

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

MEJORAMIENTO DE LA FUNCIONALIDAD Y OPERABILIDAD DEL EQUIPO DE ANÁLISIS DE LEVAS DEL LABORATORIO DE MECANISMOS

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

DIEGO ARMANDO SALAS VERNIS

DIRECTOR: ING. FERNANDO OLMEDO

CODIRECTOR: ING. LUÍS ECHEVERRÍA

Sangolquí, 2007 - diciembre - 10

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “MEJORAMIENTO DE LA FUNCIONALIDAD Y OPERABILIDAD DEL EQUIPO DE ANÁLISIS DE LEVAS DEL LABORATORIO DE MECANISMOS” fue realizado en su totalidad por Diego Armando Salas Vernis, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Fernando Olmedo

DIRECTOR

Ing. Luís Echeverría

CODIRECTOR

Sangolquí, 2007 - diciembre – 10

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

**“MEJORAMIENTO DE LA FUNCIONALIDAD Y OPERABILIDAD DEL EQUIPO
DE ANÁLISIS DE LEVAS DEL LABORATORIO DE MECANISMOS”**

ELABORADO POR:

Diego Armando Salas Vernis

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

EL DECANO

Sangolquí, 2007 - diciembre – 10

DEDICATORIA

Dedico este escrito a mis padres y hermanos que han estado siempre apoyándome en todo lo que he me he propuesto hacer, a mis familiares que me ha dado su apoyo sobre todas las circunstancias de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi hermano que me ha dado tanto aunque este muy lejos, siempre lo recordare junto a mí, a mis padres que me han enseñado tanto y han sido pacientes conmigo.

ÍNDICE DE COMPLEMENTOS

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	i
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE de graficas	5
Índice de tablas.....	7
Capitulo 1.....	9
1. Generalidades.....	9
1.1. Antecedentes	9
1.2. Definición del problema.....	11
1.2.1. PRONÓSTICO.....	11
1.2.2. Control del PRONÓSTICO	11
1.2.3. Formulación del problema	11
1.3. Objetivos	11
1.3.1. General	11
1.3.2. Especificos	12
1.4. Alcance	12
1.5. Justificación	12
Capitulo 2.....	13
2. Marco TEÓRICO.....	13
2.1. Conceptos generales sobre mecanismos	13
2.1.1. fundamentos de la CINEMÁTICA	13
2.1.1.1. Grados de libertad.....	13
2.1.1.2. Grados de libertad de un mecanismo plano.....	15
2.2. Tipos de mecanismos	16
2.2.1. Mecanismos planos	16
2.2.1.1. Poleas	17
2.2.1.2. Biela manivela.....	17
2.2.1.3. Levas	18
2.2.1.4. Engranés.....	18
2.2.1.5. Piñón cremallera	19
2.3. Levas	19
2.3.1. DEFINICIÓN	20
2.3.1.1. Aplicaciones	21
2.3.2. CLASIFICACIÓN	21
2.3.2.1. Por el tipo de movimiento del seguidor	21
2.3.2.2. Por el tipo de junta o de cierre	22
2.3.2.3. Por el tipo de seguidor	23
2.3.2.4. Por el tipo de leva	23
2.3.3. DIAGRAMAS S V A J	24
2.3.3.1. Levas rectas.....	26
2.3.3.2. Levas armónicas.....	27
2.3.3.3. Leva cicloidal	27
2.3.3.4. Movimiento polinomial.....	28
2.3.4. Movimiento de trayectoria CRÍTICA.....	30

2.3.5.	DIMENSIONAMIENTO DE LEVAS	30
2.3.5.1.	ÁNGULO DE PRESIÓN	31
2.3.5.2.	RADIO DE CURVATURA	35
2.4.	CONCEPTOS GENERALES DE AUTOMATIZACIÓN.....	36
2.4.1.	Definiciones de control.....	36
2.5.	SENSORES	39
2.5.1.	DEFINICIÓN	39
2.5.2.	TIPOS DE SENSORES	39
2.5.2.1.	Medición de desplazamiento.....	40
2.5.2.1.1.	Potenciómetro	41
2.5.2.1.2.	Capacitivos e inductivos	41
2.5.2.1.3.	Variación de reluctancia	42
2.5.2.2.	Medición de velocidad angular.....	43
2.5.2.2.1.	Tacómetros mecánicos	43
2.5.2.2.2.	Tacómetros centrífugos.....	44
2.5.2.2.3.	Tacómetro de corriente parasita.....	45
2.5.2.2.4.	Tacómetro de corriente alterna.....	45
2.5.2.2.5.	Tacómetro de corriente continúa	45
2.5.2.2.6.	Tacómetro de frecuencia	46
2.6.	ACTUADORES	46
2.6.1.	DEFINICIÓN	46
2.6.2.	TIPOS DE ACTUADORES.....	47
2.6.2.1.	Eléctricos	47
2.6.2.1.1.	Solenoides.....	47
2.6.2.1.2.	Motores a.c.....	48
2.6.2.1.3.	Motores DC	50
2.7.	SEÑALES	50
2.7.1.	DEFINICIÓN	50
2.7.2.	TIPOS DE SEÑALES.....	50
2.7.2.1.	Señales análogas.....	51
2.7.2.2.	Señales digitales.....	52
2.7.2.2.1.	Análogo a digital (AD).....	52
2.7.2.2.2.	Digital a análogo (DA)	55
2.8.	TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	56
2.9.	PROGRAMAS DE CONTROL	57
2.9.1.	Concept	57
2.9.2.	Labview.....	58
2.9.3.	matlab	59
Capítulo 3.....		61
3.	DIAGNOSTICO DEL EQUIPO	61
3.1.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	61
3.1.1.	TOMA DE DATOS	62
3.1.1.1.	Levas para el seguidor de cara plana	62
3.1.1.2.	Levas para seguidor de rodillo	63
3.1.2.	FABULACIÓN DE DATOS.....	66
3.2.	ANÁLISIS PREVIO DE RESULTADOS	67

3.3.	DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LA MÁQUINA	68
3.3.1.	LEVANTAMIENTO TÉCNICO DEL EQUIPO	70
Capítulo 4.....		71
4.	SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS	71
4.1.	SENSORES	71
4.1.1.	Sensor Honeywell PK 84290	72
4.1.2.	Sensor IFM	72
4.1.3.	Sensor autronics Br100-ddt-p	73
4.1.3.1.	Montaje del sensor	74
4.1.4.	Sensor de desplazamiento inductivo	74
4.1.4.1.	Montaje del sensor	75
4.2.	ACTUADORES	75
4.2.1.	Montaje del actuador	76
4.3.	TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS	76
4.3.1.	ni Usb 9009	76
4.4.	CONEXIÓN DE ELEMENTOS	77
4.4.1.	PROCESOS de REALIZACIÓN del TRANSDUCTOR	78
4.4.1.1.	Sensor Fotoeléctrico	78
4.4.1.2.	Sensor Inductivo	79
4.4.1.3.	Actuador	80
Capítulo 5.....		83
5.	PROGRAMA DE CONTROL	83
5.1.	PROGRAMAS DE CONTROL	83
5.1.1.	mat-lab	83
5.1.2.	LabView	84
5.2.	INTERFASE ENTRE EL PROGRAMA Y LA TARJETA	85
5.2.1.	DAQmx	85
5.3.	CONEXIONES ENTRE LOS ELEMENTOS Y LA TARJETA	88
5.4.	PROGRAMACIÓN EN LABVIEW	89
5.4.1.	Iniciando Labview	90
5.4.2.	COMPILACIÓN de un programa	91
5.4.3.	PROGRAMACIÓN	92
5.4.3.1.	Programación inductivo	92
5.4.3.2.	Control de Velocidad	103
5.4.3.3.	Medición de Velocidad	106
Capítulo 6.....		113
6.	PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DESPUÉS DE LA MEJORA	113
6.1.	TOMA DE DATOS	113
6.1.1.	leva con seguidor plano	113
6.1.1.1.	Levas para seguidor de rodillo	115
6.2.	TABULACION DE DATOS	118
6.2.1.	GEOMETRÍAS de ACUERDO con TecQuipment	118
6.3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA	119

6.4.	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	119
6.4.1.	Cuadro comparativo de levas	121
Capitulo 7.....		123
7.	ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO	123
7.1.	PRESUPUESTO DE INVERSIONES.....	123
7.2.	PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA	123
7.3.	PRESUPUESTO DE LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES	123
7.4.	TOTAL DEL PROYECTO	123
7.5.	CALCULO DEL VAN Y EL TIR	124
Capitulo 8.....		125
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
8.1.	Conclusiones	125
8.2.	Recomendaciones	126

ÍNDICE DE GRAFICAS

Fig2.1: Grados de libertad de un cuerpo en un plano	14
Fig2.2: pares inferiores	15
Fig2.3: pares superiores.	15
Fig2.4: mecanismo plano - polea	17
Fig2.5: mecanismo plano – biela manivela	18
Fig2.6: mecanismo plano - levas	18
Fig2.7: mecanismo plano – engrane y piñón	19
Fig2.8: mecanismo plano – piñón cremallera	19
Fig2.9: comparación de las levas con mecanismos de cuatro barras.....	20
Fig2.10: ejemplos de levas: levas de desplazamiento vertical.....	21
Fig2.11: Tipos de movimiento del seguidor	22
Fig2.12: a la derecha el seguidor de fuerza; a la izquierda el seguidor de forma	23
Fig2.13: de izquierda a derecha, seguidor de cara plana, rodillo, hongo y punta	23
Fig2.14: de izquierda a derecha, leva cilíndrica, leva plana y leva lineal	24
Fig2.15: colocación de la leva en una plano, x son grados e y es la altura de la leva	25
Fig2.15: diagramas s, v, a y j de una leva con cuatro detenimientos.....	25
Fig2.16: leva recta, las aristas vivas hacen que sea una leva defectuosa.....	26
Fig2.17: leva mas, la segunda derivada no es continua.	27
Fig2.17: leva cicloidal, parte de la aceleración para determinar el resto de parámetros.....	28
Fig2.18: leva polinomial, parte de condiciones de iniciales para diseñar la leva	29
Fig2.19: comparación de los cuatro tipos de levas.	30
Fig2.20: la normal común es el eje de transmisión y la tangente común el eje de deslizamiento.	31
Fig2.21: geometría para el calculo del ángulo de presión.....	33
Fig2.22: geometría para el cálculo fuerza de volteo.	35
Cuadro 2.1: Clasificación de los sensores.	40
Fig2.23: esquema del funcionamiento de una LVDT.	43
Fig2.24: esquema del funcionamiento de un tacómetro mecánico.	44
Fig2.25: esquema del funcionamiento de un tacómetro centrifugo.....	44
Fig2.26: esquema del funcionamiento de un tacómetro C.A.	45
Fig2.27: esquema del funcionamiento de un tacómetro de frecuencia óptica. ...	46
Fig2.28: Solenoide, esquema básico.....	47
Fig2.28: Motor sincrónico, a) núcleo permanente, b) polos salientes.	48
Fig2.29: Motor de inducción.....	49
Fig2.30: sistemas de el cambio de análogo a digital.....	53
Fig2.31: sistemas de el cambio de digital a análogo.....	56
Fig4.1: funciona miento del sensor Honeywell PK 84290.....	72
Fig4.2 sensor IFM OGP500 fotoeléctrico reflexivo difuso.....	73
Fig4.3 sensores se la serie BR Autonics reflexivo difuso.....	73
Fig4.4 sensores se la serie BR Autonics reflexivo difuso.....	74

Fig4.5: Motor que se usara para el sistema de control de velocidad.	75
Fig4.6: montaje de los electos del soporte del actuador y el actuador.....	76
Fig4.7: conexión del sensor fotoeléctrico a una fuente de 12V.....	79
Fig4.8: conexión del sensor inductivo a una fuente de 24V.....	80
Fig4.9: conexión motor a una fuente de 12V.	81
Fig5.1: Presentación de MatLab	84
Fig5.2: Presentación de LabView.	85
Fig5.3: Ingreso al panel para realizar “test” de la tarjeta.....	86
Fig5.4: Se observa que se selecciona el primer elemento para el self-test.	87
Fig5.5: Se muestra el funcionamiento de sensor análogo en el test panel (se ingresa mediante la segundo elemento de Fig5.4).	88
Fig5.6: Conexión desde el transductor hacia el DAQ.	89
Fig5.7: Panel Frontal.....	90
Fig5.8: Diagrama de bloques.....	91
Fig5.9: Inicio LabView y Blank VI (Panel Frontal y Diagrama de Bloques).	92
Fig5.10: DAQ Assistant se ubica en Diagrama de Bloque para el inductivo.....	93
Fig5.11: Selección que puerto va a ser entrada (input).	93
Fig5.12: De esta forma tiene que quedar la configuración de esta primera entrada de señal.	94
Fig5.13: Primera unión de elementos.....	95
Fig5.14: Funcionamiento inicial solo con la función de l sensor, mediante Run Continuously.	96
Fig5.15: Garbamos Programa.	96
Fig5.16: Programa para posición, velocidad, aceleración y salto.	97
Fig5.16: Programa para posición, velocidad, aceleración y salto.	98
Fig5.17: Programación de Angulo de presión.....	99
Fig5.18: Programación de fuerza ejercida sobre la leva.....	100
Fig5.18: Programación de fuerza ejercida sobre la leva.....	102
Fig5.18: Programación para el inductivo.....	103
Fig5.19: Expansión del While Loop para colocar mas elementos del programa de control.	104
Fig5.20: Primera parte del control de velocidad.....	105
Fig5.21: Panel Frontal hasta el momento.	105
Fig5.21: Control de velocidad.	106
Fig5.22: Primera parte del indicador de velocidad.	107
Fig5.23: Siguiete parte del indicador de velocidad, se transforma número de vueltas en RPMs.....	108
Fig5.24: Se realiza una retroalimentación para mantener la cantidad de la velocidad.....	109
Fig5.25: Se construye un arreglo para poder desáselo según la necesidad de presentación de datos.....	110
Fig5.26: Presentación del programa de análisis de levas.....	110
Fig5.27: Cuadro de dialogo que muestra como realizar la protección de un archivo VI.....	111
Fig5.28: Cuadro de dialogo que permite la creación de palabra de seguridad.	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1.....	62
Tabla 3.2.....	63
Tabla 3.3.....	63
Tabla 3.4.....	64
Tabla 3.5.....	64
Tabla 3.6.....	65
Tabla 3.7.....	65
Tabla 3.8.....	66
Tabla 3.9.....	66
Tabla 6.1.....	114
Tabla 6.2.....	114
Tabla 6.3.....	115
Tabla 6.4.....	115
Tabla 6.5.....	116
Tabla 6.6.....	116
Tabla 6.7.....	117
Tabla 6.8.....	117
Tabla 6.9.....	118
Tabla 6.10.....	121
Tabla 7.1.....	123
Tabla 7.2.....	123
Tabla 7.3.....	123
Tabla 7.4.....	123
Tabla 7.5.....	124
Tabla 7.6.....	124

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La Escuela Politécnica Del Ejército desde su creación, ha sido una de las universidades de mayor renombre en el país, especialmente en lo que a carreras técnicas respecta. Una de las carreras más importantes con las que cuenta la Escuela Politécnica del Ejército es la carrera de Ingeniería Mecánica, la cual fue creada hace 30 años y que trata de mantenerse a la vanguardia, mediante la capacitación de sus docentes y también mediante la actualización y mejoramiento de sus equipos de laboratorio, de tal manera que los estudiantes que se inclinan por esta opción, puedan convertirse en profesionales con experiencia en el manejo y uso de nuevas tecnologías, y así, poder competir en el mercado, con bases y conocimientos sólidos.

Dentro de la carrera de Ingeniería Mecánica se encuentran las áreas de Mecanismos, Control y Automatización, las cuales son de gran importancia dentro de campo industrial, puesto que en la actualidad, casi todas las empresas dedicadas a la producción especialmente, cuentan con procesos automatizados. Este es el motivo por el cual el perfil del Ingeniero Mecánico de la Escuela Politécnica del Ejército, exige conocimientos relacionados con este tipo de implementaciones de sistemas de control y automatización de procesos industriales, así como la capacidad de mejorar y actualizar sistemas ya implementados. Para cumplir con esta misión, la carrera de Ingeniería Mecánica cuenta con laboratorios, tanto de Mecanismos y Vibraciones, así como de Control y Automatización Industrial; de tal forma que los estudiantes puedan evidenciar de manera práctica los conocimientos adquiridos en las clases, así como la aplicación real de de sistemas de control en varios tipos de mecanismos.

El laboratorio de Mecanismos y Vibraciones cuenta con máquinas y equipos orientados al análisis de distintos mecanismos, así como, de ciertos fenómenos que ocurren en el funcionamiento de los mismos. Una de las máquinas que se encuentran en este laboratorio, nos ayuda a visualizar parámetros importantes dentro del movimiento de levas, lo cual nos permite realizar un análisis del conjunto, mediante los datos que obtengamos.

La máquina en mención es de marca TECQUIPMENT (modelo: TM21 062); y actualmente tiene una falencia en su sistema de adquisición de datos puesto que, cuenta por el momento con una tarjeta DAQ fabricada por estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica, la cual, no cuenta con las características de una tarjeta de adquisición de datos comercial, ya que presenta problemas al momento de obtener los datos y mostrarlos al usuario. Algunos de estos problemas son: discrepancia entre datos de una misma práctica, variaciones considerables en las lecturas inclusive cuando se mantiene la leva en una posición específica, esto se debe a la presencia de factores externos, como ruido, o pequeños movimientos del bastidor de la máquina; también se evidencian alteraciones en el funcionamiento de la tarjeta cuando esta se desconecta del equipo por cualquier motivo, y nuevamente se la conecta.

Estos son los motivos por los que la tarjeta DAQ de la máquina de análisis de movimiento en levas, debe ser el punto principal de nuestro análisis para la mejora de funcionamiento de dicha máquina, y según los resultados de este análisis, reemplazarla por una tarjeta comercial, la cual nos da la certeza de la obtención de datos lo más cercanos a la realidad, sin problemas de alteraciones en los mismos, lo cual nos generará análisis reales.

Las máquinas son utilizadas por alumnos contadas veces a lo largo del semestre, permaneciendo en largos periodos de inactividad; es por eso que el buen mantenimiento de los sistemas mecánicos hace que se mantengan en

buen estado y con capacidad de operación, esto nos lleva a decir entonces que la necesidad primordial para mejorar el funcionamiento de la máquina está en la parte de automatización y control.

1.2. Definición del problema

1.2.1. PRONÓSTICO

De seguir así el quipo, el tiempo que se pierde al calibrar el quipo es malo para los estudiantes y los profesores, ya que no se podría cumplir con el programa con el que trabaja el laboratorio.

1.2.2. CONTROL DEL PRONÓSTICO

Para que esto no suceda se tiene dos opciones, la primera sería de mejorar el control y automatización de datos, y el segundo es la compra de un nuevo equipo con la tecnología de control incluida en el mismo. De estas dos opciones la más que se ha tomado en cuenta es la de primera, debido a su costo y realización.

1.2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo mejorar el equipo TECQUIPMENT TM21 062 para mejorar su funcionamiento y su operabilidad en beneficio de los nuevos y futuros ingenieros?

1.3. Objetivos

1.3.1. GENERAL

- Mejorar del funcionamiento y operabilidad del equipo TECQUIPMENT TM21 062 para el análisis de levas del laboratorio de Mecanismos.

1.3.2. ESPECÍFICOS

- Determinar el estado actual del equipo.
- Reemplazar componentes del equipo.
- Seleccionar la mejora tarjeta de adquisición de datos para esta aplicación.
- Realizar un manual de uso del equipo y del software para el mejor uso del mismo.
- Comparar el funcionamiento del equipo antes y después de la colocación de los nuevos dispositivos.

1.4. Alcance

Mediante la actualización de los sistemas de adquisición de datos y el programa de control de la máquina TECQUIPMENT TM21 062 se pretende llegar a un nivel superior de automatización y control de sistemas mecánicos, dando como resultado la mejora del funcionamiento y operabilidad de la máquina.

1.5. Justificación

TECQUIPMENT TM21 062 es un equipo semi-automático, y por su configuración, esta se presta para realizar su automatización, esto permitirá que los estudiantes de mecánica y de mecatrónica amplíen sus conocimientos sobre los que es la automatización y control a sistemas mecánicos.

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos generales sobre mecanismos

Como primera cosa debemos determinar en como se encuentran los mecanismos dentro de la ingeniería. A este lo encontramos dentro del diseño de maquinaria, el cual dice lo siguiente, que la máquina y el mecanismo son dos cosas que comparten elementos comunes, para entender eso daremos los conceptos de los mismas a continuación.

Mecanismos: sistema de elementos dispuestos a transmitir movimiento de un modo predeterminado¹.

Máquina: sistema de elementos dispuestos a transmitir movimiento y energía de un modo predeterminado².

Por este motivo, el análisis de la cinemática de los dos sistemas es mismo, la diferencia radica en el análisis dinámico de los mismos, esto se debe a que las velocidades y aceleraciones de los mecanismos es mucho mas pequeño que en las máquinas

2.1.1. FUNDAMENTOS DE LA CINEMÁTICA

2.1.1.1. Grados de libertad

Los grados de libertad (GDL) se definirían como todos los movimiento que puede realizar un cuerpo en el espacio en que este se encuentra, esto quiere

¹ NORTON, ROBERT L.; Diseño de Maquinaria.

² NORTON, ROBERT L.; Diseño de Maquinaria.

decir que si se tiene un cuerpo que se encuentra en un plano cartesiano, este puede realizar tres movimientos: traslación vertical, traslación horizontal o rotación, aunque puede realizar cualquiera de estos movimientos, en la realidad el cuerpo los puede combinar.

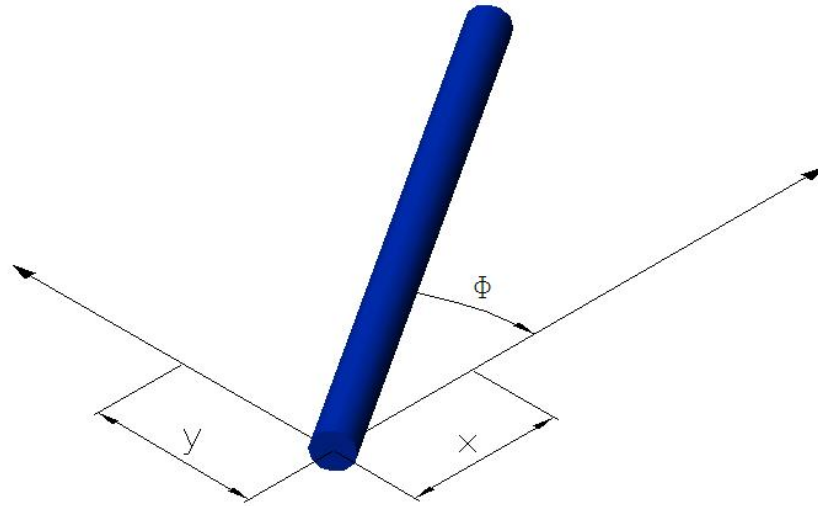


Fig2.1: Grados de libertad de un cuerpo en un plano

Sin embargo, como los cuerpos se encuentran dentro de un espacio tridimensional, los grados de libertad aumentan hasta seis: plano x, plano y, plano z, rotación θ , rotación Φ y rotación Φ . A estos cuerpos se los conoce también como **cuerpo rígido** o **eslabón**.

Como ya se ha indicado, los eslabones, tienen hasta seis grados de libertad, al unir estos entre sí mediante el uso de **nodos**, se reduce los grados de libertad entre ellos; estas uniones se conoce como **juntas** o **pares cinemáticos** los cuales se pueden clasificar en: pares superiores y pares inferiores.

Pares inferiores: se describe a los contactos entre las superficies de los eslabones.

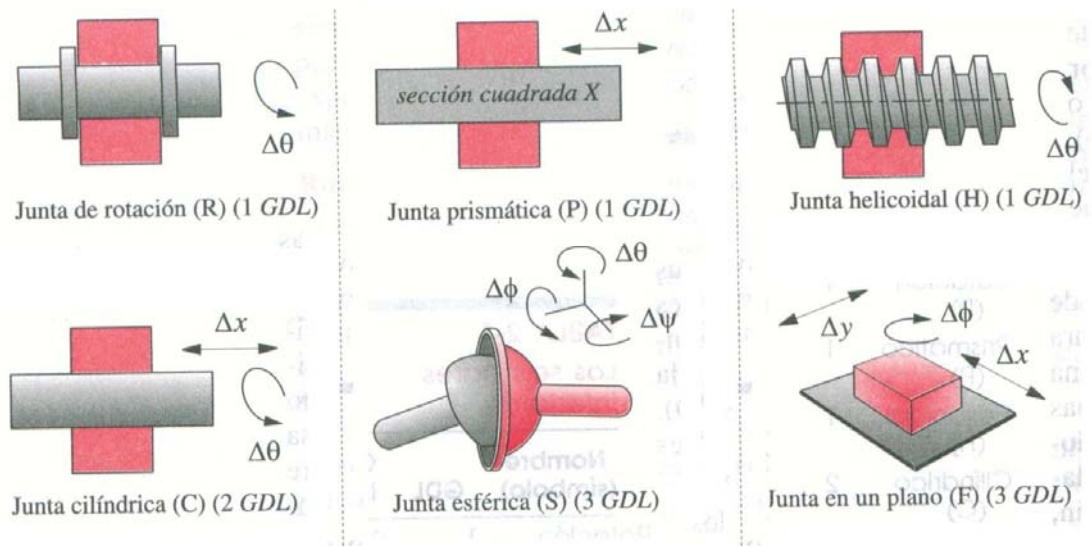


Fig2.2: pares inferiores³

Par superior: se describe como el contacto de punto o de línea entre los eslabones o cuerpos.

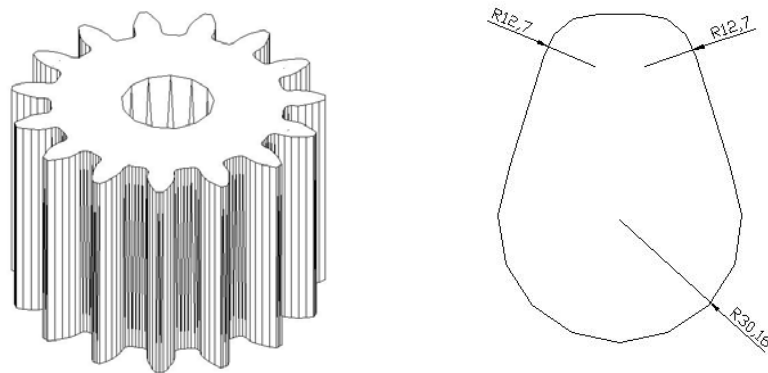


Fig2.3: pares superiores.

2.1.1.2. Grados de libertad de un mecanismo plano

Los mecanismos pueden tener varios GDL dependiendo de como estén sus eslabonamiento; por lo general, los mismos se encuentra apoyados en un solo planos, ya que de estar en el espacio, la movilidad (GDL) serian

³ NORTON, ROBERT L.; Diseño de Maquinaria.

demasiados para poder controlar el movimiento del mecanismo con facilidad, por lo cual se tendría que colocar mas elementos que controlen cada movimiento de mismo.

Por lo tanto se tiene que la mayoría de los mecanismos serán en un solo plano, es así que se puede calcular la movilidad de todo el sistema mediante la ecuación de **Kutzbach** que es una modificación de la de **Gruebler** que dice:

$$M = 3 \cdot (L - 1) - 2J_1 - J_2 \quad (2.1)$$

En donde:

M es la movilidad (GDL).

L el número de eslabones.

J₁ número de juntas de un solo grado de libertad.

J₂ número de juntas de dos grados de libertad.

Esta ecuación no toma en cuenta el dimensionamiento de los eslabones lo que tiende a dar resultados erróneos, algunos sistemas de eslabonamientos no cumplen con esta ecuación y funciona, el ejemplo mas claro es de los trenes de engranajes y el quinteto E, los cuales tienen según esta ecuación, una movilidad de cero, la que en realidad es uno.

2.2. Tipos de mecanismos

Se tiene que los mecanismos se pueden clasificar de varias maneras. Para el estudio concerniente a este proyecto, se optara por la siguiente clasificación:

2.2.1. MECANISMOS PLANOS

Todos aquellos mecanismos que describen curvas en dos dimensiones, la mayoría de estos mecanismos son muy fáciles de resolver. Estos mecanismos se pueden clasificar en Polea, Biela-Manivela, Leva, Engranajes, Cadena y piñones, Piñón-Cremallera.

2.2.1.1. Poleas

Las poleas son elementos de tipo rueda los cuales tiene un canal del perfil de la rueda en la cual se coloca una curda o cabo que sirve para transmisión de fuerza

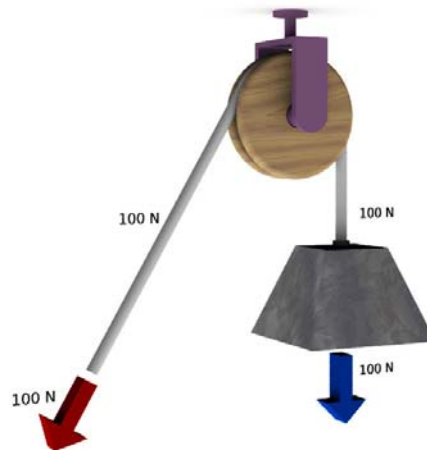


Fig2.4: mecanismo plano - polea

2.2.1.2. Biela manivela

Es un que transforma un movimiento circular en un movimiento lineal mediante un mecanismo de cuatro barras. Las máquinas más conocidas que utilizan este tipo de mecanismos son los motores de combustión interna alternativos y los compresores de pistón.

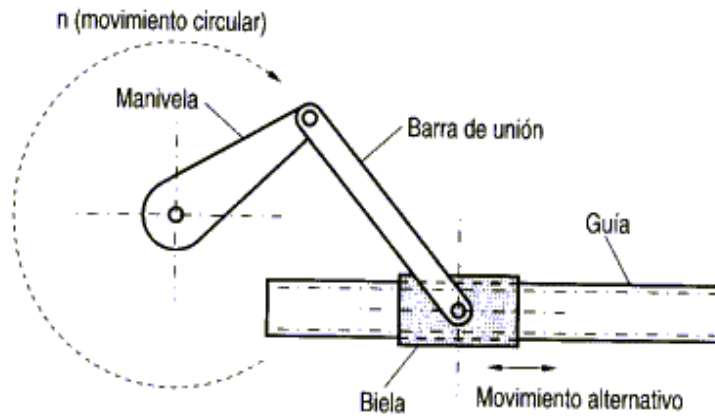


Fig2.5: mecanismo plano – biela manivela

2.2.1.3. Levas

De igual manera que los mecanismos de biela-manivela, estos cambian el movimiento rotatorio en un movimiento lineal u oscilante, mediante el uso de seguidores rodantes o de deslizamiento. Estos se diferencian del mecanismo anterior por su tamaño y costo.

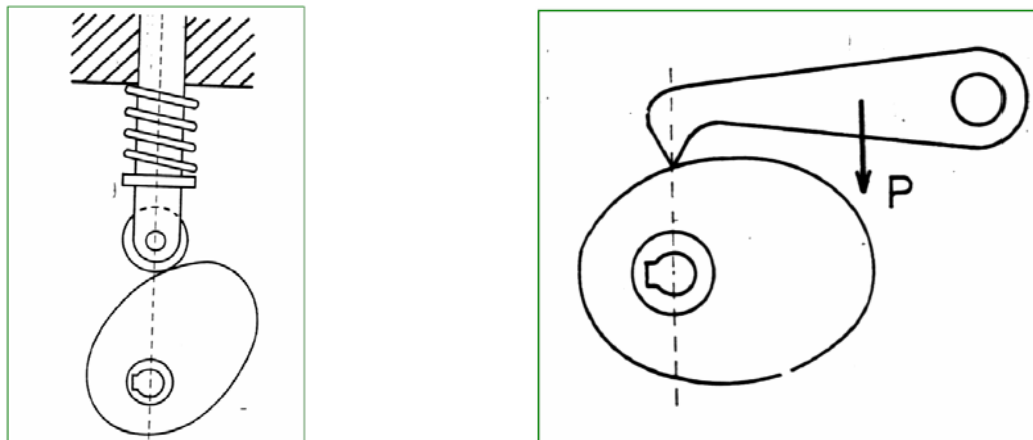


Fig2.6: mecanismo plano - levas

2.2.1.4. Engranajes

Son elementos que transmiten movimiento giratorio, multiplicándolo su velocidad y/o potencia. Estos sistemas constan d un piñón conductor y un engrane conducido, estos sistemas pueden generar movimiento en un mismos plano como en un plano perpendicular.

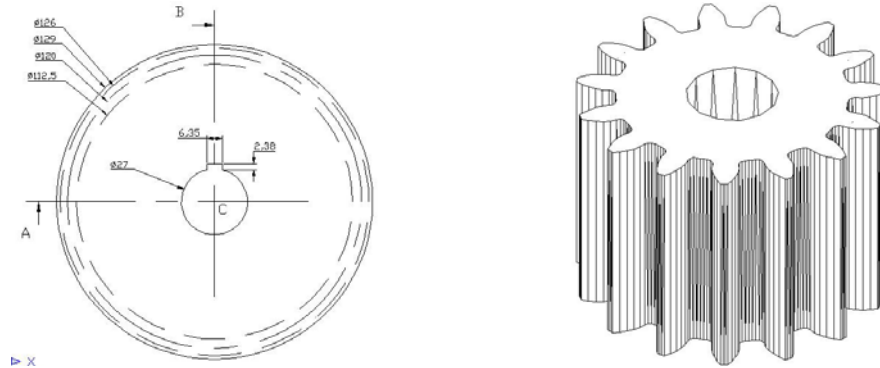


Fig2.7: mecanismo plano – engrane y piñón

2.2.1.5. Piñón cremallera

Así como las levas y el mecanismos de biela manivela, estos transforman en movimiento circular en un movimiento lineal; tiene cierta relación con los engranajes, la diferencia esta en que el engrane tiene un radio infinito, esto quiere decir que los dientes están dispuestos en línea recta, a esto se le llama cremallera. Estos mecanismos se lo encuentras en los talados de pedestal y de pie.

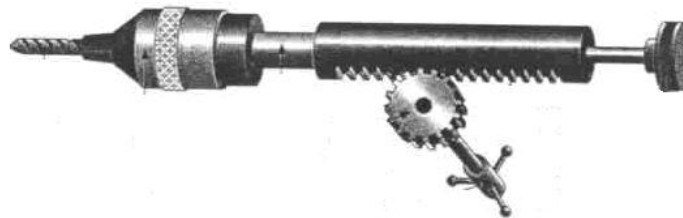


Fig2.8: mecanismo plano – piñón cremallera

2.3. Levas

Las levas son elementos mecánicos que han sido diseñados de manera que replacen a los mecanismos de cuatro barras cuando estos no, por su tamaño es un impedimento para realizar las tareas, se consideran a los sistemas de levas como mecanismos de cuatro barras modificados.

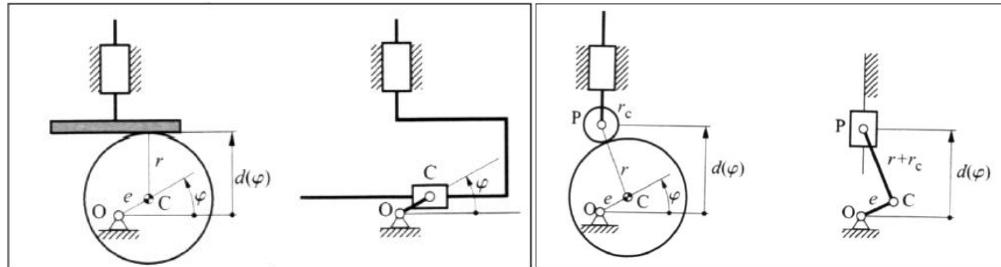


Fig2.9: comparación de las levas con mecanismos de cuatro barras

Las desventajas que tienen estos sistemas con respecto a los mecanismos de cuatro barras, es el para superior que deslizante, ya que este tiende a desgastarse con mayor rapidez que las juntas de los eslabones debido a la fricción o a los saltos que se generan por la aceleraciones producidas por el movimiento. Además el costo de fabricación de la leva es muy alto, sin embargo el ahorro de espacio y facilidad de montajes compensan estas desventajas.

2.3.1. DEFINICIÓN

Son elementos de maquinas que pueden tener forma cilíndrica o plana y que tallados en formas apropiadas pueden imprimir cualquier función salida de un seguidor⁴.

Las levas pueden realizar movimientos en línea recta, oscilación y de superficie, dependiendo de la forma de que estas estén hechas para la tarea específica, es así que la leva puede imprimir, además de movimiento, fuerza. Su versatilidad de movimiento esta en tres dimensiones, es decir, que las levas

⁴ OLMEDO, FERNANDO, Mecanismos con Mathcad

pueden diseñarse para trabajar en movimiento circular, una dirección y en plano (movimiento en x y y).

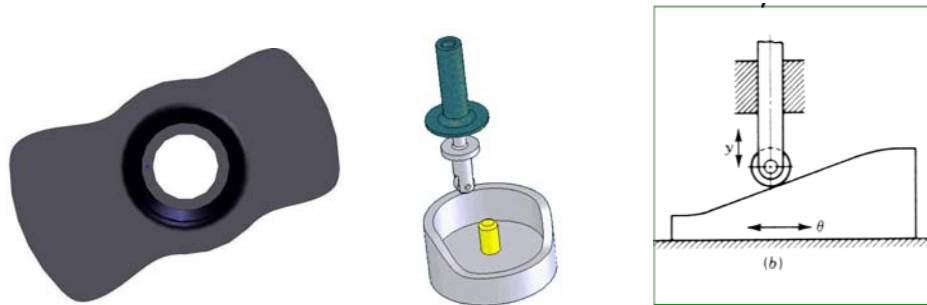


Fig2.10: ejemplos de levas: levas de desplazamiento vertical

2.3.1.1. Aplicaciones

Entre las aplicaciones más comunes de las levas se puede enumerar las siguientes⁵:

- Sistemas de distribución de gases en motores de combustión interna.
- En las prensas de impresión.
- Máquinas de coser que utilizan sistemas de levas.
- Dispositivos de temporización.

Estas son algunos ejemplos del uso de las levas, aunque existen muchos más.

2.3.2. CLASIFICACIÓN

Las levas se pueden clasificar en cuatro partes:

2.3.2.1. Por el tipo de movimiento del seguidor

⁵ OLMEDO, FERNANDO, Mecanismos con Mathcad

En este tenemos los traslatorios y los oscilantes. Los primeros son aquellos en el que el seguidor se mediante el uso de una junta deslizante. La segunda tiene el seguidor unido a un eslabón que tiene un extremo con una junta de rotación, lo que el elemento tenga un movimiento oscilante.

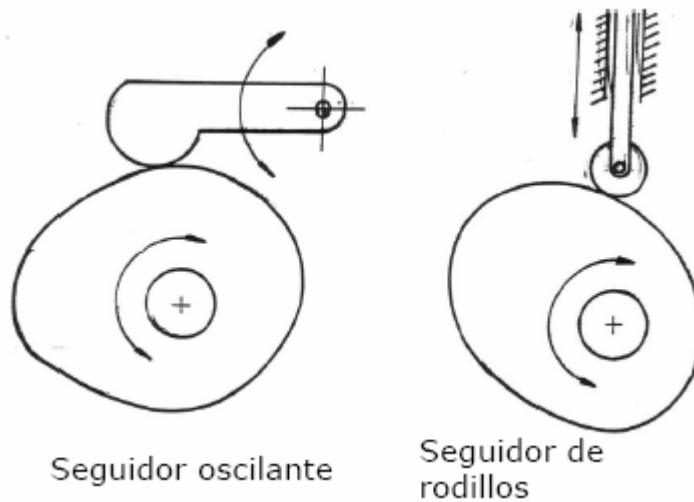


Fig2.11: Tipos de movimiento del seguidor

2.3.2.2. Por el tipo de junta o de cierre

Aquí se tiene los cierres de fuerza y los de forma. Los cierres de fuerza son aquellos se aplica una carga externa para mantener al seguidor unido a la leva, esta carga externa puede ser proporcionada (en casi todos los casos) por un resorte. En el otro caso se tiene que el cierre es definido por la forma geométrica de la leva misma, en este caso la leva está en una ranura en la que el seguidor sigue su forma.

