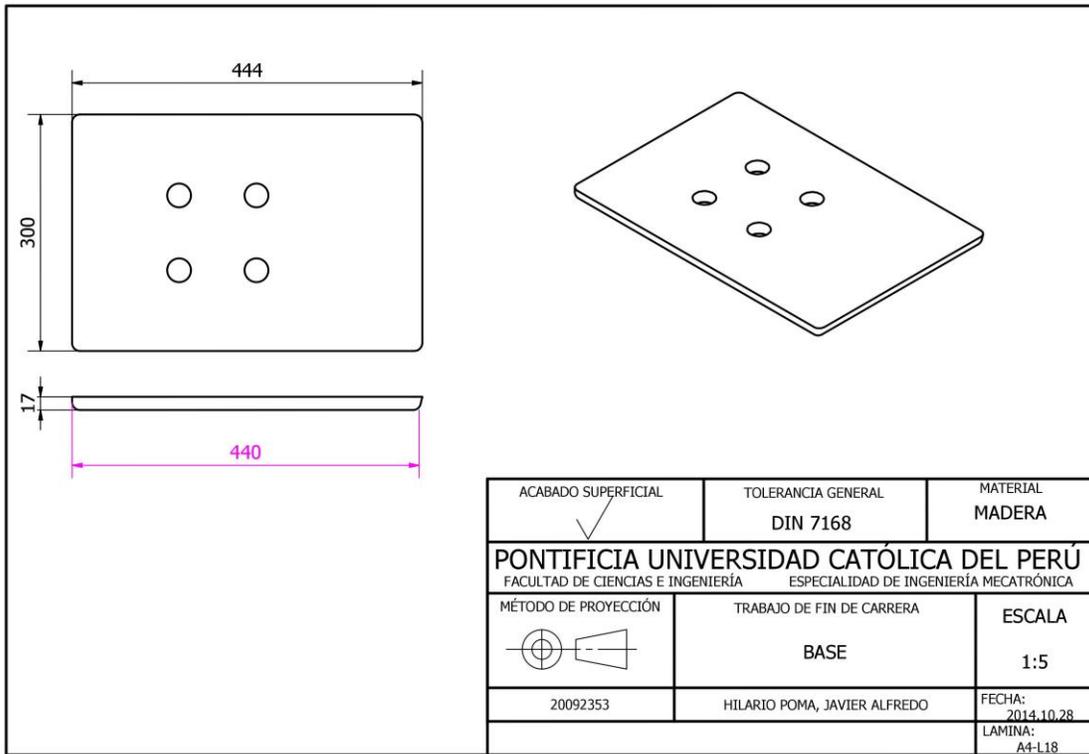


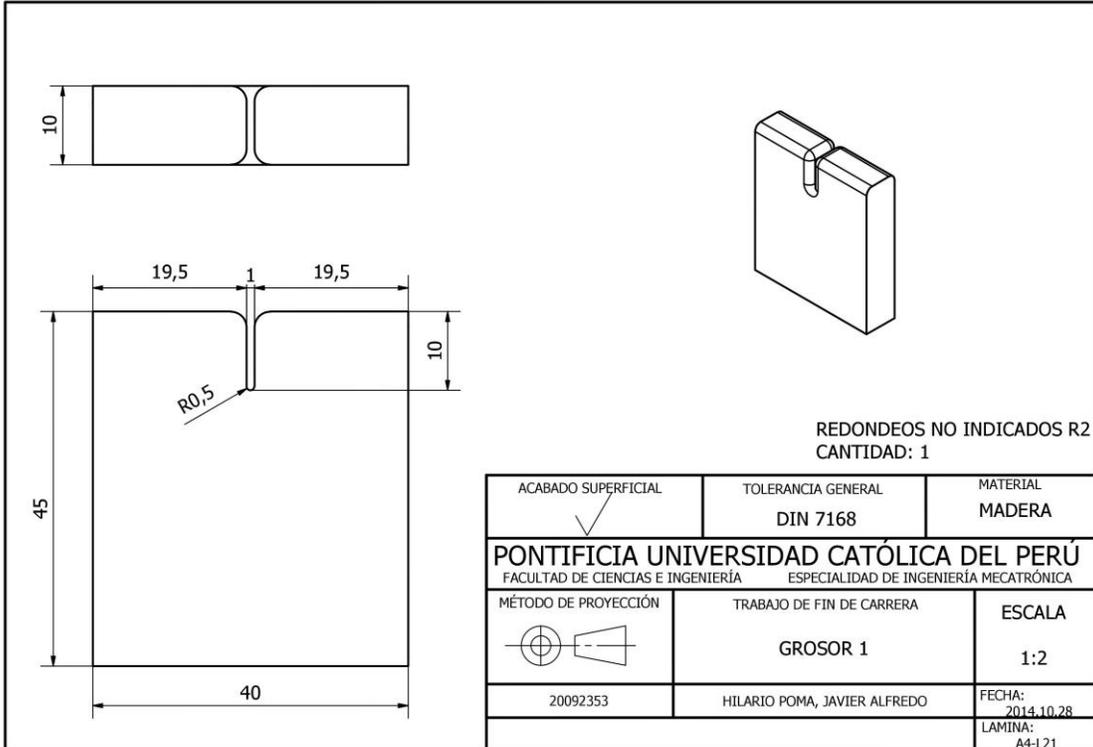
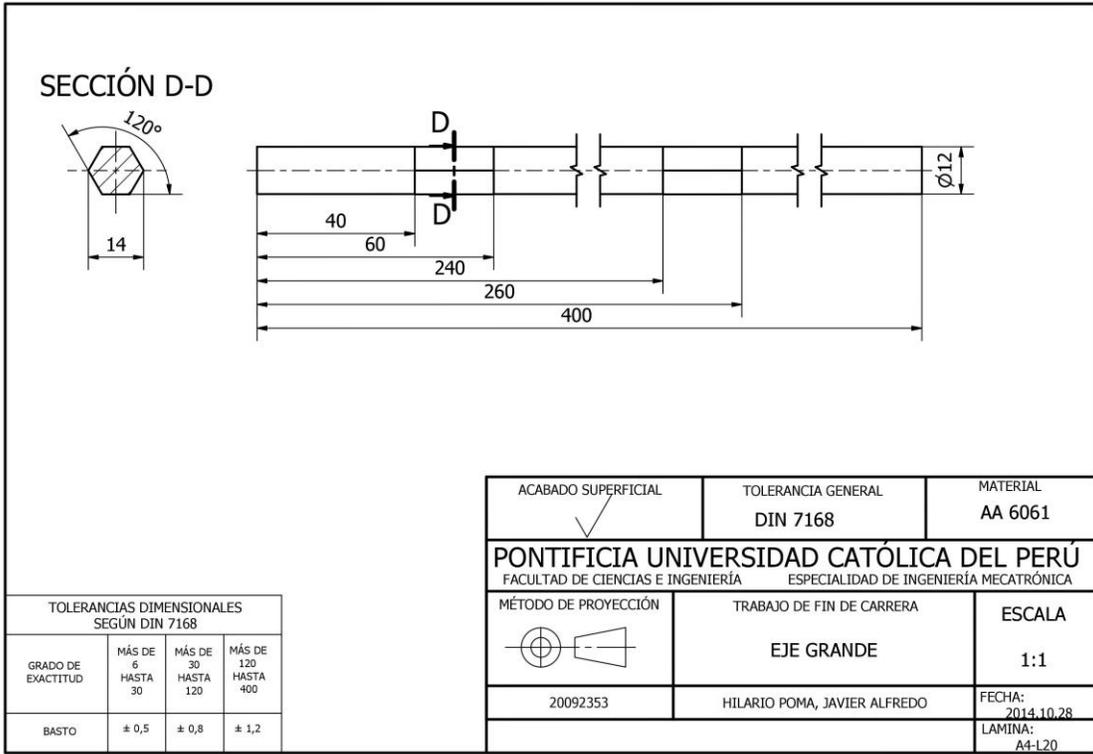
SECCIÓN: C-C

