

ANEXOS

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Anexo A: Matriz Morfológica.....	1
Anexo B: Procesos de calibración.....	7
Anexo C: Comparación de las alternativas.....	10
Anexo D: Cálculos.....	12
Anexo E: Simulaciones del sistema.....	24
Anexo F: Diagrama esquemático del sistema electrónico.....	28
Anexo G: Diagrama esquemático del sistema electrónico.....	30
Anexo H: Cotizaciones.....	36
Anexo I: Hojas de datos de componentes.....	39

Anexo A: Matriz morfológica

A partir de las funciones descritas en la sección 2.3, es preciso analizar determinados componentes, materiales u posicionamientos que permitan llevar a cabo de manera satisfactoria estas funciones. A su vez, este análisis debe tomar en consideración los requerimientos que debe cumplir el sistema.

La matriz morfológica representa una forma discursiva para llegar a las soluciones con la ayuda de un sistema ordenado [8]. En la Tabla A.1 se presenta la matriz morfológica creada para determinar las posibles combinaciones de elementos o propiedades que permiten dar solución al problema planteado. Para ello se han seleccionado las siguientes funciones parciales o propiedades del sistema: Orientación del soporte del reflector, material de la estructura del soporte, cálculo de posiciones de los espejos, sistema de comunicación, actuadores principales, transmisión de movimiento de los actuadores, emisión de luz, adquisición de imágenes, sistema de control y alimentación. En dicha matriz, se han presentado 3 posibles soluciones; sin embargo, no en todas las funciones se cuenta con este número de alternativas.

La orientación del soporte del reflector determina la dirección en la que se encontrará la superficie reflectora. De este modo, si se escoge una orientación vertical del soporte, las reflexiones de los rayos láser irán en dirección vertical hacia arriba y, por el contrario, si se escoge una orientación horizontal del soporte, las reflexiones de los rayos láser irán en dirección horizontal. Cabe mencionar que para cada orientación también se ve afectada la posición que tendrá el mecanismo de direccionamiento del láser.

El material de la estructura es limitante para aspectos constructivos y de montaje. Además, el diseño de esta estructura es complicada debido a que la estructura debe adaptarse a unas medidas estándar del reflector Scheffler.

En lo que respecta al cálculo de posiciones de los espejos se tiene las únicas alternativas de que este sea mediante información (una fotografía) ingresada por el usuario o de manera automática, donde el mismo sistema se encarga de capturar la imagen e implicaría la adición de una cámara.

Como se ha descrito anteriormente, la computadora debe tener comunicación con el microcontrolador que controla la posición del láser. Las alternativas de esta comunicación se presentan en dicha sección. Cabe mencionar que a pesar de que se presentan tres alternativas, solamente se han considerado dos de ellas entre los conceptos de solución ya que son más factibles.

Los actuadores principales, en conjunto con los componentes de transmisión de movimiento, son los responsables de brindar los dos grados de libertad necesarios para poder posicionar el láser de manera correcta en cada espejo. Dichas alternativas de solución se han seleccionado por pares ya que se debe asegurar que determinado actuador sea compatible con la transmisión de movimiento.

Para la función de emisión de luz, se presentan dos alternativas: un láser de tipo puntero y un láser de línea. Debido a que el segundo de ellos elimina de manera potencial un grado de libertad del láser, está vinculado en el mismo concepto de solución con el Actuador del tipo lineal, el mismo que es capaz de brindar únicamente un grado de libertad.

En la función de adquisición de imágenes se han considerado los tipos de sensor óptico con mayor distribución. Solamente se eligen dos opciones para esta función ya que son las más factibles en el mercado.

Para determinar el componente adecuado en el sistema de control, se toma en cuenta la tarjeta de microcontrolador Arduino y la basada en otros microcontroladores. En este caso es solo necesario colocar estas dos opciones ya que la segunda de ellas engloba de manera general a otro tipo de microcontroladores, los mismos que no se encuentran acoplados a una tarjeta en el mercado.

Finalmente, es muy importante seleccionar adecuadamente la fuente de alimentación con la que contará el sistema. En una opción se tiene la alimentación mediante una fuente DC conectada directamente al voltaje alterno y es dependiente del suministro en la red eléctrica. En la segunda opción, se tiene una alimentación mediante una batería, la misma que es independiente del suministro eléctrico.

Tabla A.1. Matriz Morfológica

Funciones parciales	Portadores de funciones		
	Horizontal	Vertical	Vertical con soporte existente
Orientación del soporte de reflector			
Estructura de soporte de reflector (material)	Acero 	Aluminio 	
Cálculo de posiciones de los espejos	Mediante foto ingresada por usuario 	Automático 	
Sistema de comunicación	Alámbrico 	Inalámbrico - Bluetooth 	Inalámbrico - Wifi
Actuadores principales	Motores Servo 	Motores DC 	Motores DC + Actuador Lineal
Transmisión de movimiento de los actuadores	Faja y engranaje 	Módulo Galvanómetro 	Acoples Directos
Emisión de luz	Láser puntero 	Láser de Línea 	
Adquisición de imágenes	CCD 	CMOS 	
Sistema de control	Basada en Arduino 	Basada en microcontroladores 	
Alimentación	Fuente DC 	Batería 	

En donde:

Solución 1:

Solución 2:

Solución 3:

Análisis Técnico Económico

Teniendo en cuenta las características descritas en cada concepto de solución, es posible estimar datos de factores que influyen tanto en aspectos técnicos del sistema, como en aspectos económicos del mismo. La evaluación de las alternativas resaltadas en la matriz morfológica se realizará mediante el Análisis Técnico-Económico según la norma VDI 2225 [9].

Según la norma VDI 2225, se establecen criterios de evaluación tanto técnicos como económicos de manera separada y se asigna un peso a cada criterio, de acuerdo con la importancia que representan en el sistema. De acuerdo a cada alternativa, se le otorga un puntaje del 1 al 4 a cada una de ellas, donde un puntaje de 0 significa que no satisface el criterio y 4 que lo satisface muy bien. Cabe mencionar que los criterios de evaluación se determinan a partir de los requerimientos del sistema, detallados en la sección 2.2.

Valor Técnico Xi

Tabla A.2 – Valor Técnico Xi

Variantes del concepto			Solución 1		Solución 2		Solución 3		Solución ideal	
Nr.	Criterios de evaluación	g	p	g.p	p	g.p	p	g.p	p	g.p
1	Facilidad de montaje	1	2	2	2	2	3	3	4	4
2	Facilidad de ajuste del reflector	1	3	3	3	3	3	3	4	4
3	Precisión de movimiento del láser	1.5	3	4.5	2	3	3	4.5	4	6
4	Precisión de la adquisición de la imagen	2	3	6	3	6	2	4	4	8
5	Velocidad de procesamiento	0.5	3	1.5	3	1.5	3	1.5	4	2
6	Resistencia y durabilidad de los componentes	0.5	3	1.5	2	1	2	1	4	2
7	Facilidad de uso del sistema	1	3	3	3	3	2	2	4	4
8	Volúmen del sistema	1	2	2	0.5	0.5	1	1	4	4
9	Facilidad de mantenimiento	0.5	3	1.5	3	1.5	2	1	4	2
10	Seguridad	1	3	3	3	3	2	2	4	4
Puntaje máximo		10	28	28	24.5	24.5	23	23	40	40
Valor técnico Xi			0.700	0.700	0.613	0.613	0.575	0.575	1.000	1.000

La tabla de valor técnico representa la relación de la calificación que obtiene cada concepto de solución con respecto a una solución ideal, en determinados criterios que satisfagan los requerimientos que debe cumplir el sistema.

Para esta aplicación, se ha colocado un mayor peso al criterio de precisión de la adquisición de la imagen. Esto debido a que dicho criterio determinará la precisión que puede alcanzar el sistema y evitará, a su vez, posibles errores en la detección de inclinación de los espejos. El criterio que sigue en mayor peso es la precisión de movimiento del láser. Este criterio, junto al antes descrito, representan la parte más importante del sistema, ya que de ser errados representan un fallo en el cumplimiento del objetivo del sistema.

De los criterios con menor peso, cabe mencionar que son limitantes para el sistema tanto el volumen que ocupa, la facilidad de montaje del mismo y la facilidad de uso.

Valor Económico:

Tabla A.3 – Valor Económico Yi

Variantes del concepto		Solución 1			Solución 2		Solución 3		Solución ideal	
Nr.	Criterios de evaluación	g	p	g.p	p	g.p	p	g.p	p	g.p
1	Material del Soporte	1	3	3	2	2	3	3	4	4
2	Construcción del Soporte	1	3	3	3	3	1	1	4	4
3	Sistema de adquisición de imágenes	2	3	6	3	6	2	4	4	8
4	Sistema de control de actuadores	0.5	4	2	2	1	4	2	4	2
5	Láser	1	3	3	2	2	2	2	4	4
6	Actuadores	1.5	3	4.5	1	1.5	3	4.5	4	6
7	Sistema de comunicación	0.5	2	1	2	1	3	1.5	4	2
8	Componentes electrónicos	0.5	2	1	3	1.5	3	1.5	4	2
Puntaje máximo		8	23	23.5	18	18	21	19.5	32	32
Valor económico Yi			0.719	0.734	0.563	0.563	0.656	0.609	1.000	1.000

La tabla de valor económico representa la relación entre un estimado de los costos de fabricación de cada alternativa de solución con respecto a una solución ideal.

Como se puede observar en la Tabla A.3, el criterio que presenta mayor peso es el Sistema de adquisición de imágenes. Como se describió anteriormente, la precisión de la adquisición de imágenes representa un limitante para el diseño. Del mismo modo, son los actuadores los que determinan la correcta posición del rayo láser, y es por ello que también en la evaluación económica tienen un alto peso.

Entre los criterios que presentan menores pesos, sobresalen tanto el material del soporte, así como el costo que puede traer consigo la construcción del soporte con determinado material.

Mediante las tablas anteriormente mostradas, se obtiene el diagrama de evaluación mostrado en la Figura A.1. Según la norma, es preferible escoger el concepto de solución que presente mayor Valor técnico y económico. A partir del diagrama, se observa que la solución 1 es la que mayor puntaje obtiene y, por ende, es la que será desarrollada.

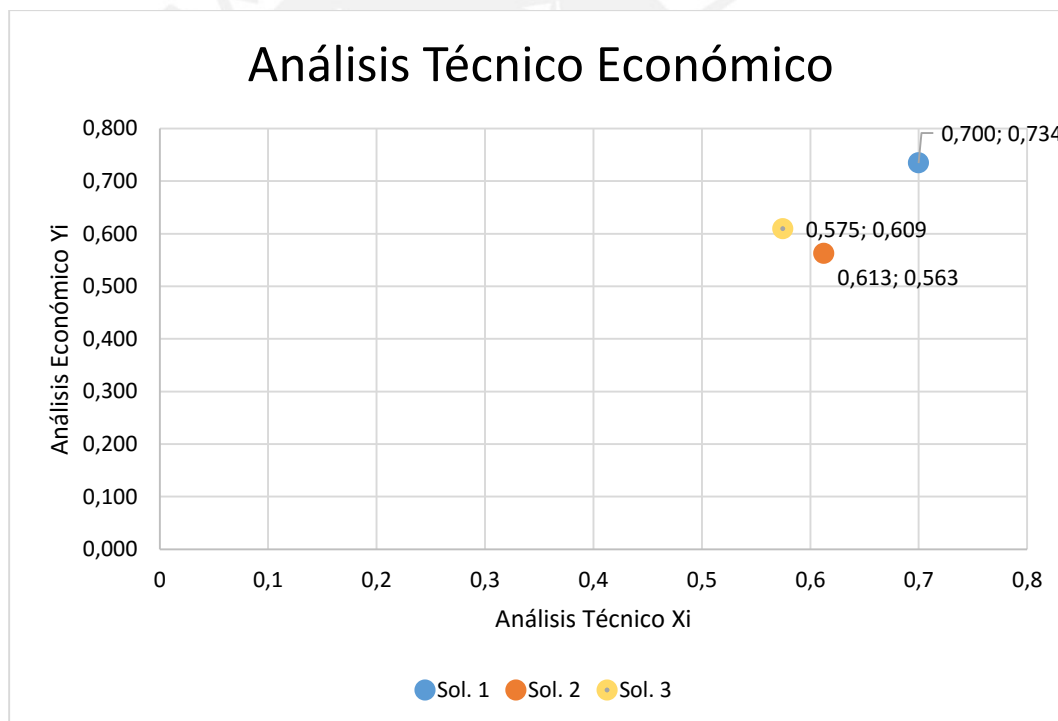


Figura A.1 – Diagrama de evaluación de la solución óptima

Anexo B:

Proceso de Calibración de Sistema Galvanométrico de Escaneo Láser [11]

Un Sistema Galvanométrico de Escaneo Láser consta de dos espejos accionados mediante motores con rotación limitada. En este caso, por tratarse de un sistema escaneado en dos dimensiones, es necesario el uso de dos espejos. Manakov sugiere un modelo matemático para describir el sistema [11]. Este modelo describe las distorsiones inducidas por propiedades geométricas del sistema.

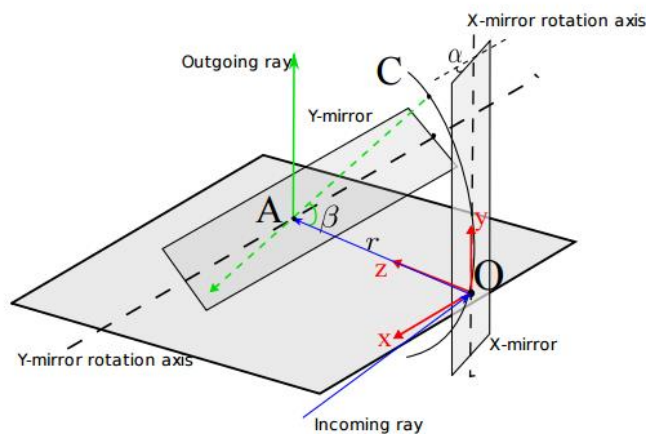


Figura B.1 Modelo del sistema. Fuente: [1]

Para describir este modelo matemático se tienen las siguientes asunciones: Los ejes de rotación de los espejos son perpendiculares entre sí, y que el rayo del láser es más fino que el ancho del espejo. De esa manera, la posición en el eje “X” está definida por un ángulo α . De manera análoga, la posición en el eje “Y” está definida por un ángulo β y el origen del sistema de coordenadas se encuentra en el centro del espejo que determina el movimiento en “X”. Estos parámetros se muestran en la Figura B.1, donde la distancia entre los ejes de los espejos es “r”. Geométricamente, se obtiene:

$$x = -r * \tan \alpha * \left(\frac{z_0 - r}{r * \cos \beta} + 1 \right)$$

$$y = \frac{(z_0 - r)}{\cos \beta} + r * (1 + \sin \beta)$$

$$z = z_0$$

Este modelo es aplicable a nuestra aplicación ya que cumple los parámetros antes mencionados. En las Figura B.2 y B.3 se muestra las variables x, y, y z aplicado al proyecto.

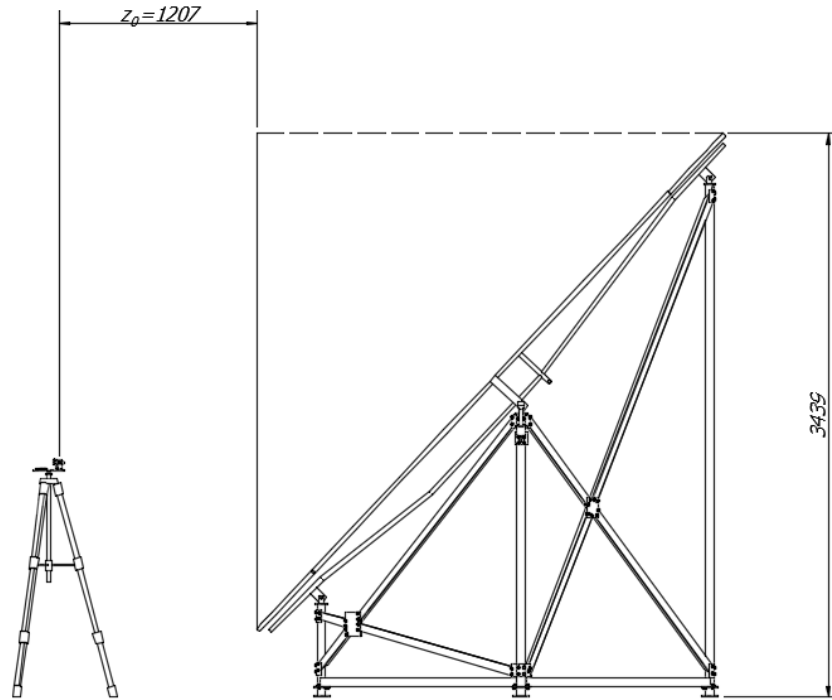


Figura B.2 Dimensiones Z. Fuente: Propia

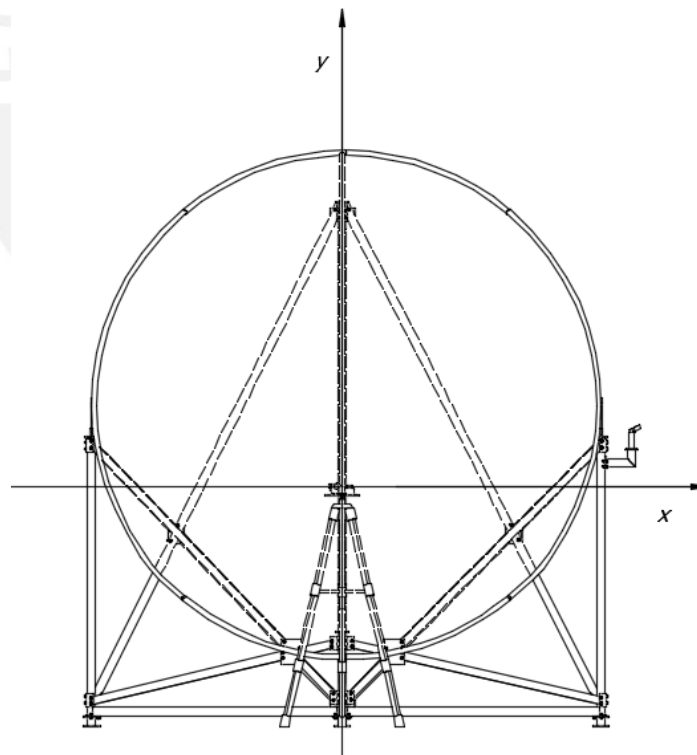


Figura B.3 Dimensiones X-Y. Fuente: Propia.