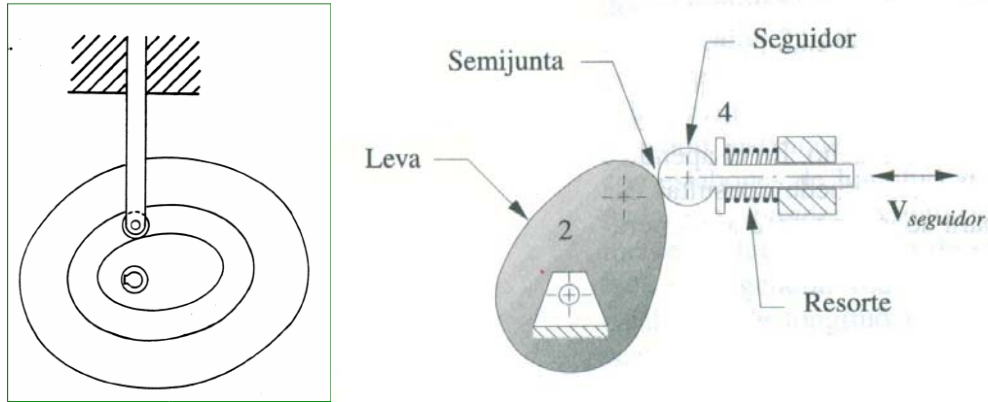


Fig2.12: a la derecha el seguidor de fuerza; a la izquierda el seguidor de forma

2.3.2.3. Por el tipo de seguidor

En estas se destacan cuatro tipos de seguidores: el de rodillo, el de hongo, el plano y de punta; los seguidores de rodillos son los mas comunes debido a que estos tiene la ventaja de reduce l rozamiento ya que sus cara rueda sobre el contorno de la leva. Los le hongo, de cara plana y punta, son diseñados para cada aplicación especifica, estos tienen la ventaja de ser menos costosos que los de rodillo.

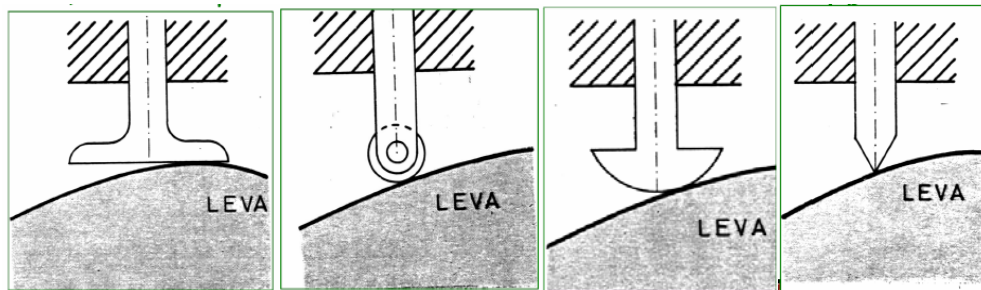


Fig2.13: de izquierda a derecha, seguidor de cara plana, rodillo, hongo y punta

2.3.2.4. Por el tipo de leva

Aquí podemos tener tres tipos: las radiales, las axiales y lineales. Las primeras son las más comunes, son también conicidad como **levas planas**. Las levaxiales son aquellas que tienen la leva tallada en un cilindro, por esta

razón son también llamadas levas cilíndricas. Por último se tiene las líneas, deben su nombre a que estas se mueven dentro de una recta o un plano en el cual realizan su trabajo.

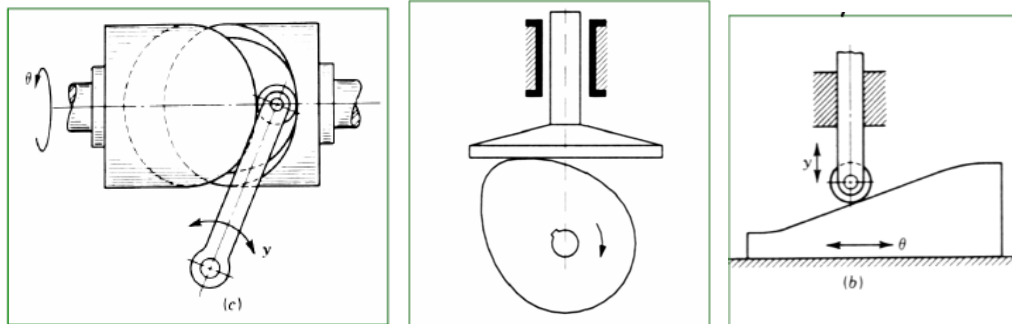


Fig2.14: de izquierda a derecha, leva cilíndrica, leva plana y leva lineal

2.3.3. DIAGRAMAS S V A J

Todas las levas tienen estos diagramas en común para la realización de su diseño, estas graficas se basan en el movimiento del seguidor, la velocidad, aceleración u salto. Para esto debemos indicar como se realizan cada uno de estos diagramas, para lo cual tomaremos la leva plana como referencia, ya que el equipo TECQUIPMENT TM21 062 solo analiza este tipo de elementos.

Diagramas de posición $s(\theta)$: estos son los que se obtienen de desarrollar la leva para tener una función de la misma en un plano, esto se explica mejor en el gráfico que se muestra a continuación.

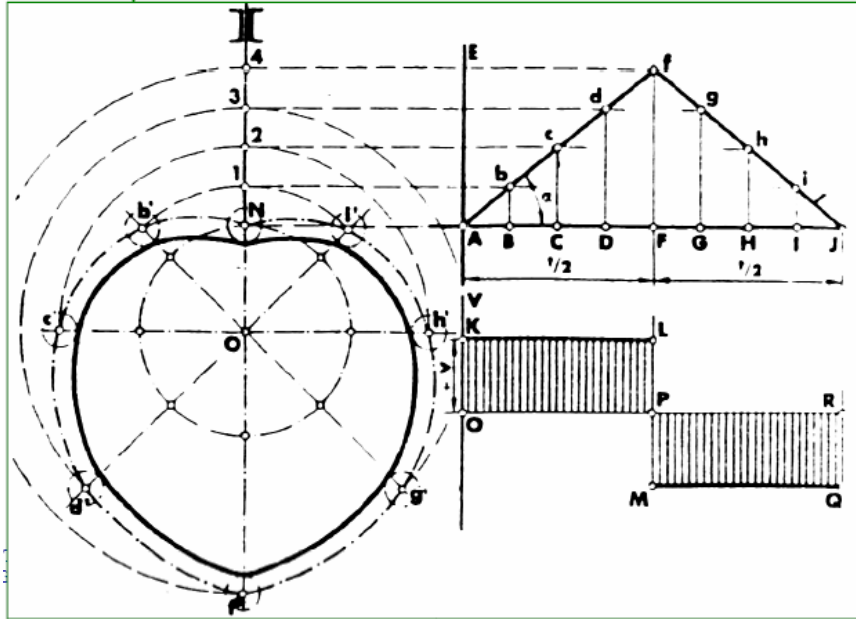


Fig2.15: colocación de la leva en una plano, x son grados e y es la altura de la leva

Como se puede apreciar en el grafico la leva esta descrita por el movimiento del seguidor.

Diagramas de velocidad $v(\theta)$, aceleración $a(\theta)$ y salto $j(\theta)$: estos son más sencillos de determinar ya que el de velocidad es la derivada de la posición, la aceleración es la de la velocidad y el de salto el de la aceleración, a este último también se le conoce como **rapidez de aceleración**⁶.

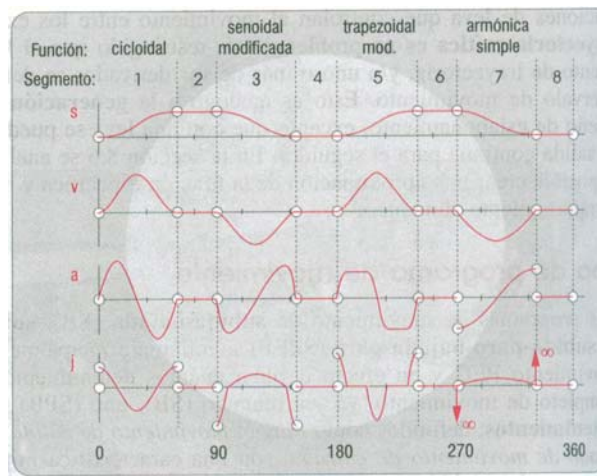


Fig2.15: diagramas s , v , a y j de una leva con cuatro detenimientos.

⁶ NORTON, ROBERT L.; Diseño de Maquinaria.

2.3.3.1. Levas rectas

Estas son las mas simples de diseñar, sin embargo son las levas que se denominan defectuosas, ya que las funciones de aceleración y salto, son infinitas en ciertos punto, los cuales son aristas que hacen que las leva soporte grandes cargas en ese punto, por lo que genera deformaciones de la mismas y no trabaja como fue diseñada.

Para el diseño de este caso particular de levas, partiremos de que la subida es una función lineal, para llegara a un detenimiento y finalmente regresar, es resultado es la levas que e encuentra a continuación en la que se ve que tiene aristas vivas, la cuales generan puntos e aceleración y salto infinitos, en la vida real, estos se puede traducir como golpes que recibe la leva.

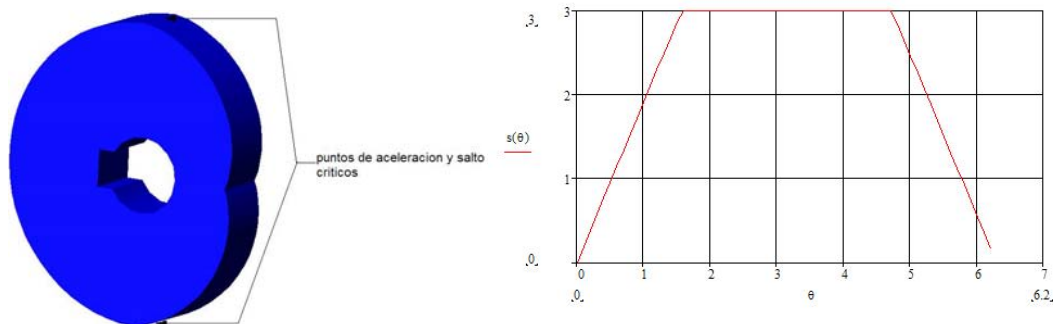


Fig2.16: leva recta, las aristas vivas hacen que sea una leva defectuosa

Para este tipo de levas se parte de la concepción de la recta, en donde se tiene que la variable es el ángulo y la ordenada es la altura de la leva.

$$h = m \cdot \theta + b \quad (2.2)$$

Sus respectivas derivadas dan que la velocidad es constante en la subida y bajada del seguidor, pero la aceleración y el salto en los puntos desde donde

empieza la subida y termina, empieza la bajada y termina, se encuentra puntos que dañan las levas.

2.3.3.2. Levas armónicas

Esta basa el movimiento del seguidor en función trigonométrica de seno y coseno, la razón es que la derivada permite que la función sea continua sin tener aceleraciones y saltos matemáticos a cero en los que se ve comprometida la leva.

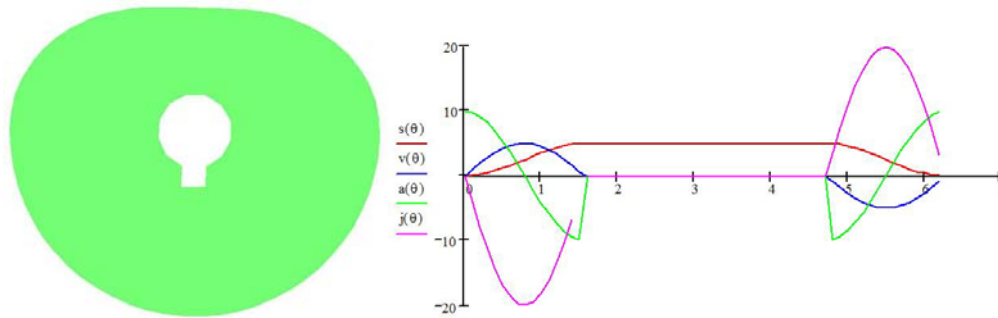


Fig2.17: leva mas, la segunda derivada no es continua.

Sin embargo si nos encontramos con detenimientos como muestra en la figura anterior, la aceleración no es continua, por lo tanto va en contra de la **ley fundamental del diseño de levas**, por lo que es otra levas que se denomina mal diseñada.

2.3.3.3. Leva cicloidal

Al determinar los errores de los diseños de las levas anteriores, podemos partir de la aceleración de tal manera que se pueda integrar la misma hasta llegar al desplazamiento. Para esto se parte de las que las condiciones frontera en la que la aceleración empieza en cero y termina en cero, por lo que se tiene que la ecuación de la aceleración va a ser:

$$a = C \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \frac{\theta}{\beta}\right)$$

(2.3)

Si continuamos con la integración llegaremos a la ecuación de la velocidad, determinaremos que las condiciones de frontera son que al inicio del movimiento la velocidad es cero y al final también es cero. Por último integraremos la velocidad para llegar a la ecuación de la posición, en donde al inicio del movimiento el desplazamiento es cero y al final es el desplazamiento del seguidor, esto es en la subida; en la bajada, las condiciones del desplazamiento cambian.

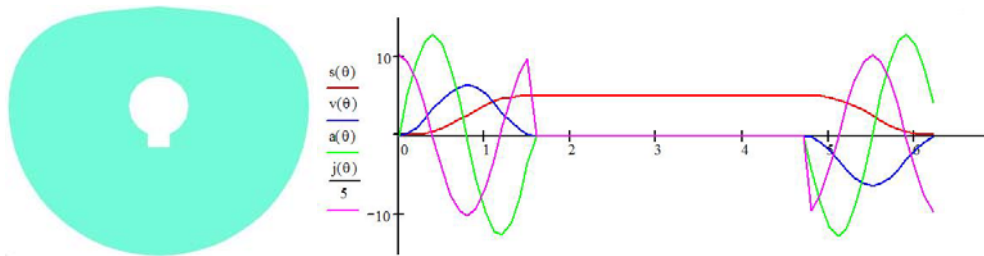


Fig2.17: leva cicloidal, parte de la aceleración para determinar el resto de parámetros.

La ventaja es que ya no se tiene que preocupar por la aceleración tenga saltos, la desventajas es que, sino se tiene un programa de cálculo poderoso, los cálculos se tienen que hacer a mano, especialmente las integraciones.

2.3.3.4. Movimiento polinomial

Esta leva se basa en la función polinomial, así como la leva cicloidal, se acopla con facilidad a los requerimientos de diseño de levas, con la diferencia que es mucho más fácil el cálculo de los parámetros de las funciones de velocidad, aceleración y salto. Para esta se parte de la siguiente función:

$$s(\theta) = C_0 + C_1 \cdot \left(\frac{\theta}{\beta}\right) + C_2 \cdot \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^2 + C_3 \cdot \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^3 + C_4 \cdot \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^4 + C_5 \cdot \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^5 \quad (2,4)$$

De aquí se definen las condiciones de frontera, es decir para valores de θ definidos, determinará valores de posición, velocidad y aceleración tanto para la

subida, como para la bajada. Además el número de términos igual al número de incógnitas.

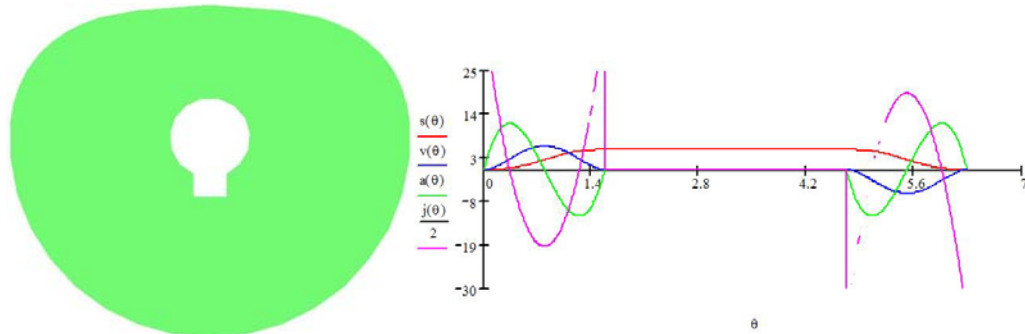


Fig2.18: leva polinomial, parte de condiciones de iniciales para diseñar la leva

La dificultad de esta leva es la determinación de las constantes, el mal cálculo de estas, tendría como resultado una leva no deseada o condiciones incoherentes de posición.

Estas son las cuatro maneras de diseñar levas, se ha expuesto las debilidades y ventajas de cada uno de estas, por lo que podemos concluir es que la mejor leva es la que pueda combinar las ventajas de cada una de estas, de manera que cumpla los requerimientos del diseño y las leyes de diseño de levas.

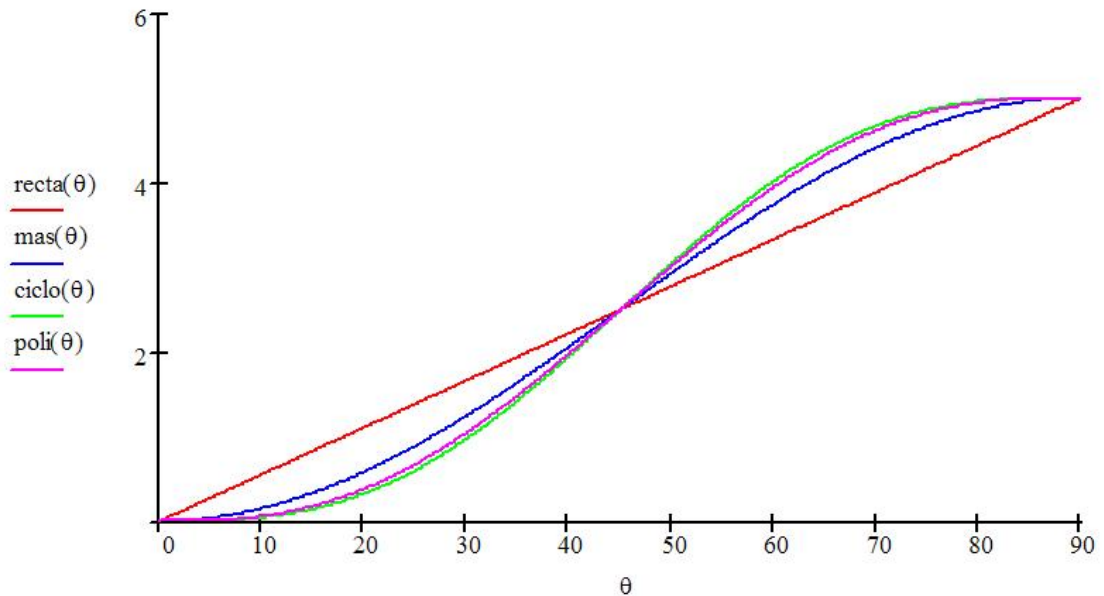


Fig2.19: comparación de los cuatro tipos de levas.

2.3.4. MOVIMIENTO DE TRAYECTORIA CRÍTICA

Esta es una de las maneras de diseñar levas, en la cual se tiene el movimiento, con el cual se determina las dimensiones de la leva y sus movimientos. Aquí tenemos dos formas de realizar el movimiento, el movimiento intermitente y el movimiento continuo.

Movimiento intermitente: este tipo de movimiento, tiene detenimientos, por lo que su velocidad está limitada por las aceleraciones de los elementos, incluyendo el de las levas.

Movimiento continuo: aquí la velocidad de trabajo es constante, es decir que no existen cambios abruptos de la misma, el movimiento de las piezas está de acuerdo con este movimiento.

2.3.5. DIMENSIONAMIENTO DE LEVAS

Una vez que se ha definido los diagrama s, v, a y j, e siguiente pasos es el dimensionado de la leva, este se basa en dos factores, el Angulo de presión y el radio de curvatura. Ambos están determinados por el circulo base y el circulo primitivo.

Circulo base: se define como es circulo mas pequeño que se puede trazarse tangente a la superficie de la curva⁷.

Circulo primitivo o primo: se define como la menor circunferencia que puede trazarse tangente al lugar geométrico de la línea central del seguidor⁸

2.3.5.1. **ÁNGULO DE PRESIÓN**

Se define al ángulo de presión como “el ángulo situado en te la dirección del movimiento de l seguidor y la dirección del eje de transmisión”⁹. Para tener una idea mas clara de cual es el eje transmisión, determinaremos cual es son los planos que interviene en la unión entre el seguidor y la leva.

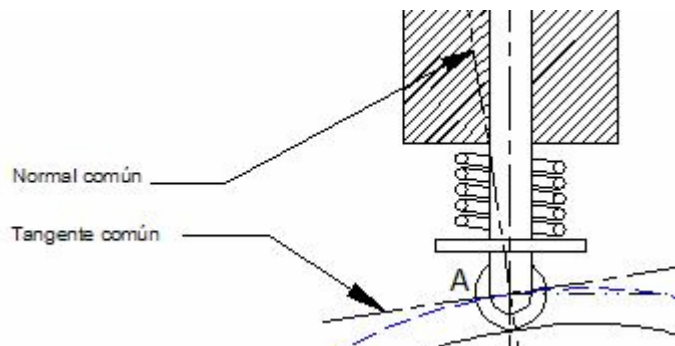


Fig2.20: la normal común es el eje de transmisión y la tangente común el eje de deslizamiento.

⁷ NORTON, ROBERT L.; Diseño de Maquinaria.

⁸ NORTON, ROBERT L.; Diseño de Maquinaria.

⁹ NORTON, ROBERT L.; Diseño de Maquinaria.

En primer lugar tenemos el plano común entre las leva y el seguidor, a este se le denomina también como el eje de deslizamiento, y es trazado, en levas de rodillo y hongo, en el centro de curvatura del acento del seguidor.

El siguiente es el plano perpendicular a este, como el que se muestra en la figura anterior, este será la normal común y será la que forme el ángulo de presión.

Otro de los términos importante para el calculo del ángulo de presión, será el de la **excentricidad**, el cual se define como “la distancia perpendicular entre el eje del seguidor y el centro de la leva”¹⁰. Esta distancia es muy importante ya que es muy raro diseñar leva en las que el eje de movimiento de la leva coincida con el centro de la leva.

Para el seguidor de rodillo y de hongo, el cálculo del ángulo de presión, se lo realiza mediante la determinación geométrica ciertos parámetros conocidos.

¹⁰ NORTON, ROBERT L.; Diseño de Maquinaria.

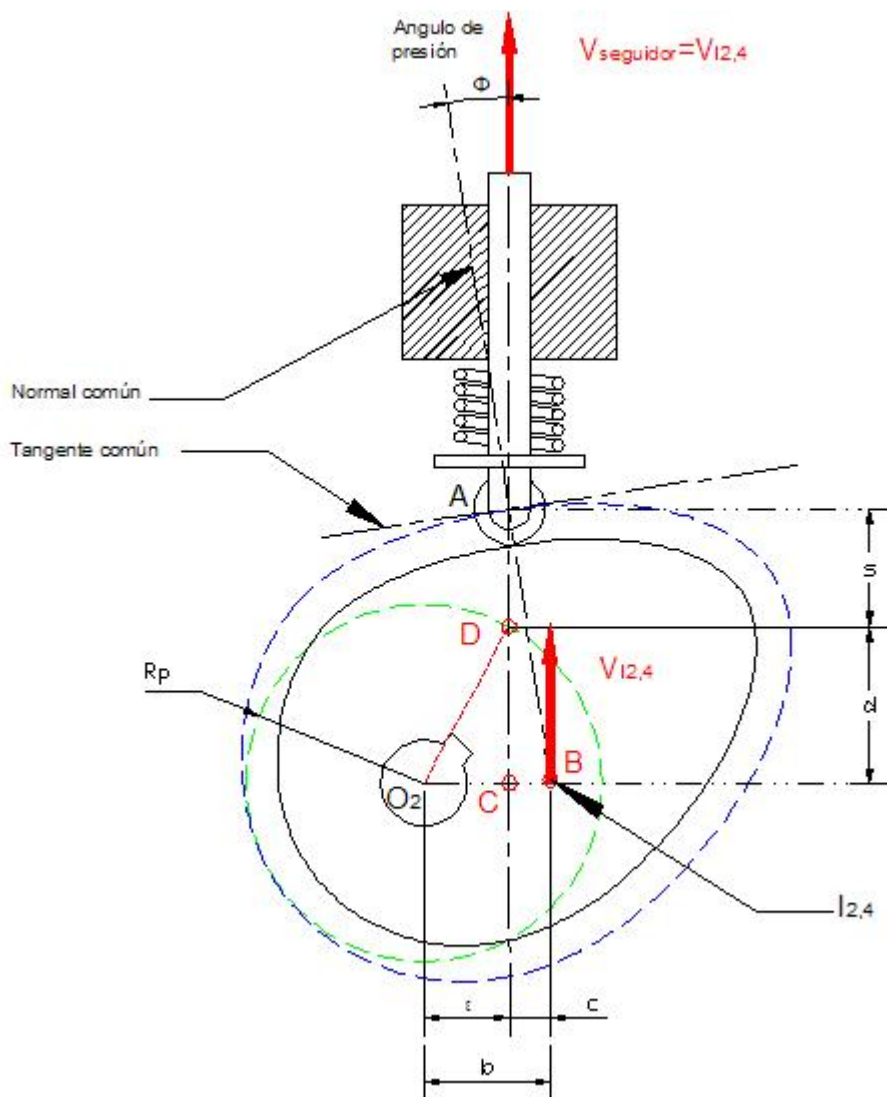


Fig2.21: geometría para el cálculo del ángulo de presión.

Al final de todo el cálculo se tiene que el ángulo de presión para los seguidores de rodillo es:

$$\phi = \arctan\left(\frac{v - \epsilon}{s + \sqrt{Rp^2 + \epsilon^2}}\right) \quad (2,5)$$

En donde:

v es la velocidad del seguidor [long/rad]

ε es la excentricidad de la leva [long]

s es el desplazamiento del seguidor [long]

R_p es el radio primitivo de la leva [long]

Como se puede ver, el radio primitivo es esencial para calcular el ángulo de presión, si este es muy pequeño, este ángulo se incrementa, lo que puede conllevar a un atascamiento de la leva. La excentricidad tiene el mismo efecto. Por lo tanto la determinación de estos parámetros es de gran importancia para el cálculo del diseño de las levas.

Para los seguidores de cara plana, el ángulo de presión es el mismo en todos los puntos de la leva y es cero. En este tipo de seguidores se toma en cuenta el momento de volteo, es el momento que proviene del equilibrio de momentos.

$$\sum M = 0 \tag{2,6a}$$

$$F_{leva} \cdot d = F_b \cdot b \tag{2,6a}$$

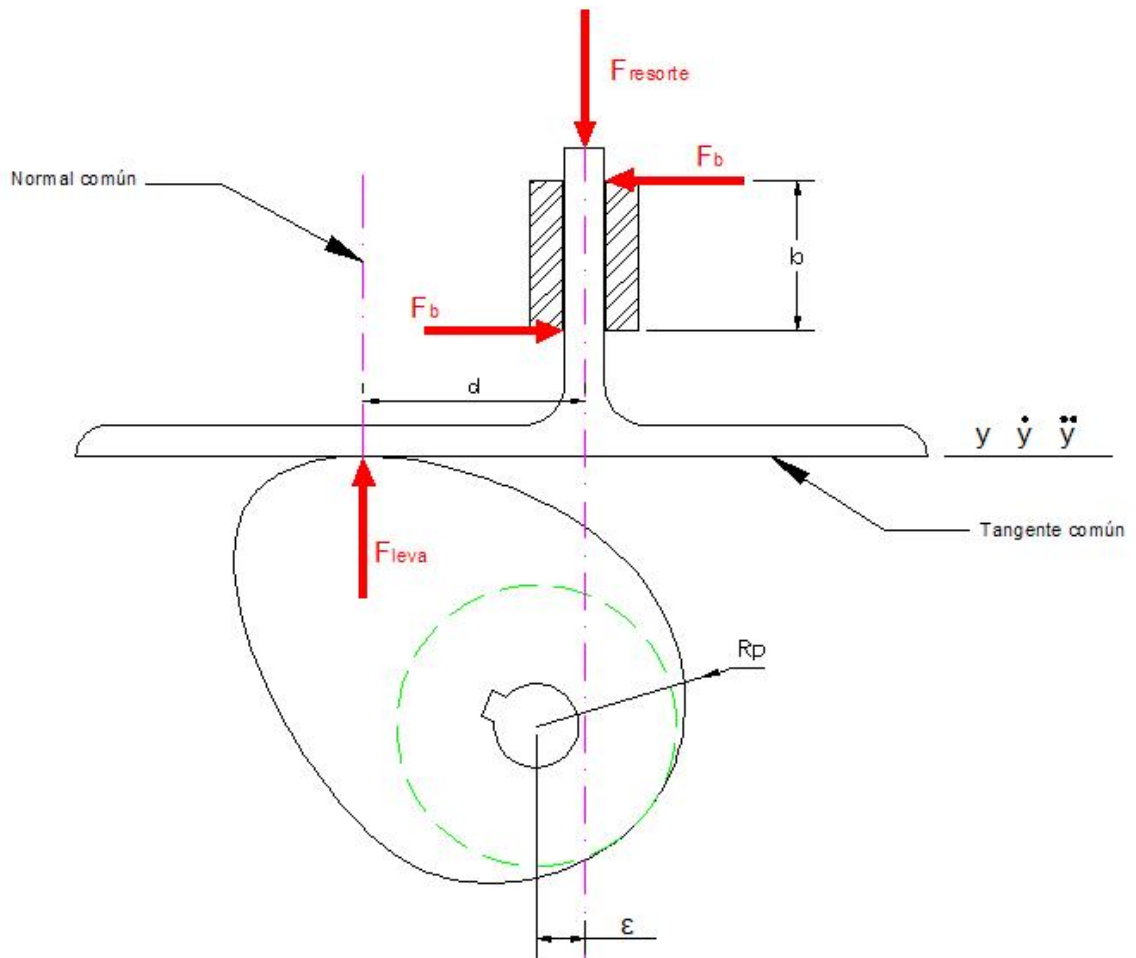


Fig2.22: geometría para el cálculo fuerza de volteo.

2.3.5.2. RADIO DE CURVATURA

Esta es una propiedad de las funciones, como las levas tienen su perfil dado por algún tipo de función, es razonable pensar que el perfil de la leva tiene radio de curvatura, pero como por lo general el perfil es una función de alto grado, esta tiene varios radios de curvatura. Este está dado por la siguiente ecuación:

$$\rho_{paso} = \frac{[(Rp + s)^2 + v^2]}{(Rp + s)^2 + 2 \cdot v^2 - a \cdot (Rp + s)} \quad (2,7)$$

En donde:

s es el desplazamiento [long]

v es la velocidad del seguidor [long/rad]

a es la aceleración [long/rad²]

R_p es el radio primitivo de la leva [long]

El radio de curvatura tiene que ser de 2 a 3 veces el radio de del seguidor.

2.4. CONCEPTOS GENERALES DE AUTOMATIZACIÓN

El control de los procesos siempre ha sido le preocupación de los ingenieros y dueños de empresas, ya que el seguimiento de un proceso mediante un control manual, tiende a producir errores, ya sea de medición o de ajuste de los elementos de las máquinas que están siendo manipuladas. Debido a esta razón el control mediante elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y computacionales, ha sido una de las más grandes ayudas para reducir estos errores y mejorar tiempos de producción con mayor calidad y eficiencia.

2.4.1. DEFINICIONES DE CONTROL

Para que los ingenieros e instrumentistas estén de acuerdo con los términos que se han de usar dentro de este campo de la industria, la SAMA¹¹ (Asociación de Constructores de Aparatos Científicos, por sus siglas en ingles), ha designado los siguientes términos para evita cualquier mal entendido dentro de la nomenclatura y uso de los elementos.

Campo de medición (R): este es el rango del instrumento entre la menor y la mayor medida en que la misma va a funcionar.

¹¹ CREUS, ANTONIO; Instrumentation Industrial

Alcance (a): es la diferencia entre el mayor y menor valor.

Error: es la diferencia entre el valor tomado por el instrumento y el valor real medido, cuando la maquinaria trabaja en condiciones estables, es decir, sin variación de la medición, este valor se lo conoce como **error estático**, en el caso en que las mediciones registradas cambien, este valor se lo conocerá como **error dinámico**.

Precisión (p): es la tolerancia del instrumento, y puede ser medida de las siguientes formas:

- En tanto por ciento del alcance.

$$p_a = \%_a \cdot \frac{a}{100} \quad (2,8a)$$

- En unidades de medición.

$$p_m = \pm T \quad (2,8b)$$

- En tanto por ciento de la lectura.

$$p_l = m \cdot \frac{\%_m}{100} \quad (2,8c)$$

- En tanto por ciento del valor máximo del campo de medida.

$$p_{\max} = MAX \cdot \frac{\%_{\max}}{100} \quad (2,8d)$$

- En tanto por ciento de la longitud de la escala, para este hay que saber la medida que tiene el gráfico determinado por el instrumentista.

Donde;

% es la precisión.

T es la tolerancia en unidades de medición.

MAX es el mayor valor que puede registrar el instrumento.

Zona muerta: se llama así a los valores que no se puede medir por las limitaciones de los instrumentos, se puede decir que este es la **apreciación** del instrumento.

Sensibilidad (s): es la razón del incremento de lectura y el incremento de la variable que la ocasiona¹².

$$\% = \frac{\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}}{\frac{y_{\max} - y_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}} \quad (2,9)$$

Repetibilidad: es la capacidad de que un valor medido de un instrumento pueda repetirse, en condiciones de uso. El cálculo es el siguiente.

$$\% = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2}{N}} \quad (2,10)$$

Este valor tiene como x_i a los valores que se miden, y los de x los que se esperaba tener, N el número de pruebas que se hicieron.

Histéresis: es el máximo valor que muestra el instrumento en un valor medido cuando el indicado del instrumento recorre la escala dos veces, en el ascenso y en el descenso. Este se expresa en porcentaje, dado por la razón de la diferencia entre la medida en la subida menos la de bajada, y la diferencia entre el máximo y el mínimo campo de medida.

$$\%_h = \frac{m_{\text{subida}} - m_{\text{bajada}}}{m_{\max} - m_{\min}} \quad (2,11)$$

¹² CREUS, ANTONIO; Instrumentation Industrial

Resolución: es la menor medida en el campo de entrada que se pueda registrar, antes de que se produzca el salto de valor en el campo de salida. A diferencia de la precisión, este está referido al gráfico de calibración del instrumento.

Linealidad: es la aproximación de la curva del instrumento a una línea recta determinada.

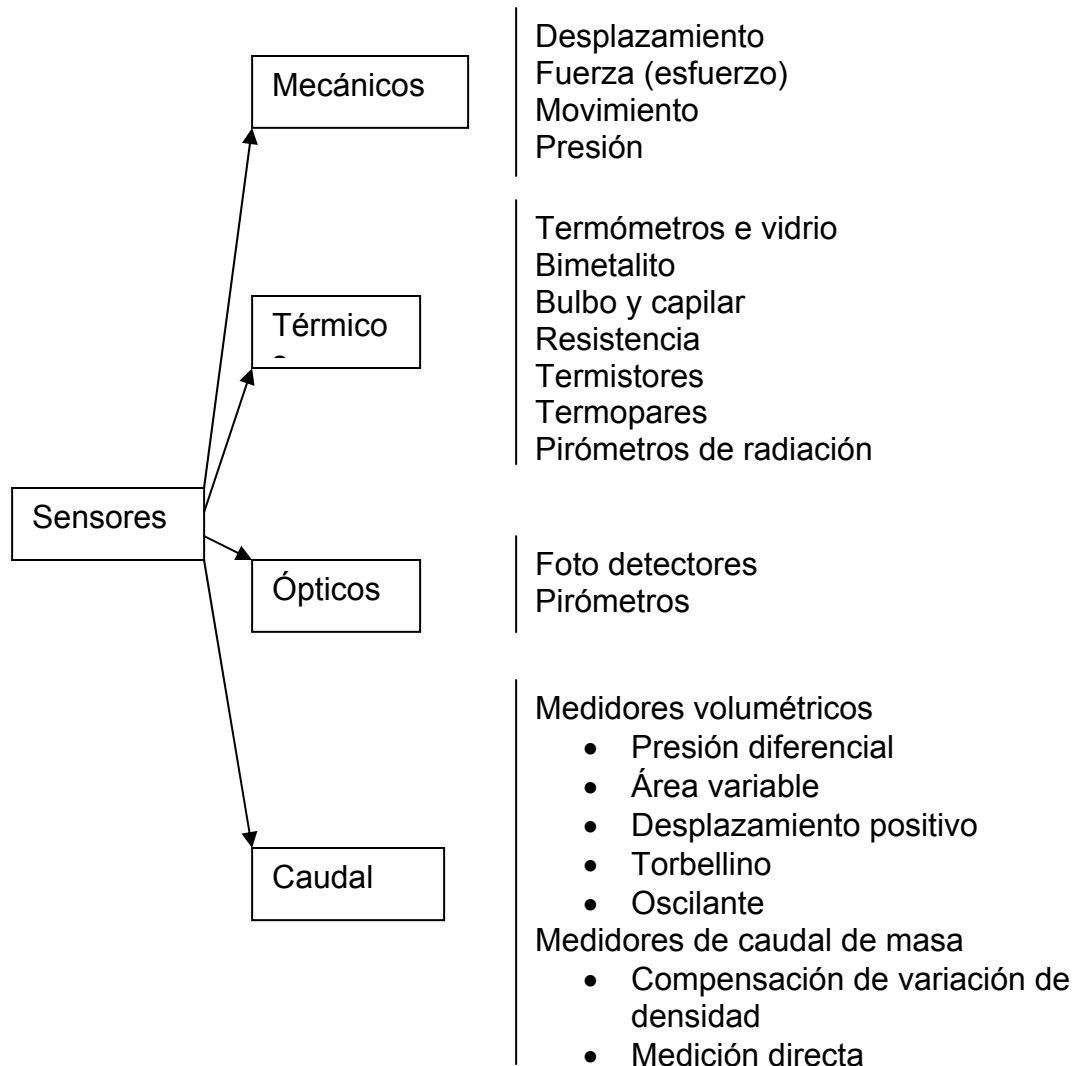
2.5. SENSORES

2.5.1. DEFINICIÓN

Son dispositivos que permiten la medición de un fenómeno físico, de tal manera que se pueda tabular y controlar el mismo.

2.5.2. TIPOS DE SENSORES

Los sensores tienen varias formas de ser clasificados, de tal manera que los clasificaremos en mecánicos, térmicos, caudal y ópticos.



Cuadro 2.1: Clasificación de los sensores.

El estudio de todos estos tipos de sensores es largo y muy complicado, por lo que solo se tomara en cuenta aquellos que posiblemente se utilizara en la elaboración del proyecto e grado.

2.5.2.1. Medición de desplazamiento

Ha tres maneras de medir el desplazamiento, estas son: por la variación de resistencia, variación de capacidad e inductancia, y variación de reluctancia.