CANTIDAD: 3

|  |   |                      |
|--|---|----------------------|
| ACABADO SUPERFICIAL<br>✓   | TOLERANCIA GENERAL<br>DIN 7168          | MATERIAL<br>MADERA   |
| <b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b><br>FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA      ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA |   |                      |
| MÉTODO DE PROYECCIÓN<br>   | TRABAJO DE FIN DE CARRERA<br>AJUSTE EJE | ESCALA<br>1:2        |
| 20092353   | HILARIO POMA, JAVIER ALFREDO            | FECHA:<br>2014.10.28 |
|  |   | LAMINA:<br>A4-L15    |





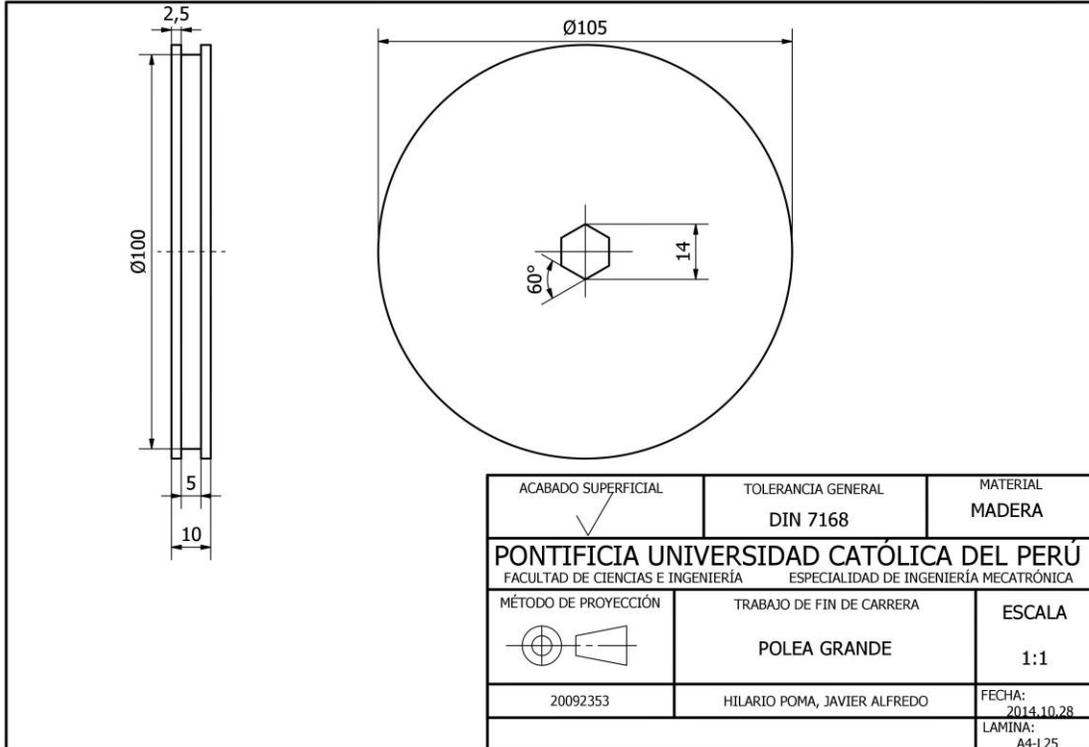
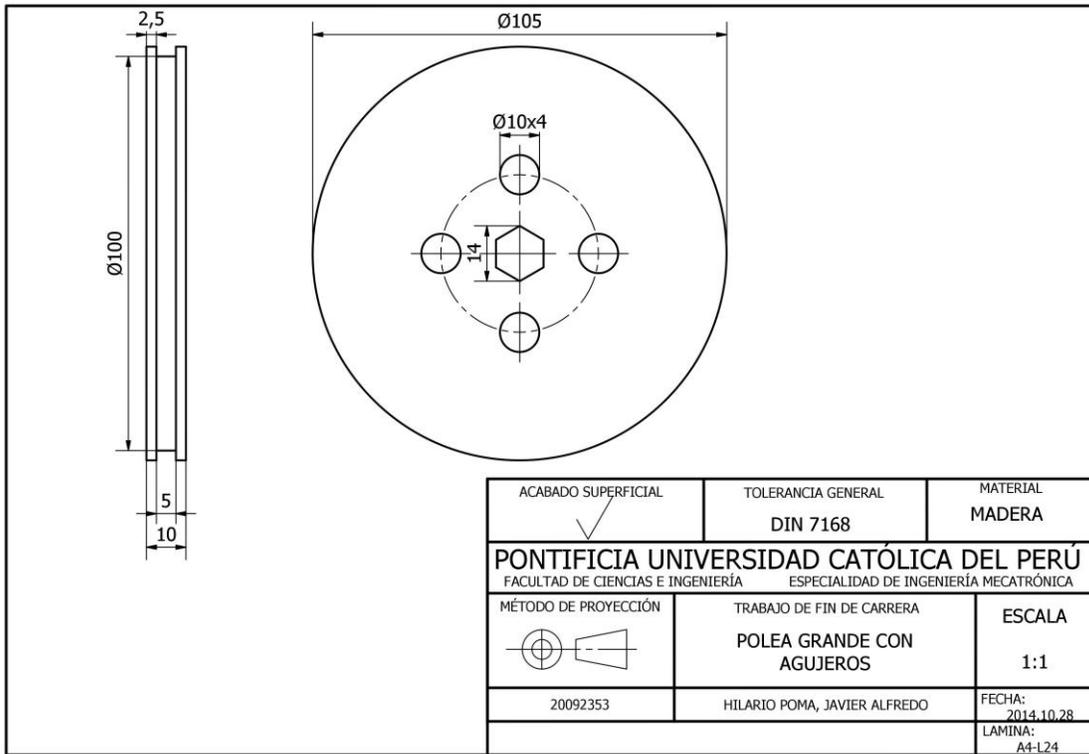