Proceso de Calibración de la Cámara [14]

Para calibrar la cámara existe ya una Herramienta para Matlab llamada Camera Calibration Toolbox [14]. Esta herramienta no se instala por defecto con el programa, sin embargo se encuentra disponible gratuitamente.

Básicamente, este proceso de calibración busca determinar los valores de los siguientes parámetros internos de la cámara: Distancia focal (f_c), en píxeles; Punto principal (cc), en coordenadas; Coeficiente de inclinación (α_c), en ángulo; y Distorsiones (kc), tanto radiales como tangenciales.

Para ello, se proyecta un punto P , perteneciente al marco de referencia de la cámara, en el plano de la imagen de acuerdo a los parámetros internos.

$$P = [x_c, y_c, z_c]$$

Y la proyección:

$$x_n = \begin{bmatrix} x_c/z_c \\ y_c/z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}, \text{ donde: } r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Incluyendo la distorsión del lente, el nuevo punto proyectado será x_d .

$$x_d = \begin{bmatrix} x_d(1) \\ y_d(2) \end{bmatrix} = (1 + kc(1)r^2 + kc(2)r^4 + kc(5)r^6) * x_n + dx$$

Donde dx es la distorsión tangencial del vector.

$$dx = \begin{bmatrix} 2kc(3) * x * y + kc(4) * (r^2 + 2 * x^2) \\ kc(3) * (r^2 + 2 * y^2) + 2 * kc(4) * x * y \end{bmatrix}$$

Finalmente, una vez aplicada la distorsión, las coordenadas de Pixel de la proyección del punto P definido será:

$$\begin{cases} x_p = f_c(1)(x_d(1) + \alpha_c * x_d(2)) + cc(1) \\ y_p = f_c(2) * x_d(2) + cc(2) \end{cases}$$

Para poder llevar a cabo la calibración solo es necesario imprimir el patrón de cuadros incluido en la Herramienta y pegarla en la superficie reflectora. A continuación se solicita capturar un número de imágenes de dicha superficie y ejecutar el programa.

Anexo C

Comparación de las alternativas:

En este anexo, se describen las ventajas y desventajas consideradas para distintos aspectos del proyecto considerados dentro de la matriz morfológica.

Comparación de los materiales para el soporte:

Tabla C.1 – Comparación de materiales para los soportes

Materiales	Ventajas	Desventajas
Aluminio	Menor densidad Buena resistencia	Soldadura difícil en perfiles. Mayor precio
Acero	Fácil soldadura para perfiles Con perfiles más comerciales. Menor precio. Buena resistencia.	Mayor densidad.

Comparación de actuadores principales:

Tabla C.2 – Comparación de actuadores eléctricos

Actuadores	Ventajas	Desventajas
Motor DC	Rango de giro ilimitado. Acoplado en el Sistema Galvanométrico de Escaneado Láser, posee control de posición.	Requiere un sensor para determinar la posición.
Servomotor	Control de posición	Rango de giro limitado.
Actuador Lineal	Control de posición	Gran tamaño para carreras largas. Precio elevado.

Comparación de láseres para reflejo:

Tabla C.3 – Comparación de tipos de láser

Tipos	Ventajas	Desventajas
Puntero	Bajo precio Posibilidad de direccionar el láser hacia un espejo específico.	Requiere actuador extra para cubrir toda una columna del reflector.
Línea	Elimina el uso de un actuador.	Mayor precio que un puntero.

	Ángulo de línea regulable.	No es posible apuntar a un espejo en específico
--	----------------------------	---

Comparación de tipos de sensor en las cámaras para la captura de imágenes:

Tabla C.4 – Comparación de tipos de sensor en la cámara

Tipos	Ventajas	Desventajas
CCD	Mayor rango dinámico. Mejor respuesta a ruido.	Requiere tarjeta adicional para procesamiento.
CMOS	Mayor sensibilidad a la luz Menor costo y tamaño. Mayor velocidad.	Menor respuesta a ruido.



Anexo D

Cálculo de coordenadas de centro de gravedad del reflector

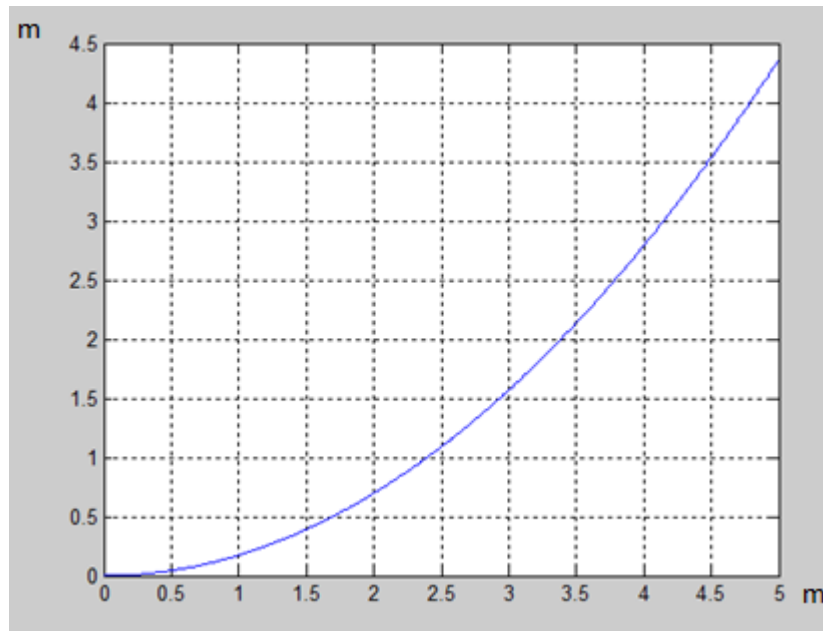


Figura D.1 Gráfica de ecuación de parábola. Fuente: Propia.

Según “Design principle and calculations of a Scheffler fixed focus concentrator for medium temperature applications” [10], la ecuación que gobierna la parábola del concentrador de 8 m² es:

$$y = 0.17 * x^2$$

En donde la superficie del reflector, según el Manual de Construcción del Reflector Scheffler [3], está determinada por el intervalo:

$$1.18 < x < 4.19$$

Para poder calcular las reacciones en los soportes, es necesario aproximar las coordenadas de la posición del centro de gravedad del reflector. Para tal fin, idealizaremos el reflector a la línea mostrada en la Figura D.1.

Como se sabe, el centroide de una línea se calcula mediante:

$$\bar{y} = \frac{Mx}{L}$$

$$\bar{x} = \frac{My}{L}$$

Donde:

L: Longitud de línea

M_x : Momento con respecto al eje “x”.

M_y : Momento con respecto al eje “y”.

Para calcular el valor de L :

$$dL = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2}$$

$$dL = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} * dx$$

$$dL = \sqrt{1 + (0.34 * x)^2} * dx$$

$$dL = \int_{1.18}^{4.19} \sqrt{1 + (0.34 * x)^2} * dx$$

$$L = 4.1419 \text{ m}$$

El elemento L se encuentra a las distancias “x” e “y” de los ejes de coordenadas “y” y “x”, respectivamente.

$$M_x = \int_L y dL = \int_L 0.17 * x^2 * \sqrt{1 + 0.1156 * x^2} dx$$

$$M_x = \int_{1.18}^{4.19} 0.17 * x^2 * \sqrt{1 + 0.1156 * x^2} dx = 6.09 \text{ m}^2$$

$$M_y = \int_L x dL = \int_L x * \sqrt{1 + 0.1156 * x^2} dx$$

$$M_y = \int_{1.18}^{4.19} x * \sqrt{1 + 0.1156 * x^2} dx = 11.65 \text{ m}^2$$

Luego los valores del centroide son:

$$\bar{y} = 1.47 \text{ m}$$

$$\bar{x} = 2.8122 \text{ m}$$

Con estos valores, es posible calcular las reacciones en cada uno de los apoyos del reflector. En la Figura D.2, se puede apreciar la ubicación del centro de gravedad del reflector.

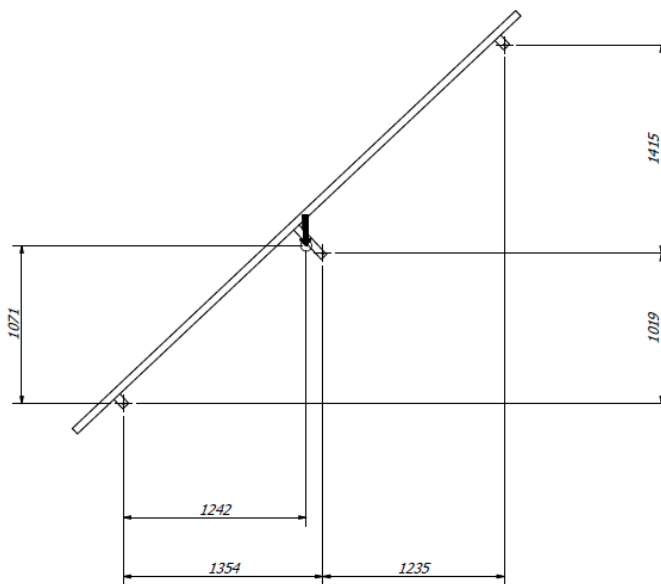


Figura D.2 Representación de centro de gravedad. Fuente: Propia.

Considerando que el peso total del reflector incluidos los espejos es de 150 Kg, en la Figura D.3 se muestra las reacciones cada uno de los 4 apoyos que se considerarán para el diseño del soporte.

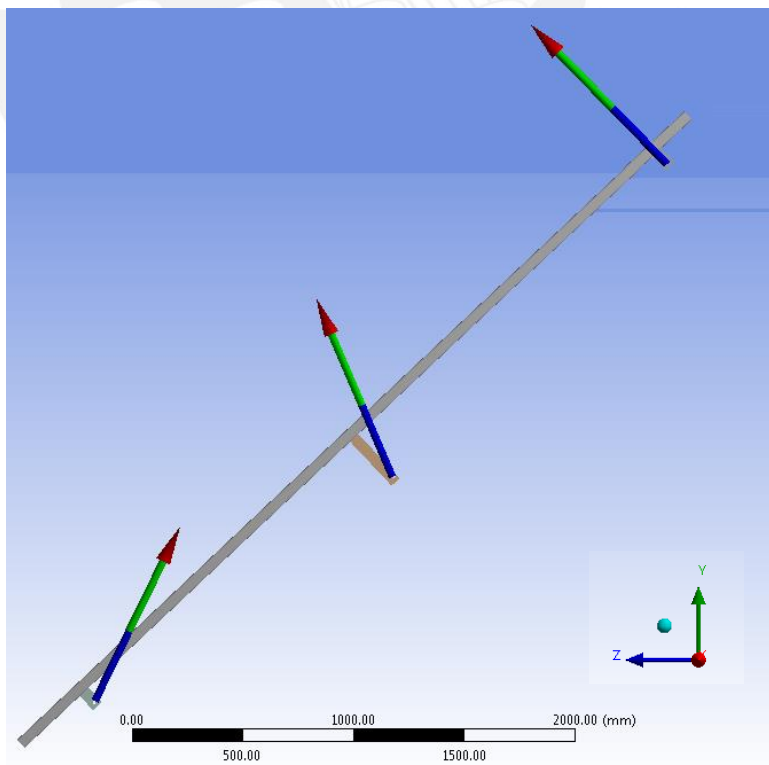


Figura D.3 Reacciones en apoyos del soporte. Fuente: Propia.

Las reacciones en los apoyos del reflector fueron calculadas mediante elementos finitos en el software Ansys. La Tabla D.1 muestra los resultados de dicho cálculo.

Tabla D.1 Reacciones en apoyos. Fuente: Propia

Apoyo de Reflector	Reacción en componentes (y, z)
Superior	(194.06 , 189.68) N
Medio – Derecha	(233.97 , 107.11) N
Medio – Izquierda	(248.19 , 106.08) N
Inferior	(823.78 , -402.88) N

A fin de verificar que el perfil estructural sea adecuado para el soporte, a continuación se presentan los cálculos de Resistencia de Materiales, los cuales incluyen esfuerzo y pandeo.

Teniendo en cuenta los valores calculados anteriormente, en la Figura D.4 se muestran las reacciones calculadas para los apoyos del soporte.

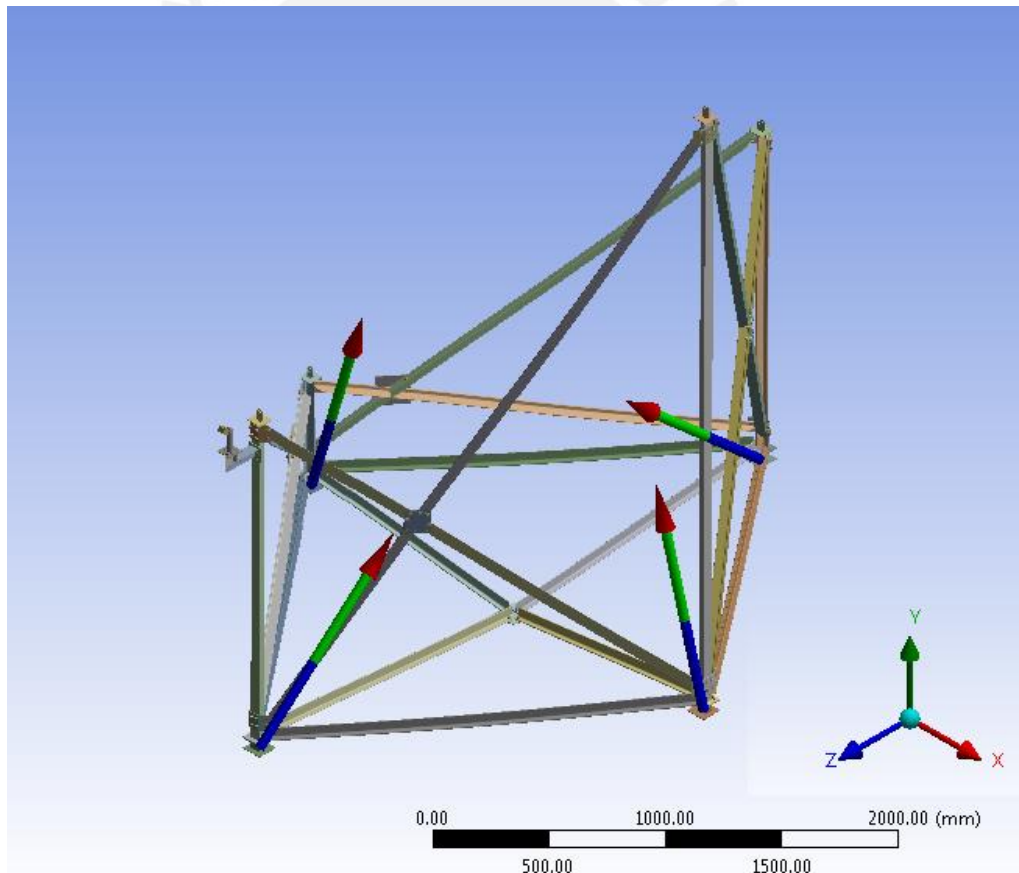


Figura D.4 Reacciones en los apoyos del soporte. Fuente: Propia.

Asimismo, en la Tabla D.2 se muestran los valores hallados.

Tabla D.1 Reacciones en apoyos. Fuente: Propia

Apoyo de Reflector	Reacción en componentes (x,y, z)
Delantero	(-377.86 , 1425.3 , 12.07) N
Medio – Derecha	(3.82 , 394 , 449.58) N
Medio – Izquierda	(-1.18 , 419.11 , -474.12) N
Posterior	(373.97 , 1227.4 , 12.48) N

Considerando los valores calculados, se calcula la fuerza en cada columna del soporte a fin de calcular si este elemento sufrirá pandeo.