2.5.2.1.1. Potenciómetro

Este elemento aprovecha la resistencia de los materiales, en relación a la longitud del mismo. Esta resistencia es dada por la relación de la longitud de y el área transversal del elemento.

$$R = \frac{l}{A} \cdot \rho \quad (2,12)$$

Donde:

R es la resistencia [ohm]

L es la longitud del elemento [long]

A es el área del elemento [long²]

ρ es resistividad del material del elemento [ohm/long]

2.5.2.1.2. Capacitivos e inductivos

Estos se basan en la capacidad eléctrica que tiene los materiales, para esto se tiene que la capacidad esta dada por dos paros paralelos, de los cuales se puede deducir lo siguiente:

$$C = K \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \quad (2,13)$$

Donde:

C es la capaciatacia

ε₀ es permisividad en vacío [F/m]

K constante dieléctrica del fluido entre las placas

A es el área de las placas [long²]

d la distancia entre las placas [long]

De esta manera hay tres maneras de cambiar la capacidad eléctrica, la primera es por la variación de la distancia d , la segunda es por la variación de la área A y la tercera es la variación de la constante dieléctrica K .

Mediante la variación de inductancia, el movimiento de una fuente magnética puede producir intensidad dentro de un bobinado magnético, esta intensidad es la que permite la medición, ya que cuando el material magnético está completamente introducido en el bobinado se producirá la máxima intensidad.

$$L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot A}{l} \quad (2,14)$$

Donde:

L es el auto inductancia

μ_0 es permeabilidad de vacío [H/m]

N es el número de espiras de bobinado

A es el área transversal [long²]

l la longitud del bobinado [long]

2.5.2.1.3. Variación de reluctancia

Este tiene la misma definición de los dispositivos inductivos, la diferencia es que este no utiliza el flujo magnético entre dos o más bobinas, solo utiliza la inductancia de una sola bobina, el más conocido de estos es el transformador diferencial de variable lineal (**LVDT**).

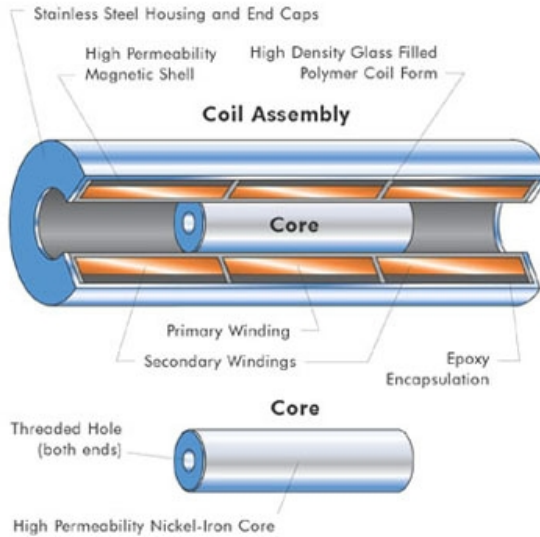


Fig2.23: esquema del funcionamiento de una LVDT.

2.5.2.2. Medición de velocidad angular

Estos elementos son también llamados tacómetros, entre los cuales tenemos los siguientes:

2.5.2.2.1. Tacómetros mecánicos

Estos constan de un eje con una punta de caucho el cual se coloca en el centro de eje en el cual se quiere medir la velocidad. El eje del instrumento de control esta conectados a una serie de engranajes, los cuales se muestran el número de vueltas en una dial, los sistemas de engranajes están conectados a otro dial, que indica una fracción de vuelta. Si se toma el tiempo en que se da un número de vueltas el dial, se puede calcular en rpms la velocidad angular.

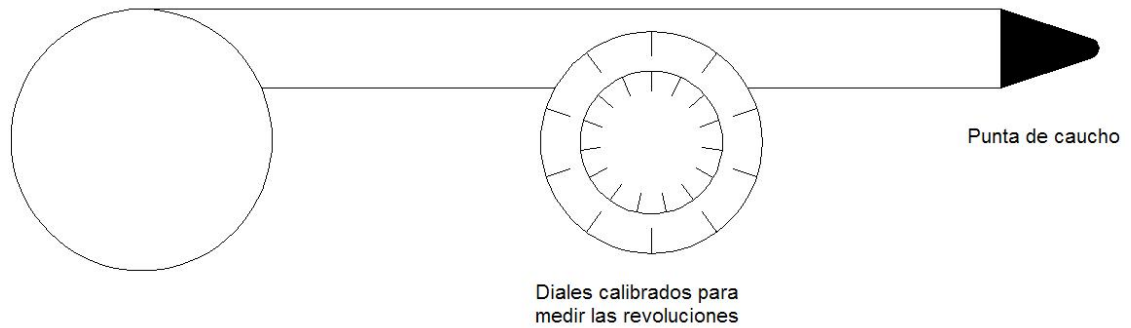


Fig2.24: esquema del funcionamiento de un tacómetro mecánico.

2.5.2.2.2. Tacómetros centrífugos

Este instrumento se basa en la fuerza centrífuga que genera el movimiento angular. Consta de dos pesos que se encuentra unidos a un eje mediante cuatro brazos, dos de estos están unidos un anillo móvil que se encuentra sobre el eje, entre el anillo móvil y el fijo, se encuadra un resorte que obliga a los pesos a estar pegados al eje. Cuando se aplica velocidad angular a este, los pesos se tienden a separar, si se coloca un seguidor al anillo móvil, se puede registrar la velocidad en una escala.

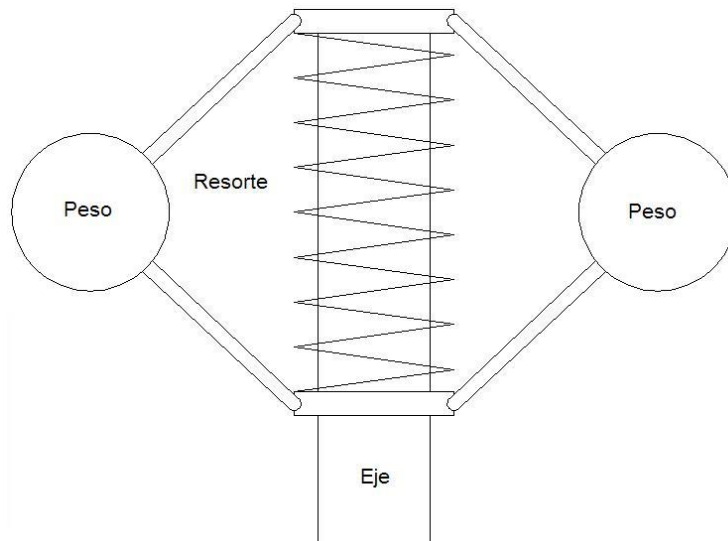


Fig2.25: esquema del funcionamiento de un tacómetro centrífugo.

2.5.2.2.3. Tacómetro de corriente parasita

Este consta de un imán que se coloca dentro de una copa de aluminio, cuando el imán gira, se crean corrientes parasitas que forma un par resistente en la copa de aluminio. Si este se le coloca un resorte para controlar el par resistente, se puede medir la velocidad en una escala.

2.5.2.2.4. Tacómetro de corriente alterna

Cosiste en un bobinado multipolar en que el rotor dotado de una imán permanente induce corriente alterna¹³. Un voltímetro mide el voltaje creado.

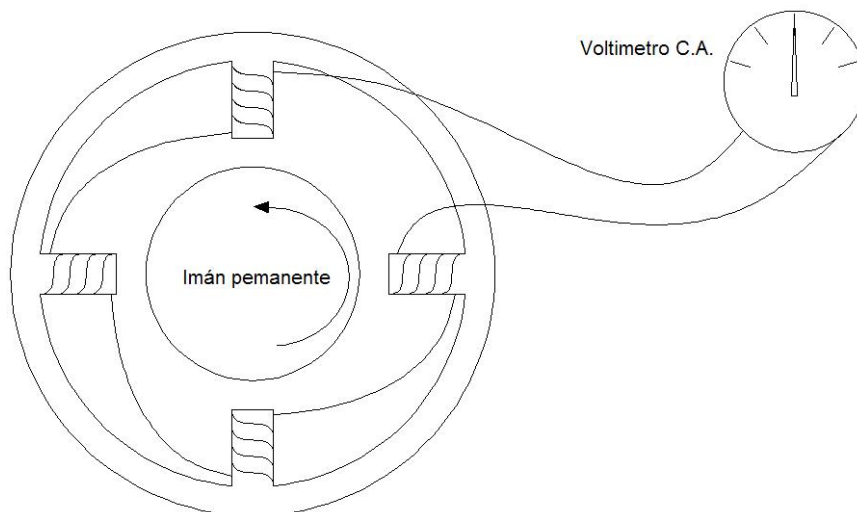


Fig2.26: esquema del funcionamiento de un tacómetro C.A.

2.5.2.2.5. Tacómetro de corriente continúa

Esta formada un estator de un imán permanente y un entrehierro uniforme, este produce corriente continúa en la cobillas que puede ser medida. Mide velocidades de hasta 6000 rpms.

¹³ CREUS, ANTONIO; Instrumentación Industrial.

2.5.2.2.6. Tacómetro de frecuencia

Este mide la frecuencia de señal de corriente c.a. captada por transductores electromagnéticos, capacitivos u ópticos. Los impulsos que se generan cuando gira el eje, crea variaciones en el sensor. Esta se mide en revoluciones por unidad de tiempo.

El tacómetro de frecuencia óptica trabaja mediante el uso de un disco opaco perforado en la periferia, mediante el uso de una fuente de luz y una célula foto eléctrica, se puede medir el número impulsos cuando el disco es unido al eje y gira.

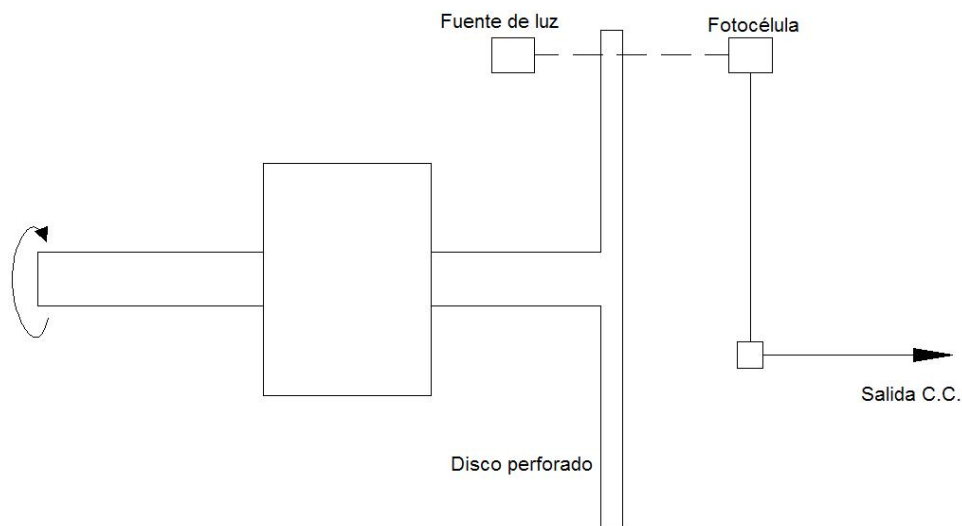


Fig2.27: esquema del funcionamiento de un tacómetro de frecuencia óptica.

2.6. ACTUADORES

2.6.1. DEFINICIÓN

Estos van a ser los elementos finales de control, esto son los elementos que van a intervenir directa o indirectamente en la máquina.

Los actuadores son elementos mecánicos, eléctricos o electrónicos que solos o mediante el uso de un sistema de acondicionamiento (transductores), permiten el control de un proceso o maquinaria.

2.6.2. TIPOS DE ACTUADORES

Los actuadores pueden ser tan variados que su calificación solo puede darse en tres grupos, eléctricos, mecánicos y mixtos.

2.6.2.1. Eléctricos

En estos tenemos los solenoides, motores c.a., motores c.d. y motores de paso.

2.6.2.1.1. Solenoides

Estos elementos son desplazamiento axial el cual una corriente eléctrica para realizar este movimiento mecánico. Este elementos puede ser c.a. o c.d., además que este puede ser de doble efecto, es decir que entran o salen de acuerdo a la dirección de la corriente por le bobinado.

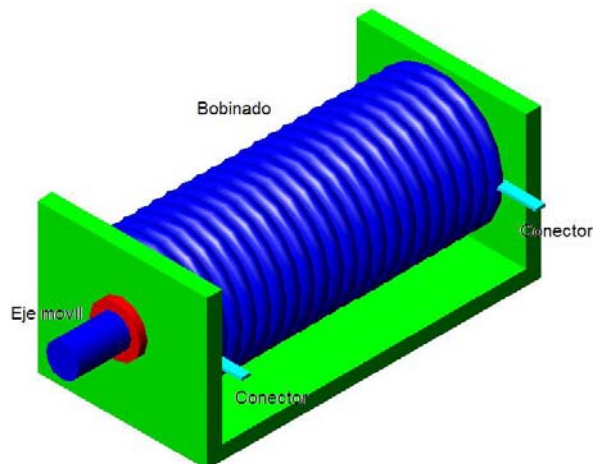


Fig2.28: Solenoide, esquema básico.

2.6.2.1.2. Motores a.c.

Se diseñan dos tipos básicos de motores a.c. para funcionar con corriente alterna polifásica: los motores síncronos y los motores de inducción. El motor síncrono es en esencia un alternador trifásico que funciona a la inversa. Los imanes permanentes del campo se montan sobre un rotor, y las bobinas de la armadura están divididas en tres partes y alimentadas con corriente alterna trifásica. La variación de las tres ondas de corriente en la armadura provoca una reacción magnética variable con los polos de los imanes del campo, y hace que el campo gire a una velocidad constante, que se determina por la frecuencia de la corriente en la línea de potencia de corriente alterna.

La velocidad constante de un motor síncrono es ventajosa en ciertos aparatos. Sin embargo, no pueden utilizarse este tipo de motores en aplicaciones en las que la carga mecánica sobre el motor llega a ser muy grande, ya que si el motor reduce su velocidad cuando está bajo carga puede quedar fuera de fase con la frecuencia de la corriente y llegar a pararse.

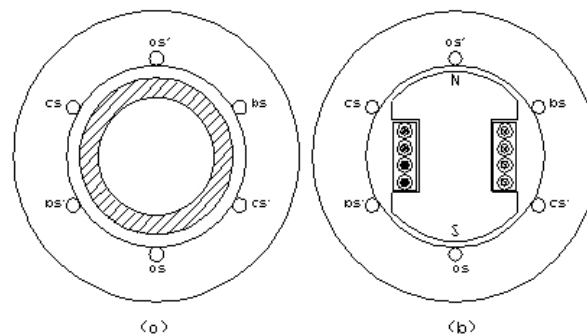


Fig2.28: Motor síncrono, a) núcleo permanente, b) polos salientes.

El más simple de todos los tipos de motores eléctricos es el motor de inducción de caja de ardilla que se usa con alimentación trifásica. La armadura de este tipo de motor consiste en tres bobinas fijas y es similar a la del motor

síncrono. El elemento rotatorio consiste en un núcleo, en el que se incluyen una serie de conductores de gran capacidad colocados en círculo alrededor del árbol y paralelos a él. Cuando no tienen núcleo, los conductores del rotor se parecen en su forma a las jaulas cilíndricas que se usaban para las ardillas. El flujo de la corriente trifásica dentro de las bobinas de la armadura fija genera un campo magnético rotatorio, y éste induce una corriente en los conductores de la jaula. La reacción magnética entre el campo rotatorio y los conductores del rotor que transportan la corriente hace que éste gire. Si el rotor da vueltas exactamente a la misma velocidad que el campo magnético, no habrá en él corrientes inducidas, y, por tanto, el rotor no debería girar a una velocidad síncrona. En funcionamiento, la velocidad de rotación del rotor y la del campo difieren entre sí de un 2 a un 5%. Esta diferencia de velocidad se conoce como caída.

Los motores con rotores del tipo jaula de ardilla se pueden usar con corriente alterna monofásica utilizando varios dispositivos de inductancia y capacitancia, que alteren las características del voltaje monofásico y lo hagan parecido al bifásico. Los motores de jaula de ardilla monofásicos no tienen un par de arranque grande, y se utilizan motores de repulsión-inducción para las aplicaciones en las que se requiere el par. Los motores de repulsión-inducción se denominan así debido a que su par de arranque depende de la repulsión entre el rotor y el estator, y su par, mientras está en funcionamiento, depende de la inducción.

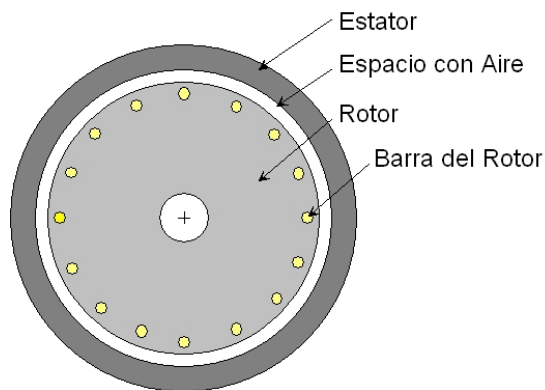


Fig2.29: Motor de inducción.

2.6.2.1.3. Motores DC

Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica han caído en desuso pues los motores de corriente alterna del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto el uso de motores de corriente continua sigue y se usan en aplicaciones de trenes o tranvías.

La principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga.

Una máquina de corriente continua (generador o motor) se compone principalmente de dos partes, un estator que da soporte mecánico al aparato y tiene un hueco en el centro generalmente de forma cilíndrica. En el estator además se encuentran los polos, los cuales pueden estar devanados sobre la periferia del estator, o pueden estar de forma saliente. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado.

2.7. SEÑALES

2.7.1. DEFINICIÓN

Las señales son impulsos eléctricos que son interpretados por el sistema de adquisición de datos, estos son interpretados por el mismo y presentado al usuario, además estas señales también son utilizadas para el control de los de los elementos finales de control y actuadores.

2.7.2. TIPOS DE SEÑALES

Exciten dos tipos de señales, la análoga y la digital

2.7.2.1. Señales análogas

Esta señal puede ser corriente, voltaje, resistencia, inductancia; cualquier que venga de un sensor o vaya a un sistema final de control, estas señales eléctricas, por lo general, deben ser tratadas de tal manera que sean señales de voltaje o de corriente, la cuales pueden ser tratadas de mejor manera por los elementos de adquisición o de control.

Una vez que se ha transformado las señales en corriente o de voltaje, se tiene que acondicionar estas en corriente y voltajes a los sistemas de DAQ (Data Acquisitions) y PLC (Programmable Logic Controller); entre las maneras mas comunes de acondicionamiento de señal se tiene:

La linealización, cuando la señal es una curva que es posible convertir en una recta a través del tiempo.

El cambio de nivel, en el cual se aumenta o disminuye la señal obtenida.

La conversión, este tirar dos tipos, la primera **la transición** que es el cambio de voltaje a corriente o viceversa. La segunda el cambio de **análogo a digital**, que convierte la curva en pulsos.

Circuito divisor, el cual reduce el voltaje de acuerdo con el valor de resistencia que se coloquen.

Puentes, estos se basan el puente de resistencias de Wheatstone, además que este sirve tanto como sistemas c.c. y de c.a.

Aparte de esta existe otras que permite el acondicionamiento de la señal de manera que se pueda procesar y para alimentar un programa de registro o retro alimentar para un programa de control.

2.7.2.2. Señales digitales

Estas son señales que tiene solo dos estados, el de encendido (ON/1) y apagado (OFF/0), estos dos estados son los que indica si hay que transmitir una señal hacia o desde el sistema en control.

Estas señales, en su forma más simple, utilizan niveles de voltaje mediante un comparador básico. Este comparador es un elemento que mediante el uso de un voltaje de referencia, que se compara con el voltaje de entrada, envía la señal digital al sistema de control.

El cambio de una señal analógica a una señal digital es debido a que los sistemas de control, especialmente los que utilizan computadoras para el control, necesitan este cambio para poder controlar las variables que interviene en le proceso. El lenguaje que estos maneja en el binario, el cual es la combinación de 1y 0 para interpretar señales, las mismas que pueden venir del procesos o llegar a este. Aquí se tiene, por lo tanto dos tipos de cambio, el cambio de **analógico a digital** y el de **digital a análogo**.

2.7.2.2.1. Análogo a digital (AD)

Este convierte las señales de variación de corriente o de voltaje en señales digitales, las utilizan puertas como los comparadores básicos para cambiar a un lenguaje que es comprensible para los sistemas de control.

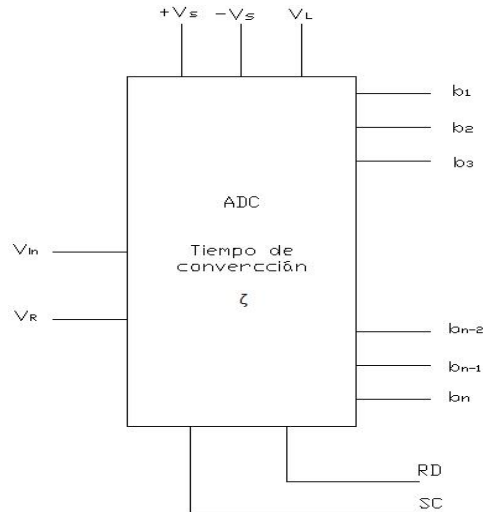


Fig2.30: sistemas de el cambio de análogo a digital.

Para el cambio hay que tener en cuenta, como se ha dicho antes, el lenguaje utilizado por los elementos de control, por lo general el binario. Para este ha que tener en cuenta los métodos para cambiara la entrada análoga, que por lo general es una lenguaje en base 10.

$$N_{10} = a_n \cdot 2^n + a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots a_1 \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0 \quad (2,15)$$

Donde

N_{10} es le número en base 10.

a_n es el número binario 0 o 1 empezando desde las derecha.

Estos números binarios se las conocen como **digital words**, las cuales pueden calcularse de la siguiente manera. Para encontrar el equivalente en binario de un número en base 10, primero se divide el número para dos, dejándolo como quebrado, se separa el número fraccionario del entero, si el valor de fraccionario es $\frac{1}{2}$, el valor es de 1 en binario, de ser un entero cerrado, el valor 0 en binario. Se toma el valor entero resultante para encontrar el siguiente valor en binario.

$$\frac{y}{2} = x_0 + \left\{ 0/\frac{1}{2} \right\} \therefore a_0 = \{0/1\} \quad (2,15a)$$

$$\frac{x_0}{2} = x_1 + \left\{0/\frac{1}{2}\right\} \therefore a_1 = \{0/1\} \quad (2,15b)$$

$$\frac{x_{n-1}}{2} = x_n + \left\{0/\frac{1}{2}\right\} \therefore a_n = \{0/1\} \quad (2,15c)$$

Donde

y es el número en base 10

x_n es en número entero de la fracción creada.

Ahora, para los números que son menores que uno y mayores que cero, los que se hace es multiplicar el número por dos, si el valor es menor que cero, el valor será igual a 0 binario, si el valor es mayor a cero, el valor será 1 en binario. Del número resultante de la multiplicación de toma los decimales, los cuales reciben el mismo procedimiento anterior.

$$2 \cdot y = \{0, x_1/1, x_1\} \therefore b_1 = \{0/1\} \quad (2,16a)$$

$$2 \cdot 0, x_1 = \{0, x_2/1, x_2\} \therefore b_2 = \{0/1\} \quad (2,16b)$$

$$2 \cdot 0, x_{n-1} = \{0, x_n/1, x_n\} \therefore b_n = \{0/1\} \quad (2,16c)$$

Donde

y es el número en base 10

x_n es en número entero de la fracción creada.

Todo esto es para llevara determinara el voltaje o la corriente que pertenece a cada bit dentro del sistema de control del procesos. Es así, que se tiene que calculara y determinará el valor del voltaje para cada uno de estos bits, para ellos se tiene que:

$$\Delta V = V_R \cdot 2^{-n} \quad (2,17)$$

Donde

ΔV es la variación de voltaje entre bits.

V_R es el voltaje de referencia al cual se compara el voltaje de entrada.

n es el tamaño del bit

Con este se puede determinar cuanto vale cada bit, para poder determinara cual va a ser la salida.

Hay otro método para determinar el valor de voltaje para cada bit, este es el método **operación bipolar** el cual asigna a cada valor de voltaje o de corriente un valor binario según el tamaño del bit, es decir, un bit, para cada voltaje o corriente. Este es un método mucho mas fácil para p[ero mucho mas largo.

2.7.2.2.2. Digital a análogo (DA)

Este es el proceso inverso en el cual se parte de un bit para llega a una voltaje o corriente que permita el control o la adquisición de datos. Los elementos para este son los mismos para la transformación de análogo a digital.

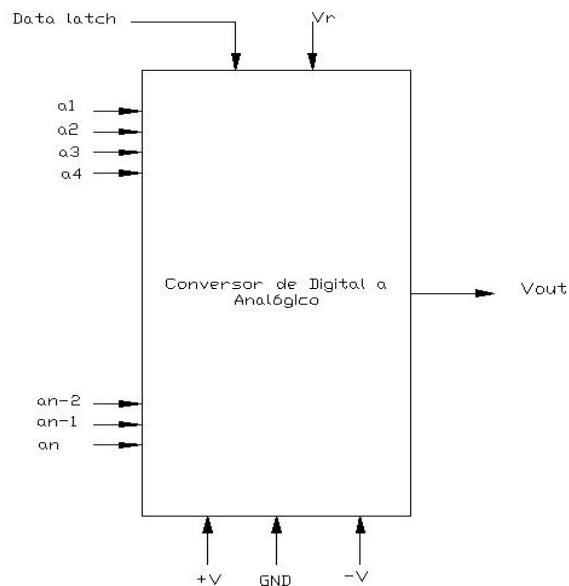


Fig2.31: sistemas de el cambio de digital a análogo.

Para realizar el cambio de digital a análogo no debemos valer de la ecuación 2.15, a la cual se la modifica para obtener valores menores a la unida, se multiplica por el valor de voltaje de referencia, para llegar al valor de voltaje de salida que se necesita.

$$V_{out} = V_R (b_1 \cdot 2^1 + b_2 \cdot 2^2 + \dots b_{n-1} \cdot 2^{n-1} + b_n \cdot 2^n) \quad (2,17)$$

Donde

V_{out} es el voltaje de salida.

V_r es el voltaje de referencia, el V_{max} .

b_n es el número binario que empieza desde la izquierda.

2.8. TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Para entender los que es una tarjeta de adquisición de datos, se tiene que entender que son los **Convertidores de Digital-Análogo (DAC)** y los **Convertidores de Análogo-Digital (ADC)**.

DAC, estos sistemas son los encargados de convertir una señal Digital en una análoga, utilizando los medios antes expuestos y muchos más para cumplir con este objetivo. Esos sistemas cuando son sirven tanto para el control como para la adquisición de datos.

ADC, de igual manera son sistemas que trasforman la señal analógica en una señal digital, para controlar y adquirir datos del proceso que esta siendo controlado.

Las tarjetas de adquisición de datos tiene la particularidad de tiene los dos sistemas incorporados, de tal manera que mediante el uso de un

computador, se pueda controlar tanto la adquisición de datos aso como el control del proceso.

Aparte de tener los ADC y los DAC, los sistemas de adquisición de datos tienen sistemas como reloj, multiplexores, decodificadores, procesadores, seguros, entro otros elementos de control.

2.9. PROGRAMAS DE CONTROL

Estas son plataformas de software que permiten el uso de las tarjetas de adquisición de datos y los PLCs, en estos programas se cargan las funciones de control, así como límites de uso de los sensores, además del control de los actuadotes y sistemas finales de control.

En estas sección veremos características de los programas de control, entre los programas que analizaremos están el MATLAB, LABVIEW y CONCEPT.

2.9.1. CONCEPT

Este programa diseñado para con Modicon® Quantum™, Momentum™ y Compact™ PLCs; es un programa fácil de utilizar, minimiza la configuración, la programación y mantiene costos.

Los beneficios de este programa son:

- Contiene 5 lenguajes IEC que permite que el usuario usara el que mas le convenga.

- Re-uso de objetos, lo que permite a los programadores crear Bloques Derivados de Función (DFBs), que pueden ser modificados según la necesidad.
- Programación Streamline, que permite importar y exportar macros de otras aplicaciones de Concept.
- Capacidad de rápidos resultados, los que implican que se puede programar y probar antes de su instalación en campo.
- FDA 21 CFR 11, que combinado con Modicon Quantum 140CPU43412A, provee una excelente solución para crear una aplicación de compilación FDA 21 CFR 11.

2.9.2. LABVIEW

Este es un programa que basa en el lenguaje G, fue creado por National Instruments en 1976 para el uso en tarjetas de adquisición de datos de la misma compañía. Los programas creados en Labview se llaman VI (Virtual Instrument), debido a que su principal uso es el control de instrumentos.

Debido a que la programación es en Lenguaje G, el uso de gráficas es muy importante en este sistema, ya que permite que se realicen secuencias que en otros programas serían más complicadas por el lenguaje que se maneja.

Las principales características que tiene este programa son:

- Interfaces de comunicaciones: PTT, USB, Bluetooth, etc.
- Capacidad de interactuar con otras aplicaciones: Matlab, Simulink, etc.
- Herramientas para el procesamiento digital de señales.
- Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
- Adquisición y tratamiento de imágenes.
- Control de movimiento.

- Tiempo Real estrictamente hablando.
- Programación de FPGAs.
- Sincronización.

2.9.3. MATLAB

MATLAB es un programa de cálculo numérico, orientado a matrices y vectores. Por tanto desde el principio hay que pensar que todo lo que se pretenda hacer con el, será mucho más rápido y efectivo si se piensa en términos de matrices y vectores. Este programa fue creado en 1984 por la compañía MathWorks, el primer programa fue ideado para ser usado en cursos de algebra lineal y análisis numérico.

Este programa es utilizado para comunicaciones, control de diseño, pruebas y medidas, modelado y análisis financiero, y biología computacional. Convirtiéndola en una de las herramientas mas versátil para la educación y la vida profesional.

Entre sus características tenemos:

- Un alto nivel de lenguaje técnico de programación.
- Ambiente desarrollado para el manejo de códigos, archivos y datos.
- Herramientas interactivas para la exploración interactiva, diseño y solución de problemas.
- Funciones matemáticas para algebra lineal, estadística, análisis de Fourier, filtrado, optimización e integración numérica.
- Funciones graficas en 2D y 3D para la visualización de datos.
- Herramientas para la construcción de la interfase grafica del usuario.

- Funciones para el integrado de la base de algoritmos MATLAB con aplicaciones externas y lenguajes como C, C++, Fortran, Java, COM y Microsoft Excel.

CAPITULO 3

3. DIAGNOSTICO DEL EQUIPO

El equipo es un TecQuipment TM21 de análisis de levas, el cual cuenta con un sistema de potencia de un motor de 0-650 RPM, unido a un eje que se une a un acople de quijada cuadrada mediante una chaveta. La segunda pieza del acople, se une a un eje que se encuentra sostenido por dos rodamientos; sobre este eje se coloca un volante de inercia y la levas.

El soporte de la leva contiene el seguidor de la misma, que se acopla a un brazo, el cual se une a un elemento ferromagnético que se encarga de producir la señal necesaria hacia el sensor inductivo, ubicado en donde se encontraba antes el medidor mecánico de la máquina. El seguidor está unido a un eje regulable que se une a un resorte y controla el salto de mismo, este resorte puede ser cambiado con mucha facilidad. Tanto el seguidor como el eje del mismo se encuentran deslizándose en bujes de bronce.

Para el control del sistema se utiliza un reóstato de 110V conectado a un interruptor de tres posiciones, el cual permite, con las debidas conexiones, permitir la inversión del movimiento del giro del motor.

3.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Se ha de realizar dos tipos de pruebas en concreto, la de dirección horaria y anti-horaria, las cuales se han de determinar de acuerdo al tipo de leva que se está utilizando. Esta prueba se ha de diseñar para las cinco levas con las que cuenta el equipo.

Además, con esta prueba, se debe determinar como esta operando los sistemas de adquisición de datos y el funcionamiento de cada uno de los componentes y sistemas que intervienen.

3.1.1. TOMA DE DATOS

Como la máquina esta operando mediante un sistema de adquisición de datos en el cual se obtiene solamente datos del desplazamiento lineal, es decir del recorrido del seguidor, todos los datos de la misma serán relacionados con estos valores. Este desplazamiento lineal se los puede grabar en un tipo de archivo compatible con programas de Office y Windows. Los datos que se encuentra como ángulo son los de tiempo debido a que el programa de adquisición ha sido programado de esa manera. De las levas se obtuvieron los siguientes cuadros.

3.1.1.1. Levas para el seguidor de cara plana

Leva Tangencial

Angulo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto		
43762650000	44510	-0.2647	-0.1324	0.3456	NaN	-34035
43763230000	35098	-0.7353	-0.3676	-0.1054	NaN	-118325
43763400000	16863	-13824	-0.5588	-0.2132	NaN	-393449
43764530000	16863	-0.9118	-0.0882	0.1397	NaN	-284008
43765420000	16863	0	0.6912	0.625	NaN	0
43766120000	16275	-0.0294	0.4412	0.2647	NaN	-10354
43766250000	16275	-0.0294	-0.0147	-0.3529	NaN	-10354
43766830000	16275	0	0.0147	-0.2132	NaN	0
43767000000	16275	0	0.0147	0.0147	NaN	0
43767150000	16275	0	0	-0.0074	NaN	0
43767750000	42745	13235	0.6618	0.3235	NaN	172048
43769100000	43529	13627	0.6814	0.3407	NaN	173839
43769250000	49804	0.3529	-0.4853	-0.5735	NaN	40537
43769850000	49804	0.3137	-0.5245	-0.6029	NaN	36045
43770600000	49804	0	-0.1765	0.1544	NaN	0
43771360000	49804	0	-0.1569	0.1838	NaN	0
43772030000	46667	-0.1569	-0.0784	0.049	NaN	-19252
43772640000	43529	-0.3137	-0.1569	0	NaN	-41224

Tabla 3.1

Leva cóncava 1

Angulo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto		
5921100000	24706	0	0.0196	-0.049	NaN	0
5921250000	24902	0.0098	0.0098	-0.0221	NaN	0.2256
5921400000	50000	0.12647	0.6324	0.3064	NaN	141.952
5921550000	50000	0.12549	0.6225	0.3064	NaN	140.895
5921700000	50000	0	-0.6324	-0.6324	NaN	0
5921850000	50000	0	-0.6275	-0.625	NaN	0
5922000000	50000	0	0	0.3162	NaN	0
5922150000	50000	0	0	0.3137	NaN	0
5922300000	50000	0	0	0	NaN	0
5922450000	50000	0	0	0	NaN	0
5922600000	50000	0	0	0	NaN	0
5922750000	50000	0	0	0	NaN	0
5922900000	50000	0	0	0	NaN	0
5923050000	50000	0	0	0	NaN	0
5923200000	50000	0	0	0	NaN	0
5923350000	50000	0	0	0	NaN	0
5923500000	50000	0	0	0	NaN	0
5923650000	50000	0	0	0	NaN	0

Tabla 3.2

Leva cóncava 2

Angulo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto		
47877450000	50000	50000	50000	50000	NaN	450013
47881200000	33529	16765	0.8382	0.4191	NaN	265658
47881660000	17059	-16471	-33235	-41618	NaN	-439962
47881800000	16961	-0.8284	-12525	-10453	NaN	-260335
47882100000	16863	-0.0098	0.8186	20711	NaN	-0.3331
47882250000	16863	-0.0049	0.4118	0.8321	NaN	-0.1666
47882850000	16863	0	0.0049	-0.4069	NaN	0
47883000000	16863	0	0.0025	-0.2047	NaN	0
47883450000	16863	0	0	-0.0025	NaN	0
47883600000	16863	0	0	-0.0012	NaN	0
47884200000	16863	0	0	0	NaN	0
47884350000	16275	-0.0294	-0.0147	-0.0074	NaN	-10354
47884950000	16275	-0.0294	-0.0147	-0.0074	NaN	-10354
47885100000	16275	0	0.0147	0.0147	NaN	0
47885550000	16275	0	0.0147	0.0147	NaN	0
47885700000	16275	0	0	-0.0074	NaN	0
47885850000	16275	0	0	-0.0074	NaN	0
47886300000	16275	0	0	0	NaN	0

Tabla 3.3

3.1.1.2. Levas para seguidor de rodillo

Leva tangencial

Angulo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto		
84615	1.9216	1.9216	1.9216	1.9216	NaN	45.0013
85185	1.7745	0.8873	0.4436	0.2218	NaN	26.5658
85232	1.6275	-0.1471	-1.0343	-1.4779	NaN	-5.1635
85290	1.5882	-0.0931	-0.4902	-0.4669	NaN	-3.3562
85353	1.549	-0.0392	0.0539	0.5441	NaN	-1.4503
85443	1.549	-0.0196	0.0368	0.2635	NaN	-0.7252
85513	1.549	0	0.0196	-0.0172	NaN	0
85575	1.549	0	0.0098	-0.0135	NaN	0
85755	1.6078	0.0294	0.0147	-0.0025	NaN	1.048
85845	1.6078	0.0294	0.0147	0.0025	NaN	1.048
85903	1.7059	0.049	0.0098	-0.0025	NaN	1.646
85964	1.7059	0.049	0.0098	-0.0025	NaN	1.646
86094	1.6863	-0.0098	-0.0294	-0.0196	NaN	-0.3331
86184	1.6863	-0.0098	-0.0294	-0.0196	NaN	-0.3331
86254	1.7059	0.0098	0.0098	0.0196	NaN	0.3293
86310	1.7647	0.0392	0.0245	0.027	NaN	1.2731
86400	1.9216	0.1078	0.049	0.0196	NaN	3.2123
86464	1.9216	0.0784	0.0196	-0.0025	NaN	2.3374

Tabla 3.4

Leva cóncava 1

Angulo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto		
669390	2.7059	-0.1961	0.3775	0.4265	NaN	-4.1447
669465	2.7059	-0.0098	0.2255	0.0588	NaN	-0.2076
669480	2.7059	0	0.098	-0.1397	NaN	0
669555	2.7255	0.0098	0.0098	-0.1078	NaN	0.2061
669570	2.7255	0.0098	0.0049	-0.0466	NaN	0.2061
669645	2.8627	0.0686	0.0294	0.0098	NaN	1.3733
669660	2.8627	0.0686	0.0294	0.0123	NaN	1.3733
669735	3.5686	0.3529	0.1422	0.0564	NaN	5.6484
669750	3.6667	0.402	0.1667	0.0686	NaN	6.2563
669825	5	0.7157	0.1814	0.0196	NaN	8.1461
669840	5	0.6667	0.1324	-0.0172	NaN	7.5949
669915	5	0	-0.3578	-0.2696	NaN	0
669930	5	0	-0.3333	-0.2328	NaN	0
670005	2.9412	-1.0294	-0.5147	-0.0784	NaN	-19.2906
670020	2.8824	-1.0588	-0.5294	-0.098	NaN	-20.1712
670095	2.7843	-0.0784	0.4755	0.4951	NaN	-1.6136
670110	2.7843	-0.049	0.5049	0.5172	NaN	-1.0087

Tabla 3.5

Cóncava 2

Angulo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto		
345345	1.7059	-0.1078	0.4951	0.4118	NaN	-3.6174

345360	1.7059	-0.0784	0.3088	0.1103	NaN	-2.6325
345405	1.7059	0	0.0539	-0.2206	NaN	0
345420	1.7059	0	0.0392	-0.1348	NaN	0
345450	1.6863	-0.0098	-0.0049	-0.0294	NaN	-0.3331
345465	1.6863	-0.0098	-0.0049	-0.0221	NaN	-0.3331
345495	1.6863	0	0.0049	0.0049	NaN	0
345510	1.6863	0	0.0049	0.0049	NaN	0
345540	1.6863	0	0	-0.0025	NaN	0
345555	1.6275	-0.0294	-0.0147	-0.0098	NaN	-1.0354
345600	1.6863	0	0	0	NaN	0
345615	1.6863	0.0294	0.0294	0.0221	NaN	0.9993
345645	1.6863	0	0	0	NaN	0
345660	1.6863	0	-0.0147	-0.0221	NaN	0
345690	1.6863	0	0	0	NaN	0
345705	1.6863	0	0	0.0074	NaN	0
345735	1.6863	0	0	0	NaN	0
345750	1.6863	0	0	0	NaN	0

Tabla 3.6

Convexa

Angulo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto		
294780	2.7843	2.7843	2.7843	2.7843	NaN	45.0013
295230	2.7941	1.3971	0.6985	0.3493	NaN	26.5658
295254	2.7843	0	-1.3922	-2.0882	NaN	0
295260	2.7549	-0.0196	-0.7083	-0.7034	NaN	-0.4078
295335	2.7255	-0.0294	-0.0147	0.6887	NaN	-0.6183
295350	2.7255	-0.0147	0.0025	0.3554	NaN	-0.3092
295425	2.7255	0	0.0147	0.0147	NaN	0
295440	2.7059	-0.0098	0.0025	0	NaN	-0.2076
295500	2.7059	-0.0098	-0.0049	-0.0098	NaN	-0.2076
295515	2.7059	0	0.0049	0.0012	NaN	0
295530	2.7059	0	0.0049	0.0049	NaN	0
295575	2.7059	0	0	-0.0025	NaN	0
295590	2.7059	0	0	-0.0025	NaN	0
295665	2.7059	0	0	0	NaN	0
295680	2.7059	0	0	0	NaN	0
295740	5	1.1471	0.5735	0.2868	NaN	12.9211
295755	5	1.1471	0.5735	0.2868	NaN	12.9211
295770	5	0	-0.5735	-0.5735	NaN	0

Tabla 3.7

Polinomial Anti-horario

Angulo	Desplazamiento	Velocidad	Aclaración	Salto		
2136495	4.9804	4.9804	4.9804	4.9804	NaN	45.0013
2136960	3.9216	1.9608	0.9804	0.4902	NaN	26.5658
2136983	2.8627	-1.0588	-3.0196	-4	NaN	-20.2982

2136990	2.5882	-0.6667	-1.3137	-1.1471	NaN	-14.4445
2137065	2.3137	-0.2745	0.3922	1.7059	NaN	-6.7664
2137080	1.8431	-0.3725	0.1471	0.7304	NaN	-11.4274
2137155	1.8431	-0.2353	0.0196	-0.1863	NaN	-7.2752
2137170	1.6863	-0.0784	0.1471	0	NaN	-2.6631
2137245	1.6863	-0.0784	0.0784	0.0294	NaN	-2.6631
2137260	1.6863	0	0.0392	-0.0539	NaN	0
2137335	1.6863	0	0.0392	-0.0196	NaN	0
2137350	1.7059	0.0098	0.0049	-0.0172	NaN	0.3293
2137410	4.6667	1.4902	0.7451	0.3529	NaN	17.7102
2137425	4.9804	1.6373	0.8137	0.4044	NaN	18.1983
2137500	4.9804	0.1569	-0.6667	-0.7059	NaN	1.804
2137515	4.9804	0	-0.8186	-0.8162	NaN	0
2137575	4.9804	0	-0.0784	0.2941	NaN	0
2137590	4.9804	0	0	0.4093	NaN	0

Tabla 3.8

Polinomial Horario

Angulo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto		
513960	2.0196	2.0196	2.0196	2.0196	NaN	45.0013
514410	3.5098	1.7549	0.8775	0.4387	NaN	26.5658
514425	5	1.4902	-0.2647	-1.1422	NaN	16.5966
514440	5	0.7451	-0.5049	-0.6912	NaN	8.4761
514455	5	0	-0.7451	-0.2402	NaN	0
514530	5	0	-0.3725	0.0662	NaN	0
514545	5	0	0	0.3725	NaN	0
514605	5	0	0	0.1863	NaN	0
514620	4.7451	-0.1275	-0.0637	-0.0319	NaN	-1.5386
514695	1.7647	-1.6176	-0.8088	-0.4044	NaN	-42.5117
514710	1.7059	-1.5196	-0.6961	-0.3162	NaN	-41.696
514770	1.6863	-0.0392	0.7892	0.799	NaN	-1.3323
514785	1.6863	-0.0098	0.7549	0.7255	NaN	-0.3331
514860	1.6863	0	0.0196	-0.3848	NaN	0
514875	1.6863	0	0.0049	-0.375	NaN	0
514935	1.6863	0	0	-0.0098	NaN	0
514950	1.7059	0.0098	0.0049	0	NaN	0.3293
515025	4.9216	1.6176	0.8088	0.4044	NaN	18.1955

Tabla 3.9

3.1.2. FABULACIÓN DE DATOS

Para realizar la tabulación de los datos se tiene que seguir los siguientes pasos:

- Se debe elegir un intervalo dentro de los datos obtenidos de tal manera que represente el movimientos que se esta realizando, estos van desde donde termina el descenso de la curva.
- A continuación se transforman los datos de ángulo (sin unidades) en datos de ángulo que puedan ser tratados (radianes o grados).
- Dentro del intervalo escogido, se determina en que punto empieza la curva de ascenso, el punto donde termina el ascenso, el punto donde empieza el descenso.
- A continuación se determina el número de intervalos que se encuentra en el descenso de la curva.
- Luego se determina cuantas unidades de distancia representa el moverse de un punto a otro dentro del descenso.
- Mediante una fusión que esta especificada en las hojas de cálculo, se determina como es que evoluciona la curva a través del movimiento del seguidor.
- Se grafica esta relación (la forma de graficar esta especificada en las hojas de cálculo).
- Los datos obtenidos de el desplazamiento lineal y los datos obtenidos del sistema de adquisición de datos, serán ingresados al EXEL, para obtener una curva de regresión.
- Esta curva de regresión, será modificada mediante interacciones hasta obtener una curva que mas se acople con el movimiento del seguidor.
- Finalmente se graficara una curva que será el resultado del tratamiento de los datos.