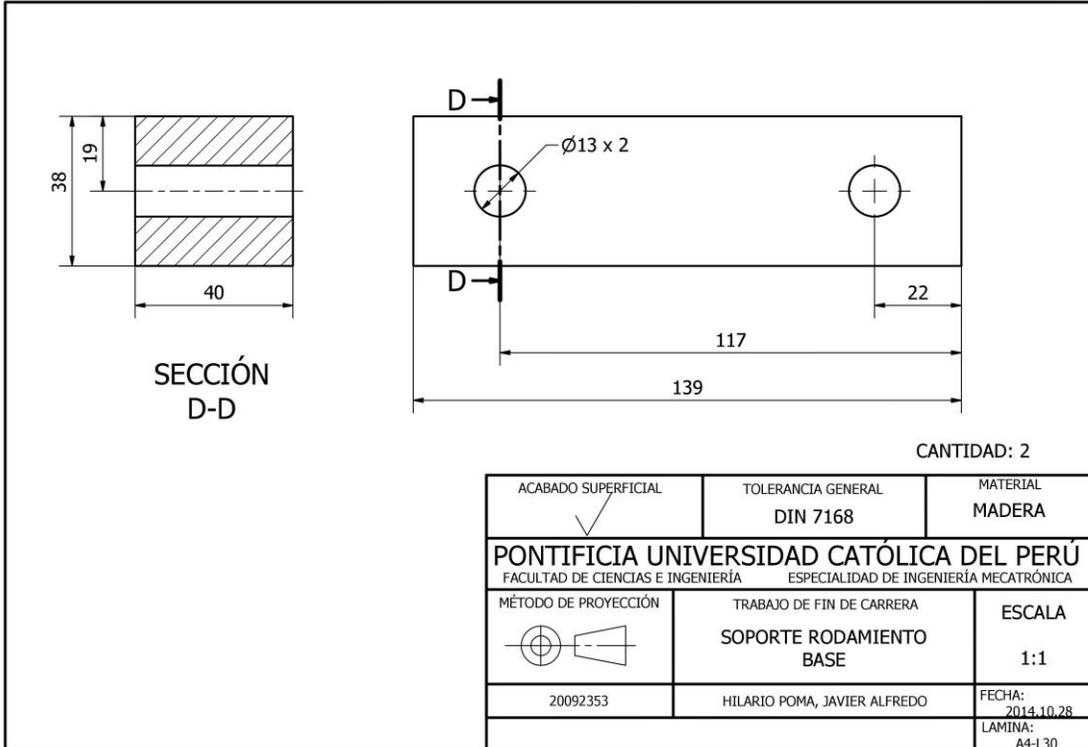
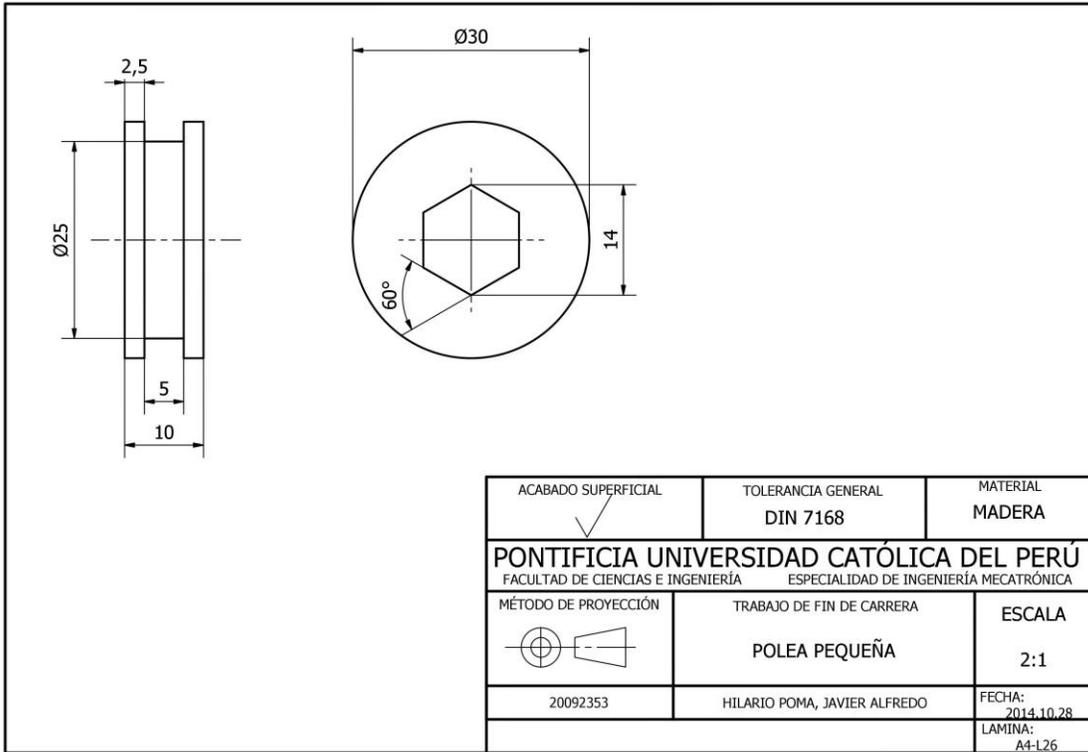
REDONDEOS NO INDICADOS R2  
CANTIDAD: 1