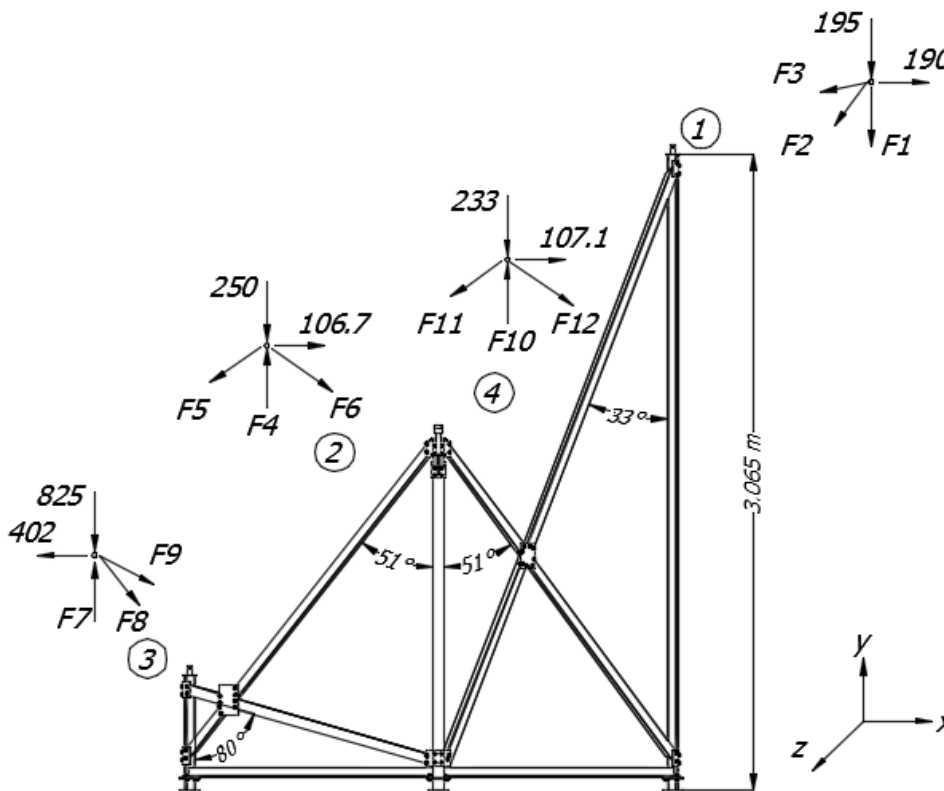


Figura D.5 Diagrama de Cuerpo libre de Soporte. Fuente: Propia.

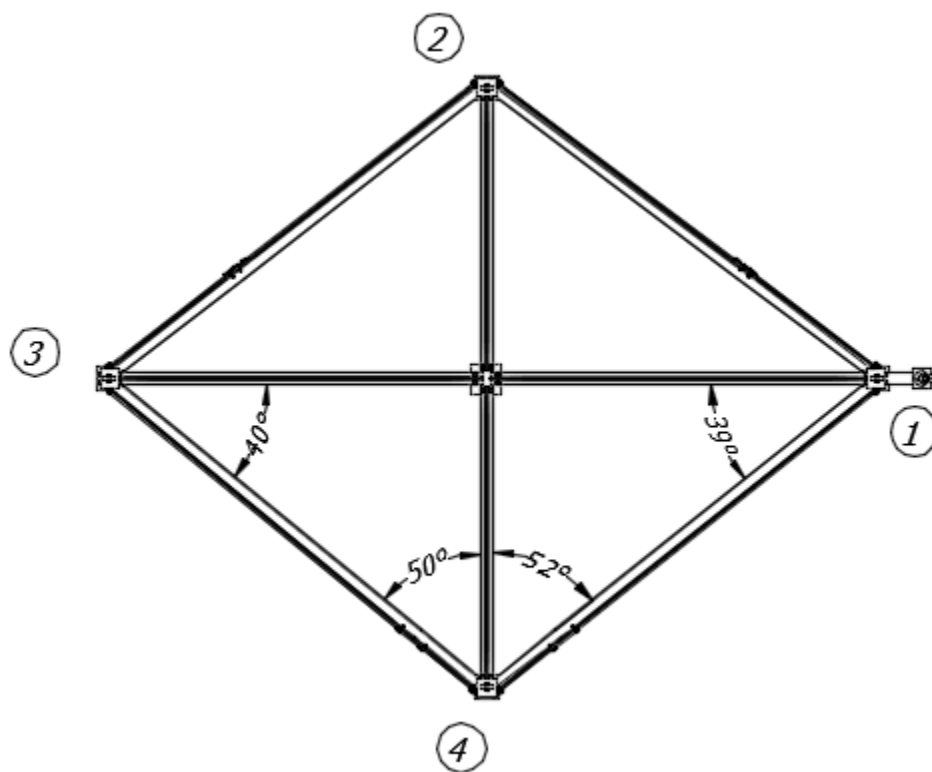


Figura D.6. Determinación de Ángulos de Estructura. Fuente: Propia.

Para el corte 1:

$$\sum F_z = 0$$

$$F_2 = F_3$$

$$\sum F_x = 0$$

$$190 + 2 * F_3 * \text{sen}53 * \text{cos}39 = 0$$

$$F_3 = -224.44 \text{ N} = F_2$$

$$\sum F_y = 0$$

$$195 + F_1 + 2 * F_3 * \text{cos}33 = 0$$

$$F_1 = -571 \text{ N}$$

Para el corte 2:

$$\sum F_z = 0$$

$$F_6 = -F_5$$

$$\sum F_x = 0$$

$$106.7 + F_6 * \text{sen}27 * \text{sen}52 - F_5 \text{sen}27 * \text{sen}50 = 0$$

$$F_6 = 151.23 \text{ N} = -F_5$$

$$\sum F_y = 0$$

$$250 + F_5 * \text{cos}27 + F_6 * \text{cos}27 - F_4 = 0$$

$$F_4 = 250 \text{ N}$$

Para el corte 3:

$$\sum F_z = 0$$

$$F_8 = F_9$$

$$\sum F_x = 0$$

$$402 = 2 * F_8 * \text{sen}80 * \text{cos}40$$

$$F_8 = 266.43 \text{ N} = F_9$$

$$\sum F_y = 0$$

$$825 + 2 * F_8 * \text{cos}80 - F_7 = 0$$

$$F_7 = 917.53 \text{ N}$$

Para el corte 4:

$$\sum F_z = 0$$

$$F_{11} = F_{12}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$107.1 + F_{12} * \text{sen}51 * \text{sen}52 - F_{11} * \text{sen}51 * \text{sen}50 = 0$$

$$F_{11} = 88.68 \text{ N} = -F_{12}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$233 + F_{11} * \text{cos}51 + F_{12} * \text{cos}51 = F_{10}$$

$$F_{10} = 233 \text{ N}$$

Conocidas las fuerzas axiales presentes en cada columna, se calcula Pandeo en la columna crítica. Esta es la que tiene mayor Longitud. Para este caso se modela a la columna como empotrada en un extremo y libre en el otro, esta condición deduce un coeficiente de Longitud efectiva $K=2$.

Se sabe:

$$I_{xx} = 13.52 \text{ cm}^4$$

$$I_{yy} = 6.77 \text{ cm}^4$$

Entonces se analiza el lado con menor inercia; es decir sobre el eje Y.

$$F_{max} = \frac{\pi^2 * (210 \text{ GPa}) * I_{yy}}{(2 * L)^2}$$

$$F_{max} = \frac{\pi^2 * (210 \text{ GPa}) * 6.77 \text{ m}^4}{(2 * 3.065 \text{ m})^2 * (100^4)}$$

$$F_{max} = 3734 \text{ N}$$

Se puede comprobar que no existirá pandeo en la estructura.

Cálculo de la óptica del sistema

Para el cálculo de la óptica del sistema es necesario conocer la distancia focal requerida para que la cámara pueda abarcar todo el objetivo. Las distancias focales disponibles en el mercado que, además, sean compatibles con la cámara seleccionada son: 2.9 mm, 3.6 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm, entre otras. En las Figuras D.4 y D.5 se presenta la geometría del sistema propuesto. De dichas Figuras, se obtiene lo siguiente:

Debido a que se requiere que el eje óptico de la cámara se encuentre centrado en el reflejo, se calculan las siguientes variables:

$$a = 215 + \frac{3051}{2} = 1740.5 \text{ mm}$$

$$\theta = \text{arcTan}\left(\frac{a}{1706}\right) = 45.56^\circ$$

$$d = 2 * \left(\frac{3051}{2} * \cos \theta\right) = 2136.19 \text{ mm}$$

Para el cálculo se considera la dimensión mayor del objetivo. Debido a que la distancia 2852 mm mostrada en la Figura D.5 es mayor al valor calculado de "d", se considerará a 2852 mm como el caso límite.

$$\tan \frac{\phi}{2} = \frac{2852}{2 * 1706}$$

$$\phi = 79.78^\circ$$

$$\tan \frac{\phi}{2} = \frac{w}{2 * f}$$

$$w = 2.2 \frac{\mu m}{px} * 2592 px = 5.7024 mm$$

$$f = 3.41 mm$$

El valor estándar más cercano al hallado y que cumpla con los requisitos es de 2.9 mm por lo que será escogido este valor. Se comprueba que se cumpla los requerimientos con el nuevo valor de distancia focal.

$$\tan \frac{\phi}{2} = \frac{w}{2 * 2.9}$$

$$\phi = 89^\circ$$

$$\tan \frac{\phi}{2} = \frac{l}{2 * 1706}$$

$$l = 3354.6 mm$$

Lo cual cumple con la distancia requerida.

Ahora se comprueba que cumpla también con la distancia “d” mostrada en la vista frontal. Para ello se considera el alto de entre las dimensiones del sensor de la cámara.

$$h = 2.2 \frac{\mu m}{px} * 1944 px = 4.276 mm$$

$$\tan \frac{\delta}{2} = \frac{h}{2 * 2.9}$$

$$\delta = 72.8^\circ$$

$$b = \sqrt{215^2 + 1706^2} = 1719.5$$

$$\text{sen} \frac{\delta}{2} = \frac{d}{2 * b}$$

$$d = 2040.8 mm$$

Se verifica que cumple con los parámetros para que la cámara pueda capturar el área de reflexión completa.

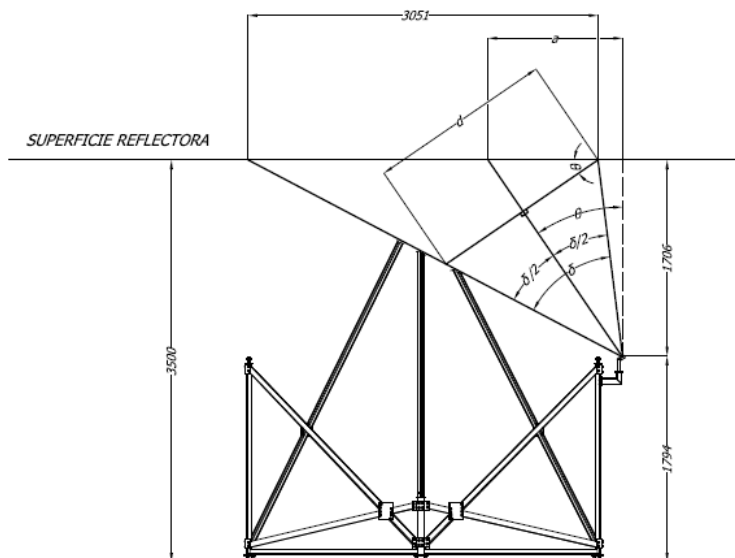


Figura D.4 Vista frontal de geometría del sistema. Fuente: Propia.

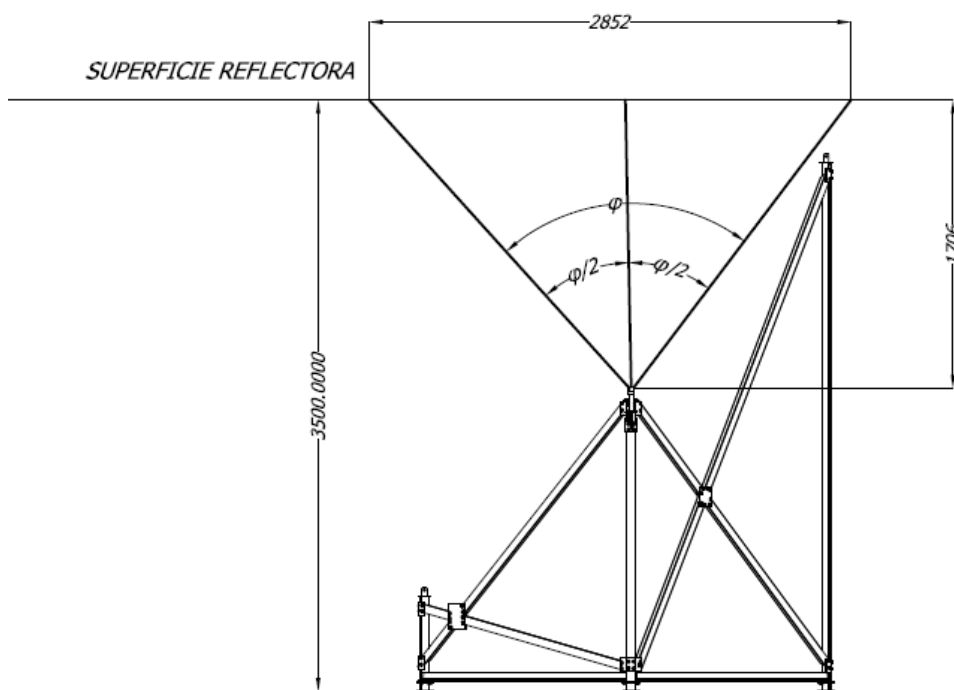


Figura D.5 Vista lateral de geometría del sistema. Fuente: Propia.

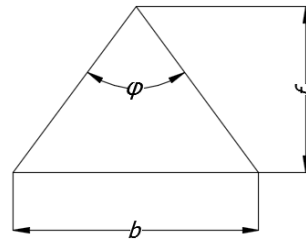


Figura D.5 Distancia focal. Fuente: Propia.

Cálculo de Circuito excitador de Láser

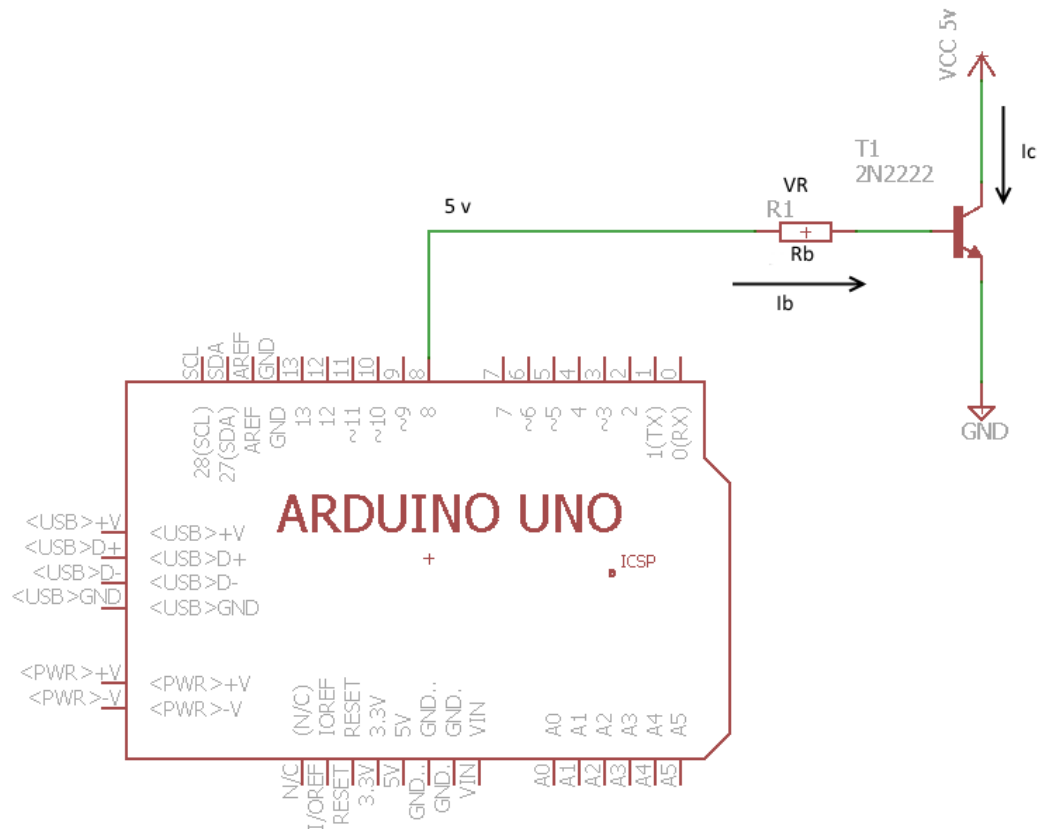


Figura D.6. Diagrama de excitación de Láser. Fuente: Propia.

Debido a que el Láser Seleccionado requiere de por lo menos 40 mA para funcionar de manera correcta, y a que el microcontrolador puede solamente proveer 20 mA en sus salidas digitales, es necesario tener un circuito adicional para controlar el encendido y apagado del Láser utilizando un transistor NPN. Este transistor funcionará solo en los estados de corte y saturación, casos que se estudian a continuación.

Estado de corte:

Si la salida digital del microcontrolador es 0 V, la corriente I_b será 0 y por tanto el transistor se encontrará en estado de corte.