3.2. ANÁLISIS PREVIO DE RESULTADOS

De acuerdo con el procedimiento y observando el **Anexo A**, se tiene que las levas no se acoplan con los resultados obtenidos, por lo que se debe llegar a las siguientes conclusiones preliminares:

- Las levas adquiridas por el sistema no se acoplan a las formas sus físicas correspondientes.
- Los elementos no están en relación al ángulo de desplazamiento, mas bien están en función del tiempo.
- Existe demasiada variabilidad en los datos tomados, es decir que los datos no son muy estables.
- Es necesario colocar un sistema de adquisición de posición para realizar una toma mas precisa de los datos.

Por estos motivos se puede afirmar que la implementación de un sistema mejorado de adquisición de datos es necesaria para poder llegar a una mejor toma de datos y presentación de resultados.

3.3. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LA MÁQUINA

La máquina cuenta con más de 30 elementos, sin contar a las levas y el elemento de control de velocidad. Estos elementos están un buen estado, por lo que el reemplazo de los mismos no es necesario, sin embargo se puede realizar un cambio preventivos de espárragos y pernos, especialmente de la bancada.

Motor sinfín. Es un motor de corriente continua de 110V y 3.6Amp, que genera 0.33Hp de potencia, posee invención de giro. Se encuentra en buen estado.

Acoples de quijada recta. Estos son los que hacen la unión entre el motor, el cual proporciona el movimiento, y el eje que lo transmite a la leva. Se encuentra en buen estado, estos se unen entre su mediante un elemento de plástico, este es un acople flexible.

Eje. La única observación que no se tomo en el levantamiento de este elemento es un canal para una banda plana, debido que este elemento no tiene un uso en la máquina.

Soporte. Este elemento es el primer apoyo del eje, en este elemento no se ha tomado en cuenta el tamaño del rodamiento que este en sus interior, ya que el desarme de al misma es innecesario por fines de funcionamiento.

Soporte Leva. Este es el segundo punto en donde se asienta el eje, en este se encuentra uno de los elementos más importantes de control, el sensor, el cual se encuentra colocado donde se encontraba antes el medidor mecánico del mismo. Al igual que el soporte anterior no se puede determinar el tamaño del rodamiento del mismo por cuestiones de funcionamiento inmediato de la misma

Seguidor. Este elemento es el que inicia el movimiento por la acción de la leva, la máquina posee dos de ellos, uno de cara plana, y otro de rodillo, las especificaciones para los dos elementos son las mismas.

Bujes. Son elementos que tiene que ser considerados con mucho cuidado, ya que en ellos se deslizan dos elementos importantes de mecanismo, en el uno el seguidor, y en el otro el eje del seguidor, estos dos nos indica que los elementos deben estar alineados. El desgaste por fricción de los mismos debe ser considerado en el momento de los planes de mantenimiento.

Estos unos ejemplo de los componentes que se encuentran dentro del dentro de la máquina, todos su elementos se encuentran en las mejores condiciones posibles, debido al mantenimiento que se les ha proporcionado durante su vida dentro del laboratorio, por lo que podemos decir que la máquina de análisis de levas TECQUIPMENT (modelo: TM21 062) se encuentra en buen estado.

3.3.1. LEVANTAMIENTO TÉCNICO DEL EQUIPO

Se ha realizado un levantamiento de planos de la máquina de tal manera que se puede dirigir a esta para tener una idea de que electos consta la máquina así como el ensamble de los mismos. Véase **Anexo Planos**.

CAPITULO 4

4. SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS

De acuerdo con los que se vio en el capítulo 3, se deberá seleccionar algunos dispositivos que permitan que el funcionamiento de la máquina mejore, la siguiente selección de dispositivos no guiara mas en esta tarea.

4.1. SENSORES

En esta sección veremos que tipo de sensor el mas apto para la implementarse dentro de la máquina. Por el momento, lo que sabemos es que es necesario que la máquina tenga un sensor que permita determinara la posición y/o la velocidad con la que gira la leva.

Los tacómetros son los mas aptos para la medición de uno de estos paramentos, sin embargo, sin colocamos un tacómetro mecánico, se tiene que el transductor para el mismo será muy grande, por lo que no seria el mas recomendado para esta aplicación.

En el caso de los tacómetros electrónicos, son demasiado difíciles de conseguir, por lo que se tiene que optar por un método alternativo para la medición de este parámetro.

Par la medición de la posición, se ha determinado que se puede será un sensor fotoeléctrico, el cual, como ya se ha explicado en breves rasgos, utiliza un as de luz que es interrumpido por un elemento físico para dar la señal digital. Este sensor es ideal para la medición de posición y velocidad de procesos de baja velocidad, es el sensor mas apto para la aplicación actual.

Entre las marcas encontradas tenemos Honeywell, IFM y Autonics.

4.1.1. SENSOR HONEYWELL PK 84290

Este sensor es un fotoeléctrico reflexivo, con la desventaja de que es de corte de señal se da si no existe un elemento que se encuentre cortando el haz de luz que se genera. Esto quiere decir que si existe un elemento en el camino del haz de luz, este estará encendido siempre.

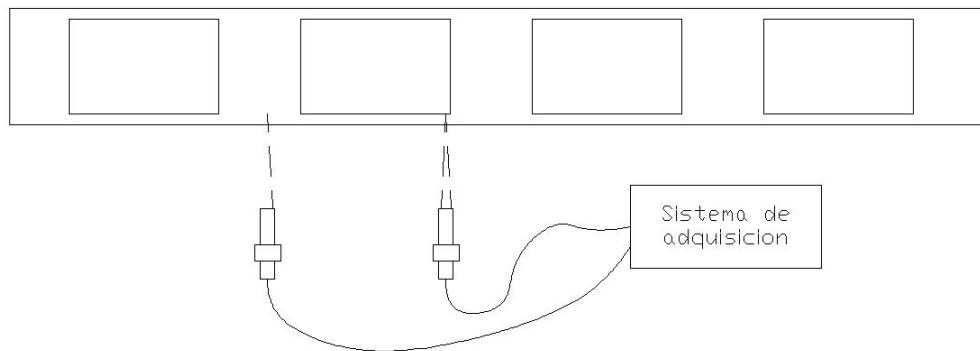


Fig4.1: funciona miento del sensor Honeywell PK 84290.

Este sensor es ideal para bandas transportadora en las que se necesita que la señal sea regresada en le momento que el elemento cruza por delante de este, sin la necesidad de contar con un elementos reflexivo (material que reflejan la luz genera por el sensor). Es sensor no es el ideal para aplicación en la que nos encontramos ya que, siempre va a existir un elemento dentro del camino del haz de luz.

4.1.2. SENSOR IFM

Este sensor es de fabricación alemana, este funciona aprovechando la reflexividad de los materiales, es decir, en materiales opacos, la luz no se refleja con tanta intensidad que en materiales brillantes. Por lo que la parte del sensor que se encarga recibir la intensidad de luz necesaria del emisor reflejada en una

superficie, solo se encenderá si la intensidad de la misma es la suficiente para cerrar el circuito de paso del sensor.



Fig4.2 sensor IFM OGP500 fotoeléctrico reflexivo difuso.

Este sensor es apropiado para la aplicación, sin embargo con un precio de aproximadamente de \$240, tenemos que reconsiderar la compra de este elemento.

4.1.3. SENSOR AUTRONICS BR100-DDT-P

Tiene el mismo funcionamiento que el anterior, con características similares, la diferencia se basa en la capacidad que tiene este de controlar para sensibilidad del sensor. Esto le permite que pueda diferencia con mayor facilidad entre superficies opacas y brillantes de acuerdo a al necesidad es de sistema, además que el costo del mismo es funcionamiento que el sensor anterior.



Fig4.3 sensores se la serie BR Autronics reflexivo difuso.

4.1.3.1. Montaje del sensor

Para el montaje de este sensor BR100-DDT-P se construirá un soporte en el cual este se sostenga a una altura ideal para el funcionamiento del mismo, se lo realizara en lamina de acero con las medidas que se especifican en **Anexo B**.

En Anexos también se especificara el proceso de manufactura y el montaje del mismo.

4.1.4. SENSOR DE DESPLAZAMIENTO INDUCTIVO

Este es un sensor de la marca Telemecanique modelo XSD-H603629, el cual funciona a 24 V con un consumo de corriente de 4mA.



Fig4.4 sensores de la serie BR Autonics reflexivo difuso.

Este sensor tiene dos tipos de conexión, la primera es en corto circuito entre el cable 2 y 3 (Ver datasheet en **Anexo C**) y el otro es en conexión directa al común. Estas conexiones nos permiten elegir con que corriente va a fusionar el sensor, en corto circuito, este va a ir entre 4 y 20 mA en el otro tipo de conexión, se tiene un rango entre 0 y 16 mA.

Se ha decidido utilizar al conexión de tras cables, para aprovechar los 4 mA entrada inicial del sensor.

4.1.4.1. Montaje del sensor

Para el montaje de este sensor XSD-H603629 se tiene un soporte construido en una tesis anterior, este se encuentra colocado en una posición ideal para sus funcionamiento, este ya se encuentra en los planos iniciales en el **Anexo Planos**.

4.2. ACTUADORES

Para esta parte, se ha determinado el uso de un motor eléctrico de 12V DC.



Fig4.5: Motor que se usara para el sistema de control de velocidad.

Este motor se lo obtuvo de un sistema de elevación de cristales de automóvil, ya que es de corriente continua y tiene una intensidad no muy alta. A

demás que permite que tenga una capacidad de regulación del mismo mediante el uso de un sistema electrónico.

4.2.1. MONTAJE DEL ACTUADOR

Para el mismo se va a diseñar un sistema de barras que permitan el movimiento del mimo de forma longitudinal, transversal, altura y giro del mismo. Esto se lo hace con la finalidad de tener control de la posición del mismo de crearse una nueva variación del sistema de control. En el grafico se presenta un esquema de cómo puede ser montado los elementos del mismo.

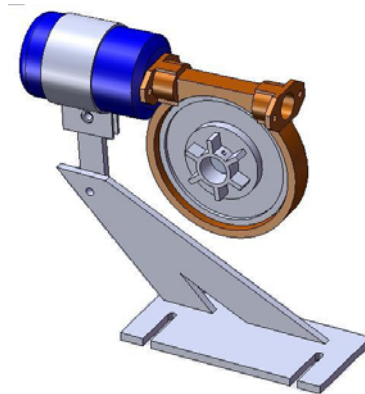


Fig4.6: montaje de los electos del soporte del actuador y el actuador.

4.3. TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

4.3.1. NI USB 9009

Esta tarjeta la provee National Instruments, de 8 entradas analógicas, 2 salidas analógicas, 12 I/O digitales y contador 32-bit con máxima velocidad en la interfase USB.

Tiene la capacidad de tomara 48 KM/s (miles muestras por segundo) lo que le da gran capacidad de manejo de las mismas, además puede controlarse el número de muestras que se desea según la necesidad del usuario.

Esta será la única opción para la selección de tarjeta, ya que se conoce la trayectoria de la empresa y por su adaptabilidad al programa Labview, lo permitirá que se puedan realizar mas programas que puedan controlar otras máquinas.

4.4. CONEXIÓN DE ELEMENTOS

Todos los elementos que interviene el este sistema de adquisición de datos y control del la máquina, tiene que estar conectados a un elemento de potencia, este elemento de potencia tiene que tener la capacidad de alimentar a todos los dispositivos seleccionados.

Para esto se utilizara un adaptador de potencia LIANLONG modelo LLAS3000, que opera a 24 V con una intensidad máxima de 3150 mA. Estas características son las ideales para el control de los elementos.

Los elementos se conectaran d la siguiente manera:

- El sensor XSD-H603629, se conecta directamente a la fuente.
- El sensor XSD-H603629, tendrá salida que se conectara al DAQ a entrada análoga.
- El sensor BR100-DDT-P, se conecta directamente a la fuente.
- El sensor BR100-DDT-P, la salida (cable negro), se conectara al DAQ a entrada digital, para esto se colocara un banco de resistencias que permitan que la señal sea aceptada por el mismo.
- El motor de CD, se constara en paralelo con el sensor BR100-DDT-P de tal manera de el voltaje sea 12 V.
- El motor de CD, tendrá salidas que se conectaran al DAQ a salida digital.

Como esta indicado, en el datasheet del la tarjeta de adquisición de datos, se tiene que los elementos se van a conectar de la siguiente manera para cada uno de los elementos.

4.4.1. PROCESOS DE REALIZACIÓN DEL TRANSDUCTOR

Para la realización de este elemento, el cual convierte las señales que llega y salen del DAQ y de la máquina, se tiene que analizar lo que quiere que este aparato haga, es así que tenemos lo siguiente:

- Se requiere que el dispositivo controle la velocidad mediante el control del reostato.
- Se requiere que se controle el sensor inductivo.
- Se requiere que se controle el sensor fotoeléctrico.

Una vez que se llevo a determinar que elementos se quieren controlar, se empieza por uno de ellos. En este caso se toman los sensores, ya que como los dos funcionan a un mismo voltaje, se puede realizar un divisor de corrigen sin que se altere su funcionamiento.

4.4.1.1. Sensor Fotoeléctrico

Este es un sensor muy sencillo de conectar, el modelo BR100-DDT-P, consta de cuatro cables: café, azul, blanco y negro; correspondientes a alimentación, tierra, control y salida respectivamente.

Como es de suponer alimentación y tierra son los la fuente de con sus voltajes +V y 0 voltios, el blanco tiene la función de cerrar el circuito de tal manera de tenerlos normalmente abierto o normalmente cerrado según la necesidad. Por ultimo el cable negro es el que no da la señal y estará, sujeto a

una carga (circuito de acondicionamiento), de tal manera que se acople a las necesidades de sistema de control, en este caso el DAQ.

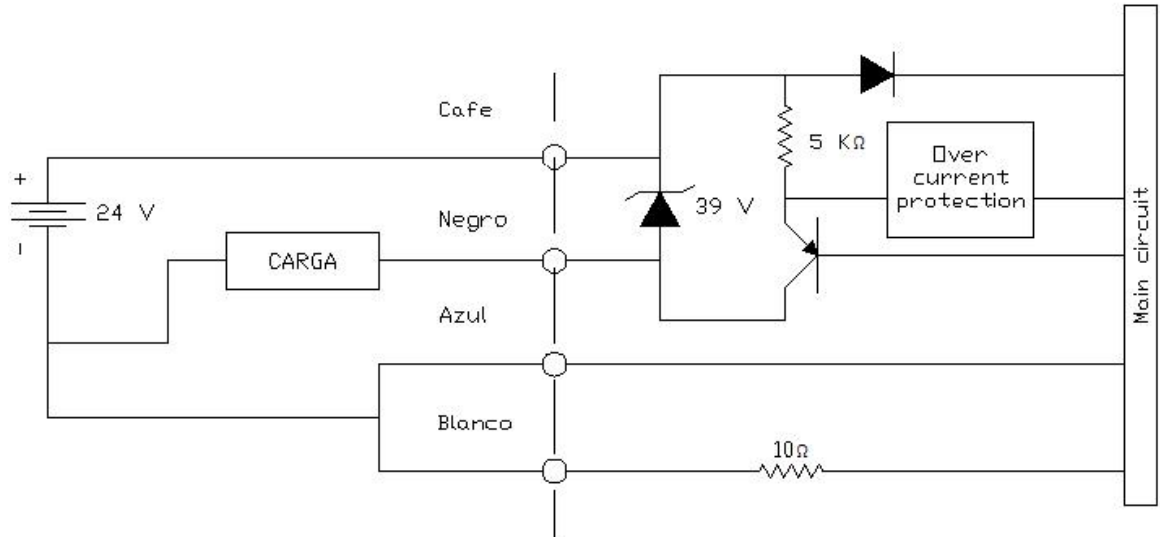


Fig4.7: conexión del sensor fotoeléctrico a una fuente de 12V.

4.4.1.2. Sensor Inductivo

Este es el otro sensor que puede fusionar a 24V, es el sensor XSD-H603629 Telemecanique. A diferencia del anterior, este no manda voltaje como señal sino que manda intensidad mediante el uso de tres cables identificados como 1, 2 y 3; siendo alimentación, control y tierra respectivamente.

Existen dos maneras de conectar este sensor, la primera es mediante la utilización de 3 cables, lo que permite que el cable de control nos de una intensidad entre 0 y 16 mA, la segunda se da cuando se conecta los cables 2 y 3 en corto circuito de tal manera que el cable de tierra pasa por un circuito de carga (circuito de acondicionamiento); este método da como resultado un rango de intensidad entre 4 y 20 mA. Este último es el método a ser utilizado.

Como el DAQ no admite valores de intensidad para la realización de mediciones, esta señal debe ser cambiada mediante el uso de un amplificador operacional cual permite la equivalencia de intensidad en Voltaje. Una vez logrado esto se coloca la carga para poder ingresar este voltaje dentro del sistema DAQ. Se debe tener cuidado con a curva característica del sensor, debido a los sistemas que se colocaron dentro del para acondicionar la señal, la curva cambia, observe el **Anexo D**

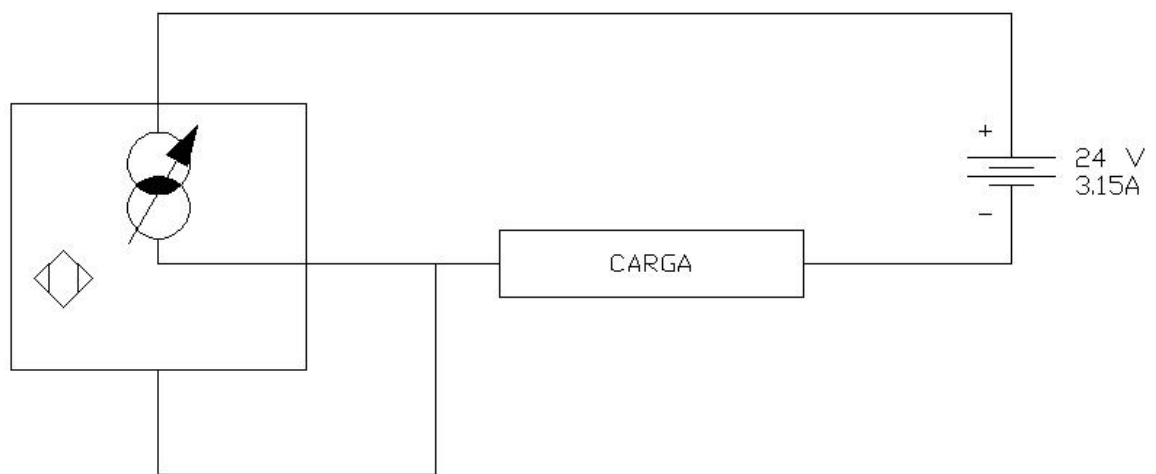


Fig4.8: conexión del sensor inductivo a una fuente de 24V.

4.4.1.3. Actuador

Este elemento es un motor de elevador de cristales de 12 voltios, lo cual nos indica que tiene una buena cantidad de troqué, ideal para producir movimiento a bajas revoluciones.

Para el acondicionamiento de este motor se ha pensado en reducir el voltaje mediante el uso de un potenciómetro, los que permite que se regule la velocidad del motor y un banco de resistencias que permite bajar hasta un limite determinado, se la pensado en el uso de relees, lo que permite que mediante un sistemas de adquisición datos (DAQ), se controle la dirección del movimiento del mismos y el encendido y apagado del mismo.

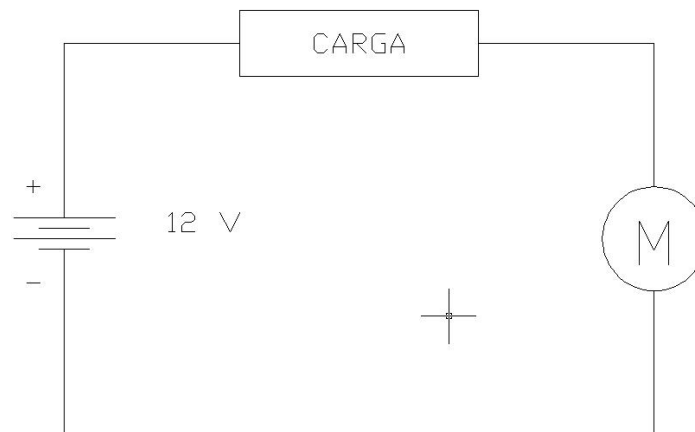


Fig4.9: conexión motor a una fuente de 12V.

Hasta este momento se ha realizado la conexión de los elementos por separados, en el **Anexo D** se encontrará el transductor completo incluyendo elementos que se considerado dentro del diseño. Además se encantaré el diseño de la placa de circuitos (baquelita) y dimensiones del mismo para la manufactura y mejoramiento del mismo.

CAPITULO 5

5. PROGRAMA DE CONTROL

Una vez que se ha realizado la selección de los dispositivos, la conexión de los mismos a un sistema de control (hardware) y a la tarjeta de control DAQ, el siguiente paso es la realización de un programa de control que permita el control de los sistemas que intervienen dentro de la automatización.

5.1. PROGRAMAS DE CONTROL

5.1.1. MAT-LAB

Las siglas de MAT-LAB son la abreviatura de Laboratorio de Matrices (Matrix Laboratory), creado por la empresa MathWorks en 1984, para reemplazar el uso de programas como el Fortran y maximizar el aprendizaje en cursos de álgebra lineal y análisis numérico.

Este programa ha ido evolucionando a tal punto de que se puede realizar procesamiento digital de señal, adquisición de datos, economía, inteligencia artificial, lógica difusa, etc. Por este motivo se lo puede considerar como programa para realizar el control del DAQ.

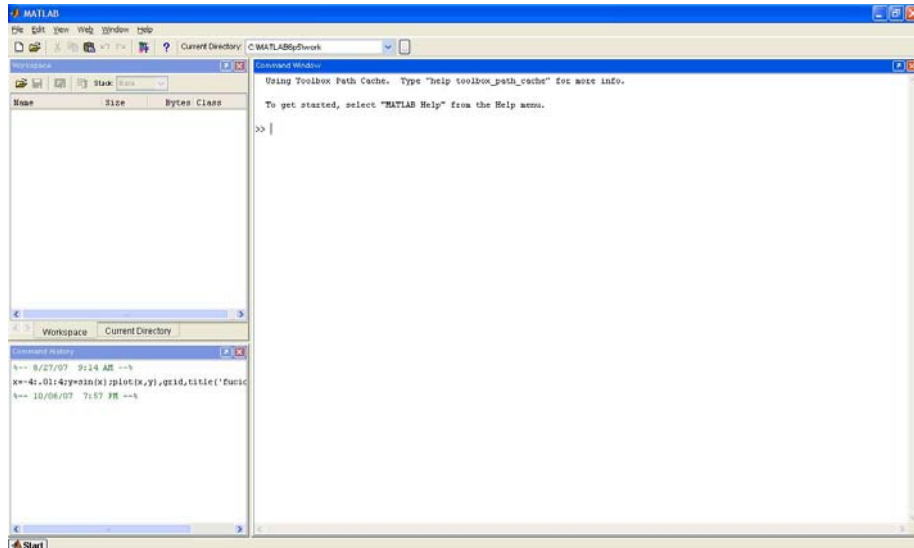


Fig5.1: Presentación de MatLab .

Sin embargo, para realizar un programa de control con este programa, se necesita un gran conocimiento del mismo, librerías que enlacen los puertos con el programas y compatibilidad de la tarjeta con el mismo. Debido a esto, este programa presenta grande dificultades para realizar el control de sistemas de adquisición, por lo tanto débenos considerar un programa alternativo.

5.1.2. LABVIEW

Este es el segundo programa de que se a considerado, creado por National Instrument en 1976 para la plataforma de MAC, y a partir de 1986 para otras plataformas, en la actualidad funciona en MAC, Windows, UNIX y Linux.

LabVIEW es un lenguaje de programación gráfico con todas las funciones que incluye todas las características estándares de un ambiente de programación de uso general, como estructuras de datos, estructuras de ciclos, manejo de eventos y programación orientada a objetos. LabVIEW tiene un compilador integrado que compila el código durante el momento de la edición. Sin embargo, a diferencia de otros lenguajes de programación, LabVIEW está diseñado especialmente para ingenieros y científicos, y tiene herramientas

integradas para cumplir con sus necesidades. Estas funciones de alto nivel, asistentes y herramientas hacen de LabVIEW más que un lenguaje de programación.

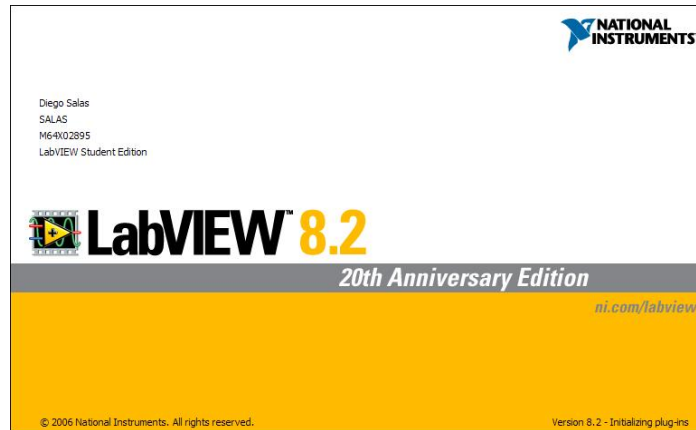


Fig5.2: Presentación de LabView.

5.2. INTERFASE ENTRE EL PROGRAMA Y LA TARJETA

Esta es una parte importante de la adquisición de datos, porque si no se tiene la comunicación entre el computador y el hardware, no habrá adquisición alguna, y por lo tanto no se relajaría el control o adquisición. Por lo general cada tarjeta de adquisición de datos, muestra con que programas puede este funcionar, por ejemplo a ENON serie el cual posee controladores para LabView, MatLab y .NET, lo que la hace muy versátil,

Ahora, para la tarjeta de adquisición NI USB 6009, el controlador más apropiado es el LabView, ya que tanto como la tarjeta y el controlador son de la misma compañía, lo que permite la mejor conexión entre los sistemas.

5.2.1. DAQMX

El DAQmx de NI permite la conexión entre hardware-software más eficiente, y con menores problemas de conexión entre productos de NI. Este programa utiliza archivos tipo .VI para la conexión con la tarjeta, por lo que se

tiene que instalar con anterioridad el programa de LabView para este programa pueda funcionar.

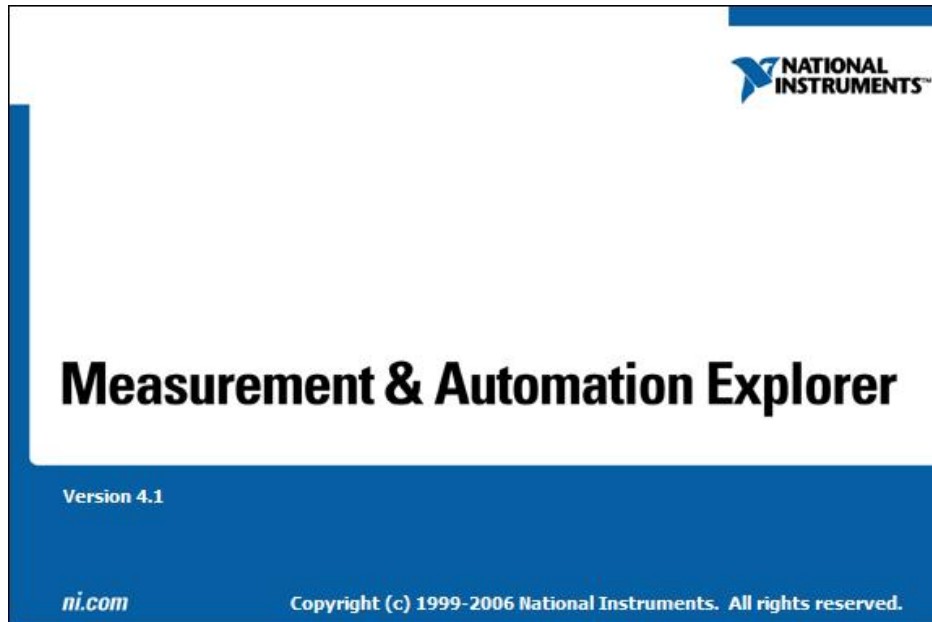


Fig5.3: Ingreso al panel para realizar “test” de la tarjeta.

Una vez que este programa esta instalado, se corre el programa Messurement & Automatition Explorer para realizar el reconocimiento e diverso tipo de tarjetas, tanto internas como externas, visualizar las características de las mismas, y realizar un “test” de estas para determinar daños y defectos que tengan, DAQmx ayuda y aumenta la capacidad de dicho programa, incluso aumenta mas dispositivos dentro de las librerías de reconocimiento de hardware, para que pueda reconocer mas tarjetas de las que estas dentro del LabView, y sus discos de dispositivos.

La tarjeta NI USB 6009 consta como un dispositivo que trabaja mediante el uso de DAQmx, el cual debe estar ya instalado. En este punto, se conecta la tarjeta al computador, y se realiza el primer “test” el cual nos indica si la tarjeta no tiene ningún defecto (se recomienda que si se ha detectado un defecto físico antes de conectar, se comunique con el fabricante).

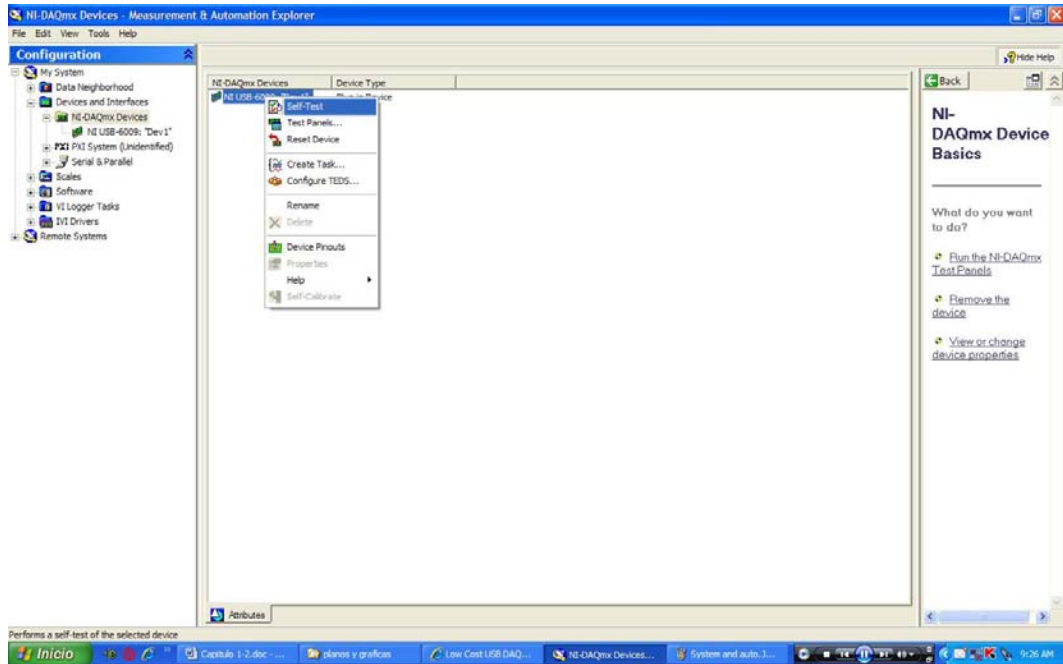


Fig5.4: Se observa que se selecciona el primer elemento para el self-test.

Como siguiente paso es el “test” de los elementos que se van a conectar a la tarjeta, para estos existe un segundo “test”. Este permite que se observe como esta la tarjeta recibiendo las señales de los elementos que se ha conectado. Por ejemplo, un sensor análogo, tiene un a variación de voltaje entre -10 y 10 V, este sistema de adquisición es capaz de detectarlo. En este caso se tiene el sensor análogo que tiene una variación entre 0 y 9 V (una vez que ha pasado por el transductor), un sensor digital de 5 V (de igual manera que el análogo después del transductor).

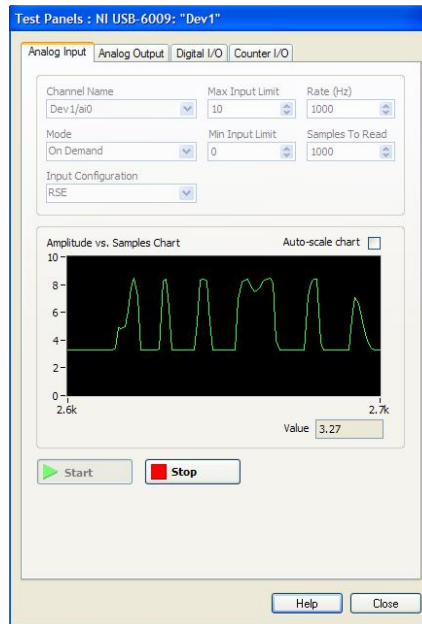


Fig5.5: Se muestra el funcionamiento de sensor análogo en el test panel (se ingresa mediante la segunda opción de Fig5.4).

Una vez que sea probado que la tarjeta de adquisición y los elementos se encuentran en conectados a esta, funciona correctamente, se procede a la programación.

5.3. CONEXIONES ENTRE LOS ELEMENTOS Y LA TARJETA

La conexión de los elementos va a ser de la siguiente:

- El sensor inductivo se conectará de la salida del transductor a la entrada AI0 del DAQ NI USB 6009.
- De la salida de 5V digital a la entrada de 5V del transductor, al igual que la tierra del mismo a la tierra del transductor.
- De la salida del inductivo del transductor a la entrada digital P1.3 del DAQ NI USB 6009.
- De la salida digital P0.0 del DAQ NI USB 6009 a la entrada de Giro del transductor.

- De la salida digital P0.1 del DAQ NI USB 6009 a la entrada de ↔ del transductor.