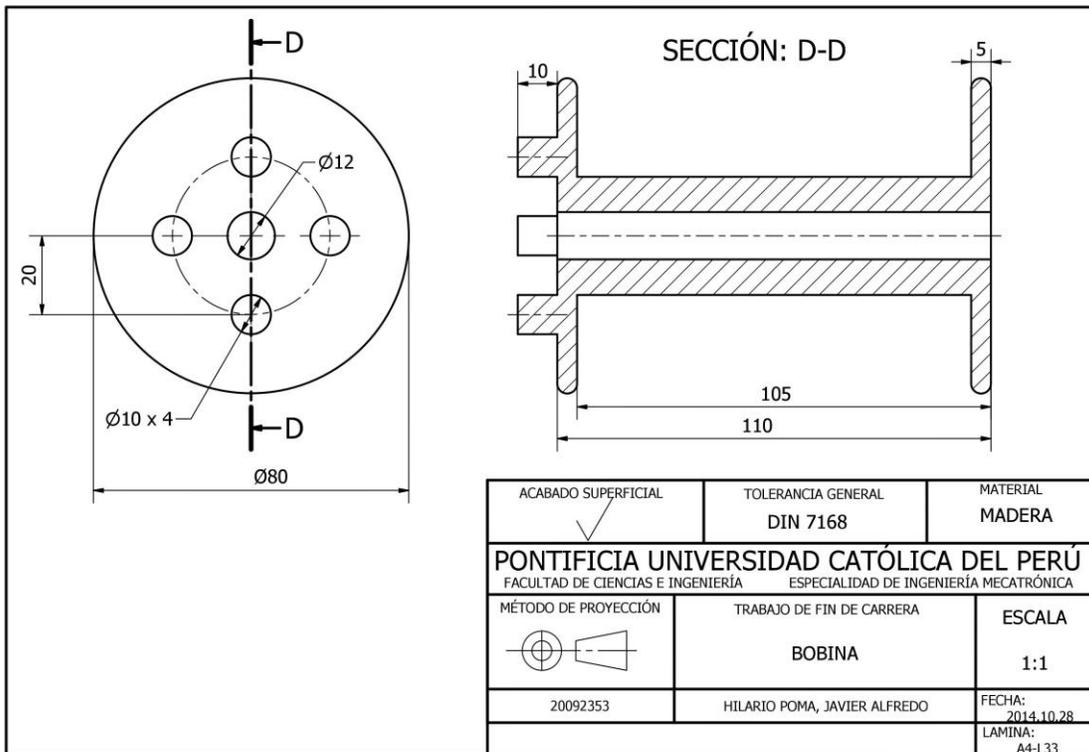
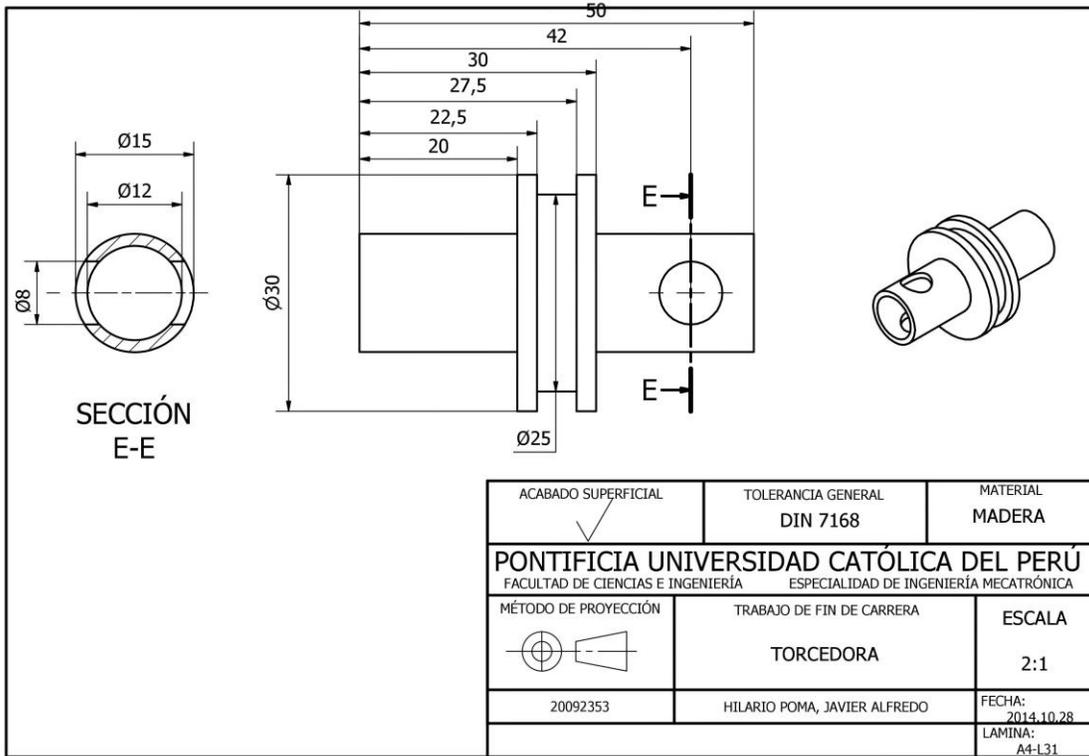
|   |                                     |   |
|---|-------------------------------------|---|
| ACABADO SUPERFICIAL<br>✓  | TOLERANCIA GENERAL<br>DIN 7168      | MATERIAL<br>MADERA                        |
| <b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b><br>FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA |                                     |   |
| MÉTODO DE PROYECCIÓN<br>  | TRABAJO DE FIN DE CARRERA<br>GROSOR | ESCALA<br>2:1                             |
| 20092353  | HILARIO POMA, JAVIER ALFREDO        | FECHA:<br>2014.10.28<br>LAMINA:<br>A4-L22 |