Si la salida digital del microcontrolador es 5V, para que el transistor se encuentre en Saturación se calcula el valor de la resistencia R_b como se muestra a continuación.

$$\text{Si } I_c = 40 \text{ mA}$$

$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}} = \frac{40 \text{ mA}}{100} = 0.4 \text{ mA}$$

$$V_R = 5 - 0.7 = 4.3 \text{ V}$$

$$R_B = \frac{V_R}{I_b} = \frac{4.3}{0.4} = 10\,750 \, \Omega$$

Por lo tanto, bastará con una resistencia de 10K para que el transistor pueda cambiar a estado de Saturación.



Anexo E

Simulaciones del Sistema

En las Figuras E.1, E.2 y E.3 se muestran las simulaciones de Esfuerzo equivalente y Deformaciones en el soporte para el reflector. El Factor de Seguridad mínimo obtenido es 4.27, lo cual asegura que el Sistema no falle.

En la primera de estas figuras se puede apreciar que la Máxima Deformación en el Soporte es de 1.2mm y se encuentra en la parte central. Esto era de esperarse ya que la única finalidad dichos Arriostres es brindarle estabilidad al Soporte y debido a su longitud y la fuerza de la gravedad se presenta esta Deformación.

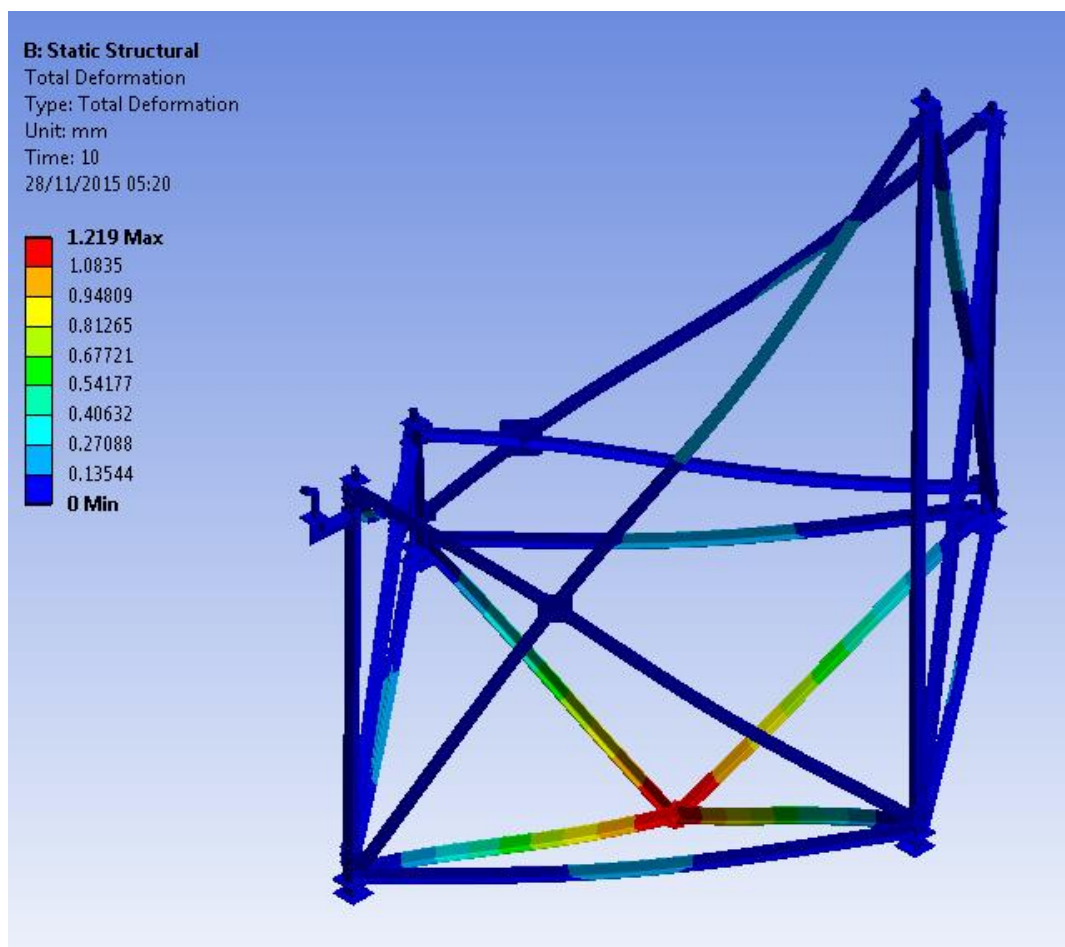


Figura E.1 Simulación de Deformaciones en el Soporte. Fuente: Propia.

En cuanto a la Figura E.2, donde se presenta la simulación del esfuerzo equivalente, se obtiene que el esfuerzo máximo se encuentra en la base del soporte. Este esfuerzo, sin embargo es resistido por el material.

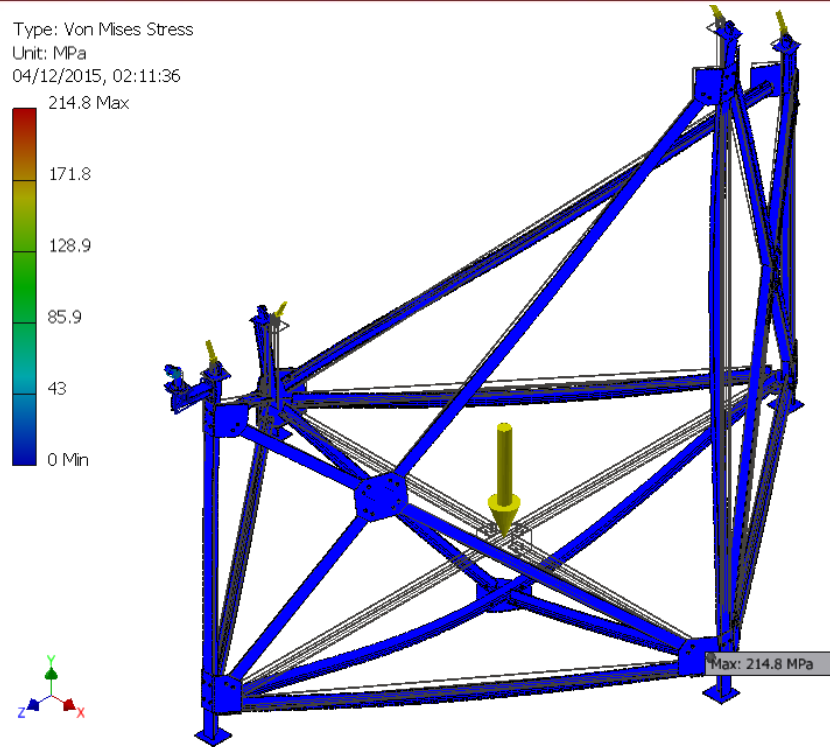


Figura E.2 Simulación de Esfuerzo Equivalente en el Soporte. Fuente: Propia.

En la Figura E.3 se aprecia la Simulación de Desplazamiento para el soporte de la Cámara. Se observa que el desplazamiento es muy pequeño. Esto se debe a que se ha usado el mismo tipo de perfil que se usó en el soporte. Si bien en el soporte este perfil se hizo necesario para brindar estabilidad al mismo, en este caso se utilizó el mismo para aprovechar la compra de material y debido al muy bajo peso de la cámara (menor a 100 g), el factor de seguridad es de 15.

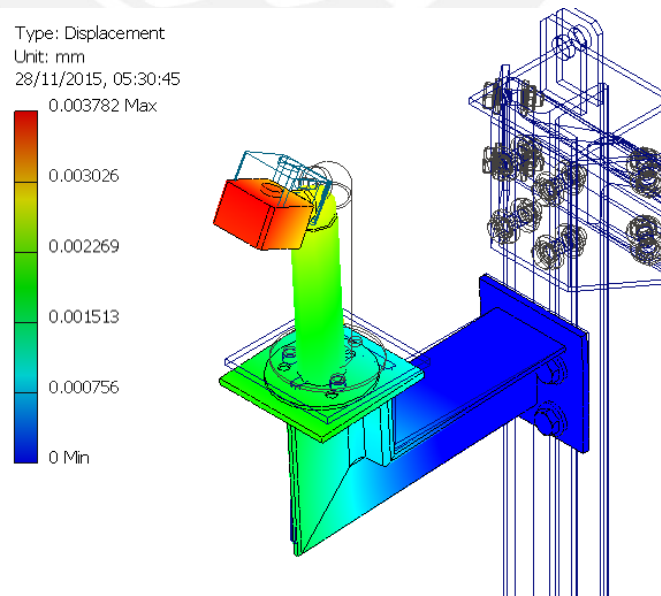


Figura E.3 Simulación de Desplazamiento en el Soporte de la Cámara. Fuente: Propia.

Con la simulación de esfuerzo mostrado en la Figura E.4 ocurre la misma situación antes descrita. Debido a que el perfil está diseñado para cargas mayores, el peso de la cámara no genera un esfuerzo considerable en esta estructura.

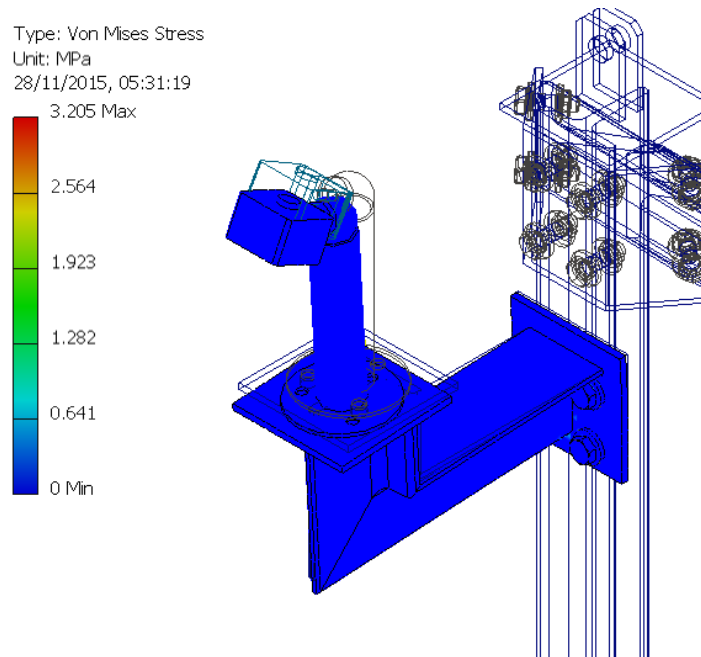


Figura E.4 Simulación de Esfuerzo Equivalente en el Soporte de la Cámara. Fuente: Propia.

La Figura E.5 presenta la simulación de desplazamientos para el apoyo del reflector. Se puede apreciar que el valor obtenido es muy pequeño y esto se debe a que la base de este apoyo, al estar soldada al perfil vertical y, a su vez, empernada a los arriostres laterales, aumenta su rigidez y estabilidad.

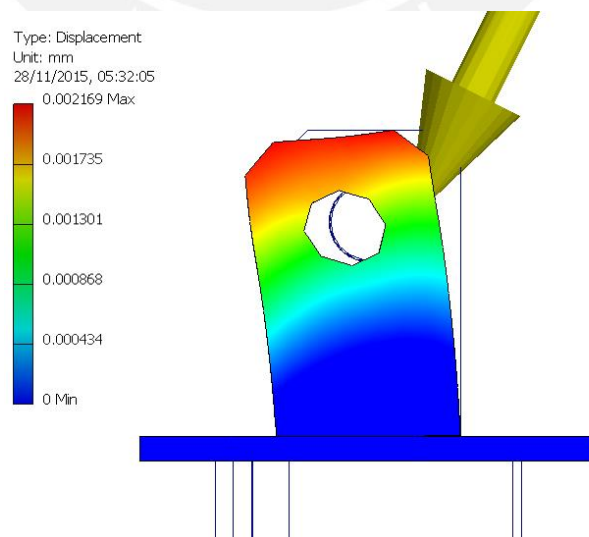


Figura E.5 Simulación de Desplazamiento en el Apoyo del Reflector. Fuente: Propia.

En lo que respecta a la simulación de Esfuerzo equivalente para este elemento, se observa que por su geometría, el agujero actúa como un concentrador de esfuerzos, al igual que la zona más baja. De todos modos, el valor de esfuerzo que se puede encontrar en este elemento es bajo. Cabe mencionar que se ha tomado solamente el apoyo del reflector que presentaba la mayor fuerza de reacción.

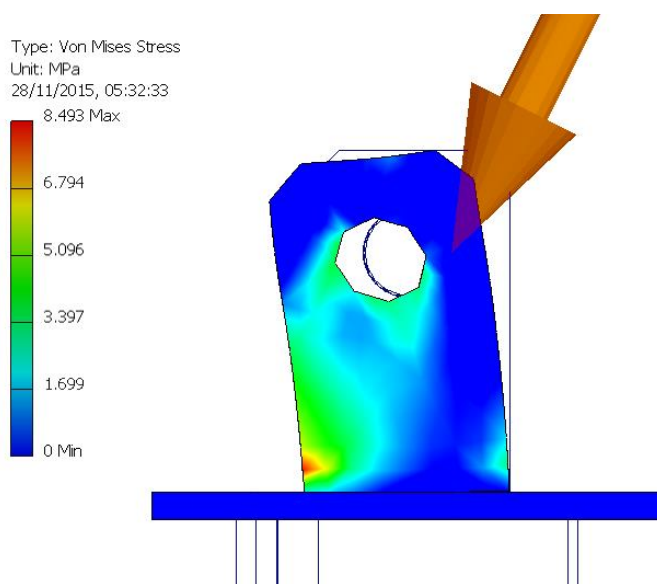
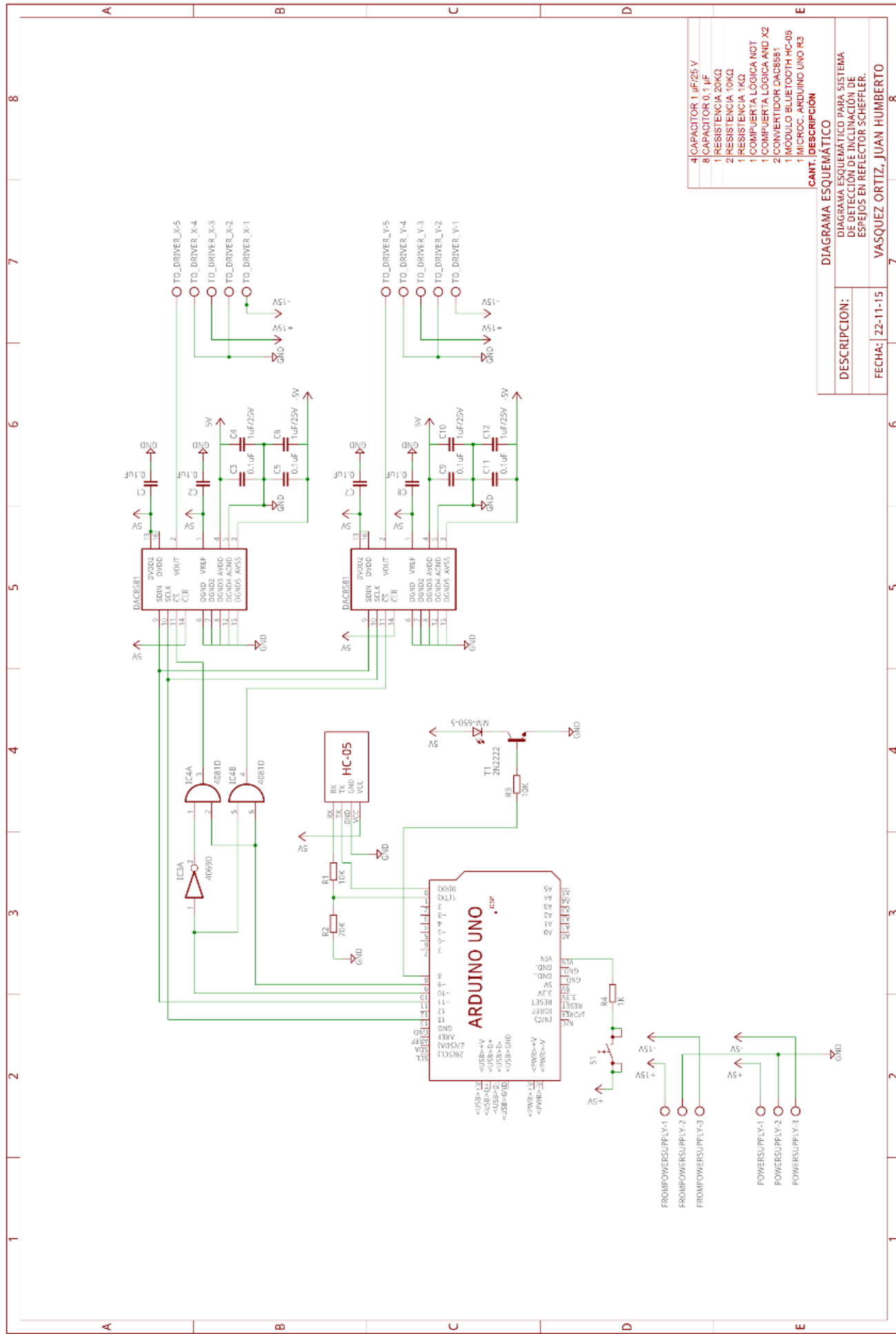


Figura E.6 Simulación de Esfuerzo Equivalente en el Apoyo del Reflector. Fuente: Propia.