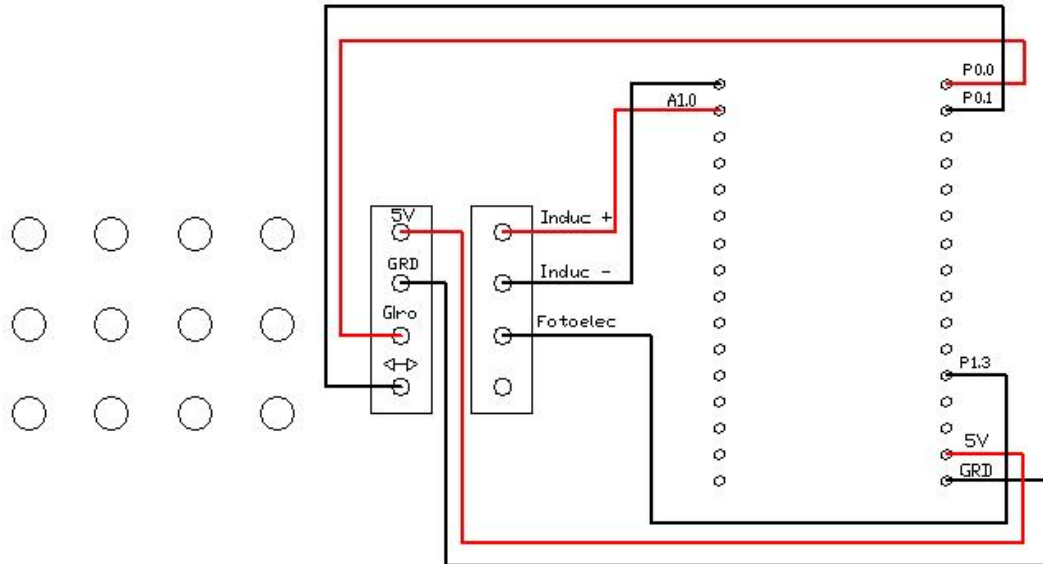


Fig5.6: Conexión desde el transductor hacia el DAQ.

NOTA: Las entradas y salidas tanto análogas como digitales son controladas mediante el software, es decir que una entrada física puede ser o entrada o salida según la necesidad del programador.

5.4. PROGRAMACIÓN EN LABVIEW

Lo primero que se debe entender es que este programa es muy equiparable a programas como C++, Visual, .NET, etc.; con las ventajas de la programación mediante bloques de función. Además que es un programa ideado para el control de instrumentos mediante hardware especializado para este fin.

Este programa grava los archivos en con extensión vi, que es la abreviatura de *virtual instruments*.

5.4.1. INICIANDO LABVIEW

Labview tiene dos pantallas para el uso, el panel frontal y el diagrama de bloque. El panel frontal es la ventana en la cual se colocan todos aquellos elementos que va a controlar al sistema de adquisición, en este se muestran: graficas, botones, indicadores, luces, arreglos de datos que se desean mostrar, etc.

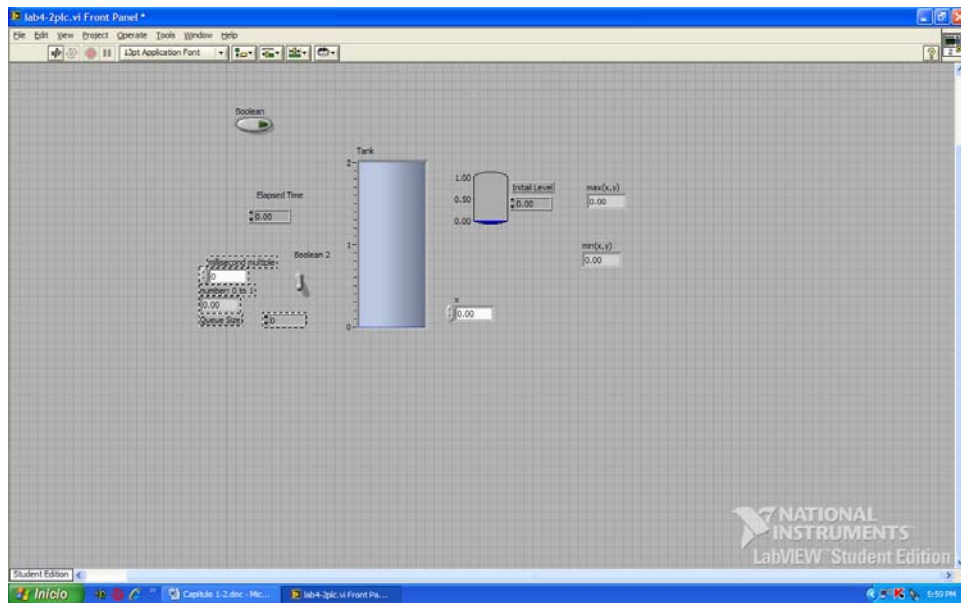


Fig5.7: Panel Frontal.

La segunda pantalla es el diagrama de bloque, en este se realiza la programación en sí, aquí se conectan todos los elementos que va a realizar la interfase entre el computador y los elementos de adquisición, es decir, el la unión entre los elementos físicos y panel frontal.

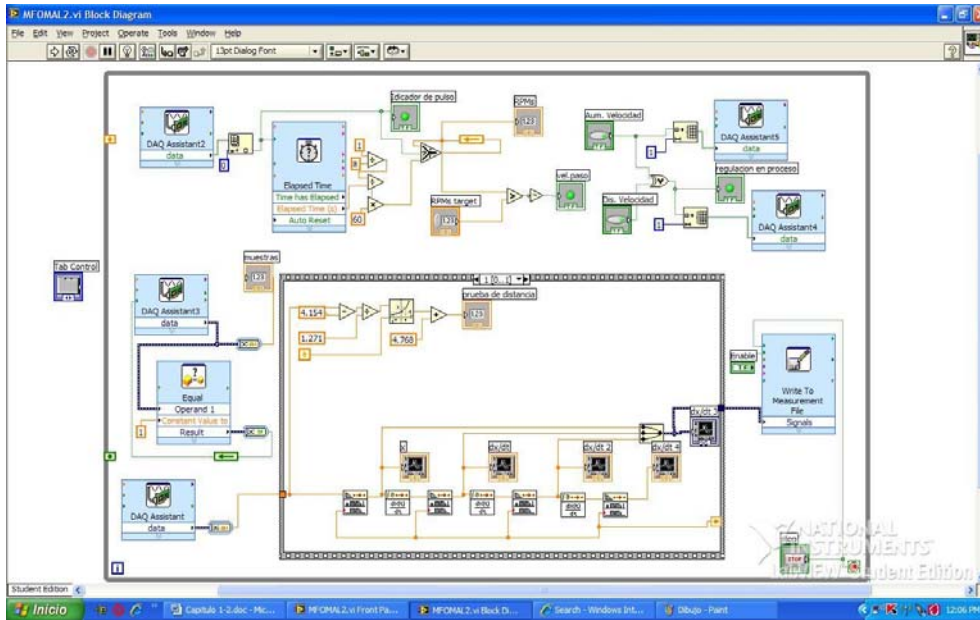



Fig5.8: Diagrama de bloques

5.4.2. COMPILACIÓN DE UN PROGRAMA

Este programa de control tiene tres formas de de compilar (correr el programa), la primera es mediante botones , los que permiten: compilar, compilación cíclica, detener y pausa respectivamente; estas mismas funciones teclado con Ctrl+R, Ctrl+., para compilar y detener respectivamente, la ultima manera de correr el programa es mediante el la pestaña de Operate, donde sen encuentran todas estas para correr el programa.

La complicación mediante el botón de correr, realiza la compilación de un solo ciclo, toma el inicio de ciclo, el cual puede ser un generador de señal, un programa VI, o un elemento de entrada de señal física. De allí va hacia los elementos dentro del la programación, los cuales modifican, amplifican y/o cambian para mostrar den el panel frontal datos que permiten la mejor comprensión de los datos. La compilación cíclica, por otro lado, realiza el ciclo de forma indefinida, la única forma de para este elementos, es mediante el botón de detener.

5.4.3. PROGRAMACIÓN

Empezaremos abriendo el programa de LabView. En la ventana principal, se escoge la opción “Blank VI”, de tal manera de tener un Panel Frontal vacío al igual que el diagrama de bloque.

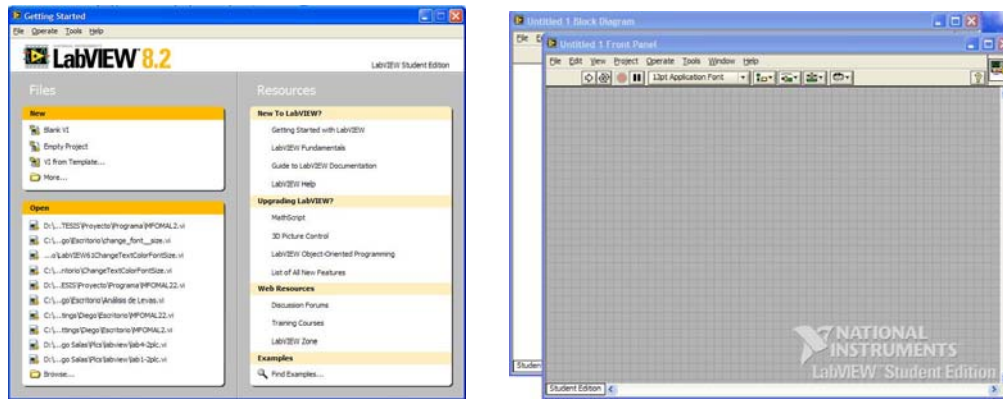


Fig5.9: Inicio LabView y Blank VI (Panel Frontal y Diagrama de Bloques).

5.4.3.1. Programación inductivo

Nos ubicamos en el Diagrama de Bloque, buscamos la pestaña View, y elegimos Functions Palette. En este buscamos Express»Input»DAQ Assistant y colocamos en cualquier parte del Diagrama de Bloques.

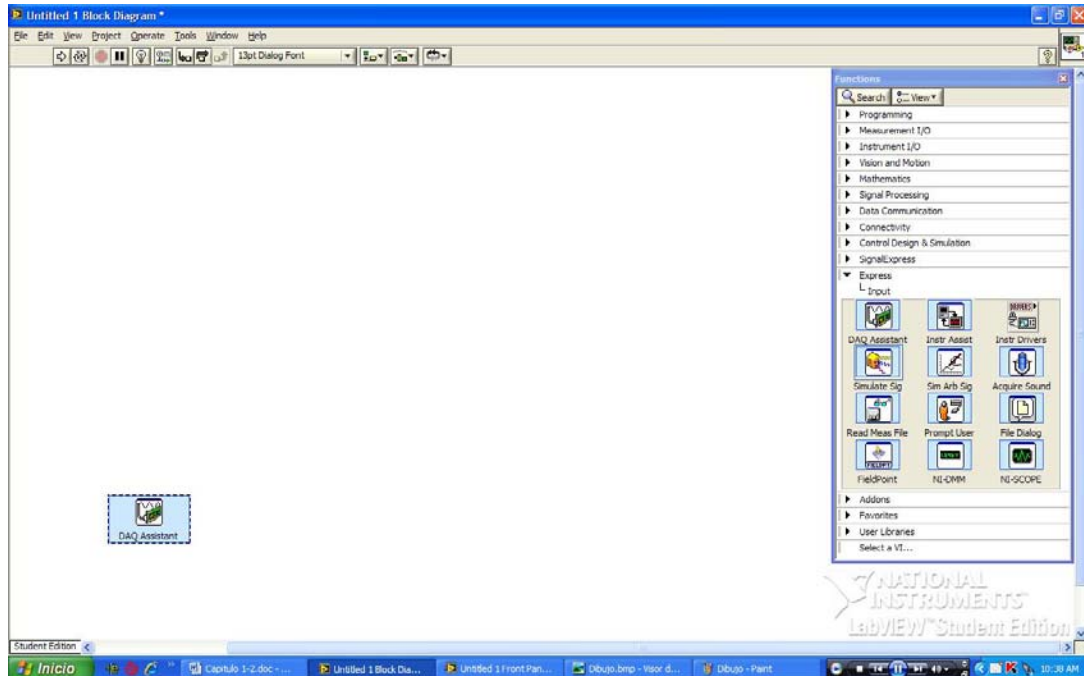


Fig5.10: DAQ Assistant se ubica en Diagrama de Bloque para el inductivo.

A continuación aparecerá una pantalla en la cual se hará la siguiente secuencia de elección: Analog Input»Voltage. En la Fig5.11, se muestran la pantalla en la cual se va a seleccionar que puerto se desea que sea de entrada de señal, en este caso, como ya se ha indicado en la conexión de los elementos va a ser el puerto A1.0, por lo cual seleccionamos A1.0 en dicha pantalla.

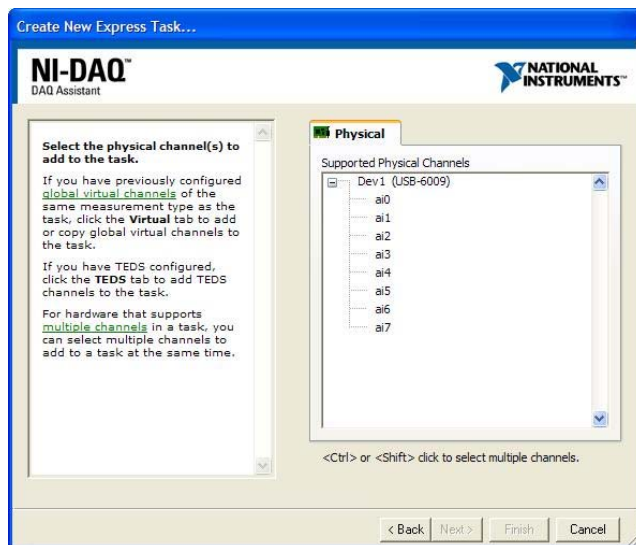


Fig5.11: Selección que puerto va a ser entrada (input).

Para terminar con la configuración del *DAQ Assistant*, configuramos para que los datos vayan de 0 a 10 V, en Terminal Configuration colocamos en RSE para que sea de entrada simple y colocamos en el modo de adquisición a una sola muestra a la vez.

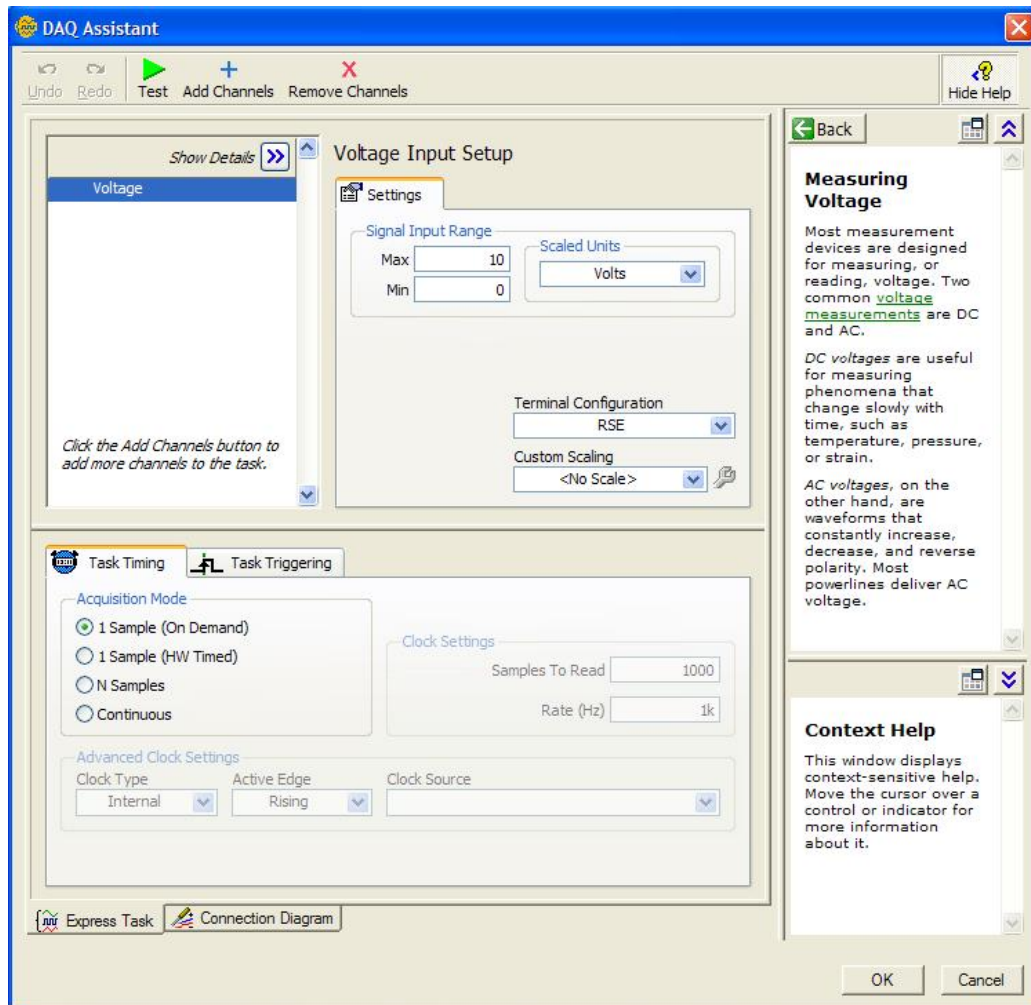


Fig5.12: De esta forma tiene que quedar la configuración de esta primera entrada de señal.

La señal que nos envía es de datos dinámicos, a esta debemos tratarla de tal manera que nos envíe un dato flotante, para hacer estos nos ubicamos en Functions Palette y seleccionamos Express»Signal Manipulation»From DDT; esta función nos permite cambiar el tipo de señal que nos envía. En el cuadro de dialogo que aparece seleccionamos *single scalar*. Mediante el carrito de unión

que nos presenta el programa, unimos la salida de *DAQ Assistant* con la entrada de *Form DDT*.



Fig5.13: Primera unión de elementos

La señal que tenemos ya es un número que se puede usar para dentro del programa que se va a realizar, en este punto se tiene que tomar en cuenta la curva característica que se obtuvo en el capítulo anterior para el sensor inductivo, para lo cual se tiene que colocar la inversa del mismo, ya que nuestra entrada es de voltaje y necesitamos una salida de distancia. Para esto utilizaremos los operadores matemáticos de bloque que tiene el programa (es posible realizar con un *Function Case*, pero ya se lo ha hecho por lo que no utilizaremos este modo), para lo cual entraremos al *Functions Palette* y seleccionamos *Mathematics»Numeric*; aquí seleccionaremos estos tres bloques: $\triangleleft + \triangleright$, $\triangleleft - \triangleright$, $\triangleleft \div \triangleright$; correspondientes a suma, resta y división. A continuación colocaremos el bloque *exp* que se encuentra en *Mathematics»Elementary & Special Functions*. Luego se conectará para obtener la expresión de la curva característica. Se colocará un indicador gráfico en el panel frontal, el cual se encuentra en *Controls Palette* en *Modern»Graph»Waveform Chart*, a este se lo unirá a la salida de la función de suma en el Diagrama de Bloques. Este es el resultado.

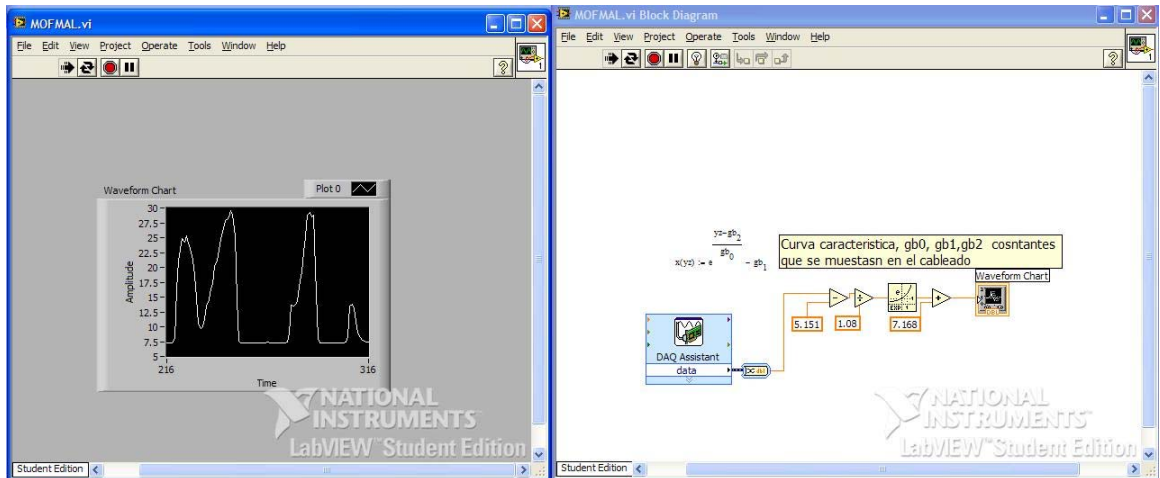


Fig5.14: Funcionamiento inicial solo con la función de I sensor, mediante Run Continuously.

En este punto se va a guardar el archivo con el nombre de Mofmal.vi en el escritorio, para lo cual iremos a File»Save.

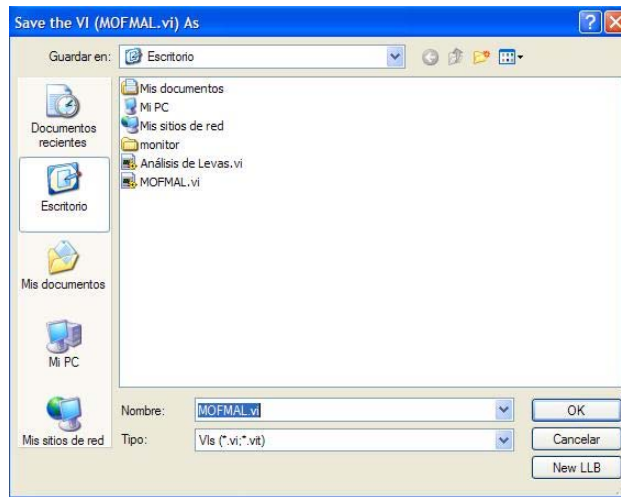


Fig5.15: Guardamos Programa.

A continuación realizaremos las derivadas para encontrar la velocidad del seguidor, para estos utilizamos la derivación punto a punto que se encuentra en Signal Processing»Poiny By Point»Integral & Differential PtByPt»*Derivative x(t) PtByPt.vi*, presionamos la tecla ctrl y el botón izquierdo del ratón y desplazamos hasta donde deseamos. A continuación señalamos el bloque derivación, y lo

copiamos dos veces más. A continuación del cable que una *Waveform Chart* con el primer *Derivative x(t) PtByPt.vi* sacamos una de la salida del este lo conectamos con la entrada del siguiente derivada; se realizara esta misma operación hasta terminar de unir todos los bloques. Se copiará el *Waveform Chart* tres veces y se los unirá un con cada una de las salidas de los filtros copiados.

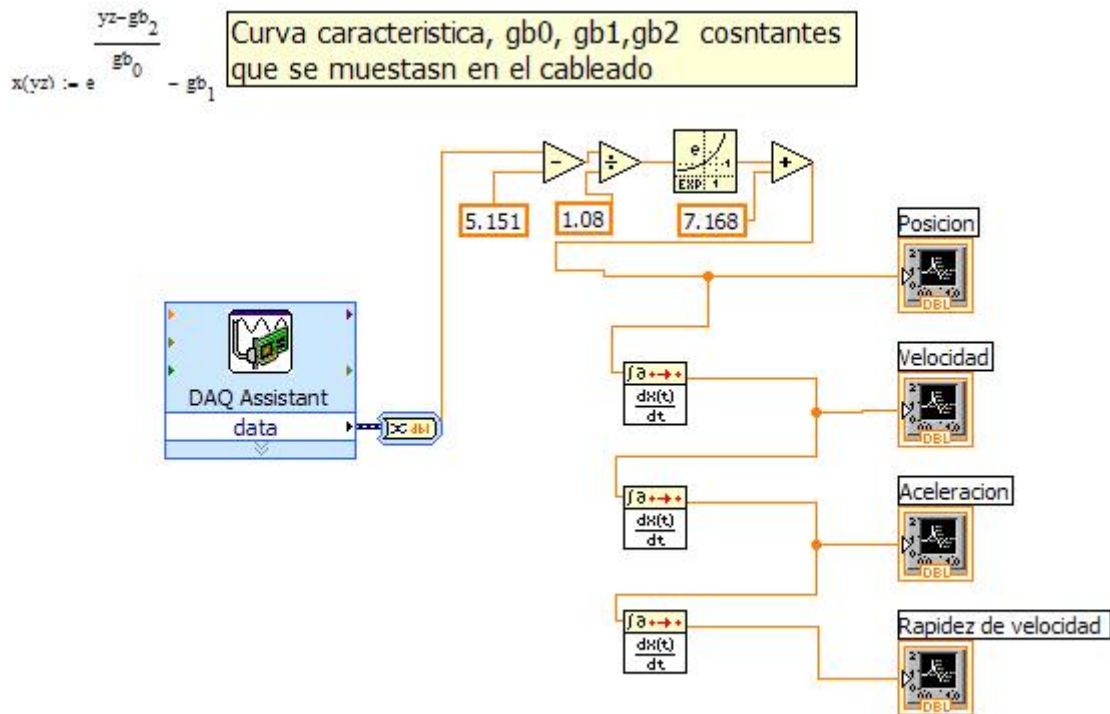


Fig5.16: Programa para posición, velocidad, aceleración y salto.

En esta parte de la programación vamos a arreglar el Panel Frontal, para ellos nos colocamos en el mismo y buscamos en el Control Palette Modern»Containers»*Tab Control*, en el nuevo elemento creado, nos colocaremos en la última pestaña y presionaremos el botón derecho de ratón, buscamos la opción *Add Page After*, y añadimos dos páginas más. En cada una de las páginas colocamos uno de los gráficos creados. En este punto guardamos el programa.

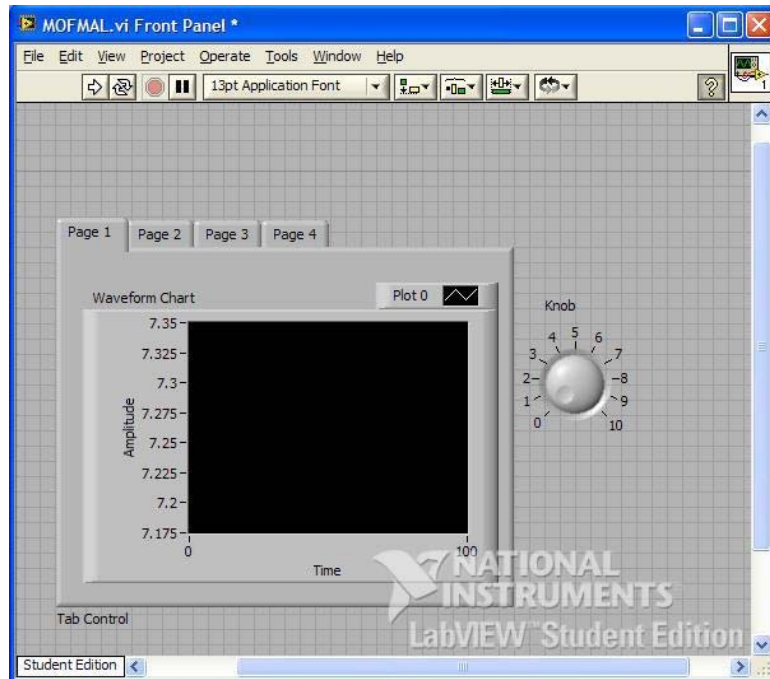


Fig5.16: Programa para posición, velocidad, aceleración y salto.

En este punto crearemos dos graficas mas, primero la de ángulo de presión, para ello no ubicaremos en el Panel Frontal y buscamos Modern»Numeric»*Numeric Control*, y lo colocamos debajo de *Knob* por el momento. A continuación nos ubicamos en el Diagrama de Bloques, y copiamos los bloques de suma y división, este ultimo dos veces; además agregamos el bloque de multiplicación. Luego buscamos en el Functions Palette la función de arco tangente que se encuentra en Mathematics»Elementary & Special Functions»Trigonometric Fuctions»Inverse Tangent, y lo colocamos. Se conecta mediante cable el *Numeric Control* a una de las entradas del bloque de suma, la otra entrada se tiende un cable hacia el primer *Waveform Chart*. Luego se conecta la salida del bloque de suma con la entrada inferior de uno de los bloques de división, la entrada superior de ese conecta hacia es segundo *Waveform Chart*. Conectamos la salida de este bloque de división con la entada del bloque de arco tangente y la salida de este con la entrada superior del bloque de multiplicación.

En el otro bloque de división creamos constantes a la entrada del mismo, para esto nos colocamos en la entrada superior del bloque, oprimimos el botón

derecho del ratón y buscamos la opción *Create*, en este señalamos la opción *Constant*, y ponemos 180; en la parte inferior del bloque oprimimos el botón derecho del ratón, buscamos Numeric Palette»Math Constants»pi, y lo colocamos cerca de las entradas del bloque hasta que se cree un cable de unión con la entrada inferior. Finalmente conectamos la salida del bloque de división con la entrada libre del bloque de multiplicación.

Copiamos uno de los *Waveform Chart*, y conectamos la entrada de este con la salida del bloque de multiplicación. No ubicamos en el Panel Frontal, en el *Tab Control* nos ubicamos en la ultima pestaña y agregamos una *mas*, la *grandazos* mediante el uso del los indicadores de color azul que aparecen al seleccionarlo, en esta ultima pestaña colocamos el *Numeric Control* y el *Waveform Chart* creado cuando se lo copio en el Diagrama de Bloques.

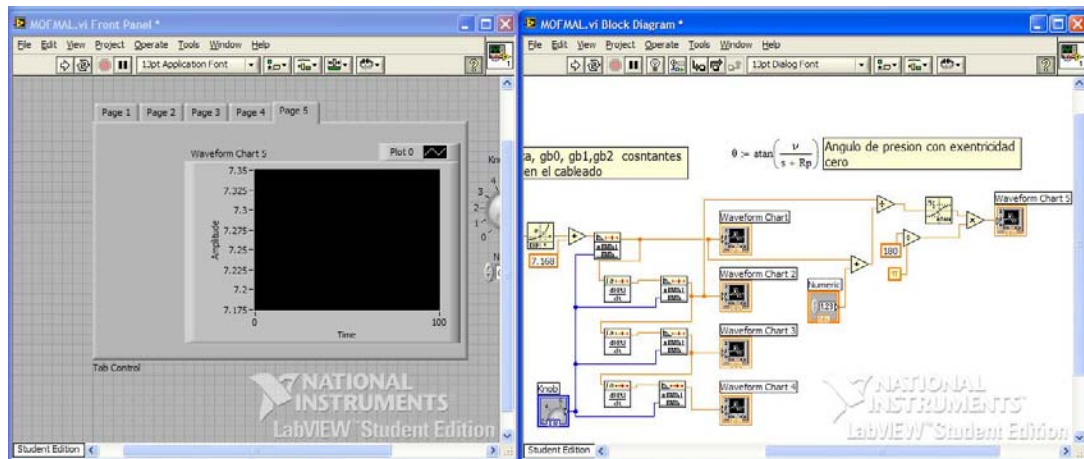


Fig5.17: Programación de Angulo de presión.

Para le siguiente grafico de repetirán los pasos que se han venido realizando, la ecuación es la de fuerza ejercida por el seguidor hacia la leva, la ecuación va a ser:

$$F_{pl} = k \cdot x + 0.06 \cdot 2 \cdot m \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} + m \cdot a + Pl \quad (5,1)$$

Donde:

k es la constante del resorte [N/m]

x es la distancia recorrida por el seguidor [m]
 m es la masa de los elementos móviles [Kg]
 $P1$ es la precarga que se da al resorte [N]

Para esto se va a colocar 7 bloques de multiplicación, 3 bloques de suma uno de división, un bloque de raíz cuadrada, 3 *Numeric Control* y un *Waveform Chart*. La unión final de estos elementos se la ve representada en la figura Fig5.18.

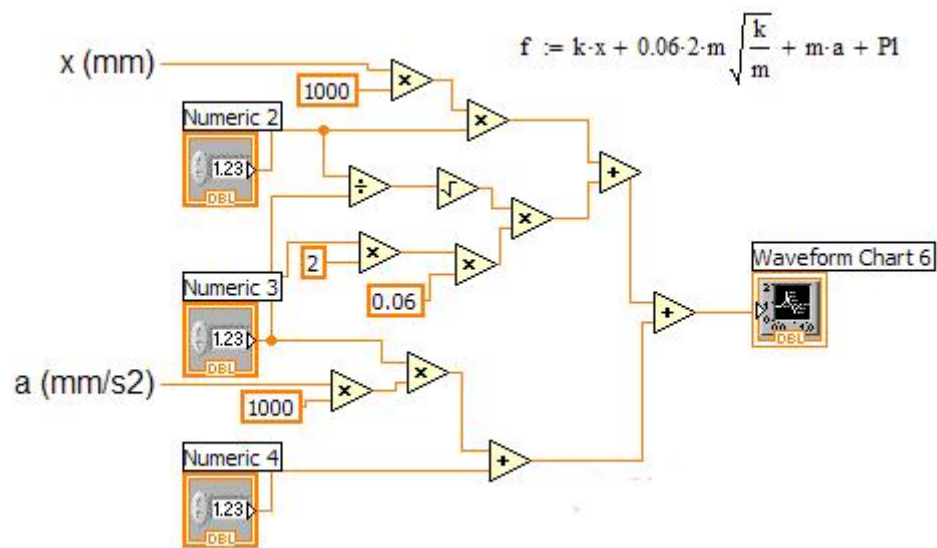


Fig5.18: Programación de fuerza ejercida sobre la leva.

De la salida de los *Numeric*, vamos a lanzar un cable hacia los límites de *While Loop*, se creara un cuadro del color del bloque. Este pasos sirve para que se puede controlar el ciclo sin tener que parar el programa.

Por ultimo, en el Panel Frontal, aumentaremos una pestaña más a *Tab Control* en la cual colocarlos los *Numeric Control* y el *Waveform Chart*.

Para mejorar la presentación de los cambiaremos los nombres de los elementos, para ellos so es necesario colocar el puntero del ratón sobre el

nombre del elemento y presionar dos veces el botón izquierdo. Se los cambiara por los siguientes:

Waveform Chart por Posición

Waveform Chart 2 por Velocidad

Waveform Chart 3 por Aceleración

Waveform Chart 4 por Rapidez de aceleración

Waveform Chart 5 por Angulo de presión

Waveform Chart 5 Fuerza de cierre

Numeric Control por Rp (Radio primitivo)

Numeric Control 1 por k (constante del resorte)

Numeric Control 2 por M (masa de elementos móviles)

Numeric Control 3 por PI (Fuerza de precarga)

Knob por Filtro

Para grabar estos datos utilizaremos *Write To Measurement File*, que es un bloque de grabación, este lo encontramos en el Functions Palette en Programing»File I/O»Write To Measurement File. Este bloque lo colocamos en la parte inferior derecha de la programación. En este seleccionamos como e indica en la Fig5.19, y precionamos OK.

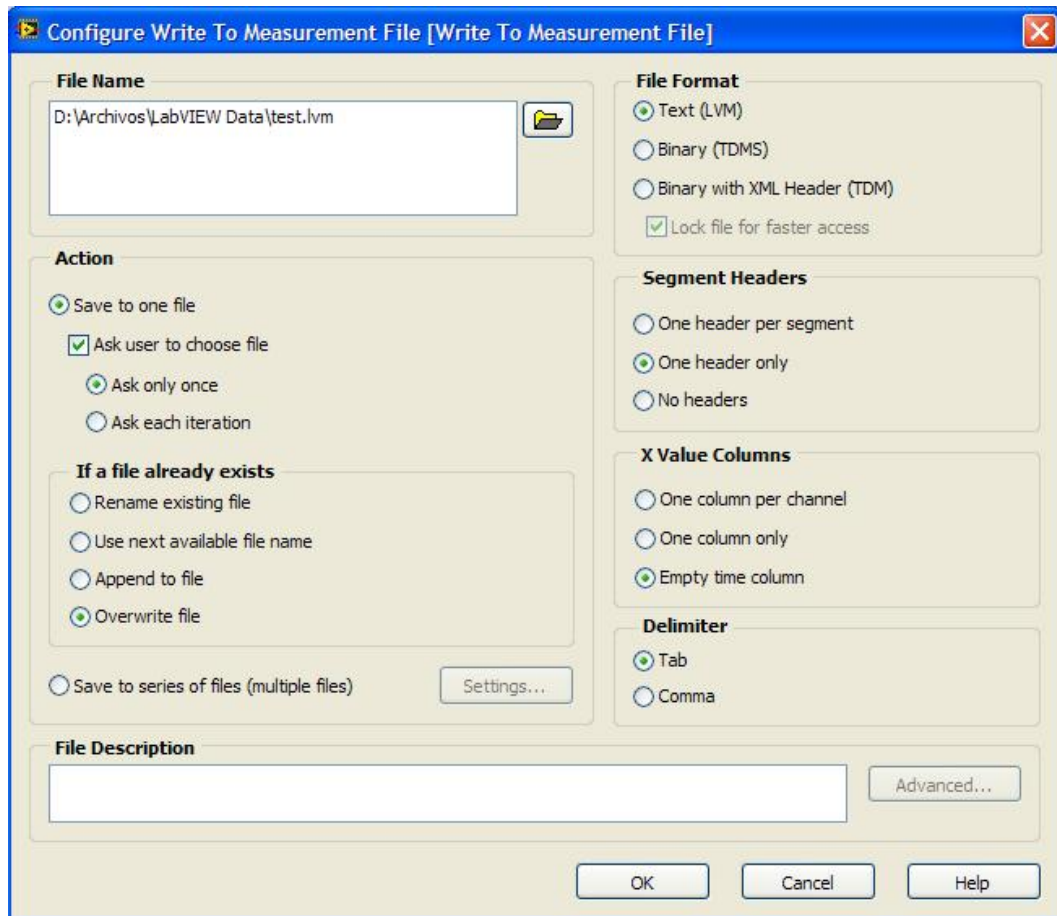


Fig5.18: Programación de fuerza ejercida sobre la leva.

A continuación nos ubicamos en Functions Palette y buscamos Express»Signal Manipulation»Merge Signals, ESPE bloque nos permite converger varias señales en una sola, la colocamos cerca del bloque de grabación y la expandamos hasta tener seis entradas. En la primera la uniremos con la grafica de Posición, la segunda con la de Velocidad, la tercera con la de Aceleración, la cuarta con la de Rapidez de aceleración, la quinta con la de Angulo de presión y la sexta con Fuerza de cierre. Finalmente se tiende un cables entre la salida del Merge Signals y la entrada de Write To Measurement File.

Para que todo esto corra de forma continua lo encerraremos en una estructura While Loop, la cual se encuentras en Programing»Structures»While

Loop, lo escogemos y oprimimos es botón izquierdo del ratón en un lugar desde el cual se pueda arrastrar y abarcar toda la programación. En la parte inferior izquierda se encuentra un símbolo de color rojo, sobre este presionamos el botón derecho del ratón y elegimos crear constante.