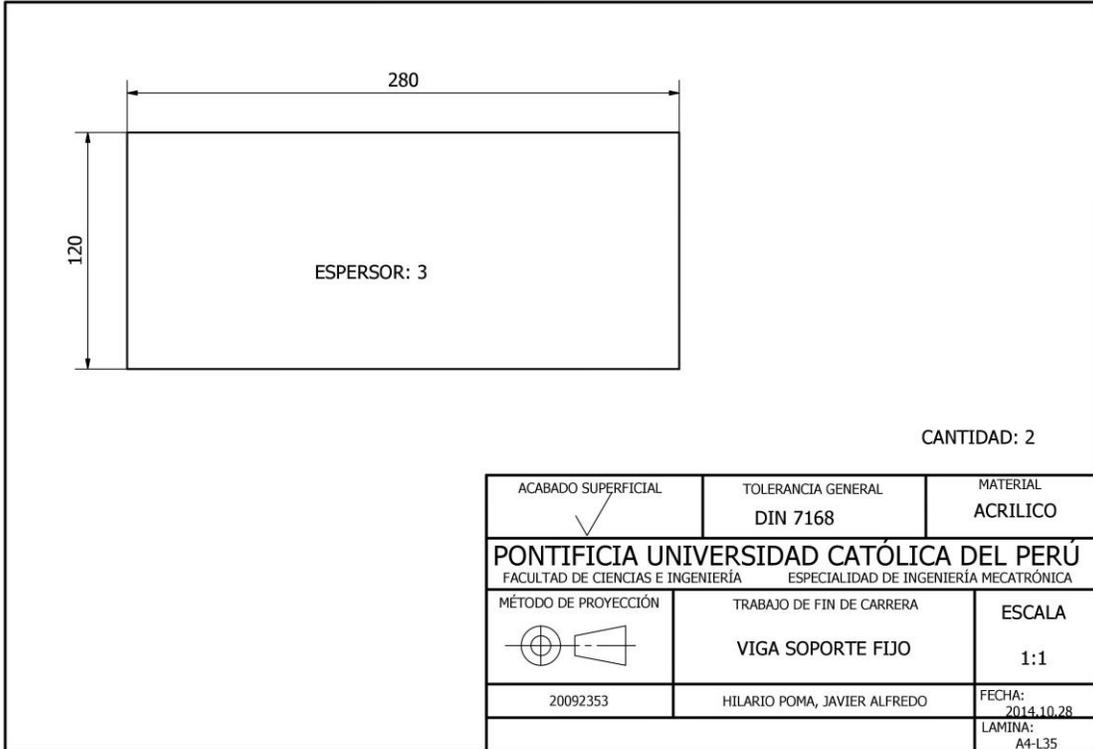
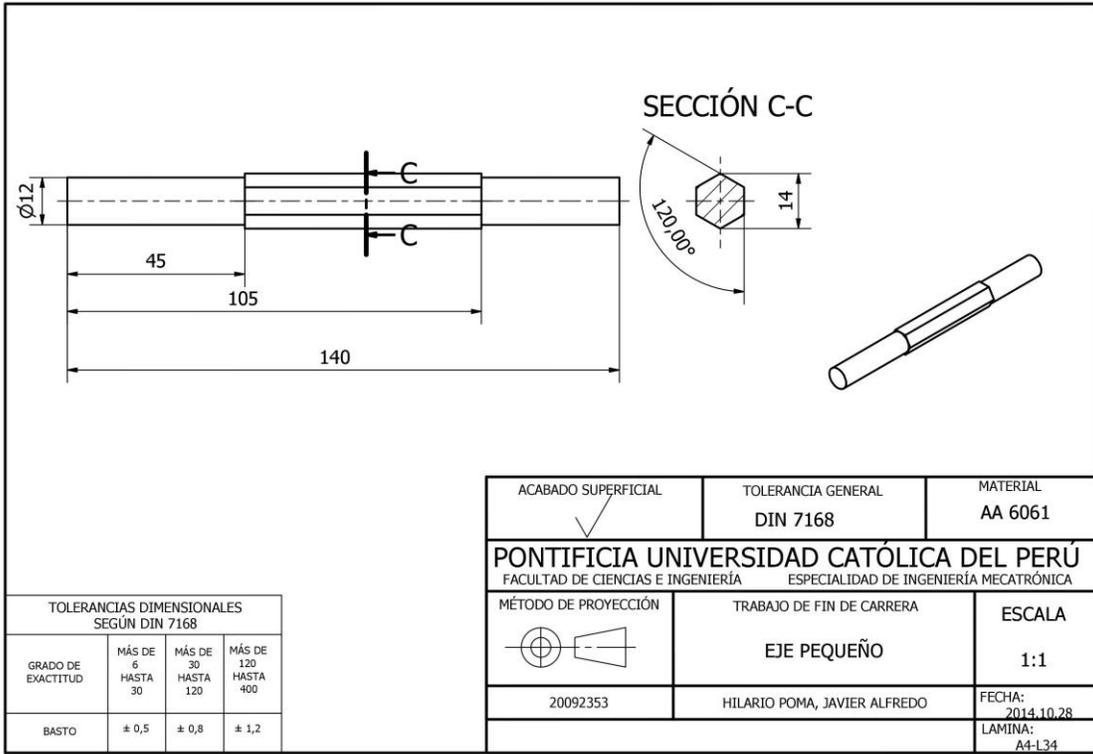
REDONDEOS NO INDICADOS R2  
CANTIDAD: 1

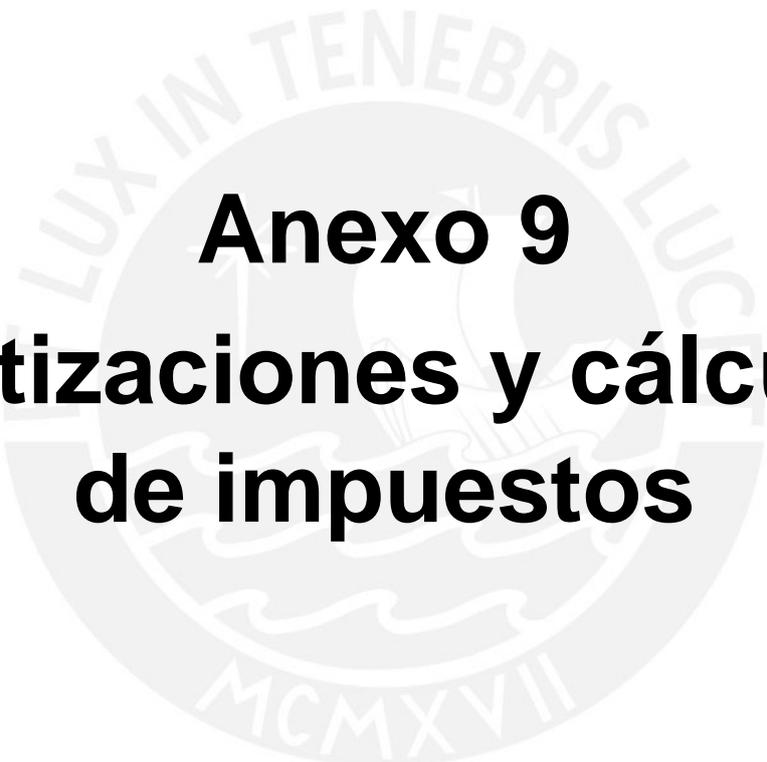
|   |                                       |   |
|---|---------------------------------------|---|
| ACABADO SUPERFICIAL<br>✓  | TOLERANCIA GENERAL<br>DIN 7168        | MATERIAL<br>MADERA                        |
| <b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b><br>FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA |                                       |   |
| MÉTODO DE PROYECCIÓN<br>  | TRABAJO DE FIN DE CARRERA<br>GROSOR 3 | ESCALA<br>2:1                             |
| 20092353  | HILARIO POMA, JAVIER ALFREDO          | FECHA:<br>2014.10.28<br>LAMINA:<br>A4-L23 |











# Anexo 9

## Cotizaciones y cálculo de impuestos

SERVICIOS GENERALES

**HILPER**

De: María Elena Hilario Pérez

Presupuesto por Trabajos en Madera

Señor: Hilario Poma Javier

Por los siguientes conceptos:

- ✓ Por preparar piezas de madera de diferentes medidas y formas según plano existente (madera terciada y sólida)
- ✓ No se considera acabado (pintura) solo carpintería y mano de obra

S/. 190.00 + I.G.V. por facturación

Figura A.9-1: Cotización de madera más mano de obra por mecanizado.