Anexo F

Diagrama Esquemático del sistema





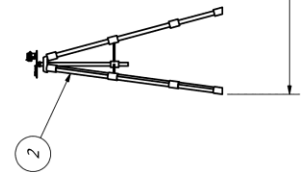
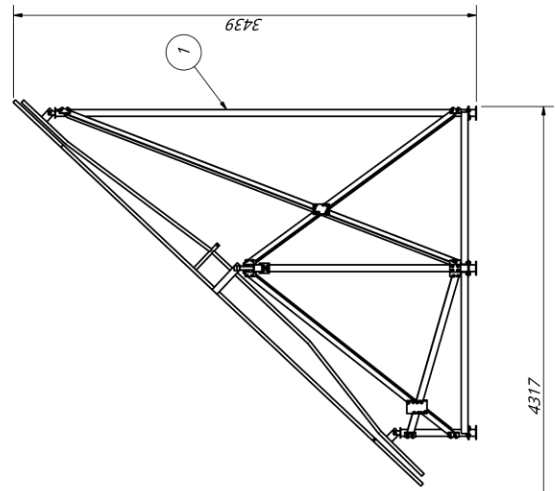
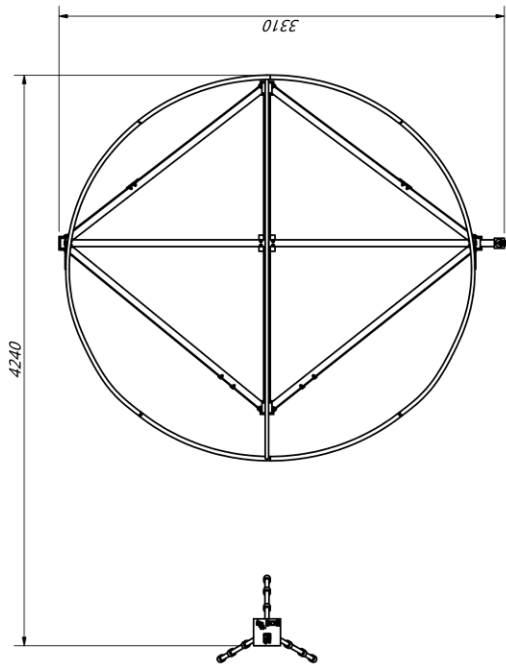
- 4 CAPACITOR 1 uF25V
- 8 CAPACITOR 0.1 uF
- 1 RESISTENCIA 20KΩ
- 2 RESISTENCIA 10KΩ
- 1 RESISTENCIA 1KΩ
- 1 COMPUJERTA LÓGICA NOT
- 1 COMPUJERTA LÓGICA AND X2
- 2 CONVERTIDOR DAC88B81
- 1 MÓDULO BLUETOOTH HC-05
- 1 MICROCONTROLEDOR ARDUINO UNO R3


CANT. DESCRIPCIÓN	
DIAGRAMA ESQUEMÁTICO	
DESCRIPCIÓN: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO PARA SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCLINACIÓN DE ESPEJOS EN REFLECTOR SCHEFFLER.	
FECHA: 22-11-15	VASQUEZ ORTIZ, JUAN HUMBERTO

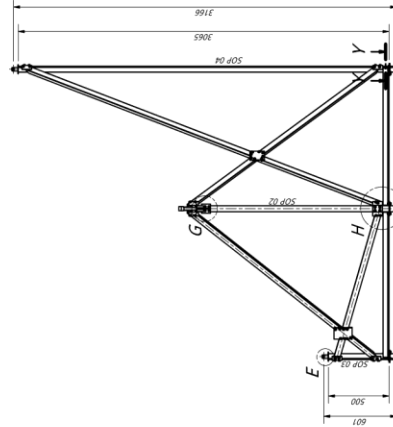
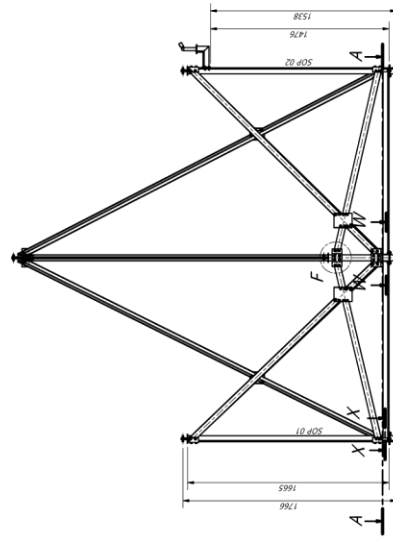
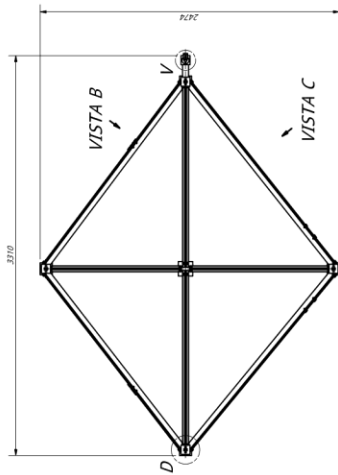
Anexo G

Planos del sistema





2	1	LASERSCANNER-CIRCUITO						
1	1	Support structure						
POS. CONT.		DESCRIPCION	NORMA	MATERIAL	OBSERVACIONES			
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA - INGENIERIA MECATRONICA TRABAJO DE FIN DE CARRERA							ESCALA	1:20
METODO DE PROYECCION 								
	20101059	ENSAMBLAJE SISTEMA				VASQUEZ ORTIZ, JUAN HUMBERTO	FECHA: 2015.11.24	LAMINA: AZ



NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	MATERIAL	UNIDADES
27	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
28	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
29	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
30	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
31	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
32	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
33	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
34	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
35	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
36	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
37	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
38	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
39	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
40	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
41	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
42	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
43	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
44	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
45	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
46	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
47	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
48	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
49	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
50	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
51	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
52	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
53	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
54	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
55	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
56	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
57	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
58	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
59	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
60	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
61	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
62	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
63	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
64	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
65	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
66	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
67	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
68	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
69	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
70	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
71	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
72	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
73	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
74	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
75	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
76	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
77	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
78	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
79	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
80	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
81	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
82	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
83	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
84	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
85	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
86	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
87	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
88	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
89	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
90	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
91	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
92	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
93	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
94	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
95	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
96	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
97	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
98	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
99	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
100	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
101	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
102	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
103	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
104	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
105	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
106	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
107	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
108	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
109	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
110	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
111	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
112	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
113	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
114	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
115	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
116	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
117	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
118	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
119	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
120	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
121	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
122	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
123	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
124	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
125	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
126	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
127	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
128	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
129	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
130	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
131	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
132	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
133	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
134	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
135	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
136	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
137	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
138	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
139	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
140	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
141	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
142	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
143	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
144	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
145	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
146	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
147	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
148	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
149	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
150	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
151	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
152	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
153	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
154	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
155	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
156	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
157	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
158	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
159	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
160	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
161	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
162	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
163	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
164	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
165	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
166	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
167	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
168	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
169	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
170	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
171	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
172	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
173	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
174	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
175	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
176	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
177	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
178	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
179	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
180	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
181	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
182	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
183	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
184	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
185	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
186	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
187	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
188	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
189	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
190	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
191	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
192	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
193	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
194	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
195	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
196	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
197	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		
198	129 TUBERIA 1/2"	ASTI 304		
199	129 ARANDELA 1/2"	ASTI 304		
200	129 PERNO 1/2"	ASTI 304		

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO
 METODO DE PROTECCION

20101059

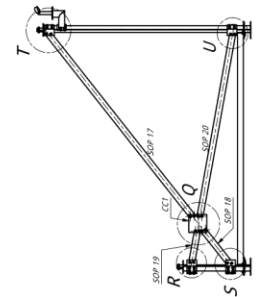
SOPORTE PARA REFLECTOR

1:20

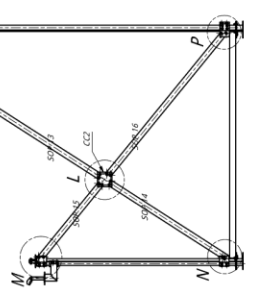
VASQUEZ ORTIZ, JUAN

FECHA: 11.11.10
 LAMINA: 42 - I - DE 3

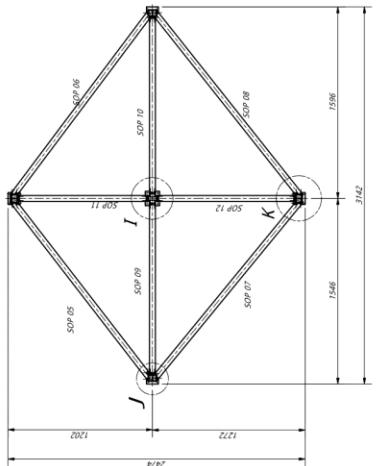
VISTA C
(ESCALA 1:20)



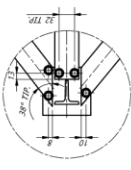
VISTA B
(ESCALA 1:20)



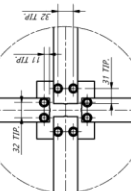
SECCIÓN A-A
(ESCALA: 1:20)



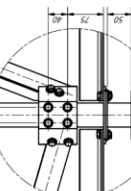
DETALLE J
(ESCALA: 1:5)



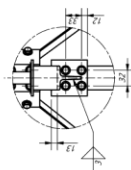
DETALLE I
(ESCALA: 1:5)



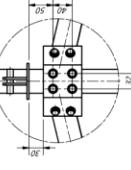
DETALLE H
(ESCALA: 1:5)



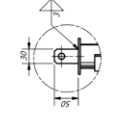
DETALLE G
(ESCALA: 1:5)



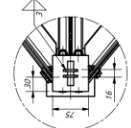
DETALLE F
(ESCALA: 1:5)



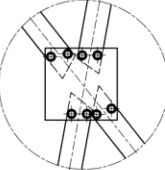
DETALLE E
(ESCALA: 1:5)



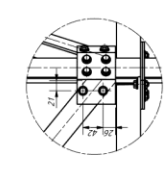
DETALLE D
(ESCALA: 1:5)



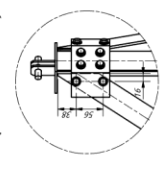
DETALLE Q
(ESCALA: 1:5)



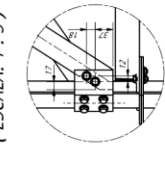
DETALLE P
(ESCALA: 1:5)



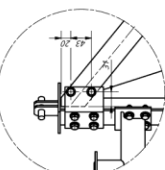
DETALLE O
(ESCALA: 1:5)



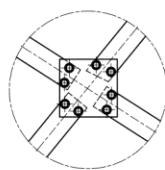
DETALLE N
(ESCALA: 1:5)



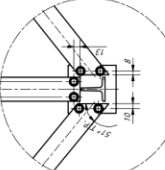
DETALLE M
(ESCALA: 1:5)



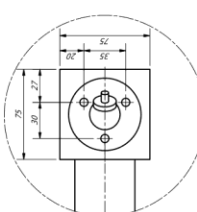
DETALLE L
(ESCALA: 1:5)



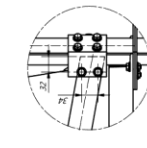
DETALLE K
(ESCALA: 1:5)



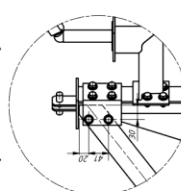
DETALLE V
(ESCALA: 1:2)



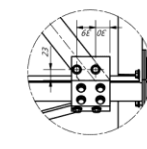
DETALLE U
(ESCALA: 1:5)



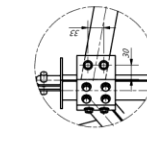
DETALLE T
(ESCALA: 1:5)



DETALLE S
(ESCALA: 1:5)

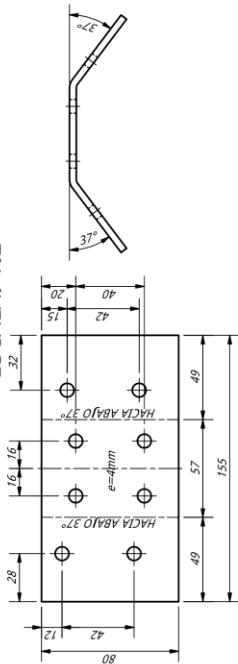


DETALLE R
(ESCALA: 1:5)

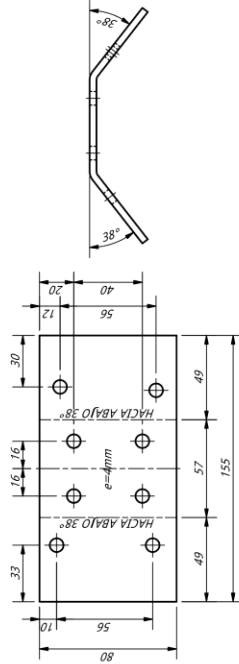


POS.	CONT.	REVISOR	NOMBRE	MATERIAL	DIRECCION
1					
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA ESPECIALIDAD INGENIERIA MECANICA TRABAJO DE FIN DE CARRERA					
SOPORTE DE REFLECTOR - VISTAS Y DETALLES					ESCALA 1:20
20101059					FECHA 2015.11.22
VASQUEZ ORTIZ, JUAN HUMBERTO					JAMONA AL - EBE.3

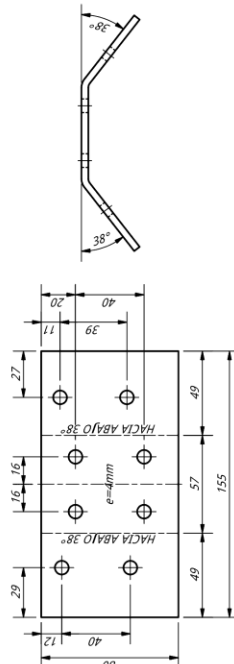
CARTELA SOP4 INFERIOR
ESCALA: 1:2



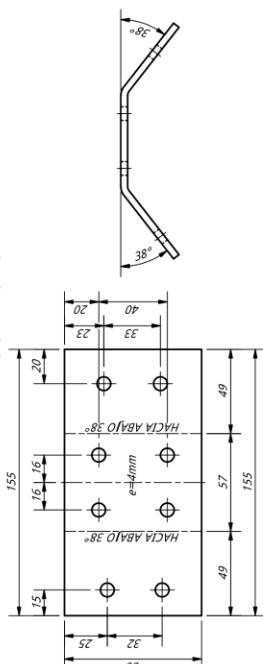
CARTELA SOP4 SUPERIOR
ESCALA: 1:2



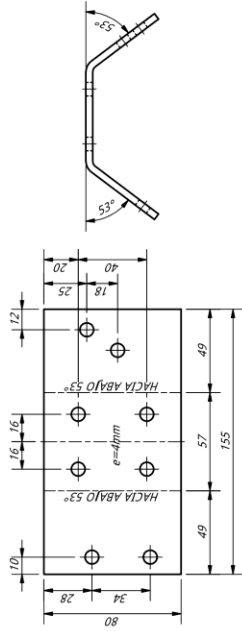
CARTELA SOP3 INFERIOR
ESCALA: 1:2



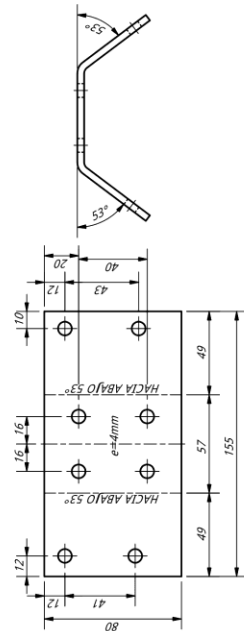
CARTELA SOP3 SUPERIOR
ESCALA: 1:2



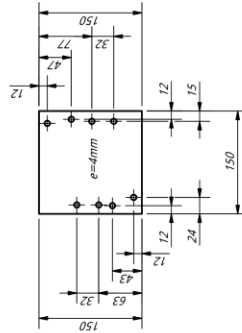
CARTELA SOP2 INFERIOR
ESCALA: 1:2



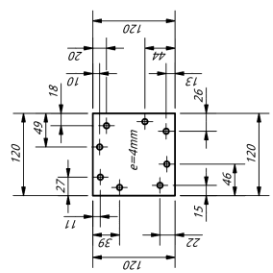
CARTELA SOP2 SUPERIOR
ESCALA: 1:2



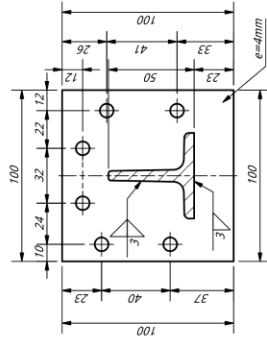
CARTELA CENTRAL CC1



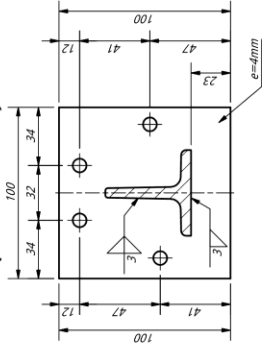
CARTELA CENTRAL CC2



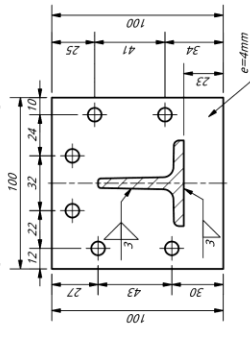
SECCIÓN W-W
ESCALA: 1:2



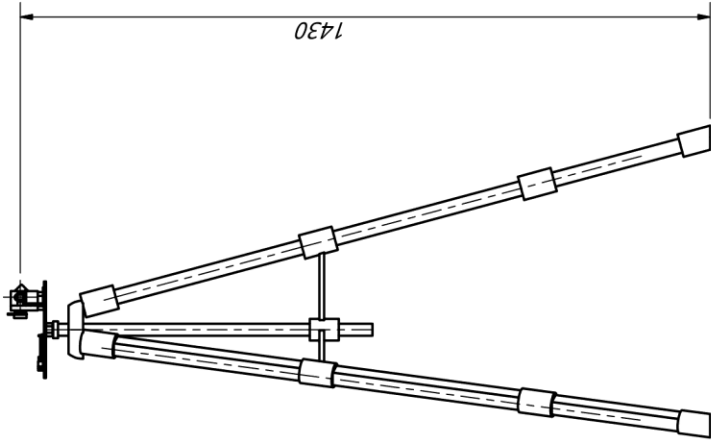
SECCIÓN X-X
(ESCALA: 1:2)



SECCIÓN Y-Y
(ESCALA: 1:2)



POS.	CANT.	DESCRIPCION	NORMA	MATERIAL	OBSERVACIONES
		PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA - ESPECIALIDAD INGENIERIA MECATRONICA METODO DE PROYECCION			
		SOPORTE DE REFLECTOR - VISTAS Y DETALLES			ESCALA 1:10
		20101059		VASQUEZ ORTIZ, JUAN HUMBERTO	FECHA: 2015.11.22 LAMINA: A2 - 3 DE 3



POS. CANT.	DESCRIPCION	NORMA	MATERIAL	OBSERVACIONES
	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA - ESPECIALIDAD INGENIERIA MECATRONICA			
	TRABAJO DE FIN DE CARRERA SOPORTE DE LASER			
				ESCALA 1:10
	20101059		VASQUEZ ORTIZ, JUAN HUMBERTO	FECHA: 2015.11.28
				LAMINA: A3

Anexo H: Cotizaciones



ARDUINO UNO R3

PRECIO:
S/. 79.00

DESCRIPCION:

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 . It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

Revision 2 of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

Revision 3 of the board has the following new features:

- **1.0 pinout:** added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and

Figura H.1 Cotización de microcontrolador Arduino UNO R3




Laser Level Tripod 1.5m


In Stock

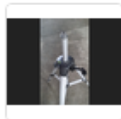
\$29.90

ADD TO CART 

 **Shipping**

Select your location to get prices and estima times.