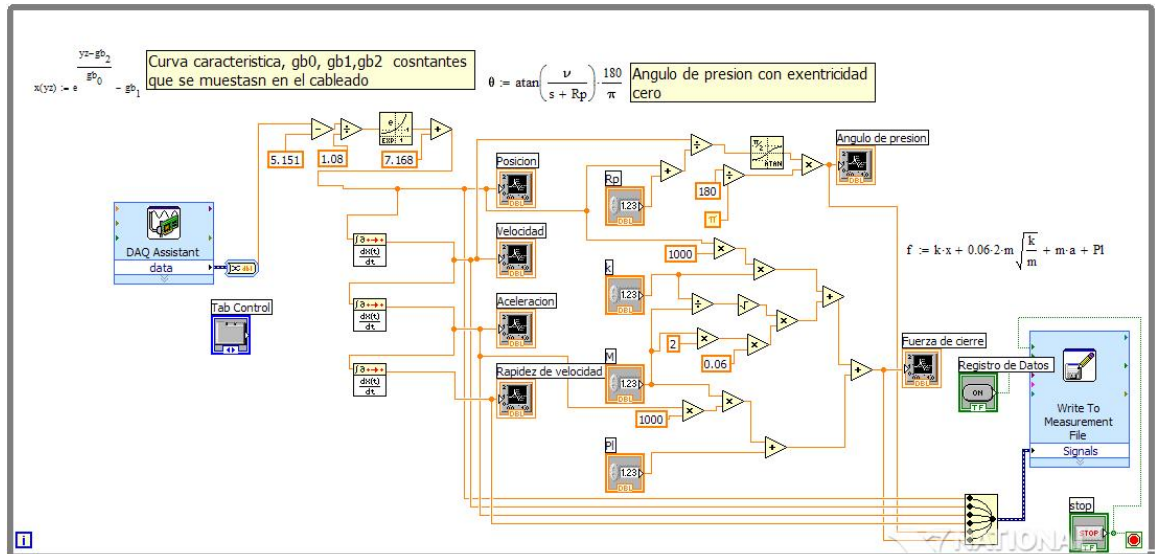


Fig5.18: Programación para el inductivo.

Como paso final de esta parte, conectamos la entrada de Reset del bloque *Write To Measurement File* con el Stop, y creamos un control en la entrada de Enable del mismo bloque. En este último nos ponemos en propiedades y cambiamos su nombre por Registro de Datos, en “show boolean text” nos fijamos que este seleccionado “Multiple strings” y colocamos en TEXT ON Guardando y en TEXT OFF Guardar, y ponemos OK.

5.4.3.2. Control de Velocidad

Aquí de va a ampliar el *While Loop* para tener espacio para la siguiente parte de la programación, de esta manera, nos colocamos en la parte superior de la caja en al Diagrama de Bloques y arrastramos hasta tener un buen espacio.

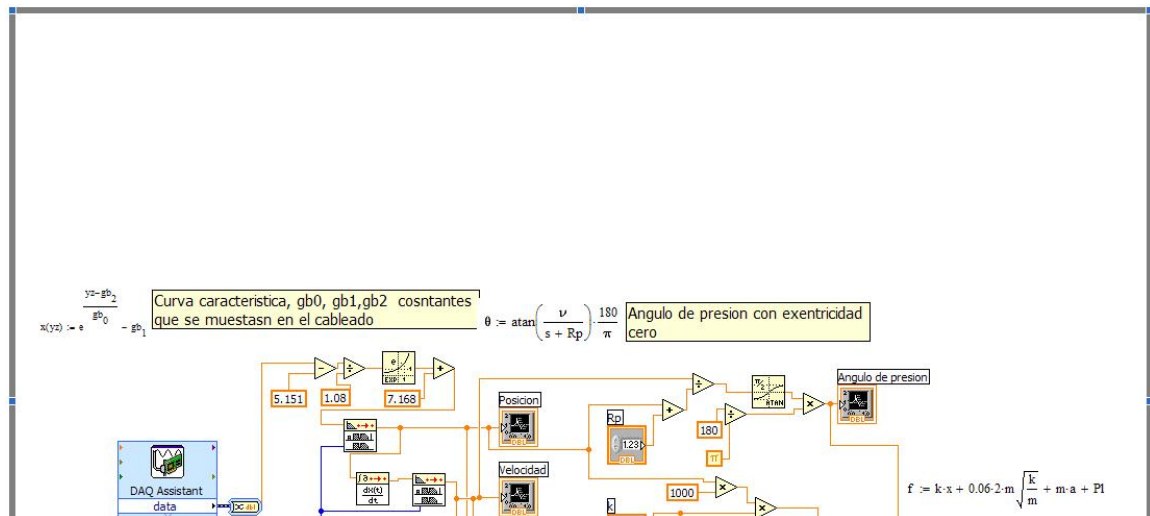


Fig5.19: Expansión del While Loop para colocar mas elementos del programa de control.

A continuación buscamos en el Functions Palette la siguiente ruta Express»Input» *DAQ Assistant*, y lo colocamos. En el cuadro de dialogo buscamos Digital I/O, Line Output y elegimos port0/line0; y señalamos Finish para terminar con esta parte de la configuración de *DAQ Assistant*.

En el cuadro de dialogo que aparece, señalamos el cuadro de *Invert line* en *Settting*, y en *Task Timing* señalamos *1 Sample (On Demand)*, finalmente aceptamos esta configuración con el botón de Ok.

En Functions Palette, no vamos a Programing»Boolean» *Exclusive Or*, lo colocamos cerca del *DAQ Assistant* recién creado. En la misma paleta buscamos Programing»Array» *Initialize Array*, lo posicionamos entre el *Exlusice Or* y el *DAQ Assistant*, a la salida del primero creamos un indicador. En el bloque para realizar arreglos, en la entrada inferior colocamos una constante mediante el uso del botón derecho, *Create, Cosntant*; esta constante tendrá el valor de 1.

Unimos la salida de o *Exclusive Or* con la entrada superior del *Initialize Array*, y la Casilda de este con la entrada del *DAQ Assistant*.

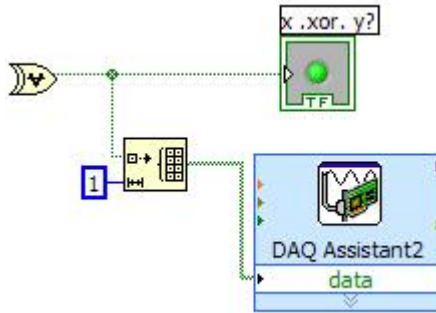


Fig5.20: Primera parte del control de velocidad.

Colocamos un nuevo DAQ Assistant, de la misma manera que se ha indicado, con la diferencia que se seleccionará el port0/line1 y no se señalará el cuadro de *Invert line*.

Copiaremos el *Initialize Array* y la constante del mismo de tal manera de ponerlos en la parte izquierda del *DAQ Assistant 3*.

Pasemos al Front Panel, en este colocamos de dos *Push Boton* que se encuentran en *Modern»Boolean»Push Boton*, cambiamos los nombres de los mismos por el de *Aum. Velocidad* y *Dis. Velocidad*, además cambiamos el nombre del indicador por el de *Regulación en Proceso*. Guardamos el archivo.



Fig5.21: Panel Frontal hasta el momento.

Pasamos al Diagrama de Bloques y movemos el bloque que tiene el nombre de Aum. Velocidad y Dis. Velocidad de tal manera que estén a la izquierda de *Exclusive Or* y el primero en la parte superior del segundo. Conectamos el que Aum. Velocidad con la entrada superior del *Initialize Array* que no se encuentra conectada, y con la entrada superior del *Exclusive Or*. Dis.Velocidad lo conectamos con la entrada inferior del *Exclusive Or*. Finalmente conectamos la entrada del *DAQ Assitent 3* con la salida del *Exclusive Or* más cercano.

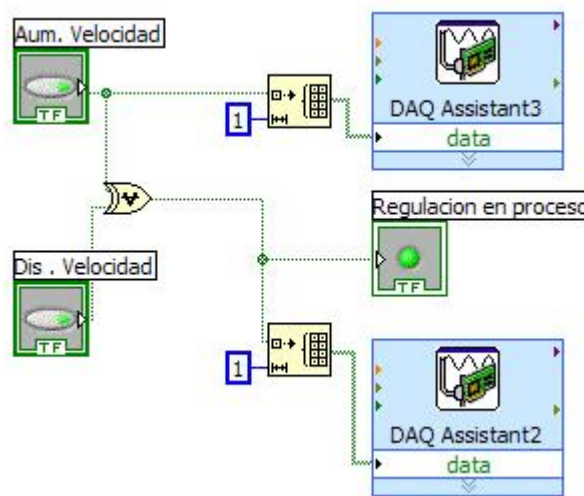


Fig5.21: Control de velocidad.

5.4.3.3. Medición de Velocidad.

Primero colocaremos un bloque *DAQ Assitent 4* en cual va seleccionar de la siguiente manera, Digital I/O, Input line, pot1/line3. Aquí se señalara *Invert line* y *1 Sample (On Demand)*.

A continuación colocaremos un *Index Array* el cual se encuentra en *Programing»Array»Index Array*, al que colocamos en la parte derecha del *DAQ Assitent 4*, conectamos al salida del *DAQ Assitent* con La entrada superior del *Index Array* y la segunda entrada de este creamos una constante de valor 0.

A continuación colocamos dos bloques de *Elapsed Time*, que están en Programing»Timing»*Elapsed Time*, además un bloque *Not*, el que encontraremos en Programing»Boolean»*Not*. Conectamos la salida del *Index Array* con el *Reset* de primer *Elapsed Time*, luego conectamos la misma salida del *Index Array* con el *Not* y la salida de este con el reset del *Elapsed Time 2*.

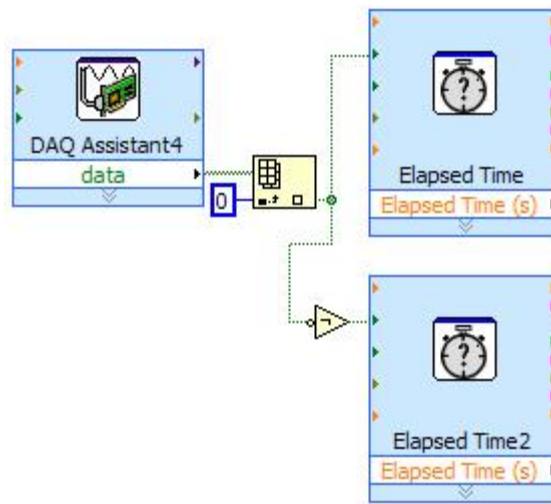


Fig5.22: Primera parte del indicador de velocidad.

A continuación colocamos dos bloques de división y uno de multiplicación, a estos los ordenamos al lado derecho del primer *Elapsed Time*, a uno de los bloques de división le colocamos dos constantes, en la parte superior con el número 1 y en la parte inferior, el número 4. Luego conectamos la salida de este con la entrada superior del segundo bloque de división y la entrada inferior con la salida *Elapsed Time (s)*, del bloque *Elapsed Time*. La salida del bloque de división se conecta con la entrada superior del bloque de multiplicación, y la inferior de coloca una constante igual a 60. Copiamos los bloques de división y multiplicación con sus respectivas constantes y la colocamos a la parte derecha del segundo *Elapsed Time*. Conectamos la salida del *Elapsed Time 2* con la entrada inferior del bloque de división copiado que no se encuentra conectado.

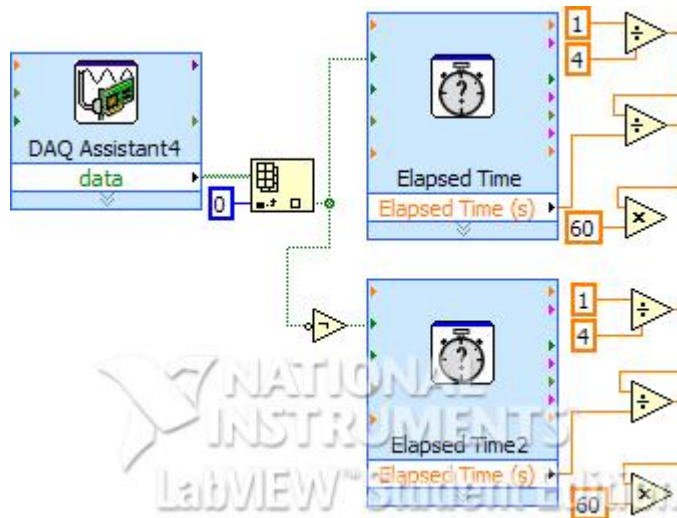


Fig5.23: Siguiete parte del indicador de velocidad, se transforma número de vueltas en RPMs.

Pondremos un bloque de *Select* que esta en Programming»Comparison»*Select*. En este tenemos 3 entradas, la entrada de la mitad la conectaremos con la salida del *Index Array*. La entrada inferior la conectaremos con la salida de la multiplicación de la parte superior, por ultimo conectamos la salida del *Select* con la entrada superior del mismo *Select* (se debe formar un bloque llamado *Feedback Node*, si no aparece este bloque se los puede encontrar en Programming»Structure» *Feedback Node*). Copiamos los bloque se formaron y los desplazamos mas abajo y conectamos con la salida del segundo bloque de multiplicación con la entrada inferior del bloque *Select* copiado, la entrada del medio de este bloque se tiene que conectar con la salida del *Not* que se encuentra antes de *Epalsed Time 2*.

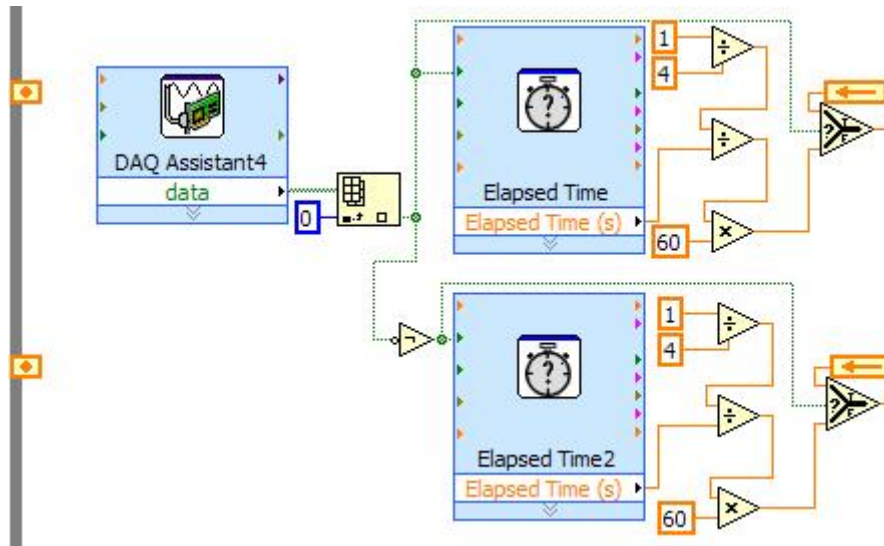


Fig5.24: Se realiza una retroalimentación para mantener la cantidad de la velocidad.

Buscamos el bloque de *Build Array* en *Programming»Array» Build Array* que lo colocamos entre los dos bloques de *Select*, expandimos el bloque para que acepte dos señales, esta va a venir de la salida de los *Feedback Node*, el de la parte de arriba con la entrada superior del bloque *Build Array* y el de abajo con la parte inferior de bloque.

La salida del *Build Array* se conectará con un bloque *Index Array*, la entrada inferior de este se conecta con la salida del bloque *Boolean to (0,1)* este se encuentra en *Programming»Boolean» Boolean to (0,1)*, la entrada de este se conectará con la salida del bloque *Not* del *Elapsed Time 2*.

Para terminar con esto se coloca un indicador en la salida del *Index Array*, a este lo nombraremos como RPMs

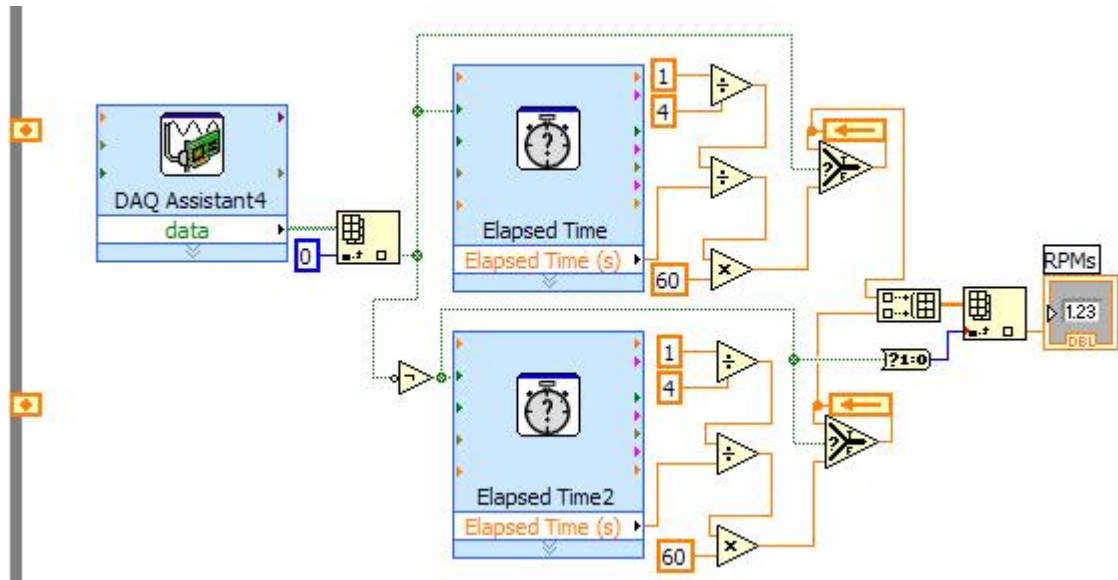


Fig5.25: Se construye un arreglo para poder desáselo según la necesidad de presentación de datos.

El panel frontal que es el que va a controlar la máquina queda de la siguiente manera:

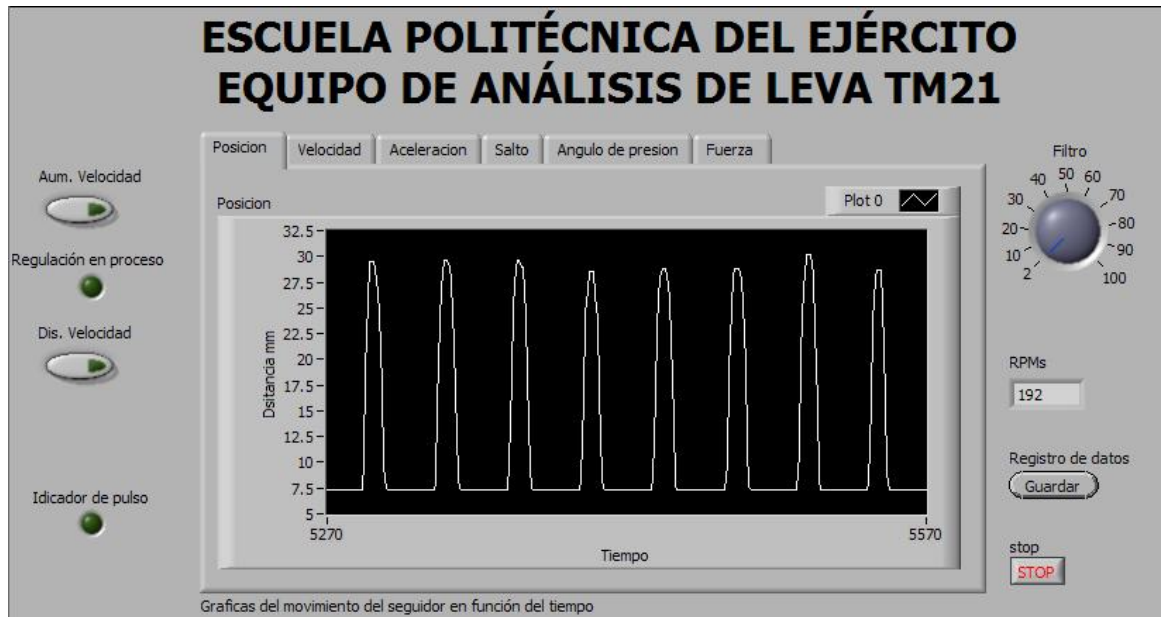


Fig5.26: Presentación del programa de análisis de levas.

Como paso final se colocara una clave dentro del programa, esta de la hara de la siguiente manera, nos colocamos en File y buscamos VI Propeties, en el cuadro de dialogo, se oprime la flecha que despliega una lista, en esta lista seleccionamos Protection.

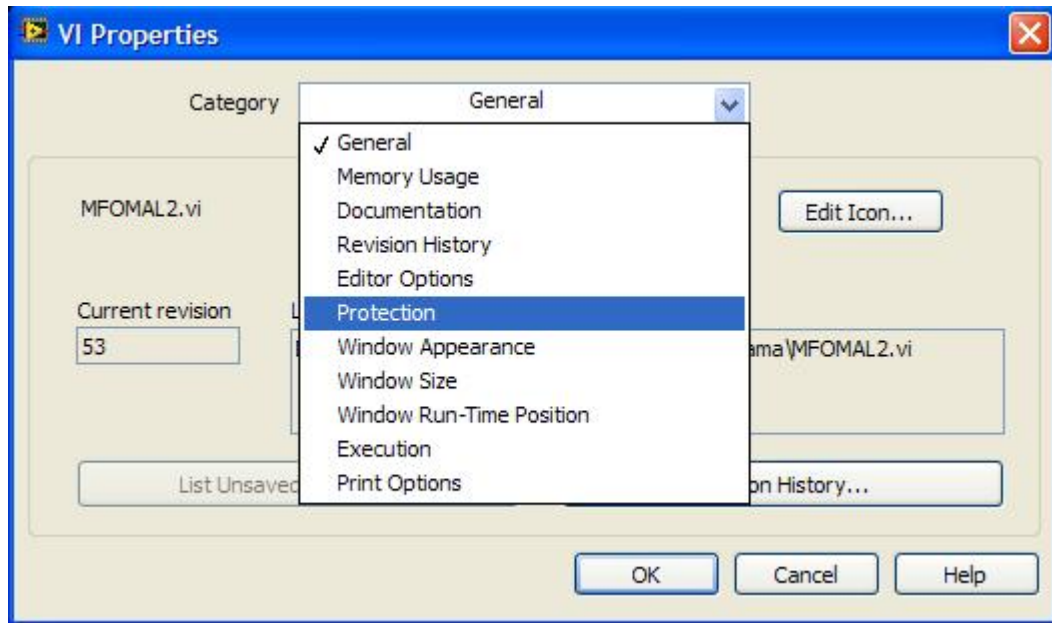


Fig5.27: Cuadro de dialogo que muestra como realizar la protecci3n de un archivo VI.

En este cuadro de dialogo seleccionamos Password-protected, aparecer3 otro cuadro de dialogo en el cual colocaremos la clave en el cuadro de Enter New Password y lo escribimos de nuevo en Enter New Password Again to Verify. Esta clave no tendr3 efecto hasta que se cierre el programa de Labview.



Fig5.28: Cuadro de dialogo que permite la creación de palabra de seguridad.

CAPITULO 6

6. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DESPUÉS DE LA MEJORA

En este punto, ya se ha realizado todas las mejoras dentro del sistema de adquisición, en lo que respecta a la operabilidad del mismo. A continuación se expondrá en lo que respecta al funcionamiento del sistema, en especial en la adquisición de datos.

6.1. TOMA DE DATOS

De igual manera que en el anterior sistema, no podemos cambiar el análisis con relación al tiempo, por lo que las gráficas serán similares a las del anterior sistema con la diferencia de las medidas realizadas.

6.1.1. LEVA CON SEGUIDOR PLANO

Leva Tangencial

Tiempo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto	Angulo	Fuerza
0	28.743593	0	-1.085115	0.469743	0	24.631315
36.390625	7.342713	-11.116354	-6.367538	-2.664536	-5.912444	7.423951
36.4375	7.341479	-10.701057	-5.350529	-2.132707	-5.693105	7.423162
36.484375	7.355113	0.0062	5.561277	5.964407	0.003309	7.436306
36.515625	16.847883	4.753202	7.72713	6.538829	2.329425	15.068926
36.5625	23.607107	8.125997	4.059898	-0.750689	3.761243	20.502609
36.59375	27.601644	5.376881	0.311839	-3.707645	2.412903	23.713468
36.625	30.883682	3.638288	-2.243855	-3.151877	1.592291	26.351715
36.671875	29.417047	0.907702	-2.23459	-1.273215	0.401853	25.172543
36.703125	27.505248	-1.689217	-2.663752	-0.209949	-0.759022	23.63537
36.75	25.757725	-1.829661	-1.368681	0.432954	-0.833543	22.23062
36.796875	17.833219	-4.836014	-1.573399	0.545177	-2.350167	15.859277
36.828125	8.432085	-8.66282	-3.416579	-1.023949	-4.567753	8.300397
36.859375	7.343542	-5.244839	-0.204412	0.684493	-2.797265	7.42585
36.90625	7.341479	-0.545303	4.058758	3.737669	-0.291065	7.425044
36.9375	7.345629	0.001044	2.622941	1.413677	0.000557	7.428094
36.984375	7.343127	0.000824	0.273064	-1.892847	0.00044	7.425612

37.015625	7.343127	-0.001251	-0.001147	-1.312044	-0.000668	7.425557
37.03125	7.344374	0.000623	-0.0001	-0.136582	0.000333	7.42656
37.0625	7.341479	-0.000824	0.000213	0.00068	-0.00044	7.424232

Tabla 6.1

Leva cóncava 1

Tiempo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto	Angulo	Fuerza
0	7.341069	-0.001861	-0.001139	-0.000313	-0.000993	7.423902
13.625	7.342713	0.000412	9.72E-07	-0.000102	0.00022	7.425225
13.65625	7.343957	0.001444	0.001653	0.001396	0.000771	7.426225
13.6875	7.343127	0.000207	-0.000103	-5.18E-05	0.00011	7.425557
13.71875	7.341479	-0.001239	-0.001342	-0.001497	-0.000661	7.424232
13.75	7.341479	-0.000824	-0.000516	-0.000206	-0.00044	7.424232
13.78125	7.345629	0.002075	0.001657	0.001499	0.001108	7.427569
13.8125	7.342301	0.000411	0.000618	0.000567	0.000219	7.424893
13.84375	7.341479	-0.002075	-0.002075	-0.001866	-0.001108	7.424232
13.875	7.341069	-0.000616	-0.000514	-0.000566	-0.000329	7.423903
13.90625	7.338631	-0.001424	0.000326	0.001201	-0.00076	7.421943
13.921875	7.34066	-0.000204	0.000206	0.00036	-0.000109	7.423574
13.953125	7.341889	0.001629	0.001526	0.0006	0.00087	7.424563
13.984375	7.343127	0.001233	0.000719	0.000257	0.000658	7.425558
14.015625	7.946535	0.302323	0.150347	0.07441	0.160466	7.910727
14.046875	14.303264	3.480069	1.739418	0.869349	1.743884	13.021856
14.078125	19.604931	5.829198	2.763438	1.306545	2.790223	17.2846
14.109375	23.452369	4.574552	0.547242	-0.596088	2.122136	20.377497
14.140625	25.713824	3.054446	-1.387376	-2.075407	1.391832	22.19532
14.171875	26.520137	1.533884	-1.520334	-1.033788	0.694599	22.843569

Tabla 6.2

Leva cóncava 2

Tiempo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto	Angulo	Fuerza
0	22.884962	0.037073	0.027793	-0.014183	0.017285	19.921198
25.484375	7.863009	-7.237158	-3.671998	-1.916508	-3.838555	7.842808
25.53125	7.893226	-7.495868	-3.76647	-1.897132	-3.974231	7.867084
25.5625	7.915863	0.026427	3.631793	3.651895	0.014031	7.886763
25.609375	7.972736	0.039755	3.767812	3.767141	0.021096	7.932517
25.65625	8.013701	0.048919	0.011246	-1.810273	0.025949	7.964701
25.6875	8.033934	0.030599	-0.004578	-1.886195	0.016228	7.980965
25.734375	8.021737	0.004018	-0.02245	-0.016848	0.002131	7.971155
25.765625	8.017709	-0.008113	-0.019356	-0.007389	-0.004303	7.967918
25.8125	8.019721	-0.001008	-0.002513	0.009969	-0.000535	7.969538
25.890625	13.172157	2.577224	1.292668	0.656012	1.304548	12.112356
25.921875	17.126455	4.553367	2.277188	1.13985	2.22629	15.291808
25.96875	20.80627	3.817056	0.619916	-0.336376	1.809744	18.250048
26	23.299087	3.086316	-0.733526	-1.505357	1.433879	20.254003
26.015625	22.409226	0.801478	-1.507789	-1.063853	0.375141	19.5384
26.046875	22.773875	-0.262606	-1.674461	-0.470468	-0.122552	19.831544

26.078125	22.590473	0.090623	-0.355427	0.576181	0.042355	19.684353
26.109375	20.362222	-1.205827	-0.47161	0.601425	-0.573988	17.892815
26.140625	19.058596	-1.765939	-0.928281	-0.286427	-0.849778	16.844608
26.171875	16.206415	-2.077903	-0.436038	0.017786	-1.024405	14.551553

Tabla 6.3

6.1.1.1. Levas para seguidor de rodillo

Leva tangencial

Tiempo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto	Angulo	Fuerza
0	7.341889	7.341889	7.341889	7.341889	12.638677	5.975382
34.21875	16.037062	8.018531	4.009265	2.004633	10.952003	12.966299
34.25	13.214896	2.936504	-2.202693	-4.772291	4.348738	10.697276
34.296875	9.567082	-3.23499	-5.62676	-4.818013	-5.28569	7.764431
34.328125	7.64749	-2.783703	-2.860103	-0.328705	-4.814854	6.22108
34.359375	7.355113	-1.105985	1.064503	3.345631	-1.933872	5.986011
34.375	7.341889	-0.1528	1.315452	2.087777	-0.267387	5.975379
34.40625	7.347741	-0.003686	0.551149	-0.256677	-0.006449	5.980084
34.4375	7.339846	-0.001022	0.075889	-0.619781	-0.001788	5.973736
34.46875	7.344791	-0.001475	0.001105	-0.275022	-0.002581	5.977712
34.5	7.340252	0.000203	0.000613	-0.037638	0.000356	5.974063
34.53125	7.341479	-0.001656	-9.06E-05	-0.000598	-0.002898	5.975049
34.5625	7.33944	-0.000406	-0.000305	-0.000459	-0.000711	5.97341
34.59375	7.339035	-0.001222	0.000217	0.000154	-0.002138	5.973084
34.625	7.339846	0.000203	0.000305	0.000305	0.000355	5.973736
34.640625	7.346894	0.003929	0.002576	0.001179	0.006875	5.979402
34.671875	7.340252	0.000203	2.40E-07	-0.000152	0.000356	5.974063
34.703125	7.34066	-0.003117	-0.003523	-0.003049	-0.005454	5.974391
34.734375	7.34066	0.000204	2.41E-07	2.84E-10	0.000357	5.974391
34.765625	7.339846	-0.000407	0.001355	0.002439	-0.000713	5.973736

Tabla 6.4

Leva cóncava 1

Tiempo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto	Angulo	Fuerza
0	7.363248	-0.518192	0.609597	0.218813	-0.90613	5.992552
12.25	10.384408	1.435612	1.2327	0.317623	2.29738	8.421564
12.28125	14.5434	3.590076	2.054134	0.722269	5.135892	11.765394
12.3125	15.390793	2.503193	0.533791	-0.349455	3.511644	12.446698
12.34375	16.5106	0.9836	-1.303238	-1.678686	1.344428	13.347022
12.375	15.179694	-0.10555	-1.304371	-0.919081	-0.149029	12.276973
12.40625	13.22921	-1.640695	-1.312148	-0.004455	-2.432057	10.708784
12.421875	10.540155	-2.319769	-1.10711	0.098631	-3.693053	8.546784
12.453125	9.02205	-2.10358	-0.231442	0.540353	-3.497077	7.326228
12.484375	7.671898	-1.434128	0.442821	0.774965	-2.483016	6.240706
12.515625	7.375627	-0.823212	0.640184	0.435813	-1.438771	6.002504
12.546875	7.356445	-0.157726	0.638201	0.09769	-0.275884	5.987082

12.578125	7.345629	-0.014999	0.404106	-0.118039	-0.026244	5.978386
12.609375	7.341479	-0.007483	0.075122	-0.28154	-0.013095	5.975049
12.640625	7.340252	-0.002688	0.006155	-0.198975	-0.004705	5.974063
12.65625	7.338631	-0.001424	0.00303	-0.036046	-0.002492	5.972759
12.6875	7.341479	0.000613	0.001651	-0.002252	0.001073	5.975049
12.71875	7.33944	0.000404	0.000914	-0.001058	0.000708	5.97341
12.75	7.341069	-0.000205	-0.000409	-0.00103	-0.000358	5.974719
12.78125	7.341479	0.001019	0.000307	-0.000303	0.001784	5.975049

Tabla 6.5

Cóncava 2

Tiempo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto	Angulo	Fuerza
0	11.271304	-1.592709	-0.77904	-0.123241	-2.48691	9.134628
8.671875	12.415147	-0.523874	0.191081	0.504584	-0.793699	10.054278
8.703125	10.265005	-0.50315	0.54478	0.66191	-0.808256	8.325564
8.734375	9.163047	-1.62605	-0.551088	-0.371085	-2.693546	7.439589
8.765625	8.656083	-0.804461	-0.150656	-0.347718	-1.35317	7.03199
8.796875	8.194635	-0.484206	0.570922	0.561005	-0.825758	6.660987
8.828125	8.23927	-0.208407	0.298027	0.224342	-0.354962	6.696873
8.859375	8.288491	0.046928	0.265567	-0.152678	0.079813	6.736447
8.875	8.301816	0.031273	0.11984	-0.089094	0.053167	6.74716
8.90625	8.351111	0.03131	-0.007809	-0.136688	0.053151	6.786793
8.9375	8.477721	0.087952	0.02834	-0.04575	0.148749	6.888587
8.96875	8.41428	0.031584	0.000137	0.003973	0.053517	6.837581
9	8.459272	-0.009224	-0.048588	-0.038464	-0.015609	6.873755
9.03125	8.50273	0.044225	0.00632	0.003091	0.074741	6.908695
9.0625	8.441083	-0.009094	6.50E-05	0.024327	-0.015398	6.859131
9.09375	8.541141	0.019206	-0.01251	-0.009415	0.032421	6.939577
9.109375	8.450146	0.004531	0.006813	0.003374	0.007669	6.866417
9.140625	8.396725	-0.072208	-0.045707	-0.016599	-0.122415	6.823466
9.171875	8.345529	-0.052308	-0.02842	-0.017616	-0.088813	6.782305
9.203125	8.698908	0.151092	0.11165	0.078678	0.253875	7.066422

Tabla 6.6

Convexa

Tiempo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto	Angulo	Fuerza
0	13.537753	-1.398897	-0.62791	0.19273	-2.057552	10.956853
12.4375	8.376556	-3.788512	-1.90978	-0.957508	-6.399772	6.80725
12.46875	8.426122	-2.555816	-0.578459	0.024726	-4.320913	6.847102
12.5	8.435078	0.029261	1.908886	1.909333	0.04955	6.854303
12.546875	8.490166	0.032022	1.293919	0.936189	0.054137	6.898594
12.578125	8.474628	0.019775	-0.004743	-0.956815	0.033448	6.886101
12.625	8.468464	-0.010851	-0.021437	-0.657678	-0.018357	6.881145
12.65625	8.441083	-0.016772	-0.018274	-0.006765	-0.028397	6.859131
12.6875	8.432085	-0.018189	-0.003669	0.008884	-0.030804	6.851896
12.75	9.09809	0.328503	0.172638	0.095456	0.545575	7.387364

12.796875	13.893731	2.730823	1.374506	0.689088	3.975531	11.243061
12.828125	16.206415	3.554162	1.61283	0.720096	4.882548	13.102458
12.875	16.142532	1.1244	-0.803211	-1.088859	1.550403	13.051095
12.90625	15.932832	-0.136792	-1.845477	-1.729153	-0.18962	12.882496
12.953125	14.169571	-0.98648	-1.05544	-0.126114	-1.428104	11.464834
12.984375	9.249785	-3.341523	-1.602366	0.121556	-5.508402	7.509326
13.03125	8.277944	-2.945813	-0.979666	0.037887	-4.998945	6.727967
13.140625	8.285845	-0.48197	1.429777	1.516071	-0.81972	6.73432
13.1875	8.348317	0.035186	1.4905	1.235083	0.059737	6.784547
13.21875	8.480821	0.097488	0.289729	-0.570024	0.164861	6.89108

Tabla 6.7

Polinomial Anti-horario

Tiempo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto	Angulo	Fuerza
0	16.711533	0.198817	-0.869062	-0.504472	0.270503	13.508572
13.546875	12.244305	-1.917398	-1.23497	-0.190567	-2.915818	9.916921
13.609375	16.599376	-0.056078	-0.127448	0.370807	-0.076502	13.418398
13.65625	16.42266	2.089178	2.003288	1.619129	2.859733	13.27632
13.6875	14.974014	-0.812681	-0.378301	-0.125427	-1.153141	12.111607
13.71875	11.562521	-2.43007	-2.259624	-2.131456	-3.761449	9.368766
13.75	11.251947	-1.861033	-0.524176	-0.072937	-2.906745	9.119065
13.78125	12.656237	0.546858	1.488464	1.874044	0.823268	10.248115
13.796875	12.774273	0.761163	1.311098	0.917637	1.142278	10.343016
13.828125	12.102303	-0.276967	-0.411912	-0.950188	-0.42314	9.802752
13.859375	10.540155	-1.117059	-0.939111	-1.125105	-1.780242	8.546784
13.890625	9.039668	-1.531318	-0.627175	-0.107632	-2.54591	7.340393
13.921875	7.682735	-1.42871	-0.155825	0.391643	-2.472837	6.249419
13.953125	7.370297	-0.834686	0.348316	0.487746	-1.459054	5.998219
13.984375	7.351607	-0.165564	0.631573	0.393699	-0.289636	5.983192
14.015625	7.341069	-0.014614	0.410036	0.03086	-0.025574	5.974719
14.046875	7.34605	-0.002779	0.081393	-0.27509	-0.004862	5.978724
14.0625	7.337826	-0.001621	0.006496	-0.20177	-0.002838	5.972112
14.09375	7.339846	-0.003102	-0.000162	-0.040777	-0.005429	5.973736
14.21875	7.339846	0.00101	0.001316	-0.00259	0.001767	5.973736

Tabla 6.8

Polinomial Horario

Tiempo	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Salto	Angulo	Fuerza
0	7.347741	0.003541	0.00218	0.001754	0.006195	5.980084
12.171875	7.339846	-0.005232	-0.003786	-0.001806	-0.009156	5.973736
12.21875	7.341889	-0.002926	-0.003233	-0.002707	-0.00512	5.975379
12.25	7.344791	0.002473	0.003852	0.003819	0.004327	5.977712
12.28125	7.343127	0.000619	0.001772	0.002503	0.001083	5.976374
12.296875	7.351607	0.003408	0.000468	-0.001692	0.005962	5.983192
12.328125	7.926548	0.29171	0.145546	0.071887	0.501502	6.445444
12.359375	9.440104	1.044249	0.52042	0.259976	1.71679	7.662344

12.390625	10.936497	1.504975	0.606632	0.230543	2.371705	8.865444
12.421875	12.137427	1.348661	0.152206	-0.184107	2.057663	9.830991
12.453125	12.465006	0.764255	-0.37036	-0.488496	1.156282	10.094365
12.484375	12.268366	0.06547	-0.641596	-0.396901	0.099583	9.936266
12.5	11.223082	-0.620962	-0.692609	-0.161124	-0.971385	9.095857
12.53125	12.452497	0.092066	0.013298	0.327447	0.139356	10.084308
12.5625	14.773614	1.775266	1.198114	0.945361	2.530246	11.950486
12.59375	16.5106	2.029051	0.968493	0.477597	2.771742	13.347023
12.625	16.916787	1.071586	-0.35184	-0.774977	1.450589	13.673596
12.65625	16.379001	-0.0658	-1.047426	-1.007959	-0.090238	13.241216
12.6875	14.864059	-1.026364	-1.048975	-0.348568	-1.4602	12.023203
12.71875	12.090651	-2.144175	-1.039188	0.004119	-3.27331	9.793383

Tabla 6.9

6.2. TABULACION DE DATOS

La tabulación de datos, en este punto se basa en la comparación de los datos obtenidos entre el la geometría de las leva, el nuevo y el viejo sistema, ya que los datos obtenidos por el nuevos sistema se encuentran ya tratados dentro del programa realizado, solo debemos realizar la comparación y se la hará las geometrías indicada en el manual de la TecQuipment.