**YUE QING WEIHAO ELECTRONIC CO.,LTD**

Tel:+86-577-61777088, Fax:+86-577-61777072  
 Web: www.switchingpowersupply.cc  
 Address: NO.133,XinGuang Industrial Zone, LiuShi  
 Town, Yueqing City,China 325604

jenny( Sales Manager)  
 HP: +86-15325082200  
 Company mail: info@chnwh.com  
 E-mail: jenny@chnwh.com Skpye:chnwh008

Quotation

| TO:           | Javier Alfredo Hilario Poma  |                |               |                |                | SALES      |                 |                  |   |
|---------------|------------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|------------|-----------------|------------------|---|
| CONTACT       | Javier Alfredo Hilar         |                |               |                |                | QUOTE DATE | 2014-11-13      |                  |   |
| COMPNAV & WEB |                              |                |               |                |                | VALID DATE | 2014-12-13      |                  |   |
| PAYMENT TERM  | T/T ,PAYPAL,WU,ESCROW AND LC |                |               |                |                | FOB PORT   |                 |                  |   |
| Model         | Unit Price ( FOB )           | Dimension (mm) | Input Voltage | Output Voltage | Output Current | Weight(kg) | Package QTY/Pcs | Carton size (cm) | Photo   |
| S-120-12      | USD 7.37                     | L199*W98*H38   | 220V          | 12V            | 10A            | 0.7KGS     | 30              | 43*33*24         |  |

Figura A.9-2: Cotización del convertor AC/DC S-120-12.

| QTY  | PRODUCT  | STATUS    | UNIT PRICE                | LINE TOTAL                              |
|--|--|-----------|---------------------------|---|
|  <input type="text" value="1"/> | <b>HS-311 Servo</b><br>Product # 31311S00<br><br><b>Rotation:</b> Stock<br><b>Direction:</b> Stock | Available | \$7.99<br>\$0.00 Discount | <b>\$7.99</b><br><b>\$0.00 Discount</b> |

Figura A.9-3: Cotización del servomotor HS-311 Standard.

| Selected Item(s)  | Unit Price              | Quantity                           | Subtotal      |
|---|-------------------------|------------------------------------|---------------|
| <input checked="" type="checkbox"/>  HC-SR04 Ultrasonic Distance Measuring Sensor Module for Arduino / NewPing Library | \$2.46<br><b>\$2.04</b> | - <input type="text" value="1"/> + | <b>\$2.04</b> |

Figura A.9-4: Cotización del sensor de ultrasonido HC-SR04.



**Lanyard Pabilo algodón N° 20 250 gr**  
SKU: 35153-9

[Ver características del producto](#) 8+1

---

**S/. 6.90** C/U

Acumula: 6 CMR Puntos

Método

Figura A.9-5: Cotización del pabilo para el Hilo transportador.

| Product  | Quantity                       | Price   | Total Price    |
|--|--------------------------------|---------|----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/>  <a href="#">#997 150:1 Micro Metal Gearmotor HP</a>                    | <input type="text" value="1"/> | \$15.95 | \$15.95        |
| <input checked="" type="checkbox"/>  <a href="#">#989 Pololu Micro Metal Gearmotor Bracket Pair - Black</a> | <input type="text" value="1"/> | \$3.25  | \$3.25         |
| <b>Subtotal</b>  |                                |         | <b>\$19.20</b> |

Figura A.9-6: Cotización del motor DC y de su cubierta de ensamble recomendada por el fabricante.

precision

N° Oportunidad OP-098711/2014  
 N° de cotización 00062175  
 Asunto JAVIER HILARIO POMA - SENSOR\_071114  
 Fecha de creación 07-11-2014

Información del Cliente

Razón Social JAVIER HILARIO POMA Teléfono 989334458  
 Nombre del contacto JAVIER HILARIO POMA HILARIO POMA  
 Correo electrónico javier.hilariop@pucp.pe

Oferta Comercial

| Descripción Estandar                               | N° de Parte  | Proveedor                        | Precio de venta  | Precio Unitario | Cantidad | Precio total | Tiempo de Entrega |
|--|--------------|----------------------------------|------------------|-----------------|----------|--------------|-------------------|
| 45LSP OPTICAL FORK SENSOR, 30 MM SENSING GAP, 10.. | 45LSP2LPA1P3 | ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S.A. | USD 120,90       | USD 120,90      | 2,00     | USD 241,80   | 6 Semanas         |
| Divisa de la oportunidad                           |              | USD                              | Total Cotizacion |                 |          | USD 241,80   |                   |

Condición y Forma de Pago

Condición de Venta C54 - CONTADO

Comentarios y Condiciones Especiales de la Cotización

Lugar de Entrega NUESTROS ALMACENES LIMA Plazo de Entrega FECHA ÚLTIMA DE TIEMPO DE ENTREGA  
 Impuesto No Incluye Tiempo Garantía 12 meses

Emisión y Envío de Orden de Compra  
 EMITIR ORDEN DE COMPRA A PRECISION PERU S.A.  
 RUC: 20293331066

Para Consultar Contactar a

Vendedor Externo HUGO SALHUANA MOSCOSO  
 Perú  
 Correo Vendedor [hugo.salhuana@precisionperu.com](mailto:hugo.salhuana@precisionperu.com)  
 Externo

Este documento es propiedad de Precisión S.A. y su contenido es confidencial. Este documento no puede ser reproducido, en su totalidad o parcialmente, ni mostrado a otros, ni utilizado para otros propósitos que los que han originado su entrega, sin el previo permiso escrito Precisión S.A., Ante eventuales errores u omisiones en la edición del documento, Precisión S.A. no podrá ser considerada responsable.

Figura A.9-7: Cotización de los sensores de luz 45LSP.

De: Lizzett Gallardo Canazas  
 RODAMIENTOS DE TODAS LAS MARCAS, CHUMACERAS, RETENES  
 SELLOS MECÁNICOS, SEGUROS, FAJAS EN V, BILLAS, GRASA SKF,  
 REPUESTOS Y ACCESORIOS INDUSTRIALES.

Av. Guillermo Dansey 354 - Stand. H8  
 1er. Nivel - Lima / Telf: 330 5693  
 Nextel: 41\*342\*4542 / 627\*5857  
 Email: group\_alm@hotmail.com

R.U.C. 10434205218

PROFORMA

NOTA DE PEDIDO

Nº 0003074

FECHA 25 11 2004

Señor(es): JAVIER MARIO TORO

Dirección: \_\_\_\_\_ Concepto: \_\_\_\_\_

| ITEM | CANT. | MARCA | DESCRIPCION    | P. UNIT. | TOTAL |
|------|-------|-------|----------------|----------|-------|
| 1    | 4     | FKD   | chumaceras 1/2 | 15.00    | 60.00 |
| 2    |       |       |                |          |       |
| 3    |       |       |                |          |       |
| 4    |       |       |                |          |       |
| 5    |       |       |                |          |       |
| 6    |       |       |                |          |       |
| 7    |       |       |                |          |       |
| 8    |       |       |                |          |       |
| 9    |       |       |                |          |       |
| 10   |       |       |                |          |       |
| 11   |       |       |                |          |       |
| 12   |       |       |                |          |       |
| 13   |       |       | Incluido       |          |       |
| 14   |       |       | IGV            |          |       |
| 15   |       |       |                |          |       |
| 16   |       |       |                |          |       |
| 17   |       |       |                |          |       |

TOTAL

P. GROUP A&M

Figura A.9-8: Cotización de las chumaceras de d=12mm.