 [Select your location](#)



Description

Figura H.2 Cotización de trípode.

SLOC <sales@lasercentury.com>
para mí ▾

inglés ▾ > español ▾ [Traducir mensaje](#)

Dear Juan Vasquez

- **SCN804 Scanning System**, 20Kpps ($\pm 20^\circ$, 6x11x0.7mm Mirror): US\$100.00

- **RLM12-650D-010 - 650nm Red Diode Laser Module, 10mW, 3VDC**: US\$20.00

- **BK-12 Φ 12mm (Laser Bracket)**: US\$15.00

- **Adapter, 85~240VAC \rightarrow 3VDC**: US\$15.00

Shipping Method: FedEx
Shipping Fee to Peru: US\$80.00

If you need more information, please contact us without hesitation!

Best regards,

Jack Luo
Shanghai Laser & Optics Century
www.lasercentury.com
sales@lasercentury.com
Tel: 0086-21-34624391
Fax: 0086-21-34624392

Figura H.3 Cotización de Componentes para Láser.

Index	Quantity	Image	Part Number	Description	Customer Reference	Available Quantity	Backorder Quantity	Unit Price	Extended Price
<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="text" value="1"/>		2N2222ACS-ND	TRANS NPN 40V 0.8A TO-18	<input type="text"/>	1 Immediate	0	1.80000	\$1.80
<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input type="text" value="1"/>		39-1021-ND	LASER MODULE MICRO 650NM 5MW	<input type="text"/>	1 Immediate	0	53.24000	\$53.24
<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="text" value="2"/>		296-18312-5-ND	IC DAC 16BIT HI-SPD LN 16-TSSOP	<input type="text"/>	2 Immediate	0	5.88000	\$11.76
<input checked="" type="checkbox"/> 4	<input type="text" value="1"/>		RAC15-05DA-ST-ND	AC/DC CONVERTER +/-5V 15W	<input type="text"/>	0 Immediate	1 Lead Time	60.49000	\$60.49
Subtotal									\$127.29

Figura H.4 Cotización de componentes electrónicos Varios.

Quote 15111610 Page 1 of 2



PUCP
Mr. Juan Vasquez
Avenida Bolivar 2150 cd: 2 dpto 404Pueblo Libre
Lima 21
Peru

Charlotte, 11/16/2015

Quote: 15111610
Customer Number: 757240 - Fax: (Faxnr)
Case Number: 373874

Dear Mr. Vasquez,

In reply to your inquiry and according to our general terms of business we are pleased to quote you for the following components:

Item	Qty.	Product Description	Unit Price	Total Price
DMK AFUP031-M12	1	The Imaging Source autofocus camera, USB 3.0, 1/2.5" CMOS, rolling shutter, monochrome, max resolution 2592x1944, ROI and binning to increase speed and/or sensitivity, motorized focus for board lenses M12x0.5, WITHOUT lens and cables.	USD 469.00	USD 469.00
TBL 2.9 C 5MP	1	The Imaging Source 5 MP board lens 12x0.5 mm IR cut filter Format = 1/2.5" Focal Length = 2.9 mm Iris = 1.8	USD 28.00	USD 28.00
CA-USB20-AmB-BLS /1.5	1	USB2.0 cable, standard A plug to standard Mini-B plug (with lock screws), length 1.5m	USD 12.00	USD 12.00

Figura H.5 Cotización de Cámara y componentes de Cámara.

TORNIPER IMPORT S.C.R.L
RUC: 20548596271
Jr. Vizcaya n°149 - San Luis- Lima - Peru

San Luis, 24 de Noviembre del 2015
Solicitud de Cotización N°: 001-0241115
Vendedor: Luz Cruz Ramos



Cliente: Juan Vasquez

Ruc:

Atención: PUCP

Dirección: Lima - Perú

Teléfono: 941808870

E-mail: jvasquez@pucp.pe

Rpm: 942951230 (RPM) #942951230

Mediante el presente nos es grato cotizar en terminos y condiciones siguientes:

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	150	PERNOS HEXA M8 X 25 mm ACERO INOX 304	\$. 0.096	\$. 14.39
2	300	ARANDELA PLANA M8 ACERO INOX 304	\$. 0.021	\$. 6.42
3	150	TUERCA HEXA M8 ACERO INOX 304	\$. 0.044	\$. 6.59
			SubTotal US\$	27.39
			I.G.V 18%	4.93
			Total US\$	32.32

BANCO DE CREDITO

Figura H.6 Cotización de pernería para soporte.

Anexo I: Hojas de datos de componentes

Arduino UNO



Overview

The Uno is a microcontroller board based on the [ATmega328P](#). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz quartz crystal, a USB connection, a power jack, an ICSP header and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.. You can tinker with your UNO without worrying too much about doing something wrong, worst case scenario you can replace the chip for a few dollars and start over again.

"Uno" means one in Italian and was chosen to mark the release of Arduino Software (IDE) 1.0. The Uno board and version 1.0 of Arduino Software (IDE) were the reference versions of Arduino, now evolved to newer releases. The Uno board is the first in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for an extensive list of current, past or outdated boards see the Arduino index of boards.

You can find [here](#) your board warranty informations.

Technical specs

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Documentation

Programming

The Uno can be programmed with the [Arduino Software](#) (IDE). Select "Arduino/Genuino Uno" from the Tools > Board menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Uno comes preprogrammed with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header using [Arduino ISP](#) or similar; see [these instructions](#) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available in the Arduino repository. The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then rese ing the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

Warnings

The Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Differences with other boards

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

Power

The Uno board can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the GND and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply from 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may become unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- Vin. The input voltage to the Uno board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- 5V. This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- 3V3. A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- GND. Ground pins.
- IOREF. This pin on the Uno board provides the voltage reference with which the microcontroller operates. A properly configured shield can read the IOREF pin voltage and select the appropriate power source or enable voltage translators on the outputs to work with the 5V or 3.3V.

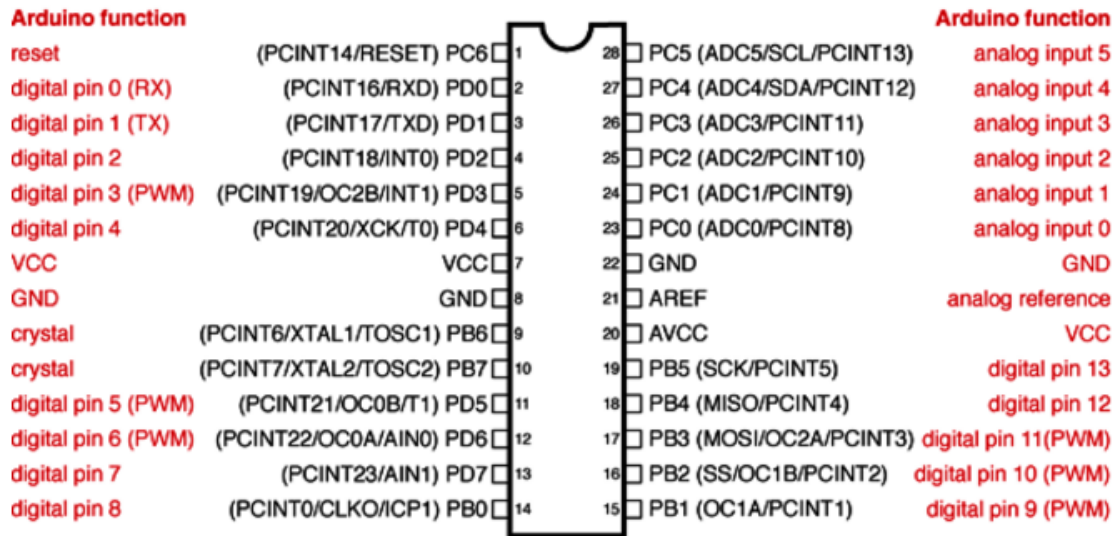
Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB occupied by the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

See the mapping between Arduino pins and ATmega328P ports. The mapping for the Atmega8, 168, and 328 is identical.

Atmega168 Pin Mapping



Digital Pins 11, 12 & 13 are used by the ICSP header for MOSI, MISO, SCK connections (Atmega168 pins 17, 18 & 19). Avoid low-impedance loads on these pins when using the ICSP header.

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using `pinMode()`, `digitalWrite()`, and `digitalRead()` functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive 20 mA as recommended operating condition and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50k ohm. A maximum of 40mA is the value that must not be exceeded on any I/O pin to avoid permanent damage to the microcontroller.

In addition, some pins have specialized functions:

- Serial: 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- External Interrupts: 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the `attachInterrupt()` function for details.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the `analogWrite()` function.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication using the SPI library.
- LED: 13. There is a built-in LED driven by digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

- TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin. Support TWI communication using the Wire library.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the `analogReference()` function.

There are a couple of other pins on the board:

- AREF. Reference voltage for the analog inputs. Used with `analogReference()`.
- Reset. Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

Communication

The Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Uno board, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The 16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino Software (IDE) includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino Software (IDE) includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Uno board is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2/16U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100

nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino Software (IDE) uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the interface toolbar. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno board contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

Revisions

Revision 3 of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible with both the board that uses the AVR, which operates with 5V and with the Arduino Due that operates with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

SPI library on Arduino

This library allows you to communicate with SPI devices, with the Arduino as the master device.

A Brief Introduction to the Serial Peripheral Interface (SPI)

Serial Peripheral Interface (SPI) is a synchronous serial data protocol used by microcontrollers for communicating with one or more peripheral devices quickly over short distances. It can also be used for communication between two microcontrollers.

With an SPI connection there is always one master device (usually a microcontroller) which controls the peripheral devices. Typically there are three lines common to all the devices:

MISO (Master In Slave Out) - The Slave line for sending data to the master,
MOSI (Master Out Slave In) - The Master line for sending data to the peripherals,
SCK (Serial Clock) - The clock pulses which synchronize data transmission generated by the master

and one line specific for every device:

SS (Slave Select) - the pin on each device that the master can use to enable and disable specific devices.

When a device's Slave Select pin is low, it communicates with the master. When it's high, it ignores the master. This allows you to have multiple SPI devices sharing the same MISO, MOSI, and CLK lines.

To write code for a new SPI device you need to note a few things:

What is the maximum SPI speed your device can use? This is controlled by the first parameter in SPISettings. If you are using a chip rated at 15 MHz, use 15000000. Arduino will automatically use the best speed that is equal to or less than the number you use with SPISettings.

Is data shifted in Most Significant Bit (MSB) or Least Significant Bit (LSB) first? This is controlled by second SPISettings parameter, either MSBFIRST or LSBFIRST. Most SPI chips use MSB first data order.

Is the data clock idle when high or low? Are samples on the rising or falling edge of clock pulses? These modes are controlled by the third parameter in SPISettings.

The SPI standard is loose and each device implements it a little differently. This means you have to pay special attention to the device's datasheet when writing your code.

Generally speaking, there are four modes of transmission. These modes control whether data is shifted in and out on the rising or falling edge of the data clock signal (called the

clock phase), and whether the clock is idle when high or low (called the clock polarity). The four modes combine polarity and phase according to this table:

Mode	Clock Polarity (CPOL)	Clock Phase (CPHA)
SPI_MODE0	0	0
SPI_MODE1	0	1
SPI_MODE2	1	0
SPI_MODE3	1	1

Once you have your SPI parameters, use `SPI.beginTransaction()` to begin using the SPI port. The SPI port will be configured with your all of your settings. The simplest and most efficient way to use `SPISettings` is directly inside `SPI.beginTransaction()`. For example:

```
SPI.beginTransaction(SPISettings(14000000, MSBFIRST,
SPI_MODE0));
```

If other libraries use SPI from interrupts, they will be prevented from accessing SPI until you call `SPI.endTransaction()`. The SPI settings are applied at the begin of the transaction and `SPI.endTransaction()` doesn't change SPI settings. Unless you, or some library, calls `beginTransaction` a second time, the setting are maintained. You should attempt to minimize the time between before you call `SPI.endTransaction()`, for best compatibility if your program is used together with other libraries which use SPI.

With most SPI devices, after `SPI.beginTransaction()`, you will write the slave select pin LOW, call `SPI.transfer()` any number of times to transfer data, then write the SS pin HIGH, and finally call `SPI.endTransaction()`.



DMK AFUJ003-M12 Monochrome Camera

The Imaging Source "AF" Series USB 3.0 Camera



Only 36 x 36 x 30 mm

Lens not included

The Imaging Source DMK AFUJ003-M12 monochrome camera has a USB 3.0 interface and is the perfect solution for many industrial automation, quality assurance, security, surveillance and medical applications. The monochrome camera ships with the very sensitive $\frac{1}{2.3}$ " Aptina CMOS MT9J003 sensor. With up to 7 images per second, the DMK AFUJ003-M12 is a low cost, yet highly versatile imaging solution. The camera is equipped with an M12 mount and ships with three different extension tubes. This allows you to take advantage of low cost M12 lenses in your particularly price sensitive applications.

The Imaging Source authors and supports drivers, SDKs, extensions and end-user software for Microsoft Windows, which can be freely downloaded from our web site. Extensions for Microsoft Windows enable the DMK AFUJ003-M12 to be integrated in to common machine vision software libraries, such as LabView and OpenCV. Furthermore, we author and support open source Linux drivers and software (Apache License 2.0) to integrate the camera into popular distributions. Download the Linux source code at GitHub.

Features

- USB 3.0 interface.
- $\frac{1}{2.3}$ " Aptina CMOS MT9J003.
- Rolling shutter.
- 3,856 x 2,764 (10.7 MP).
- Up to 7 images per second.
- M12 lens mount.
- 3x M12 extension tubes.
- Only 36 x 36 x 30 mm.

Accessories

- CS to C mount adapter (shipped as standard).
- CS to M12 board lens adapters.
- C and CS mount lenses.
- M12 board lenses.
- Standard USB 3.0 cable in various lengths.
- 3 m USB 3.0 cable with fixing screws.

Device Drivers for Microsoft Windows

Device Driver for The Imaging Source USB Cameras.

Software Development Kits (SDKs) for Microsoft Windows

IC Imaging Control .NET Component for C#, VB.NET, C++ Class Library for C++ projects, IC Imaging Control C Library, IC Imaging Control ActiveX, IC Imaging Control ActiveX Runtime Setup.

Extensions for Microsoft Windows

TWAIN Source for IC Imaging Control, Cognex VisionPro AIK Plugin for IC Imaging Control, ActivVisionTools Driver for IC Imaging Control, HALCON Extension for IC Imaging Control, LabVIEW Extension for IC Imaging Control, IC Matlab Plugin for Matlab 10.0 R2010, IC Matlab Plugin for Matlab R2013b and R2014, IC NeuroCheck Driver for NeuroCheck 6.0.

End User Software for Microsoft Windows

IC Capture, Image Acquisition, IC Measure, manual on-screen image measurement and image acquisition, IC Fullscreen Presenter, IC Line Profiler, Footswitch software for IC Capture, Scan2Docx, Scan2Docx OCR.