6.2.1. GEOMETRÍAS DE ACUERDO CON TECQUIPMENT

Para realizar la grafica que va a servir para el análisis comparativo entre las levas, ser necesita compararlas con alguna base, aquí es donde interviene el manual de la TecQuipment, en el cual se tiene la geometría del las levas que provee la máquina.

Para realizar la curva característica de las levas se va a seguir este procedimiento:

- Se ubican los diámetros y medidas características dentro del manual.

- Mediante programa como SolidWork y Autocad, determinamos los ángulos más relevantes de acuerdo con las características geométricas.
- Mediante el uso de MathCad realizaremos la hoja e calculo, que va a tener el siguiente formato:
 - Ingresamos medidas.
 - Ingresamos ángulos.
 - Calculamos coordenadas de puntos de cambio de geometría.
 - Determinamos ecuaciones de las curvas que conforman la leva.
 - Adecuamos dicha ecuaciones para la realización de la curva característica.

Estas curvas serán la base para la comparar con los datos obtenidos tanto con el nuevo sistema como con el viejo, todos estos cálculos se encuentran en el **Anexo E**.

6.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA

En el **Anexo E**, señalamos como se ha realizado el análisis de la levas mediante el sistema anterior, el análisis del nuevo sistema va a ser solamente comparativo, debido a que se ha evitado dichos cálculos, mediante la programación del sistema de control, es decir que los datos obtenidos en la tablas anteriores en este capítulo ya son datos tratados.

Dada esta situación que los datos son ya tratado, se procede al análisis comparativo del sistema.

6.4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS

La comparación se dará entre las levas de acuerdo con la forma geométrica y los datos obtenidos tanto en el sistema anterior como en el sistema nuevo.

Para el análisis introducimos la nariz de la levas con el mismo seguidor y forma en el MathCad, de tal manera de tener matrices que permitan el análisis. A estas matrices las comparamos con la forma geométrica que se obtuvo del manual de la TecQuipment.

A continuación buscamos factores de ajuste, esto es debido a que los sistemas están adecuados al movimiento del seguidor, no de la leva; por este motivo se debe ajustar los datos mediante un factor de corrección. Este va a estar dado por:

$$f = \frac{\text{max_valor_geometria}}{\text{max_valor_sistema}} \quad (6,1)$$

F es el factor ajuste

Después de determinar este factor, movemos las gráficas de tal manera que estas se encuentren sobrepuestas unas con otra, esto es para poder compararlas. Es en este punto que se puede realizar la comparación mediante la correlación entre la gráfica generada por la geometría de la leva y la gráfica obtenida en los sistemas de adquisición. Obsérvese el **Anexo E**.

6.4.1. CUADRO COMPARATIVO DE LEVAS

leva tangencial		leva cóncava	
leva vieja seg. rodillo c_tr_tvr = 0.75	leva nueva seg. rodillo c_tr_tnr = 0.947	leva vieja seg. rodillo c_tr_tvr = 0.761	leva nueva seg. rodillo c_tr_tnr = 0.974
leva vieja seg. plano c_tr_tvp = 0.466	leva nueva seg. plano c_tr_tnp = 0.733	leva vieja seg. plano c_tr_tvp = 0.628	leva nueva seg. plano c_tr_tnp = 0.84
leva cóncava 2		leva convexa	
leva vieja seg. rodillo c_tr_tvr = 0.948	leva nueva seg. rodillo c_tr_tnr = 0.985	leva vieja seg. rodillo c_tr_tvr = 0.56	leva nueva seg. rodillo c_tr_tnr = 0.737
leva vieja seg. plano c_tr_tvp = 0.84	leva nueva seg. plano c_tr_tnp = 0.945		

Tabla 6.10

El cuadros anterior lo que nos indican es la correlación entre la leva según la geometría y los datos obtenidos, mientras mas alto el valor la semejanza entre los datos será mayor.

CAPITULO 7

7. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

7.1. PRESUPUESTO DE INVERSIONES

Se detalla los elementos adquiridos para el funcionamiento del sistema:

NI USB 6009	\$396.48	1	1	\$396.48
Sensor fotoeléctrico	\$91.01	1	1	\$91.01
Costo total inversiones				\$487.49

Tabla 7.1

7.2. PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA

Comprende los honorarios referentes a responsable del Proyecto.

Costo Total no profesional	\$1,142.86
----------------------------	------------

Tabla 7.2

Costo de honorarios de directores del Proyecto

Honorarios (derechos de grado)	\$750
--------------------------------	-------

Tabla 7.3

7.3. PRESUPUESTO DE LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES

Costo total Materiales	\$91.50
------------------------	---------

Tabla 7.4

7.4. TOTAL DEL PROYECTO

totales	\$652.64
Costo Total no profesional	\$1,142.86
Honorarios (derechos de grado)	\$750.00
Costo total inversiones	\$487.49

TOTAL COSTOS	\$3,032.99
IMPREVISTOS	\$303.30
TOTAL INVERSIÓN	\$3,336.29

Tabla 7.5

7.5. CALCULO DEL VAN Y EL TIR

Como de flujo de ingreso se ha considerado el ahorro que representa el valor total de la máquina nueva, amortizada en 5 años ya que esta no va ser adquirida sino mejorada por el proyecto realizado.

MAQUINA NUEVA	7900.72	MEJORA DE MAQUINA					3336.29
	AÑO 0	AÑOS 1	AÑOS 2	AÑOS 3	AÑOS 4	AÑOS 5	SUMA
FLUJOS DE EFECTIVO	-3336.29	1580.14	1580.14	1580.14	1580.14	1580.14	4564.43
TIR							37.85%
Flujos de efectivo a precios reales							5696.06
Costo beneficio del proyecto				1.71			

Tabla 7.6

Todas las tablas están explicadas en el **Anexo F**.

CAPITULO 8

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

- Se ha mejorado el funcionamiento mediante el uso de la incorporación del sensor Fotoeléctrico BR100-DDT-P y el Servomotor.
- La opresión del sistema del control se ha mejorado de tal manera que el tratamiento de los datos es mínimo.
- El equipo TECQUIPMENT TM21 062 en si, esta en excelentes condiciones, tanto en su sistema eléctrico como mecánico.
- La elección de la tarjeta USB NI 6009 fue necesaria debido a que el ruido captado por el sistema anterior no permitía una buena adquisición.
- El manual de usuario es necesarios ya que se necesita entender el buen uso de la máquina.
- Se ha determinado que la mejoras han sido efectivas como se muestra en la Tabla 6.10.
- La tarjeta NI 6009, por su capacidad de ser potable, tiene una gran flexibilidad par la implantación en otros equipos.
- El sistema de potencia es compatible con varios equipos dentro el laboratorio, lo que permite el desarrollo de nuevos sistemas de control.
- El tratamiento de los datos debe realizarse de acuerdo con una base, en este caso la geometría indicada en el manual del equipo.
- Se debe aumentar la velocidad del PC para mejorar la adquisición.

8.2. Recomendaciones

- Realice controles del estado de la máquina y de los sistemas de adquisición.
- Se determine cuales equipos dentro del laboratorio son susceptibles a mejoras mediante el uso de alguno de los sistemas de la máquina.
- Busque nuevas maneras de mejorar y/o implementar dentro del sistema de adquisición, para mejorar le rendimiento de la máquina.
- Determinación de nuevas formas del tratamiento de los datos para tener la capacidad comparación.
- Se manufacturé nuevas levas, con su geometría, para tener una mayor gama de elementos a analizar.
- La geometría de las levas que se manufacture debe ser un requisito indispensable, ya que sin este no se puede comparar los resultados obtenidos en la máquina.
- De ser posible, realícese nuevos transductores que mejore la adquisición de datos.
- Cambiar le PC ya que la velocidad del mismo no es la adecuada para la tarjeta USB NI 6009

BIBLIOGRAFÍA

Autor. Título. Traductor. Edición. Ciudad. Casa Editora. Año. Paginación.
Gieck, Kurt; MANUAL DE FORMULAS TECNICAS, ed. 19, México DF, αΩ, 1993.

Lehamann, Charles; GEOMETRÍA ANALÍTICA, ed. 21, México DF, Limusa, 1995.

Olmedo, Fernando; MECANISMOS CON MATHCAD, Quito-Ecuador.

Curtis, Jonson; PROCESS CONTROL, ed. 5, USA, Prentice-Hall, 1997.

Creus, Antonio; INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL, ed.5, México, αΩ, 1993.

Norton, Robert; DISEÑO DE MAQUINARIA, Mexico, Mc Graw Hill, 2000.

INEN; CÓDIGO DE DIBUJO TÉCNICO-MECÁNICO, Quito-Ecuador, INEN, 1981.

Paginas WEB

<http://valetron.eresmas.net/Componenteselectronicos.pdf>

<http://www.arrowmx.com/secc7.pdf>

<http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/Tutorial/TECNO2.pdf>

www.macrosensors.com/ms-lvdt_faq-tutorial.html

www.datasheetcatalog.net

http://www.us.telemecanique.com/products/Automation/Control_Software/Concept/index.html

<http://www.ni.com/labview/whatis/acquire.htm>

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

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

<http://www.mathworks.com/products/matlab/description1.html>

http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_continua

[http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/sds/installation/p80088_2.p
df](http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/sds/installation/p80088_2.pdf)

[http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/sds/installation/p84290_2.p
df](http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/sds/installation/p84290_2.pdf)

http://autonics.com/bbs.php?table=product_info&query=view&uid=77&p=

<http://www.ifm-electronic.com/ifmmx/web/dsfs!OGP500.html>

[http://www.superlogics.com/usb-data-acquisition/analog-output-high-
performance-high-speed/USB-9812-10V/253-2580.htm#access](http://www.superlogics.com/usb-data-acquisition/analog-output-high-performance-high-speed/USB-9812-10V/253-2580.htm#access)

<http://www.tayuda.com/ayudainf/aprendainf/varios.htm>

http://www.dte.upct.es/personal/joaquin.roca/docencia/dpfc/ao/Capitulo%203/I_V.htm

<http://www.keybellevilles.com/material.el.html>

http://www.info-ab.uclm.es/labeledec/solar/Componentes/CIRCUITOS_IMPRESOS.HTM

http://www.datasheet4u.com/html/L/M/7/LM741_NationalSemiconductor.pdf.html

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/mendez_s_j/capitulo2.pdf

<http://www.fi.uba.ar/materias/6712M/ResortesTeorico.pdf>

ANEXOS

ANEXO A. Análisis previo de resultados

Leva Tangencial

Seguidor de Rodillo

Seguidor de Cara Plana

Leva Cóncava 1

Seguidor de Rodillo

Seguidor de Cara Plana

Leva Cóncava 2

Seguidor de Rodillo

Seguidor de Cara Plana

Leva Convexa

Seguidor de Rodillo

Leva polinomial

Sentido horario

Seguidor de Rodillo

Sentido Anti-horario

Seguidor de Rodillo

Leva tangencial con seguidor de rodillo

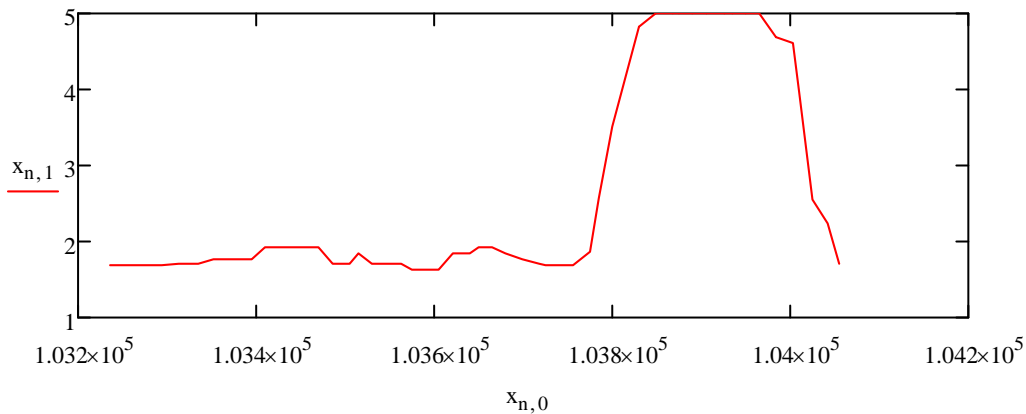
x :=

	0	1	2	3	4	5
0	8.461·10 ⁴	1.922	1.922	1.922	1.922	NaN
1	8.518·10 ⁴	1.774	0.887	0.444	0.222	NaN
2	8.523·10 ⁴	1.627	-0.147	-1.034	-1.478	NaN
3	8.529·10 ⁴	1.588	-0.093	-0.49	-0.467	NaN
4	8.535·10 ⁴	1.549	-0.039	0.054	0.544	NaN
5	8.544·10 ⁴	1.549	-0.02	0.037	0.264	NaN
6	8.551·10 ⁴	1.549	0	0.02	-0.017	NaN
7	8.557·10 ⁴	1.549	0	9.8·10 ⁻³	-0.014	NaN
8	8.575·10 ⁴	1.608	0.029	0.015	-2.5·10 ⁻³	NaN
9	8.585·10 ⁴	1.608	0.029	0.015	2.5·10 ⁻³	NaN
10	8.59·10 ⁴	1.706	0.049	9.8·10 ⁻³	-2.5·10 ⁻³	NaN
11	8.596·10 ⁴	1.706	0.049	9.8·10 ⁻³	-2.5·10 ⁻³	NaN
12	8.609·10 ⁴	1.686	-9.8·10 ⁻³	-0.029	-0.02	NaN
13	8.618·10 ⁴	1.686	-9.8·10 ⁻³	-0.029	-0.02	NaN
14	8.625·10 ⁴	1.706	9.8·10 ⁻³	9.8·10 ⁻³	0.02	NaN
15	8.631·10 ⁴	1.765	0.039	0.025	0.027	...

Cálculo para el acondicionamiento del ángulo de recorrido de la leva

inicio := 328 fin := 382

n := inicio .. fin Rango de la muestra que se va a tratar.



Para determinar el ángulo que se requiere nos valdremos de una función lineal, la cual es nos es muy util debido este dato es independiente de la adqicision de datos.

$$\text{pen} := \frac{0 - 360}{x_{\text{inicio},0} - x_{\text{fin},0}} \quad \text{pen} = 0.44$$

$$x0 := 360 - \text{pen} \cdot (x_{\text{fin},0}) \quad x0 = -4.538 \times 10^4$$

$$\theta_{n,0} := \text{pen} \cdot x_{n,0} + x_0$$

curva := 363 comienzo de la curva

fun1 := 369 terminacion de la subida

n2 := curva.. fin

fun2 := 376 Terminacion de la bajada

mues := fin - fun2

Db := 60 Dm := 87.5

Al := Dm - Db Al = 27.5

div := $\frac{Al}{mues}$ div = 4.583

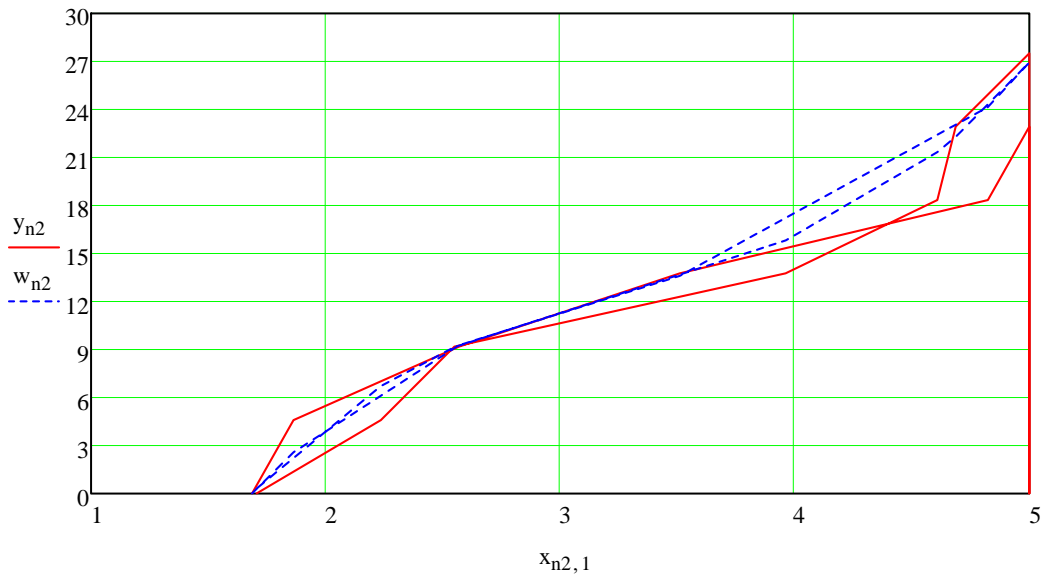
mediante la función siguiente se determina los valores de histeresis del sensor inductivo,

$$y_{n2} := \text{if}[n2 < \text{fun1}, \text{div} \cdot (n2 - \text{curva}), \text{if}[n2 < \text{fun2}, 0, \text{div} \cdot [(n2 - \text{fin}) - 2 \cdot ((n2 - \text{fin}))]]]$$

Ecuacion de ajuste dada por el excel

$$1.5154x^3 - 15.116x^2 + 53.412x - 54.15$$

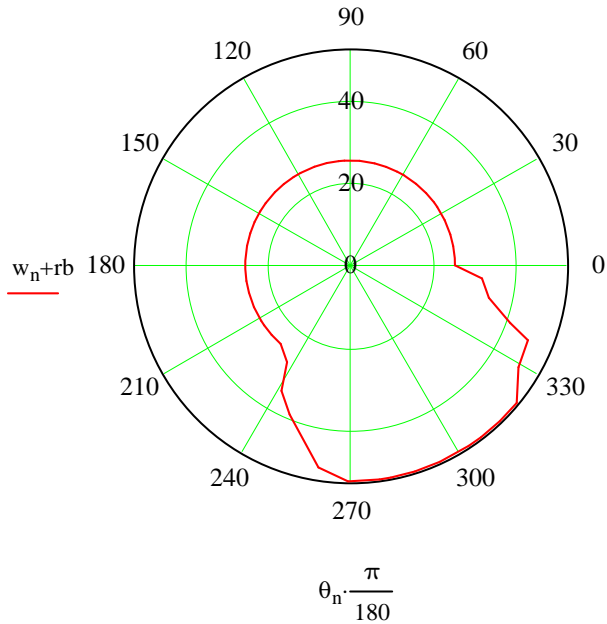
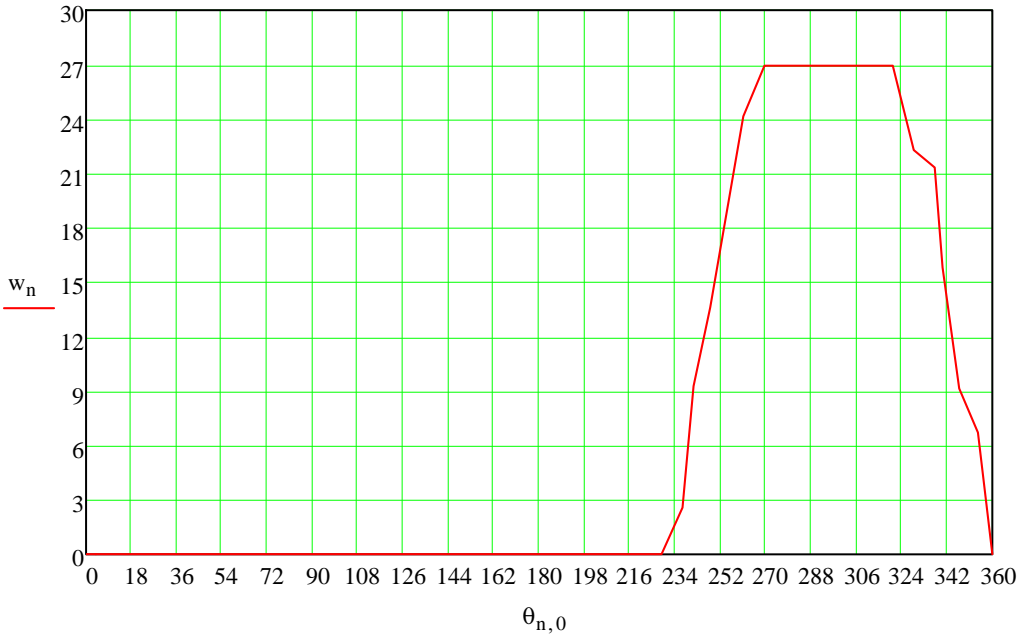
$$w_{n2} := 1.5154 \cdot (x_{n2,1})^3 - 15.116 \cdot (x_{n2,1})^2 + 53.412 \cdot x_{n2,1} - 54.74522882644426$$



$w_n := \text{if}(n < \text{curva}, 0, \text{if}(n < \text{fin}, w_n, 0))$ Ecuacion de la altura de la leva ya tratado.

rb := 25.4

Graficas de la leva



Leva tangencial con seguidor de cara plana

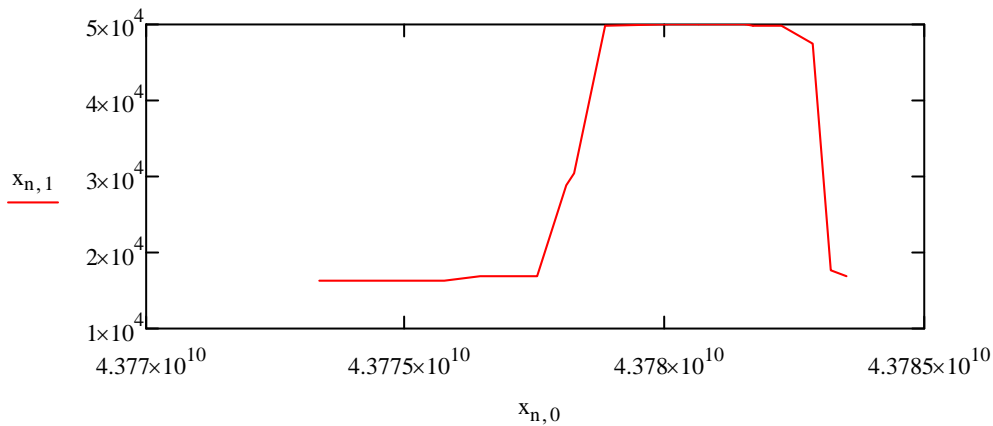
x :=

	0	1	2	3	4	5	6
0	4.376·10 ¹⁰	4.451·10 ⁴	-0.265	-0.132	0.346	NaN	-3.404·10 ⁴
1	4.376·10 ¹⁰	3.51·10 ⁴	-0.735	-0.368	-0.105	NaN	-1.183·10 ⁵
2	4.376·10 ¹⁰	1.686·10 ⁴	-1.382·10 ⁴	-0.559	-0.213	NaN	-3.934·10 ⁵
3	4.376·10 ¹⁰	1.686·10 ⁴	-0.912	-0.088	0.14	NaN	-2.84·10 ⁵
4	4.377·10 ¹⁰	1.686·10 ⁴	0	0.691	0.625	NaN	0
5	4.377·10 ¹⁰	1.627·10 ⁴	-0.029	0.441	0.265	NaN	-1.035·10 ⁴
6	4.377·10 ¹⁰	1.627·10 ⁴	-0.029	-0.015	-0.353	NaN	-1.035·10 ⁴
7	4.377·10 ¹⁰	1.627·10 ⁴	0	0.015	-0.213	NaN	0
8	4.377·10 ¹⁰	1.627·10 ⁴	0	0.015	0.015	NaN	0
9	4.377·10 ¹⁰	1.627·10 ⁴	0	0	-7.4·10 ⁻³	NaN	0
10	4.377·10 ¹⁰	4.274·10 ⁴	1.323·10 ⁴	0.662	0.324	NaN	1.72·10 ⁵
11	4.377·10 ¹⁰	4.353·10 ⁴	1.363·10 ⁴	0.681	0.341	NaN	1.738·10 ⁵
12	4.377·10 ¹⁰	4.98·10 ⁴	0.353	-0.485	-0.574	NaN	4.054·10 ⁴
13	4.377·10 ¹⁰	4.98·10 ⁴	0.314	-0.524	-0.603	NaN	3.604·10 ⁴
14	4.377·10 ¹⁰	4.98·10 ⁴	0	-0.176	0.154	NaN	0
15	4.377·10 ¹⁰	4.98·10 ⁴	0	-0.157	0.184	NaN	0
16	4.377·10 ¹⁰	4.667·10 ⁴	-0.157	-0.078	0.049	NaN	...

Cálculo para el acondicionamiento del ángulo de recorrido de la leva

inicio := 18 fin := 36 curva := 25

n := inicio .. fin Poción de la muestra que se va a tratar.



Para determinar el ángulo que se requiere nos valdremos de una función lineal, la cual es nos es muy util debido este dato es independiente de la adqicision de datos.

$$\text{pen} := \frac{0 - 360}{x_{\text{inicio},0} - x_{\text{fin},0}} \quad \text{pen} = 3.543 \times 10^{-5}$$

$$x0 := 360 - \text{pen} \cdot (x_{\text{fin},0}) \quad x0 = -1.551 \times 10^6$$

$$\theta_{n,0} := \text{pen} \cdot x_{n,0} + x_0$$

$$n_2 := \text{curva} \cdot \text{fin}$$

$$\text{mues} := \text{fin} - \text{curva}$$

$$D_b := 60 \quad D_m := 87.5$$

$$A_1 := D_m - D_b \quad A_1 = 27.5$$

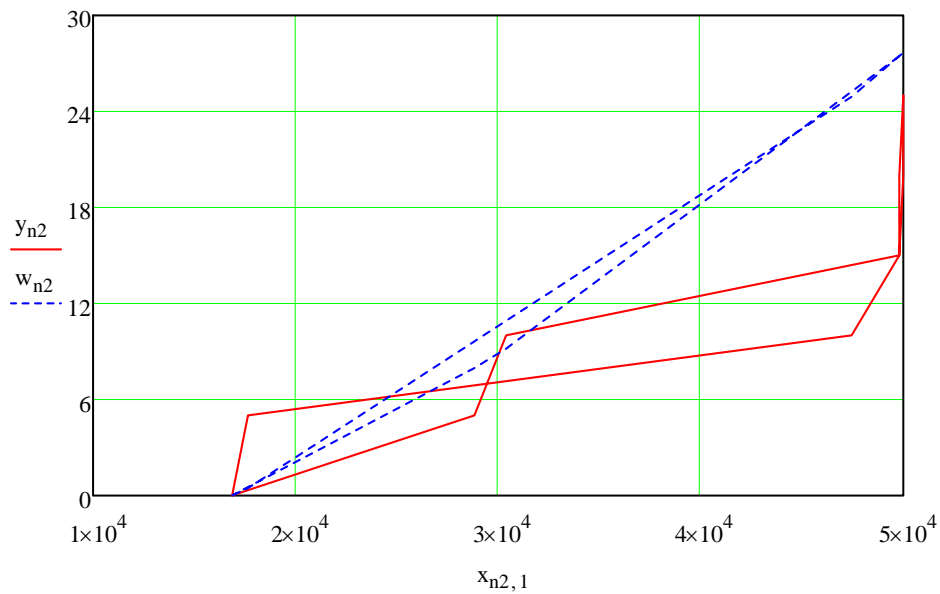
$$\text{div} := \frac{A_1 \cdot 2}{\text{mues}} \quad \text{div} = 5$$

mediante la función siguiente se determina los valores de histeresis del sensor inductivo,

$$y_{n_2} := \text{if}[n_2 < 31, \text{div} \cdot (n_2 - 25), \text{div} \cdot [(n_2 - 26) - 2 \cdot [(n_2 - 26) - 5]]]$$

Ecuacion de ajuste dada por el excel $8E-09x^2 + 4E-05x - 1.0433$

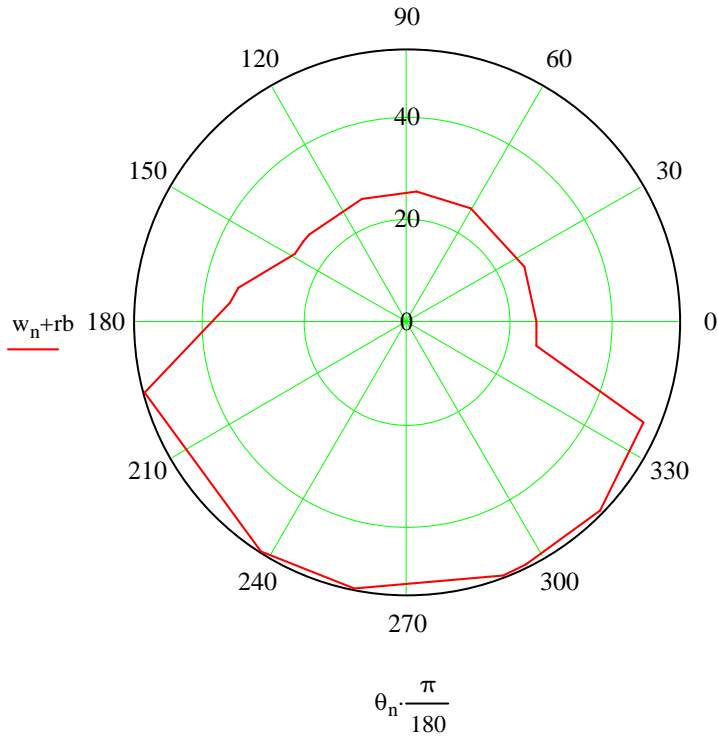
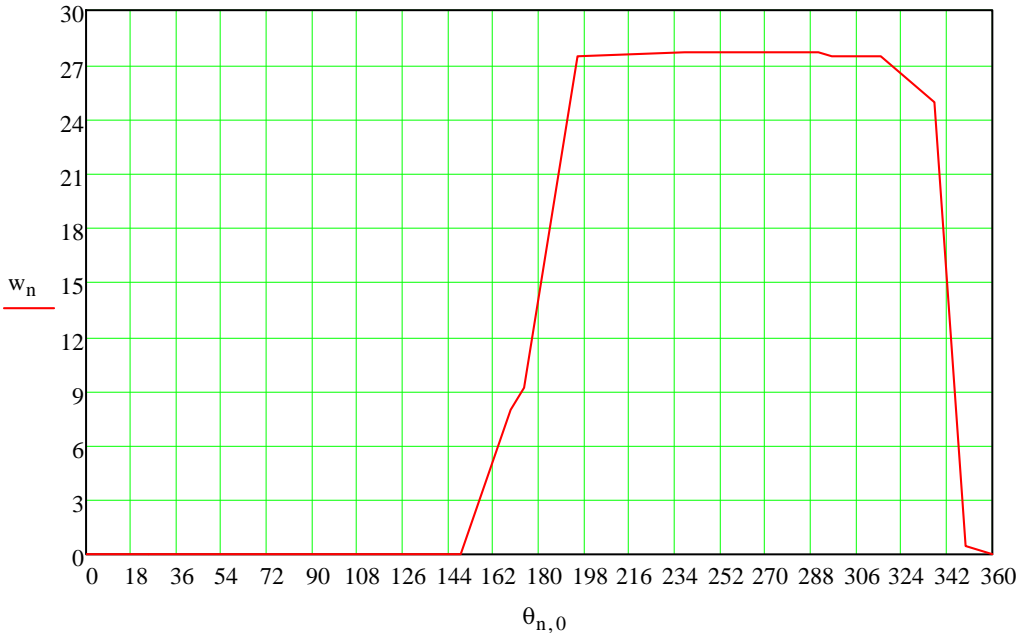
$$w_{n_2} := 8 \cdot 10^{-9} \cdot (x_{n_2,1})^2 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot x_{n_2,1} - 7.333786152$$



$$w_n := \text{if}(n < \text{curva}, 0, \text{if}(n \leq \text{fin}, w_n, 0)) \quad \text{Ecuacion de la altura d la leva ya tratado.}$$

$$r_b := 25.4$$

Graficas de la leva



Leva concava con seguidor de rodillo

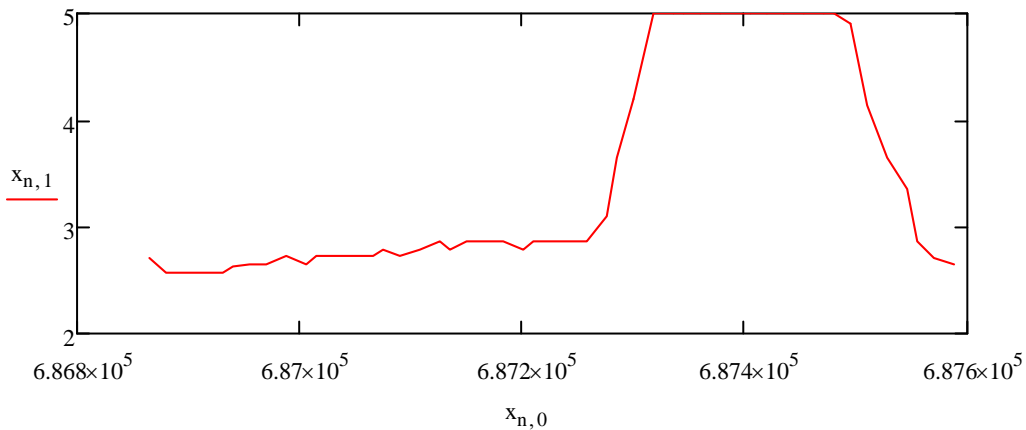
x :=

	0	1	2	3	4	5
0	6.66·10 ⁵	1.686	1.686	1.686	1.686	NaN
1	6.666·10 ⁵	2.206	1.103	0.551	0.276	NaN
2	6.666·10 ⁵	2.647	0.48	-0.603	-1.145	NaN
3	6.67·10 ⁵	2.686	0.24	-0.431	-0.491	NaN
4	6.67·10 ⁵	2.725	0.039	-0.221	0.191	NaN
5	6.67·10 ⁵	4.588	0.951	0.355	0.393	NaN
6	6.67·10 ⁵	4.588	0.931	0.446	0.333	NaN
7	6.674·10 ⁵	4.588	0	-0.475	-0.415	NaN
8	6.675·10 ⁵	4.353	-0.118	-0.524	-0.485	NaN
9	6.678·10 ⁵	2.863	-0.863	-0.431	0.022	NaN
10	6.678·10 ⁵	2.863	-0.745	-0.314	0.105	NaN
11	6.679·10 ⁵	2.627	-0.118	0.373	0.402	NaN
12	6.679·10 ⁵	2.627	-0.118	0.314	0.314	NaN
13	6.68·10 ⁵	2.627	0	0.059	-0.157	NaN
14	6.681·10 ⁵	2.627	0	0.059	-0.128	NaN
15	6.681·10 ⁵	2.647	9.8·10 ⁻³	4.9·10 ⁻³	-0.027	...

Cálculo para el acondicionamiento del ángulo de recorrido de la leva

inicio := 803 fin := 851

n := inicio .. fin Rango de la muestra que se va a tratar.



Para determinar el ángulo que se requiere nos valdremos de una función lineal, la cual es nos es muy util debido este dato es independiente de la adqicision de datos.

$$\text{pen} := \frac{0 - 360}{x_{\text{inicio},0} - x_{\text{fin},0}} \quad \text{pen} = 0.498$$

$$x0 := 360 - \text{pen} \cdot (x_{\text{fin},0}) \quad x0 = -3.42 \times 10^5$$

$$\theta_{n,0} := \text{pen} \cdot x_{n,0} + x_0$$

curva := 829 comienzo de la curva

fun1 := 834 terminacion de la subida

n2 := curva.. fin

fun2 := 844 Terminacion de la bajada

mues := fin - fun2

Db := 60 Dm := 87.5

Al := Dm - Db Al = 27.5

div := $\frac{Al}{mues}$ div = 3.929

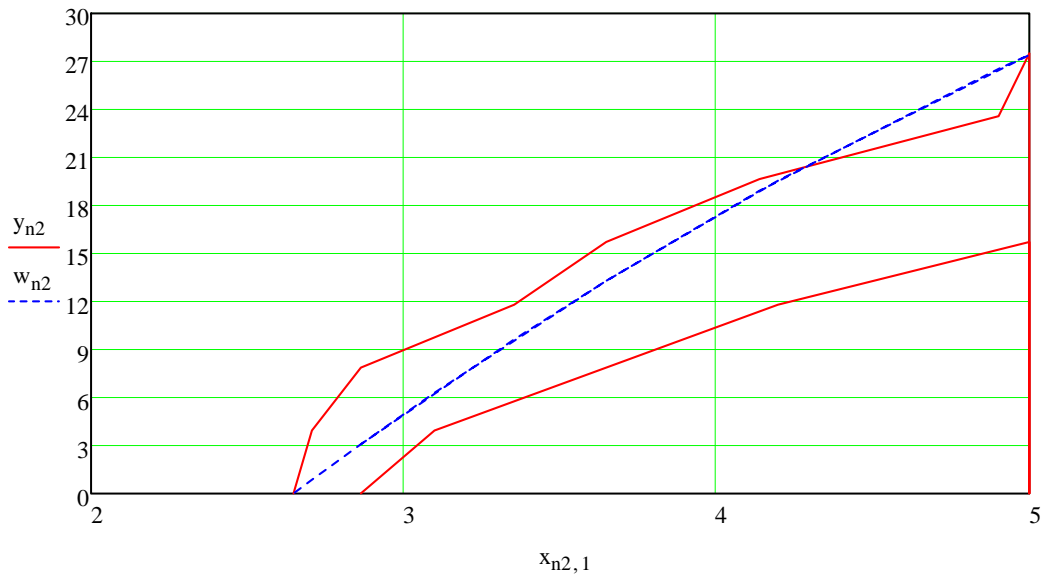
mediante la función siguiente se determina los valores de histeresis del sensor inductivo,

$$y_{n2} := \text{if}[n2 < \text{fun1}, \text{div} \cdot (n2 - \text{curva}), \text{if}[n2 < \text{fun2}, 0, \text{div} \cdot [(n2 - \text{fin}) - 2 \cdot ((n2 - \text{fin}))]]]$$

Ecuacion de ajuste dada por el exel

$$-2.1535x^2 + 25.896x - 52.112$$

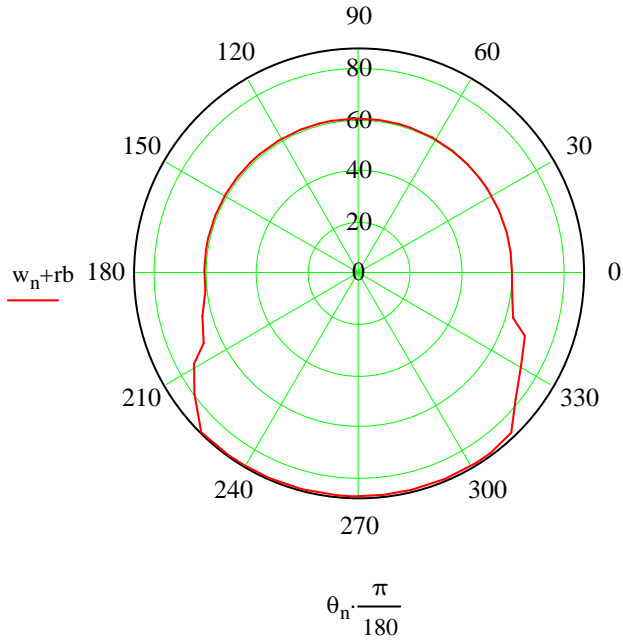
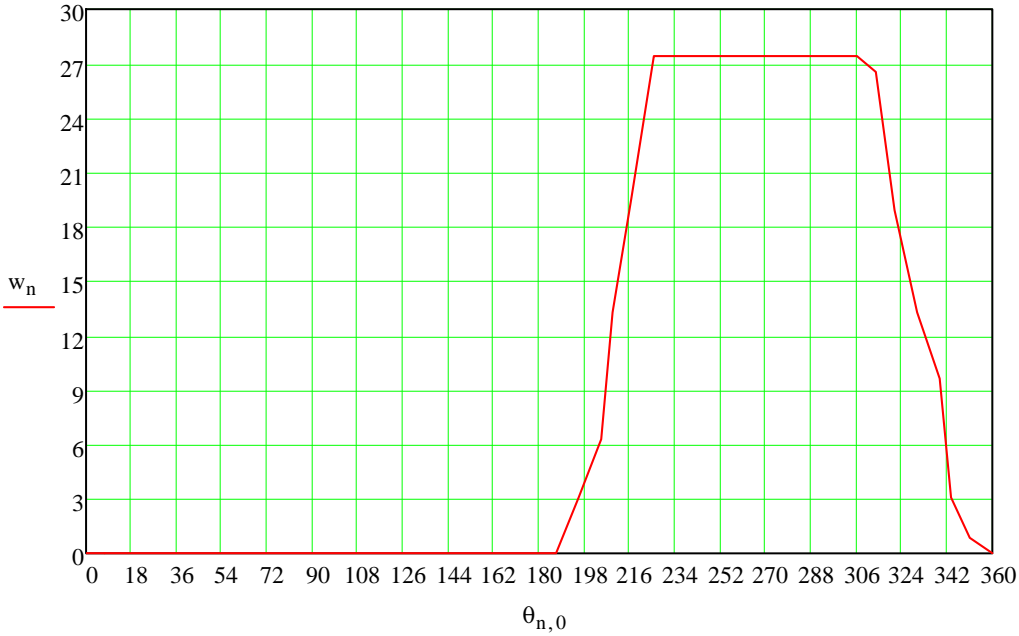
$$w_{n2} := -1.2069 \cdot (x_{n2,1})^2 + 20.876 \cdot x_{n2,1} - 46.803944252971 \quad -1.2069x^2 + 18.076x - 37.989$$



$$w_n := \text{if}(n < \text{curva}, 0, \text{if}(n < \text{fin}, w_n, 0)) \quad \text{Ecuacion de la altura de la leva ya tratado.}$$

rb := 60

Graficas de la leva



Leva concava con seguidor de cara plana

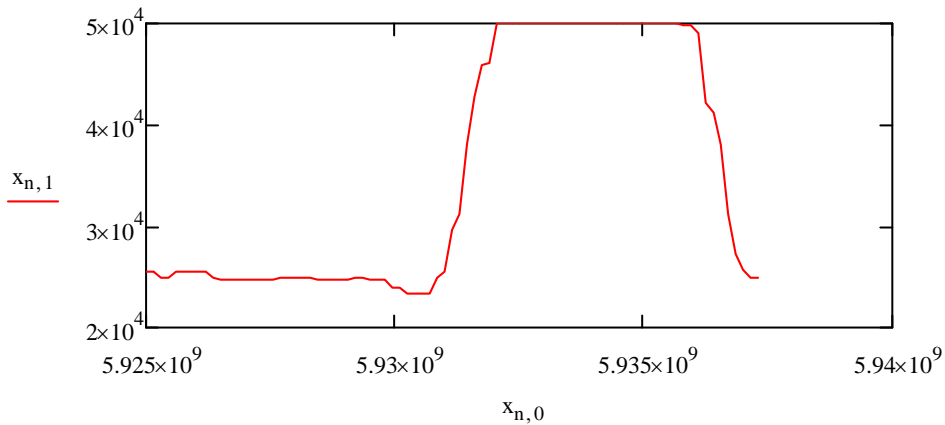
x :=

	0	1	2	3	4	5
0	5.921·10 ⁹	2.471·10 ⁴	0	0.02	-0.049	NaN
1	5.921·10 ⁹	2.49·10 ⁴	9.8·10 ⁻³	9.8·10 ⁻³	-0.022	NaN
2	5.921·10 ⁹	5·10 ⁴	0.126	0.632	0.306	NaN
3	5.922·10 ⁹	5·10 ⁴	0.125	0.623	0.306	NaN
4	5.922·10 ⁹	5·10 ⁴	0	-0.632	-0.632	NaN
5	5.922·10 ⁹	5·10 ⁴	0	-0.627	-0.625	NaN
6	5.922·10 ⁹	5·10 ⁴	0	0	0.316	NaN
7	5.922·10 ⁹	5·10 ⁴	0	0	0.314	NaN
8	5.922·10 ⁹	5·10 ⁴	0	0	0	NaN
9	5.922·10 ⁹	5·10 ⁴	0	0	0	NaN
10	5.923·10 ⁹	5·10 ⁴	0	0	0	NaN
11	5.923·10 ⁹	5·10 ⁴	0	0	0	NaN
12	5.923·10 ⁹	5·10 ⁴	0	0	0	NaN
13	5.923·10 ⁹	5·10 ⁴	0	0	0	NaN
14	5.923·10 ⁹	5·10 ⁴	0	0	0	NaN
15	5.923·10 ⁹	5·10 ⁴	0	0	0	...