**PERNOS TUERCAS Y AFINES**  
**MAXANT IMPORT S.A.C.**  
R.U.C. 20505978901  
**BOLETA DE VENTA**  
001- 0071217

Pernos Hexagonales, Milimétricos, Coche, Tirafones, Sova Bolts, Autorrescantes, Tornillos Spack y Madera, Remaches Pop, Arandelas Planas y gradón, Bisagras, Abrazaderas para tubo y manguera, Abrazaderas tipo gata, U-bolts, Unistrut, Riel, Tuercas ciega, Clavos de Acero y Alceyatas, Varillas Roscadas, Cadenas, Tanques PVC y Madera, Armellas Blancas y Doradas, Arandelas Planas SOMOS FABRICANTES  
Av. Argentina 297 Psje. 12 Tda. O1 C.C. Nicolini - Las Malvinas  
Telefax: 331-0037 / Nextel: 134\*6096 E-mail: ventas.maxant@gmail.com

Señor: **JAVIER HILARIO POMA**  
Dirección: \_\_\_\_\_ Fecha: **25-11-14**

| CANT. | UNID. | DESCRIPCION     | IMPORTE |
|-------|-------|-----------------|---------|
| 11    |       | P. M8 x 35 ° H  | 2.50    |
| 11    |       | arandel 0 M8    | 1.00    |
| 11    |       | P. M12 x 10 ° H | 5.50    |
| 11    |       | 0 M12           | 1.50    |
|       |       |                 | 10.50   |

Gracias por su preferencia

Nota: Salida la Mercadería del Establecimiento no hay lugar a Reclamos.

USUARIO

Figura A.9-9: Cotización de los pernos, tuercas y arandelas.

**MAESTRO PERU S.A.**  
Av. Universitaria #2271 (Magdalena V  
PUERLO LITRE - LIMA TLF: 6310300  
RUC: 20112273922 - N Serie: 41XV122  
Cod. Aut: 11845074141  
00775441100042 1 X 2.50 (P)  
ARNELLA (PACK X10) 2.50 A  
\*\*\*\* TOTAL A COBRAR 2.50  
Efectivo 10.00  
CAMBIO 7.50  
DNI: 46836897  
HONRRE CLIENTE: \_\_\_\_\_

IGV INCLUIDO EN PRECIO  
\*\*\*IGV 18% S/ 0.38  
NUMERO DOCUMENTO: 0806 - 1411250124  
SON: Dos Nuevos Soles Con Cincuenta Cen  
timos

MOR TOTAL ARTICULOS VENDIDOS = 1  
25/11/14 01:54pm 8 6 124 10284411  
Usted fue atendido por: Carmen Yglesia  
Caja N: 6 Ticket N: 124  
Fecha: 25/11/14 Hora: 01:54pm

Figura A.9-10: Cotización de las armellas cerradas.

Todos los precios se expresan en dólares estadounidenses.

| Índice | Cantidad                       | Imagen | Número de pieza               | Descripción                      | Referencia del cliente | Cantidad disponible | Cantidad en espera | Precio unitario                    | Precio total             |
|--------|--------------------------------|--------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------|
| ☒ 1    | <input type="text" value="3"/> |        | <a href="#">4N27</a>          | OPTOISO 5KV TRANS W/BASE 6DIP    | <input type="text"/>   | 3<br>Inmediata      | 0                  | 0.60000                            | \$1.80                   |
| ☒ 2    | <input type="text" value="1"/> |        | <a href="#">L298N</a>         | IC BRIDGE DRIVER PAR 15MULTIWATT | <input type="text"/>   | 1<br>Inmediata      | 0                  | 4.67000                            | \$4.67                   |
| ☒ 3    | <input type="text" value="1"/> |        | <a href="#">LM7805CT</a>      | IC REG LDO 5V 1A T0220-3         | <input type="text"/>   | 1<br>Inmediata      | 0                  | 0.67000                            | \$0.67                   |
| ☒ 4    | <input type="text" value="1"/> |        | <a href="#">LM7806CT</a>      | IC REG LDO 6V 1A T0220-3         | <input type="text"/>   | 1<br>Inmediata      | 0                  | 0.70000                            | \$0.70                   |
| ☒ 5    | <input type="text" value="2"/> |        | <a href="#">490-3263-1-ND</a> | CAP CER 0.33UF 10V 10% X5R 0402  | <input type="text"/>   | 2<br>Inmediata      | 0                  | 0.12000                            | \$0.24                   |
| ☒ 6    | <input type="text" value="2"/> |        | <a href="#">BC2665CT-ND</a>   | CAP CER 0.1UF 50V 10% RADIAL     | <input type="text"/>   | 2<br>Inmediata      | 0                  | 0.37000                            | \$0.74                   |
| ☒ 7    | <input type="text" value="3"/> |        | <a href="#">CF14JT300R</a>    | RES 300 OHM 1/4W 5% CARBON FILM  | <input type="text"/>   | 3<br>Inmediata      | 0                  | 0.10000                            | \$0.30                   |
| ☒ 8    | <input type="text" value="3"/> |        | <a href="#">1-1625885-3</a>   | RES 10.0K OHM 1W 5% AXIAL        | <input type="text"/>   | 3<br>Inmediata      | 0                  | 0.30000                            | \$0.90                   |
| ☒ 9    | <input type="text" value="1"/> |        | <a href="#">10W-10-ND</a>     | RES 10 OHM 10W 5% AXIAL          | <input type="text"/>   | 1<br>Inmediata      | 0                  | 0.64000                            | \$0.64                   |
| ☒ 10   | <input type="text" value="1"/> |        | <a href="#">CW180-ND</a>      | SWITCH PUSHBUTTON DPDT 0.3A 30V  | <input type="text"/>   | 1<br>Inmediata      | 0                  | 0.54000                            | \$0.54                   |
| ☒ 11   | <input type="text" value="1"/> |        | <a href="#">ATMEGA8L-8PU</a>  | IC MCU 8BIT 8KB FLASH 28DIP      | <input type="text"/>   | 1<br>Inmediata      | 0                  | 4.33000                            | \$4.33                   |
|        |                                |        |                               |                                  |                        |                     |                    | Subtotal                           | \$15.53                  |
|        |                                |        |                               |                                  |                        |                     |                    | Envío                              | <a href="#">Calcular</a> |
|        |                                |        |                               |                                  |                        |                     |                    | <a href="#">Impuestos de venta</a> | Desconocido              |
|        |                                |        |                               |                                  |                        |                     |                    | Total                              | Desconocido              |