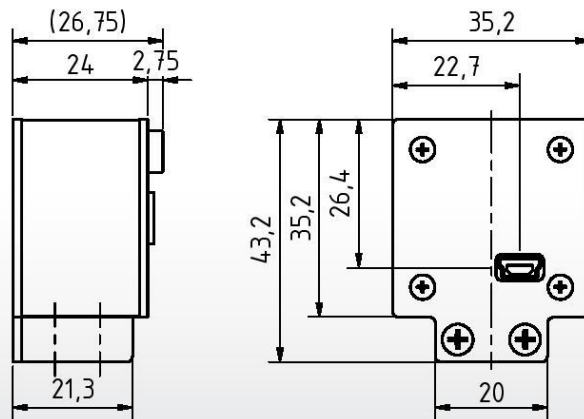
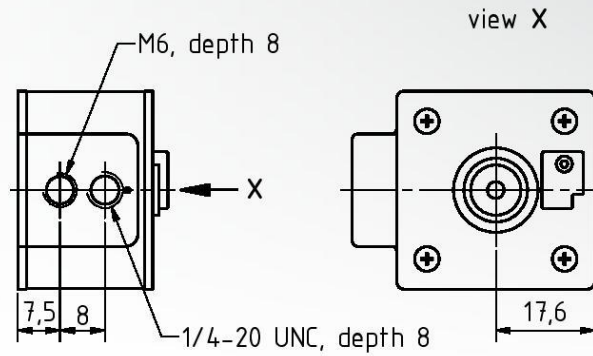
Software Tools for Microsoft Windows

Processor Idle State Manager, Hot Pixel Correction.

DMK AFUJ003-M12 Specification

GENERAL BEHAVIOR	
Video formats @ frame rate	3,856 x 2,764 (10.7 MP), Y800 @ 7, 5 FPS 3,856 x 2,764 (10.7 MP), Y16 @ 4, 2 FPS
Dynamic range	8 / 12 bit
INTERFACE (OPTICAL)	
IR cut filter	no
Sensor specification	Aptina MT9J003
Shutter	Rolling
Format	1/2.3"
Resolution	H: 3,856 pixel, V: 2,764 pixel
Pixel size	H: 1.67 μm, V: 1.67 μm
Lens mount	C/CS
INTERFACE (ELECTRICAL)	
Interface	USB 3.0
Supply voltage	4.5 VDC to 5.5 VDC
Current consumption	approx 250 mA at 5 VDC
INTERFACE (MECHANICAL)	
Dimensions	H: 36 mm, W: 36 mm, L: 30 mm
Mass	70 g
ADJUSTMENTS (MANUAL)	
Shutter	1/20,000 s to 1/4 s
Gain	0 dB to 12 dB
ADJUSTMENTS (AUTOMATIC)	
Shutter	1/20,000 s to 1/4 s
Gain	0 dB to 12 dB
ENVIRONMENTAL	
Temperature (operation)	-5 °C to 45 °C
Temperature (storage)	-20 °C to 60 °C
Humidity (operation)	20 % to 80 % non-condensing
Humidity (storage)	20 % to 95 % non-condensing
Subject to change	

DMK AFUJ003-M12 Dimensional Diagram



Dimensions: mm
Tolerances: DIN ISO 2768m





Machine Vision - Designed in Germany



Ever since The Imaging Source was founded in 1990, it has been one of the leading manufacturers of industrial cameras, frame grabbers and video converters for automation, quality assurance, logistics, medicine, science and security.

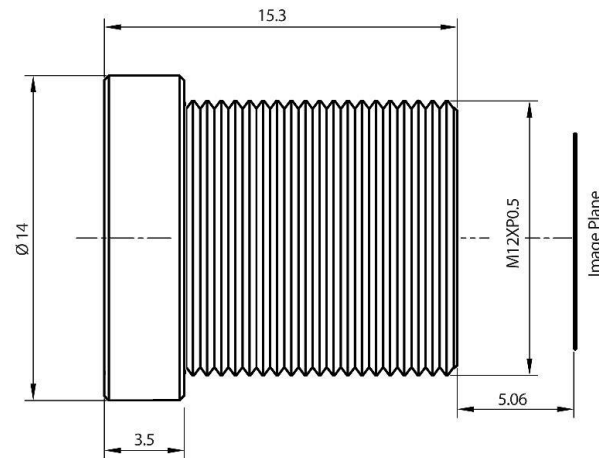
Our extensive range of industrial cameras ships with USB 3.0, USB 2.0, GigE, FireWire 800 and FireWire 400 interfaces. Thanks to their multi-purpose features and extremely high quality standards, the cameras are commonly used in demanding applications.

The software support offered by the cameras fulfill the requirements of demanding end-users and programmers. The cameras can be put into operation within a few minutes, or integrated into new or existing applications with only a few lines of code. All camera drivers are Microsoft certified. The ease of which the cameras can be integrated, the corresponding low integration costs, and the high quality of the software set the industry standard.

All cameras, frame grabbers and video converters, manufactured by The Imaging Source, are the result of decades of experience, uncompromisingly high quality standards, and continual development. Developers and system engineers prefer The Imaging Source cameras due to their ease of system integration.



Board Lenses Technical Data TBL 2.9, TBL 2.9 C



Mega-Pixel Board Lenses

Order Code	Format [inch]	Mount	Focal Length [mm]	Iris Range	IR Cut Filter	Notes
TBL 1.4 5MP	1/2.5	M12x0.5	1.4	2.0	0	-
TBL 1.4 C 5MP	1/2.5	M12x0.5	1.4	2.0	1	-
TBL 2.5 5MP	1/2.5	M12x0.5	2.5	2.4	0	-
TBL 2.5 C 5MP	1/2.5	M12x0.5	2.5	2.4	1	-
TBL 2.9 5MP	1/2.5	M12x0.5	2.9	2.0	0	-
TBL 2.9 C 5MP	1/2.5	M12x0.5	2.9	2.0	1	-
TBL 3.6 5MP	1/2.5	M12x0.5	3.6	1.8	0	-
TBL 3.6 C 5MP	1/2.5	M12x0.5	3.6	1.8	1	-
TBL 4 5MP	1/2.5	M12x0.5	4	1.8	0	-
TBL 4 C 5MP	1/2.5	M12x0.5	4	1.8	1	-
TBL 6 5MP	1/2.5	M12x0.5	6	1.8	0	-
TBL 6 C 5MP	1/2.5	M12x0.5	6	1.8	1	-
TBL 8 5MP	1/2.5	M12x0.5	8	1.8	0	-
TBL 8 C 5MP	1/2.5	M12x0.5	8	1.8	1	-
TBL 8.4-2 5MP	1/2	M12x0.5	8.4	2.8	-	-
TBL 8.4-2 C 5MP	1/2	M12x0.5	8.4	2.8	1	-

Not Recommended For New Designs



DAC8581

www.ti.com

SLAS481C –AUGUST 2005–REVISED OCTOBER 2012

16-BIT, HIGH-SPEED, LOW-NOISE, VOLTAGE OUTPUT DIGITAL-TO-ANALOG CONVERTER

Check for Samples: [DAC8581](#)

FEATURES

- 16-Bit Monotonic
- ± 5 -V Bipolar Output
- Very Low Glitch: 0.5 nV-s
- Fast Settling: 0.65 μ s
- Fast Slew Rate: 35 V/ μ s
- Low Noise: 20 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
- ± 25 -mA Load Drive
- ± 5 -V Dual Power Supply
- Single External Reference
- Power-On Reset to Midscale
- 3-MSPS Update Rate
- SPI™ Interface, Up to 50 MHz
- 1.8-V–5-V Logic Compatible
- Twos Complement Data Format
- Hardware Reset to Midscale
- TSSOP-16 Package

APPLICATIONS

- Industrial Process Control
- CRT Projection TV Digital Convergence
- Waveform Generation
- Automated Test Equipment
- Ultrasound

DESCRIPTION

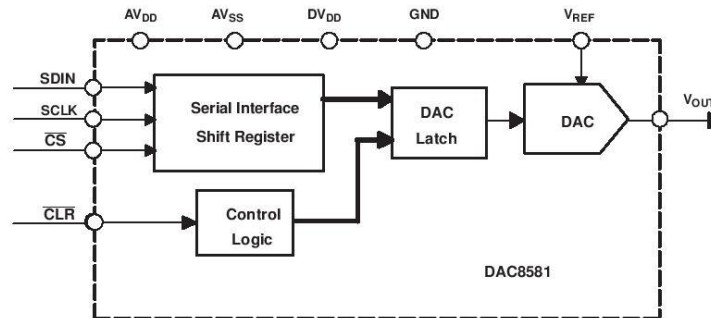
The DAC8581 is a 16-bit, high-speed, low-noise DAC operating from dual ± 5 -V power supplies. The DAC8581 is monotonic, and has exceptionally low noise and exceptionally low glitch. The DAC8581 high-performance, bipolar output buffer is capable of settling within 0.65 μ s for a 10-V step. Small-signal settling time is well under 0.3 μ s, supporting data update rates up to 3 MSPS. A power-on-reset circuit sets the output at midscale voltage on power up.

The DAC8581 is simple to use, with a single external reference and a standard 3-wire SPI interface that allows clock rates up to 50 MHz.

Also see the [DAC8580](#), a member of the same family. The DAC8580 combines DAC8581 performance with an on-chip, 16x over-sampling digital filter.

The DAC8581 is specified over the -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$ temperature range.

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM OF DAC8581



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

SPI is a trademark of Motorola.

All other trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2005–2012, Texas Instruments Incorporated

Not Recommended For New Designs

DAC8581



SLAS481C – AUGUST 2005 – REVISED OCTOBER 2012

www.ti.com



This integrated circuit can be damaged by ESD. Texas Instruments recommends that all integrated circuits be handled with appropriate precautions. Failure to observe proper handling and installation procedures can cause damage.

ESD damage can range from subtle performance degradation to complete device failure. Precision integrated circuits may be more susceptible to damage because very small parametric changes could cause the device not to meet its published specifications.

PACKAGE/ORDERING INFORMATION⁽¹⁾

PRODUCT	PACKAGE	PACKAGE DRAWING NUMBER	SPECIFICATION TEMPERATURE RANGE	PACKAGE ORDERING MARKING	ORDERING NUMBER	TRANSPORT MEDIA, QUANTITY
DAC8581	TSSOP-16	PW	-40°C to +85°C	D8581I	DAC8581IPW	Tube, 90-Piece
					DAC8581IPWR	Tape and Reel, 2000-Piece

(1) For the most current package and ordering information, see the Package Option Addendum at the end of this document, or see the TI web site at www.ti.com.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS⁽¹⁾

	UNIT	
AV _{DD} or DV _{DD} to AV _{SS}	-0.3 V to 12 V	
Digital input voltage to AV _{SS}	-0.3 V to 12 V	
V _{OUT} or V _{REF} to AV _{SS}	-0.3 V to 12 V	
DGND and AGND to AV _{SS}	-0.3 V to 6 V	
Operating temperature range	-40°C to +85°C	
Storage temperature range	-65°C to +150°C	
Junction temperature range (T _J max)	+150°C	
Power dissipation	Thermal impedance (θ _{JA})	118°C/W
	Thermal impedance (θ _{JC})	29°C/W

(1) Stresses above those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. Exposure to absolute maximum conditions for extended periods may affect device reliability.

Not Recommended For New Designs



DAC8581

www.ti.com

SLAS481C – AUGUST 2005 – REVISED OCTOBER 2012

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

All specifications at $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , $+AV_{DD} = +5\text{ V}$, $-AV_{DD} = -5\text{ V}$, $DV_{DD} = +5\text{ V}$ (unless otherwise noted).

PARAMETER	TEST CONDITIONS	DAC8581			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
STATIC PERFORMANCE					
Resolution		16			Bits
Linearity error	$V_{REF} = 4.096\text{ V}$		± 0.03	± 0.1	%FS
Differential linearity error			± 0.25	± 0.5	LSB
Gain error		1	2	3	%FS
Gain drift			± 5		ppm/°C
Bipolar zero error			-5	± 25	mV
Bipolar zero drift			± 20		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Total drift			± 10		ppm/°C
OUTPUT CHARACTERISTICS					
Voltage output	V_{REF} up to 5.5 V, when $AV_{DD} = 6\text{ V}$, $AV_{SS} = -6\text{ V}$	$-V_{REF}$		V_{REF}	V
Output impedance			1		Ω
Maximum output current			± 25		mA
Settling time	$C_L < 200\text{ pF}$, $R_L = 2\text{ k}\Omega$, to 0.1% FS, 8-V step		0.65		μs
	To 0.003% FS		1		
Slew rate ⁽¹⁾			35		V/ μs
Code change glitch	1 LSB change around major carry		0.5		nV-S
Overshoot	Full-scale change		50		mV
Digital feedthrough ⁽²⁾			0.5		nV-S
SNR	Digital sine wave input, $f_{OUT} = 1\text{ kHz}$, $BW = 10\text{ kHz}$, 2-MSPS update rate		108		dB
THD	Digital sine wave input, $f_{OUT} = 20\text{ kHz}$, 8- V_{PP} output, 2-MSPS update rate		-72		dB
Output voltage noise	0.1 Hz to 10 Hz		25		μV_{PP}
	At 10-kHz offset frequency		25		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
	At 100-kHz offset frequency		20		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Power supply rejection	VDD varies $\pm 10\%$		0.75		mV/V
REFERENCE					
Reference input bandwidth	Large signal: 2- V_{PP} sine wave on 4 V DC		3		MHz
	Small signal: 100-mV $_{PP}$ sine wave on 4 V DC		10		MHz
Reference input voltage range		3		AV_{DD}	V
Reference input impedance			5		k Ω
Reference input capacitance			5		pF
DIGITAL INPUTS					
V_{IH}			$0.7 \times DV_{DD}$		V
V_{IL}		GND	$0.3 \times DV_{DD}$		V
Input current			± 1		μA
Input capacitance			10		pF
Power-on delay	From V_{DD} high to \overline{CS} low		20		μs

- (1) Slew rate is measured from 10% to 90% of transition when the output changes from 0 to full-scale.
- (2) Digital feedthrough is defined as the impulse injected into the analog output from the digital input. It is measured when the DAC output does not change, \overline{CS} is held high, and while SCLK and SDIN signals are toggled.

Not Recommended For New Designs



DAC8581

SLAS481C – AUGUST 2005 – REVISED OCTOBER 2012

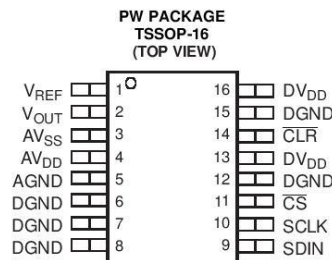
www.ti.com

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

All specifications at $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , $+AV_{DD} = +5\text{ V}$, $-AV_{DD} = -5\text{ V}$, $DV_{DD} = +5\text{ V}$ (unless otherwise noted).

PARAMETER	TEST CONDITIONS	DAC8581			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
POWER SUPPLY					
$+AV_{DD}$		4.0	5	6.0	V
$-AV_{DD}$		-4.0	-5	-6.0	V
DV_{DD}		1.8		AV_{DD}	V
I_{DVDD}			10	20	μA
I_{DD}	I_{REF} and IDV_{DD} included		17	24	mA
I_{SS}			-23	-32	mA
TEMPERATURE RANGE					
Specified performance		-40		+85	$^{\circ}\text{C}$

PIN CONFIGURATION



TERMINAL FUNCTIONS

TERMINAL		
NAME	NO.	
V_{REF}	1	Reference input voltage.
VOUT	2	DAC output voltage. Output swing is $\pm V_{REF}$.
AV_{SS}	3	Negative analog supply voltage, tie to -5 V .
AV_{DD}	4	Positive analog supply voltage, tie to $+5\text{ V}$.
AGND	5	The ground reference point of all analog circuitry of the device. Tie to 0 V .
DGND	6, 7, 8, 15	Tie to DGND to ensure correct operation.
SDIN	9	Digital input, serial data. Ignored when \overline{CS} is high.
SCLK	10	Digital input, serial bit clock. Ignored when \overline{CS} is high.
\overline{CS}	11	Digital input. Chip Select (\overline{CS}) signal. Active low. When \overline{CS} is high, SCLK and SDI are ignored. When \overline{CS} is low, data can be transferred into the device.
DGND	12	Ground reference for digital circuitry. Tie to 0 V .
DV_{DD}	13	Positive digital supply, 1.8 V – 5.5 V compatible.
\overline{CLR}	14	Digital input for forcing the output to midscale. Active low. When pin \overline{CLR} is low during 16^{th} SCLK following the falling edge of \overline{CS} , the falling edge of 16^{th} SCLK sets DAC Latch to midcode, and the DAC output to 0 V . When pin \overline{CLR} is High, the falling edge of 16^{th} SCLK updates DAC latch with the value of input shift register, and changes DAC output to corresponding level.
DV_{DD}	16	Tie to DV_{DD} to ensure correct operation.