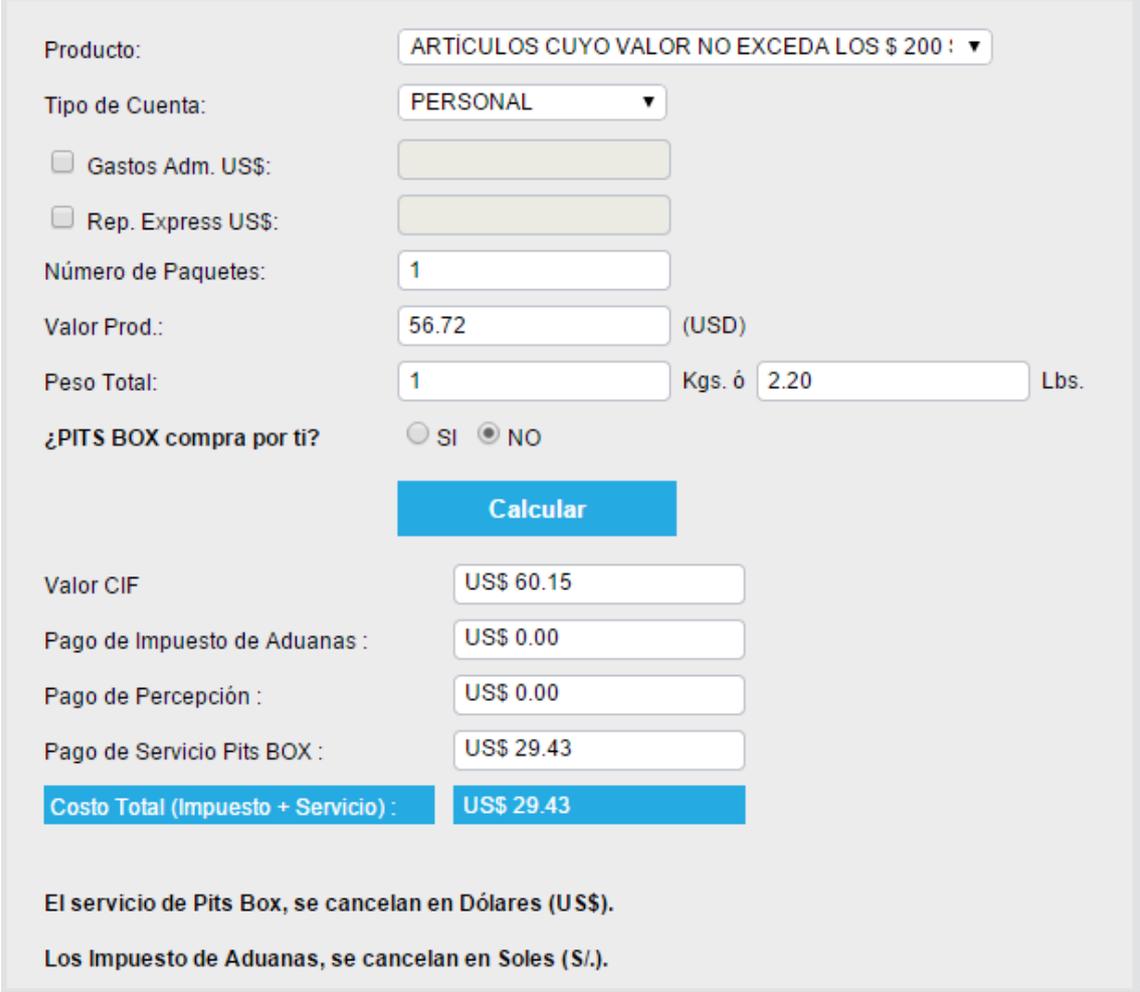
Figura A.9-11: Cotización de componentes electrónicos

### Calculo de impuestos

Para el cálculo de impuestos se utilizó el servicio de **PITS BOX**, que ofrece comprar los componentes que se necesitan y además ellos se encargan del trámite en aduanas y del pago de su respectivo impuesto.

Para realizar dicho cálculo es necesario ingresar el costo total, el peso y si deseamos que ellos compren los productos por nosotros.

Entonces, el costo total ingresado es USD 56.72, que es la cantidad que cuestan los productos que se desean importar. Luego ingresamos el peso, como el objeto más pesado es el convertidor AC/DC S-120-12 con 0.7 kg, aproximamos el peso total a 1 kg. Finalmente, en la opción "PITS BOX compra por ti" seleccionamos NO, pues el pago puede hacerse a los mismos proveedores teniendo una tarjeta de crédito; además si seleccionamos que ellos compren por nosotros el costo del servicio aumenta considerablemente. Por lo tanto el coste final, por el envío e impuestos suma un total de USD 29.43



Producto: ARTICULOS CUYO VALOR NO EXCEDA LOS \$ 200 : ▼

Tipo de Cuenta: PERSONAL ▼

Gastos Adm. US\$:

Rep. Express US\$:

Número de Paquetes: 1

Valor Prod.: 56.72 (USD)

Peso Total: 1 Kgs. ó 2.20 Lbs.

¿PITS BOX compra por ti?  SI  NO

**Calcular**

Valor CIF: US\$ 60.15

Pago de Impuesto de Aduanas : US\$ 0.00

Pago de Percepción : US\$ 0.00

Pago de Servicio Pits BOX : US\$ 29.43

**Costo Total (Impuesto + Servicio) : US\$ 29.43**

El servicio de Pits Box, se cancelan en Dólares (US\$).

Los Impuesto de Aduanas, se cancelan en Soles (S/).

Figura A.9-12: Costo de impuestos por envío y aduanas.



# Anexo 10

## Comparación de precios

## Anexo A.10. Comparación de precios

Se buscó un producto similar al sistema mecatrónico desarrollado para comparar el costo que tendría la hiladora automática con respecto al producto similar.

Se encontró que el producto **e-spinner** de la marca **Ashford Handicrafts** es vendido en España a un precio de 540 €. El tipo de cambio vigente al 30 de noviembre de 2014 es: 1 € = S/. 3,636. Por lo tanto el precio en soles es de S/. 1963,44 sin considerar los costos de envío e impuestos por aduanas.

Por lo tanto el sistema mecatrónico desarrollado que cuesta S/. 1312,12, puede ser vendido a un precio que ronde los S/. 1700. Además, el otro sistema no es completamente automático como sí lo es la hiladora desarrollada.



Hilla la vida, teje emociones... Hilado Hilla la vida, teje emociones... E-spinner de Ashford Hilla la vida, teje emociones... E-spinner

### E-spinner

La e-spinner de Ashford es una rueca eléctrica que te permitirá hacer gran cantidad de hilo de manera rápida y cómoda.

Sin vibraciones, con velocidad regulable de manera continua (entre 0-1200rpm). Incluye tres bobinas jumbo (225g de capacidad) y soporte para bobinas (lazy kate) con guía para el hilo.

Referencia: **ESP2**

540,00 € Cantidad  [Añadir a la cesta](#)

[Tweet](#) 0 [Google +](#) 0 [Pinterest](#) 0 [Share](#) 0

[Share on Facebook](#)

Figura A.10-1: Precio de un sistema similar al sistema diseñado.  
Fuente: [16]