Not Recommended For New Designs

DAC8581

www.ti.com

SLAS481C – AUGUST 2005 – REVISED OCTOBER 2012

TIMING REQUIREMENTS⁽¹⁾

PARAMETER		MIN	MAX	UNIT
t_{SCK}	SCLK period	20		ns
t_{WSCK}	SCLK high or low time	10		ns
t_{LEAD}	Delay from falling \overline{CS} to first rising SCLK	20		ns
t_{TD}	\overline{CS} High between two active Periods	20		ns
t_{SU}	Data setup time (Input)	5		ns
t_{H}	Data hold time (input)	5		ns
t_R	Rise time		30	ns
t_F	Fall time		30	ns
t_{WAIT}	Delay from 16th falling edge of SCLK to \overline{CS} low	100		ns
t_{UPDAC}	Delay from 16th falling edge of SCLK to DAC output	1		μ s
	V_{DD} High to \overline{CS} Low (power-up delay)	100		μ s

(1) Assured by design. Not production tested.

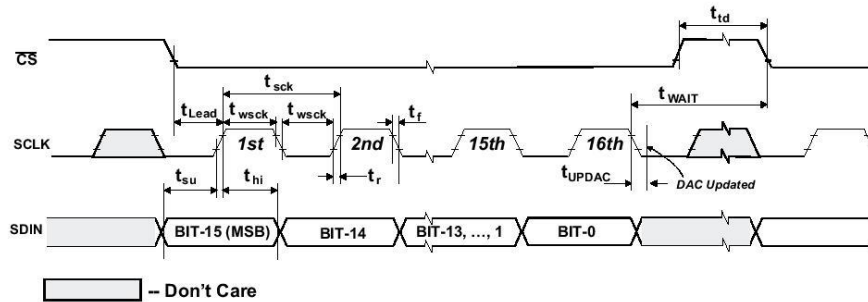


Figure 1. DAC8581 Timing Diagram

SCN804 Scanning System

SCN804 is the lowest cost scanner. It is specially designed for low-cost laser projector powered by control board with embedded software. The galvo structure of SCN804 is based on our proprietary technology which makes the cost of galvo very lower. SCN804 is a smart choice if you design a laser projector with a preprogrammed control board inside. It can be tuned up to 23Kpps @ $\pm 15^\circ$ on ILDA 30K test pattern and can do "beam show" as well as "graphic show"

Contents of Shipping Package



- 2 x Scanner (Galvo) with Mirror
- 2 x Scan V2.5G Servo Driver (Amp)
- 1 x (X-Y) Scanner Mount
- 1 x $\pm 15\text{VDC}$ Switched Power Supply
- 2 x Shield Cable for Scanner

SCN804 Scanning System

Scan Angle	$\pm 20^\circ$ (Factory Calibration)	
Scan Speed	20Kpps ($\pm 20^\circ$, $6 \times 11 \times 0.7\text{mm}$ Mirror)	
Max Scan angle	$\pm 30^\circ$	
Mirror Size	$6 \times 11 \times 0.7\text{mm}$	$5 \times 10 \times 0.7\text{mm}$
Mirror coating	High Quality Dielectric Film	
Reflectivity	$>98\%$ @ 45° Incidence (400nm-700nm)	
Dimension of Galvo	$\Phi 12.7 \times 49\text{mm}$	
Power requirements	$\pm 15\text{VDC}$ @1.0A each	
Input Voltage	$\pm 5\text{VDC}$ Differential	
Dimensions of Driver	$75 \times 45 \times 39\text{mm}$	

Scanning Speed

Operating Voltage	$\pm 24\text{VDC}$				
Test Pattern	ILDA 30K				
Scan Angle	$\pm 30^\circ$	$\pm 20^\circ$	$\pm 15^\circ$	$\pm 8^\circ$	$\pm 5^\circ$
Speed @ $6 \times 11 \times 0.7\text{mm}$ Mirror	16Kpps	20Kpps	23Kpps	28Kpps	32Kpps
Speed @ $5 \times 10 \times 0.7\text{mm}$ Mirror	17Kpps	21Kpps	24Kpps	30Kpps	33Kpps

Note

When you use scanner in laser project, the scan speed (controller output) that ILDA suggests is 80% of the scanner speed, it will be good for scanner working for long time.

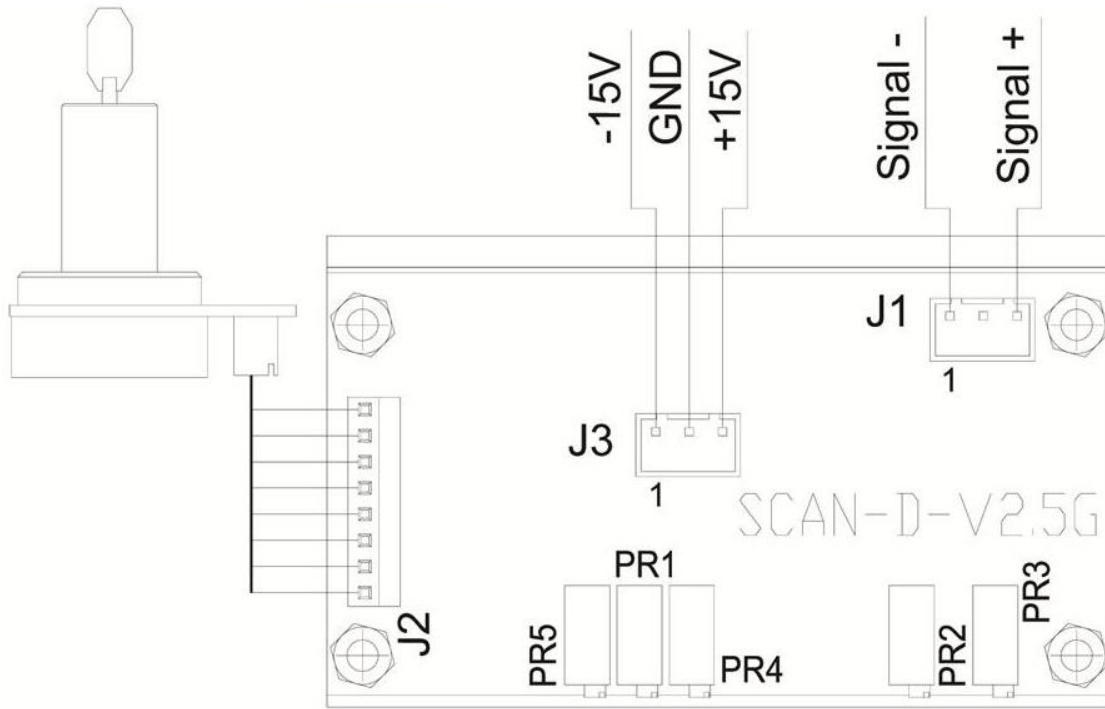
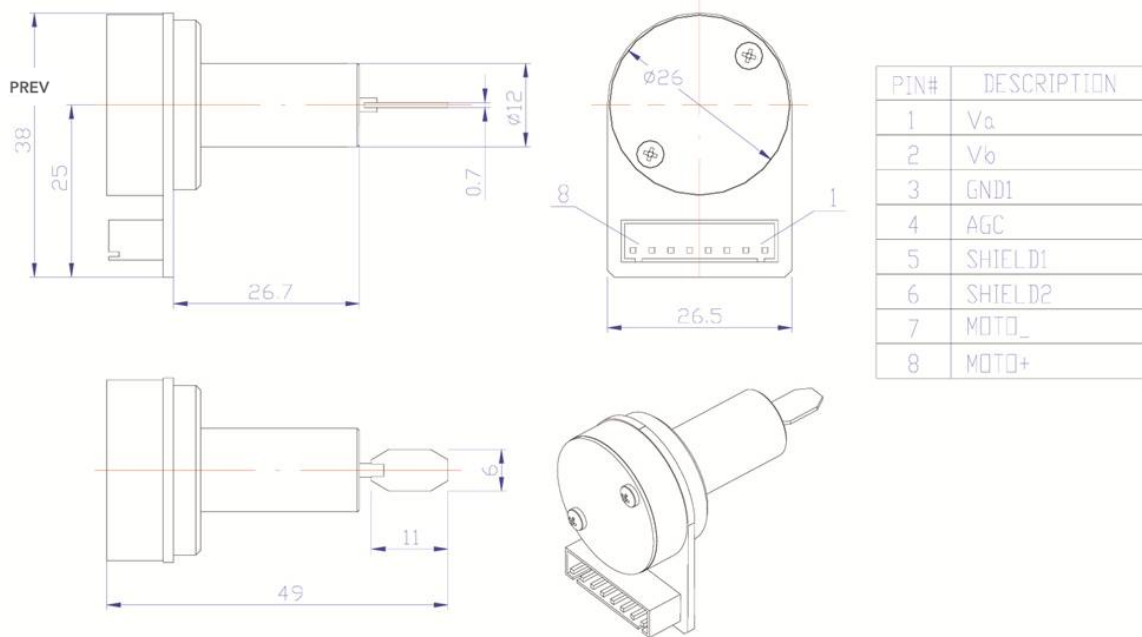


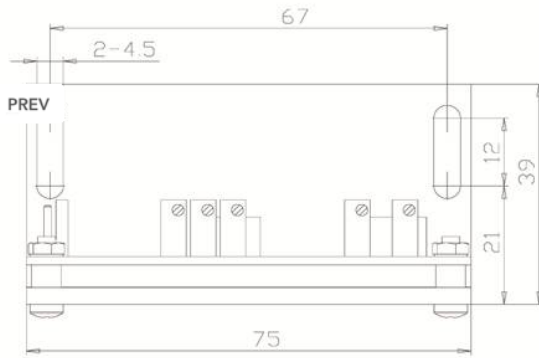
Diagram Wiring for SCN804
Image 2 of 7

CLOSE X

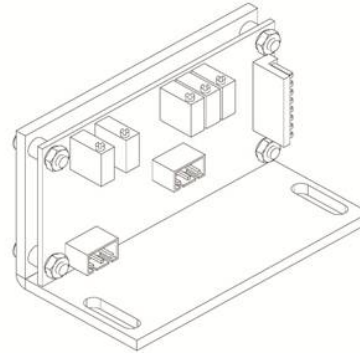
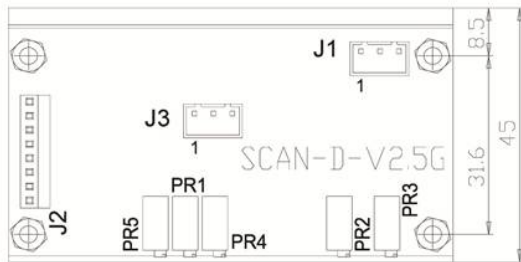


SCN804 Dimension Drawing for Galvo
Image 3 of 7

CLOSE X

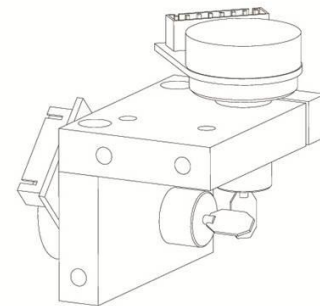
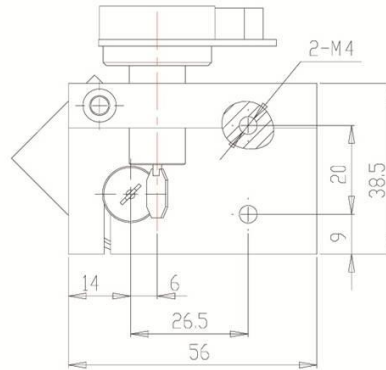
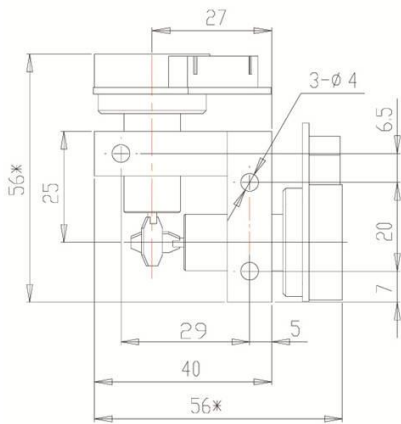


	Connector pins	Description	Cable collar	Remark
Power input J3	3	+VCC	RED,26AWG	+15V/0.6A
	2	GND	BLACK,26AWG	
	1	-VEE	WHITE,26AWG	-15V/0.6A
Signal input J1	3	Control signal +	RED,26AWG	-5V~+5V analog signal
	2	S-GND	BLACK,26AWG	Ground
	1	Control signal -	WHITE,26AWG	-5V~+5V analog signal



SCN804 Dimension Drawing for AMP
Image 4 of 7

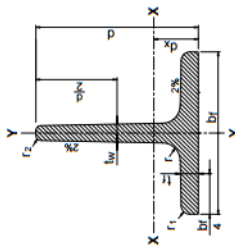
CLOSE X



SCN804 Dimension Drawing for Mount
Image 5 of 7

CLOSE X

**Perfiles T
según
IRAM-IAS
U 500-561**



Ag = Área bruta de la sección transversal.
 I = Momento de inercia de la sección.
 respecto de los ejes principales.
 $r = \sqrt{I/A}$ Radio de giro.
 S = Módulo resistente elástico de la sección.
 Q = Momento estático de media sección.
 Z = Módulo plástico de la sección.
 J = Módulo de torsión.
 Cw = Módulo de alabeo.
 dx = Distancia al centro de gravedad.

Designación del perfil	Designación Comercial	Dimensiones			Radios de acuerdo			Relaciones		Ag	Peso	dx	X - X						Y - Y						J	Cw	
		d	bf	tf=tw	r	r1	r2	bf	tw				dx	lx	Sx	rx	Qx	Zx	ly	Sy	ry	Oy	1.5Sy	Zy			
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	Kg/m	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴
T 19 x 19 x 3,2*	T 3/4 x 3/4 x 1/8	19	19	3,2	3,2	1,5	1,0	2,97	5,94	1,14	0,89	0,57	0,33	0,25	0,54	0,26	0,50	0,18	0,19	0,40	0,16	0,29	0,31	0,038	0,008		
T 22 x 22 x 3,2*	T 7/8 x 7/8 x 1/8	22	22	3,2	3,2	1,5	1,0	3,44	6,88	1,33	1,04	0,64	0,53	0,34	0,63	0,36	0,67	0,27	0,25	0,45	0,21	0,38	0,42	0,045	0,012		
T 25 x 25 x 3,2*	T 1 x 1 x 1/8	25	25	3,2	3,2	1,5	1,0	3,91	7,81	1,52	1,19	0,7	0,79	0,44	0,72	0,46	0,89	0,4	0,32	0,51	0,27	0,48	0,53	0,051	0,018		
T 25 x 25 x 4,8*	T 1 x 1 x 3/16	25	25	4,8	4,8	2,5	1,0	2,60	5,21	2,22	1,74	0,78	1,12	0,65	0,71	0,67	1,22	0,61	0,49	0,52	0,42	0,74	0,83	0,167	0,060		
T 29 x 29 x 3,2	T 1 1/8 x 1 1/8 x 1/8	29	29	3,2	3,2	1,5	1,0	4,53	9,06	1,77	1,39	0,79	1,25	0,59	0,84	0,63	1,22	0,62	0,43	0,59	0,35	0,65	0,71	0,060	0,028		
T 32 x 32 x 3,2*	T 1 1/4 x 1 1/4 x 1/8	32	32	3,2	3,2	1,5	1,0	5,00	10,0	1,96	1,54	0,86	1,69	0,72	0,93	0,77	1,48	0,83	0,52	0,65	0,43	0,78	0,86	0,066	0,037		
T 32 x 32 x 4,8*	T 1 1/4 x 1 1/4 x 3/16	32	32	4,8	4,8	2,5	1,0	3,33	6,67	2,89	2,27	0,94	2,45	1,08	0,92	1,13	2,11	1,25	0,78	0,66	0,67	1,17	1,33	0,218	0,126		
T 38 x 38 x 3,2*	T 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	38	38	3,2	3,2	1,5	1,0	5,94	11,88	2,34	1,84	0,99	2,84	1,01	1,10	1,09	2,11	1,38	0,72	0,77	0,60	1,08	1,20	0,080	0,062		
T 38 x 38 x 4,8*	T 1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	38	38	4,8	4,8	2,5	1,0	3,96	7,92	3,46	2,72	1,07	4,20	1,54	1,10	1,61	3,02	2,08	1,10	0,78	0,93	1,65	1,85	0,262	0,211		
T 38 x 38 x 6,4	T 1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	38	38	6,4	6,4	3	1,5	2,97	5,94	4,55	3,57	1,14	5,37	2,02	1,09	2,09	3,99	2,84	1,50	0,79	1,26	2,25	2,51	0,608	0,499		
T 45 x 45 x 4,8*	T 1 3/4 x 1 3/4 x 3/16	45	45	4,8	4,8	2,5	1,0	4,69	9,38	4,13	3,24	1,23	7,07	2,16	1,31	2,29	4,29	3,44	1,53	0,91	1,28	2,30	2,57	0,314	0,350		
T 51 x 51 x 4,8*	T 2 x 2 x 3/16	51	51	4,8	4,8	2,5	1,0	5,31	10,6	4,70	3,69	1,36	10,34	2,76	1,48	2,94	5,53	4,99	1,96	1,03	1,64	2,94	3,27	0,358	0,509		
T 51 x 51 x 6,4*	T 2 x 2 x 1/4	51	51	6,4	6,4	3	1,5	3,98	7,97	6,20	4,87	1,44	13,52	3,69	1,48	3,88	7,29	6,77	2,65	1,04	2,21	3,98	4,42	0,835	1,207		

* Perfiles racionalizados