Cálculo para el acondicionamiento del ángulo de recorrido de la leva

inicio := 26 fin := 108

n := inicio .. fin Poción de la muestra que se va a tratar.



Para determinar el ángulo que se requiere nos valdremos de una función lineal, la cual es nos es muy util debido este dato es independiente de la adqicision de datos.

$$\text{pen} := \frac{0 - 360}{x_{\text{inicio},0} - x_{\text{fin},0}} \qquad \text{pen} = 2.927 \times 10^{-5}$$

$$x0 := 360 - \text{pen} \cdot (x_{\text{fin},0}) \qquad x0 = -1.734 \times 10^5$$

$$\theta_{n,0} := \text{pen} \cdot x_{n,0} + x_0$$

curva := 64 comienzo de la curva

n2 := curva .. fin

mues := fin - curva fun1 := 75 terminacion de la subida

Db := 60 Dm := 87.5 fun2 := 97 Terminacion de la bajada

Al := Dm - Db Al = 27.5

$$\text{div} := \frac{\text{Al} \cdot 2}{\text{mues}} \quad \text{div} = 1.25$$

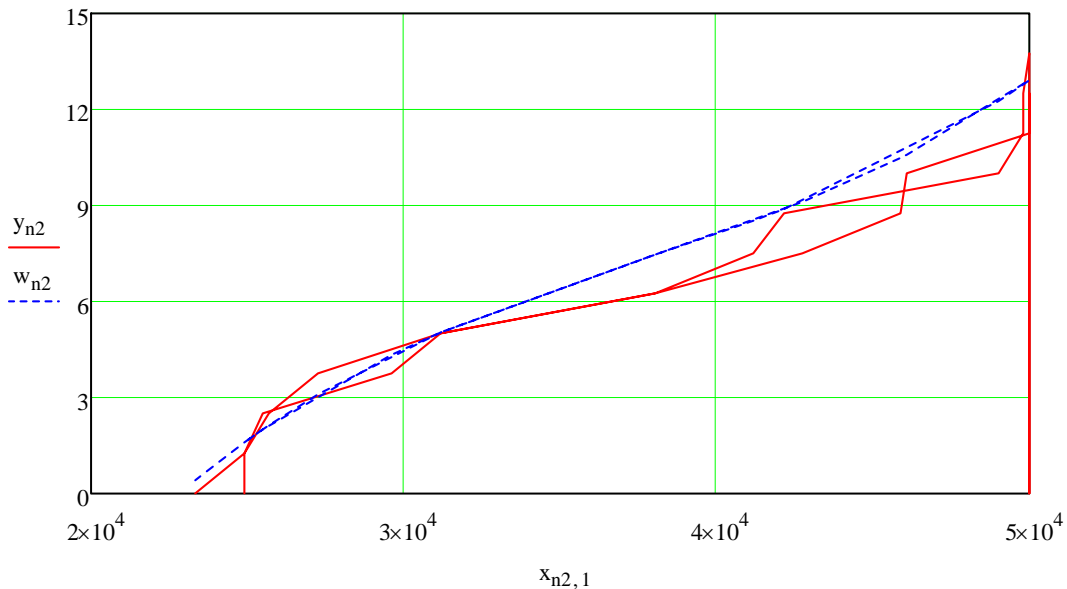
mediante la función siguiente se determina los valores de histeresis del sensor inductivo,

$$y_{n2} := \text{if}[n2 < \text{fun1}, \text{div} \cdot (n2 - \text{curva}), \text{if}[n2 < \text{fun2}, 0, \text{div} \cdot [(n2 - \text{fin}) - 2 \cdot ((n2 - \text{fin}))]]]$$

Ecuacion de ajuste dada por el exel

$$8\text{E-}13x^3 - 9\text{E-}08x^2 + 0.0037x - 47.088$$

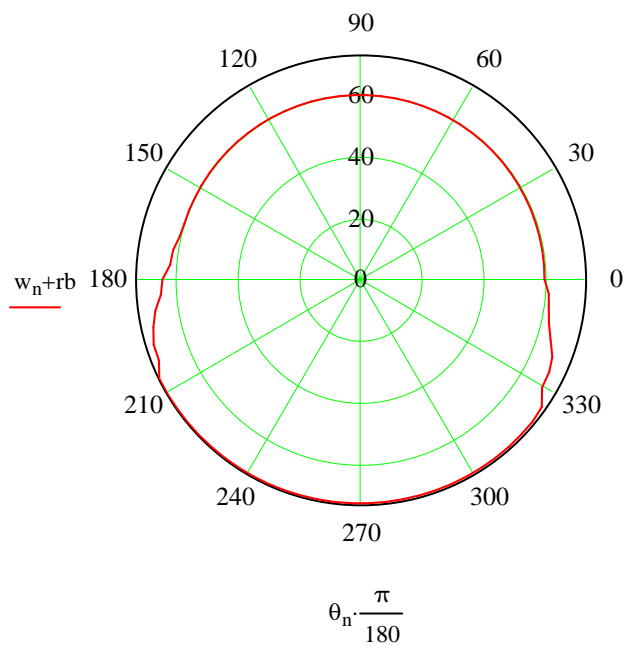
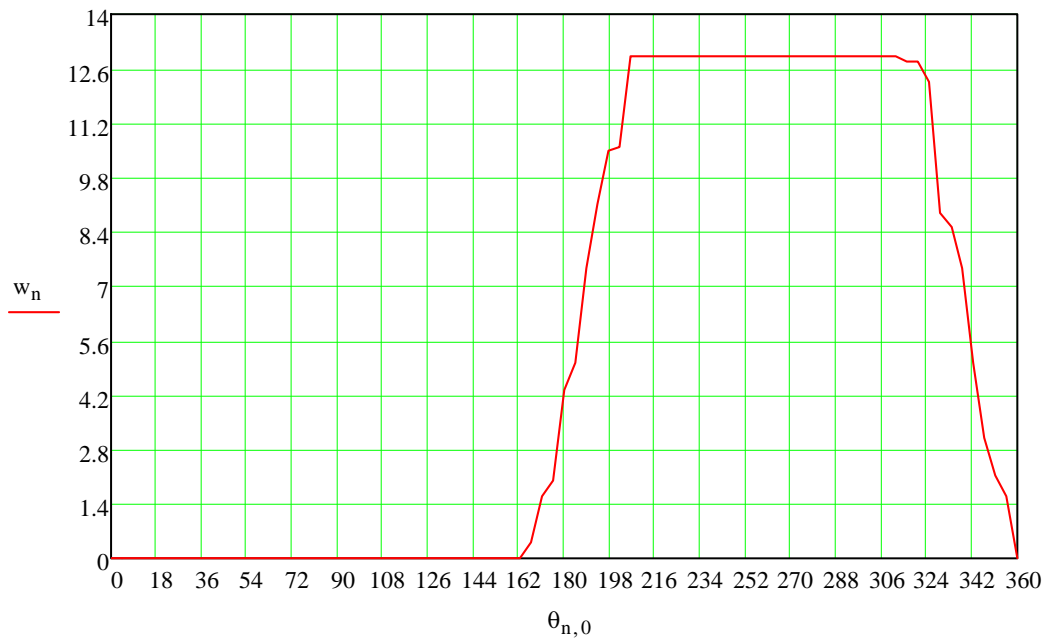
$$w_{n2} := 8 \cdot 10^{-13} \cdot (x_{n2,1})^3 - 9 \cdot 10^{-8} \cdot (x_{n2,1})^2 + 0.0037 \cdot x_{n2,1} - 47.088$$



$$w_n := \text{if}(n < \text{curva}, 0, \text{if}(n < \text{fin}, w_n, 0)) \quad \text{Ecuacion de la altura de la leva ya tratada.}$$

rb := 60

Graficas de la leva



Leva concava 2 con seguidor de rodillo

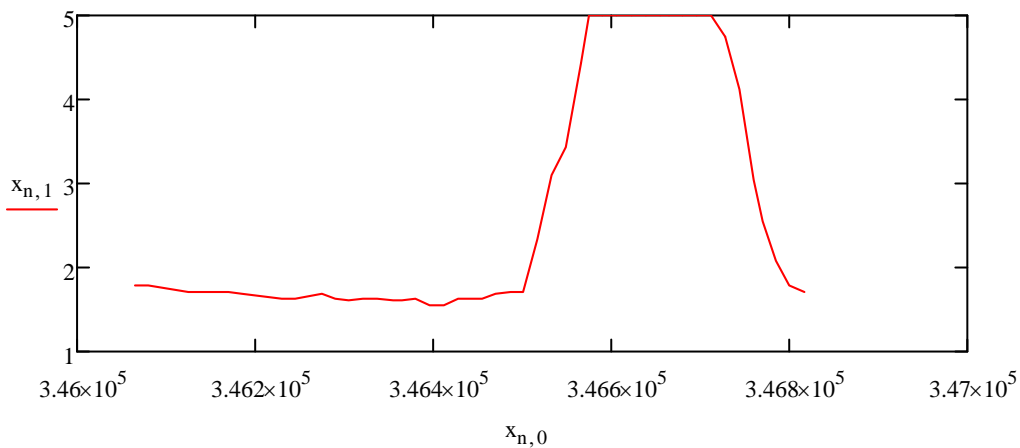
x :=

	0	1	2	3	4	5
0	3.449·10 ⁵	1.706	1.706	1.706	1.706	NaN
1	3.451·10 ⁵	3.353	1.677	0.838	0.419	NaN
2	3.451·10 ⁵	5	1.647	-0.029	-0.868	NaN
3	3.452·10 ⁵	5	0.823	-0.426	-0.632	NaN
4	3.452·10 ⁵	5	0	-0.823	-0.397	NaN
5	3.452·10 ⁵	5	0	-0.412	7.4·10 ⁻³	NaN
6	3.452·10 ⁵	5	0	0	0.412	NaN
7	3.453·10 ⁵	4.118	-0.441	-0.221	0.096	NaN
8	3.453·10 ⁵	3.255	-0.873	-0.436	-0.218	NaN
9	3.453·10 ⁵	1.922	-1.098	-0.328	-0.054	NaN
10	3.453·10 ⁵	1.863	-0.696	0.088	0.262	NaN
11	3.453·10 ⁵	1.706	-0.108	0.495	0.412	NaN
12	3.454·10 ⁵	1.706	-0.078	0.309	0.11	NaN
13	3.454·10 ⁵	1.706	0	0.054	-0.221	NaN
14	3.454·10 ⁵	1.706	0	0.039	-0.135	NaN
15	3.454·10 ⁵	1.686	-9.8·10 ⁻³	-4.9·10 ⁻³	-0.029	...

Cálculo para el acondicionamiento del ángulo de recorrido de la leva

inicio := 41 fin := 85

n := inicio .. fin Rango de la muestra que se va a tratar.



Para determinar el ángulo que se requiere nos valdremos de una función lineal, la cual es nos es muy util debido este dato es independiente de la adquisicion de datos.

$$\text{pen} := \frac{0 - 360}{x_{\text{inicio},0} - x_{\text{fin},0}} \quad \text{pen} = 0.479$$

$$x0 := 360 - \text{pen} \cdot (x_{\text{fin},0}) \quad x0 = -1.657 \times 10^5$$

$$\theta_{n,0} := \text{pen} \cdot x_{n,0} + x_0$$

curva := 64 comienzo de la curva

fun1 := 70 terminacion de la subida

n2 := curva.. fin

fun2 := 78 Terminacion de la bajada

mues := fin - fun2

Db := 60 Dm := 87.5

Al := Dm - Db Al = 27.5

div := $\frac{Al}{mues}$ div = 3.929

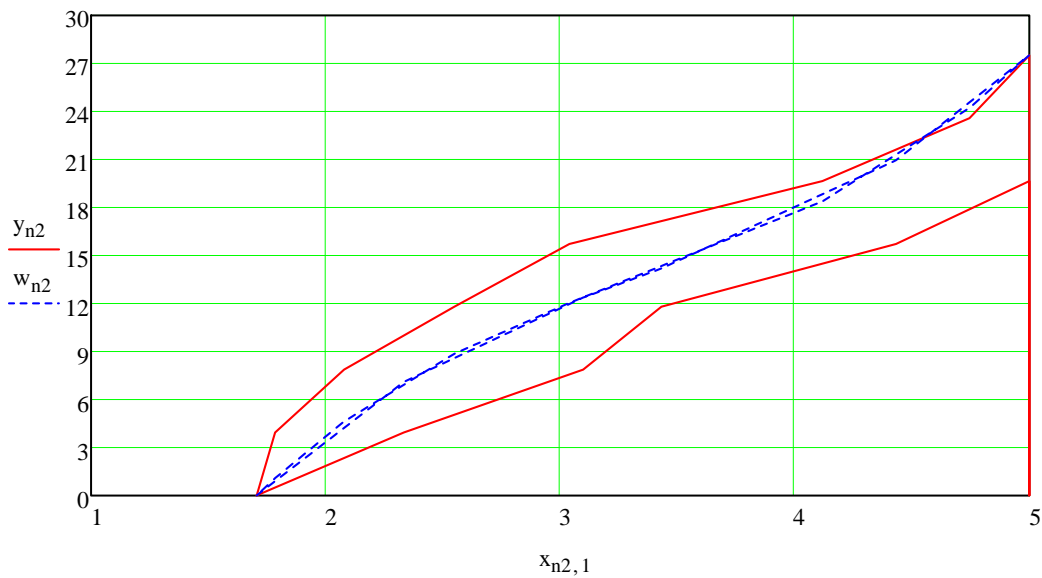
mediante la función siguiente se determina los valores de histeresis del sensor inductivo,

$$y_{n2} := \text{if}[n2 < \text{fun1}, \text{div} \cdot (n2 - \text{curva}), \text{if}[n2 < \text{fun2}, 0, \text{div} \cdot [(n2 - \text{fin}) - 2 \cdot ((n2 - \text{fin}))]]]$$

Ecuacion de ajuste dada por el excel

$$1.0866x^3 - 11.137x^2 + 42.057x - 43.609$$

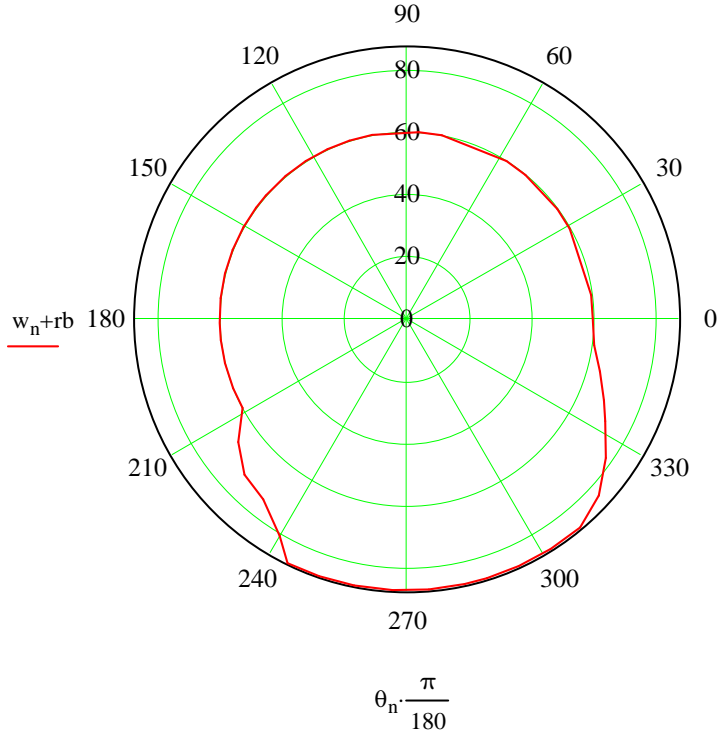
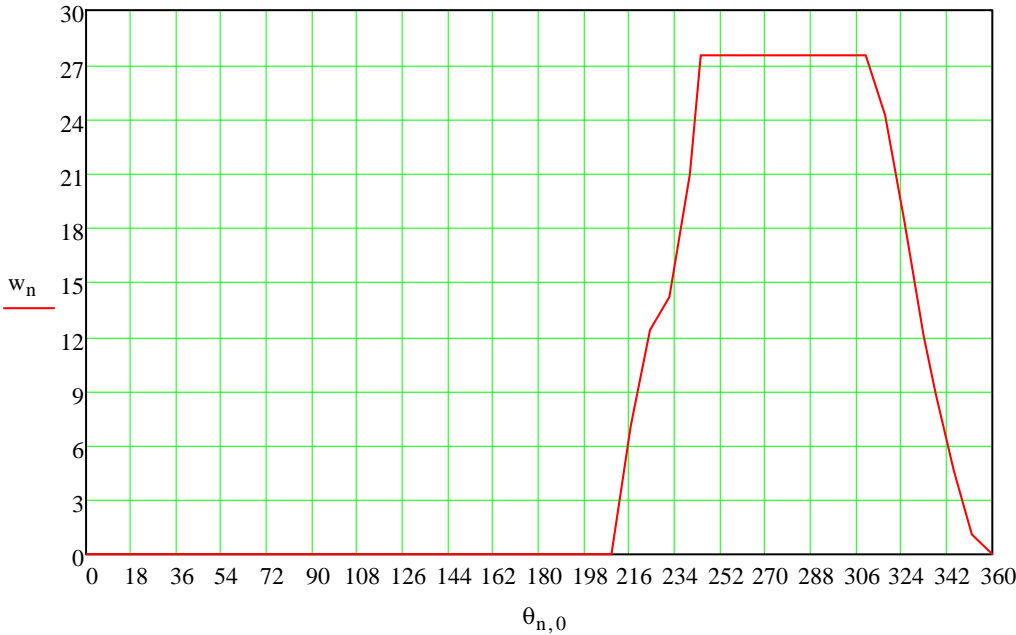
$$w_{n2} := 1.0866 \cdot (x_{n2,1})^3 - 10.931 \cdot (x_{n2,1})^2 + 42.057 \cdot x_{n2,1} - 45.3290317100394334$$



$w_n := \text{if}(n < \text{curva}, 0, \text{if}(n < \text{fin}, w_n, 0))$ Ecuacion de la altura de la leva ya tratado.

rb := 60

Graficas de la leva



Leva concava 2 con seguidor de cara plana

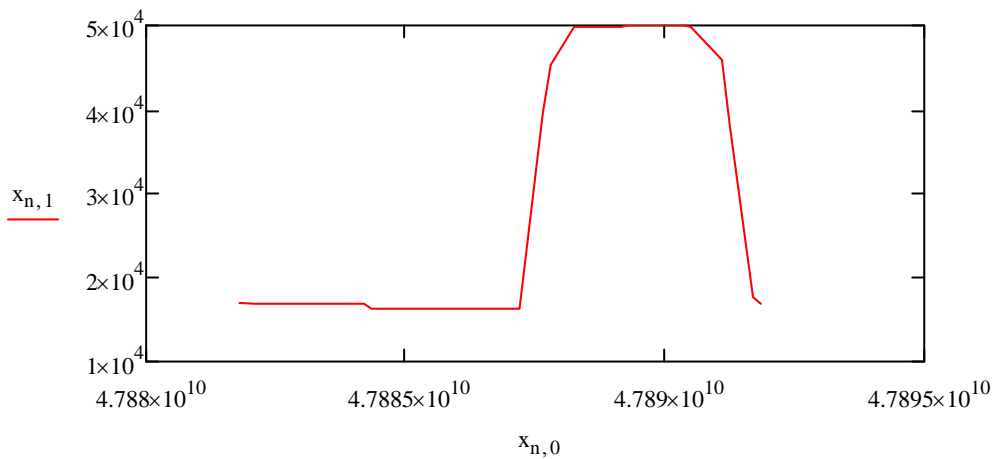
x :=

	0	1	2	3	4	5
0	4.788·10 ¹⁰	5·10 ⁴	5·10 ⁴	5·10 ⁴	5·10 ⁴	NaN
1	4.788·10 ¹⁰	3.353·10 ⁴	1.677·10 ⁴	0.838	0.419	NaN
2	4.788·10 ¹⁰	1.706·10 ⁴	-1.647·10 ⁴	-3.324·10 ⁴	-4.162·10 ⁴	NaN
3	4.788·10 ¹⁰	1.696·10 ⁴	-0.828	-1.252·10 ⁴	-1.045·10 ⁴	NaN
4	4.788·10 ¹⁰	1.686·10 ⁴	-9.8·10 ⁻³	0.819	2.071·10 ⁴	NaN
5	4.788·10 ¹⁰	1.686·10 ⁴	-4.9·10 ⁻³	0.412	0.832	NaN
6	4.788·10 ¹⁰	1.686·10 ⁴	0	4.9·10 ⁻³	-0.407	NaN
7	4.788·10 ¹⁰	1.686·10 ⁴	0	2.5·10 ⁻³	-0.205	NaN
8	4.788·10 ¹⁰	1.686·10 ⁴	0	0	-2.5·10 ⁻³	NaN
9	4.788·10 ¹⁰	1.686·10 ⁴	0	0	-1.2·10 ⁻³	NaN
10	4.788·10 ¹⁰	1.686·10 ⁴	0	0	0	NaN
11	4.788·10 ¹⁰	1.627·10 ⁴	-0.029	-0.015	-7.4·10 ⁻³	NaN
12	4.788·10 ¹⁰	1.627·10 ⁴	-0.029	-0.015	-7.4·10 ⁻³	NaN
13	4.789·10 ¹⁰	1.627·10 ⁴	0	0.015	0.015	NaN
14	4.789·10 ¹⁰	1.627·10 ⁴	0	0.015	0.015	NaN
15	4.789·10 ¹⁰	1.627·10 ⁴	0	0	-7.4·10 ⁻³	...

Cálculo para el acondicionamiento del ángulo de recorrido de la leva

inicio := 3 fin := 36

n := inicio .. fin Rango de la muestra que se va a tratar.



Para determinar el ángulo que se requiere nos valdremos de una función lineal, la cual es nos es muy util debido este dato es independiente de la adqicision de datos.

$$\text{pen} := \frac{0 - 360}{x_{\text{inicio},0} - x_{\text{fin},0}} \quad \text{pen} = 3.582 \times 10^{-5}$$

$$x_0 := 360 - \text{pen} \cdot (x_{\text{fin},0}) \quad x_0 = -1.715 \times 10^6$$

$$\theta_{n,0} := \text{pen} \cdot x_{n,0} + x_0$$

curva := 21 comienzo de la curva

n2 := curva .. fin

fun1 := 29 terminacion de la subida

mues := fin - curva

Db := 60 Dm := 87.5

fun2 := 32 Terminacion de la bajada

Al := Dm - Db Al = 27.5

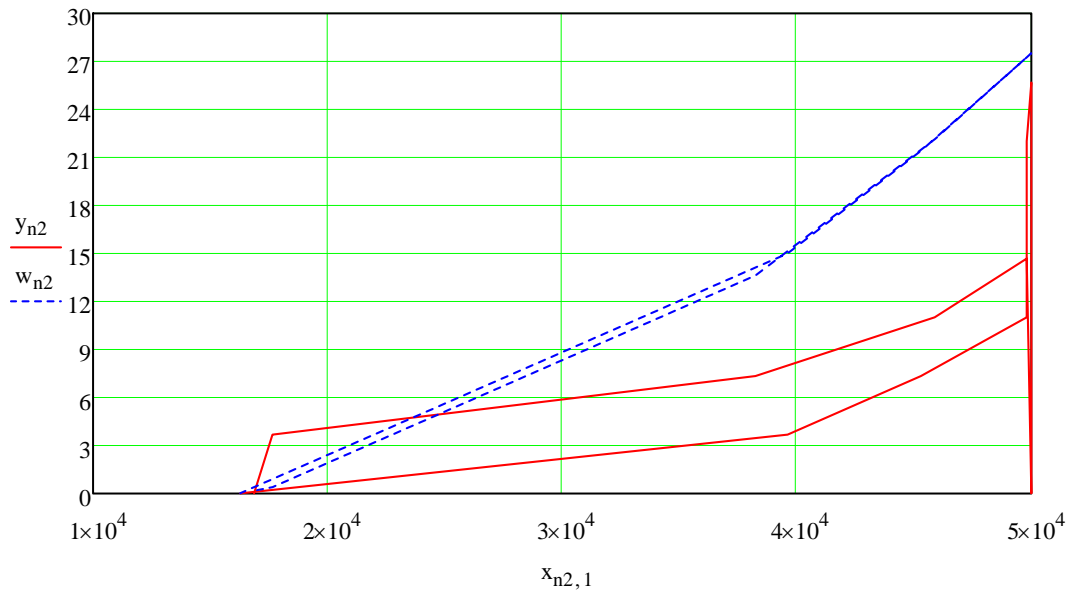
$$\text{div} := \frac{Al \cdot 2}{\text{mues}} \quad \text{div} = 3.667$$

mediante la función siguiente se determina los valores de histeresis del sensor inductivo,

$$y_{n2} := \text{if}[n2 < \text{fun1}, \text{div} \cdot (n2 - \text{curva}), \text{if}[n2 < \text{fun2}, 0, \text{div} \cdot [(n2 - \text{fin}) - 2 \cdot ((n2 - \text{fin}))]]]$$

Ecuacion de ajuste dada por el exel

$$w_{n2} := 1.668 \times 10^{-8} \cdot (x_{n2,1})^2 - 0.00029 \cdot x_{n2,1} + 0.312$$

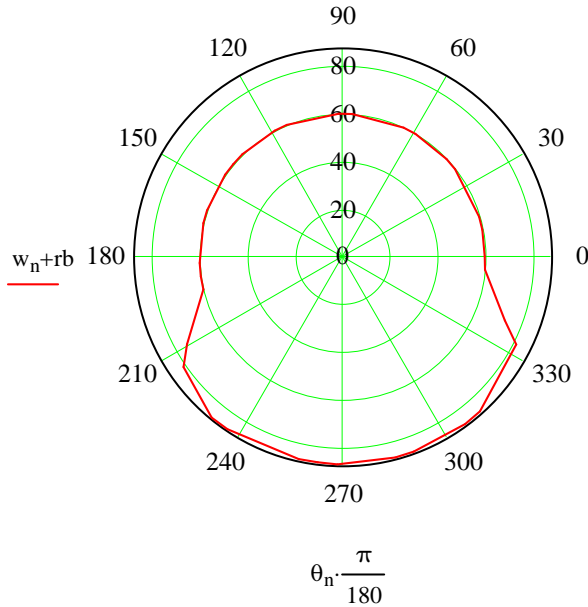
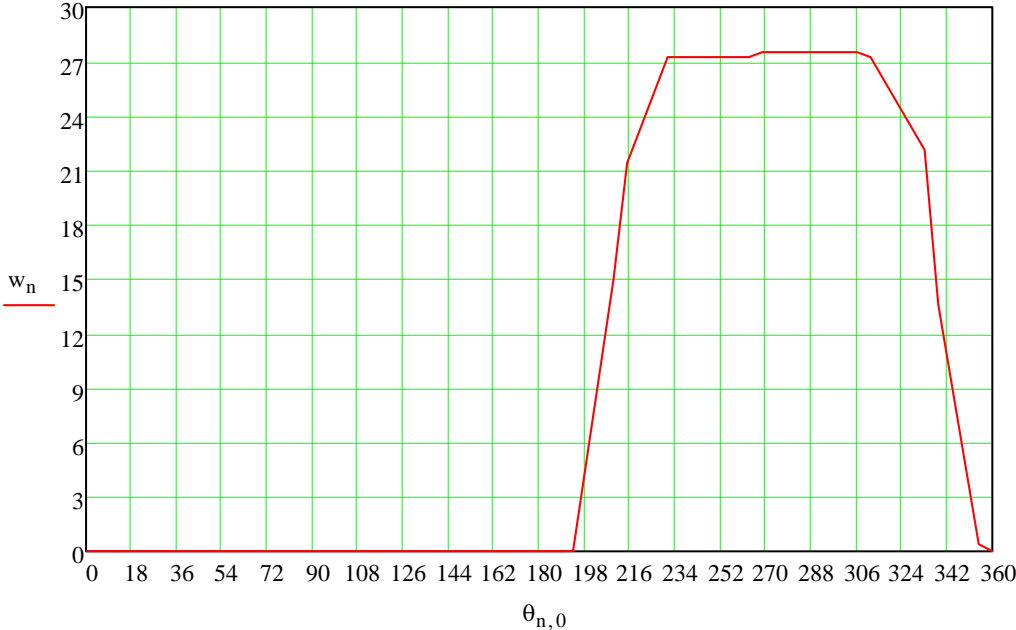


$$w_n := \text{if}(n < 21, 0, \text{if}(n \leq 35, w_n, 0))$$

Ecuacion de la altura de la leva ya tratado.

rb := 60

Graficas de la leva



Leva convexa con seguidor de rodillo

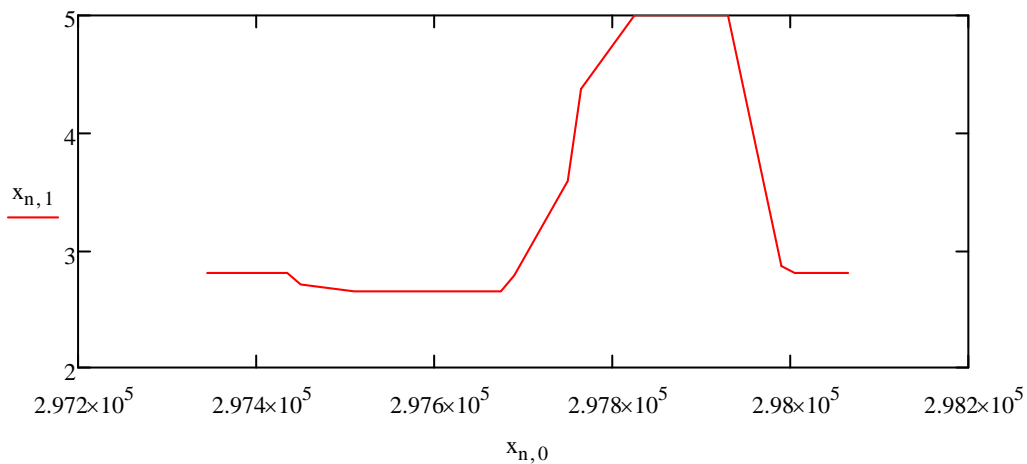
x :=

	0	1	2	3	4	5
0	2.948·10 ⁵	2.784	2.784	2.784	2.784	NaN
1	2.952·10 ⁵	2.794	1.397	0.699	0.349	NaN
2	2.953·10 ⁵	2.784	0	-1.392	-2.088	NaN
3	2.953·10 ⁵	2.755	-0.02	-0.708	-0.703	NaN
4	2.953·10 ⁵	2.725	-0.029	-0.015	0.689	NaN
5	2.954·10 ⁵	2.725	-0.015	2.5·10 ⁻³	0.355	NaN
6	2.954·10 ⁵	2.725	0	0.015	0.015	NaN
7	2.954·10 ⁵	2.706	-9.8·10 ⁻³	2.5·10 ⁻³	0	NaN
8	2.955·10 ⁵	2.706	-9.8·10 ⁻³	-4.9·10 ⁻³	-9.8·10 ⁻³	NaN
9	2.955·10 ⁵	2.706	0	4.9·10 ⁻³	1.2·10 ⁻³	NaN
10	2.955·10 ⁵	2.706	0	4.9·10 ⁻³	4.9·10 ⁻³	NaN
11	2.956·10 ⁵	2.706	0	0	-2.5·10 ⁻³	NaN
12	2.956·10 ⁵	2.706	0	0	-2.5·10 ⁻³	NaN
13	2.957·10 ⁵	2.706	0	0	0	NaN
14	2.957·10 ⁵	2.706	0	0	0	NaN
15	2.957·10 ⁵	5	1.147	0.574	0.287	...

Cálculo para el acondicionamiento del ángulo de recorrido de la leva

inicio := 57 fin := 75

n := inicio .. fin Rango de la muestra que se va a tratar.



Para determinar el ángulo que se requiere nos valdremos de una función lineal, la cual es nos es muy util debido este dato es independiente de la adqicision de datos.

$$\text{pen} := \frac{0 - 360}{x_{\text{inicio},0} - x_{\text{fin},0}} \quad \text{pen} = 0.5$$

$$x0 := 360 - \text{pen} \cdot (x_{\text{fin},0}) \quad x0 = -1.487 \times 10^5$$

$$\theta_{n,0} := \text{pen} \cdot x_{n,0} + x_0$$

curva := 65 comienzo de la curva

fun1 := 69 terminacion de la subida

n2 := curva.. fin

fun2 := 72 Terminacion de la bajada

mues := fin - fun2

Db := 60 Dm := 87.5

Al := Dm - Db Al = 27.5

div := $\frac{Al}{mues}$ div = 9.167

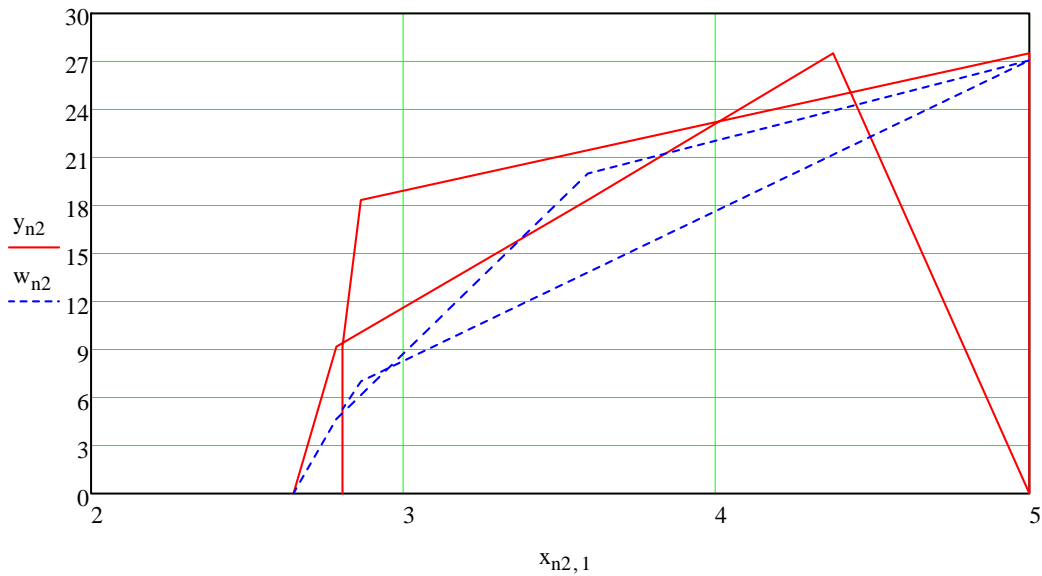
mediante la función siguiente se determina los valores de histeresis del sensor inductivo,

$$y_{n2} := \text{if}[n2 < \text{fun1}, \text{div} \cdot (n2 - \text{curva}), \text{if}[n2 < \text{fun2}, 0, \text{div} \cdot [(n2 - \text{fin}) - 2 \cdot ((n2 - \text{fin}))]]]$$

Ecuacion de ajuste dada por el excel

$$4.0041x^3 - 51.924x^2 + 226.77x - 308.18$$

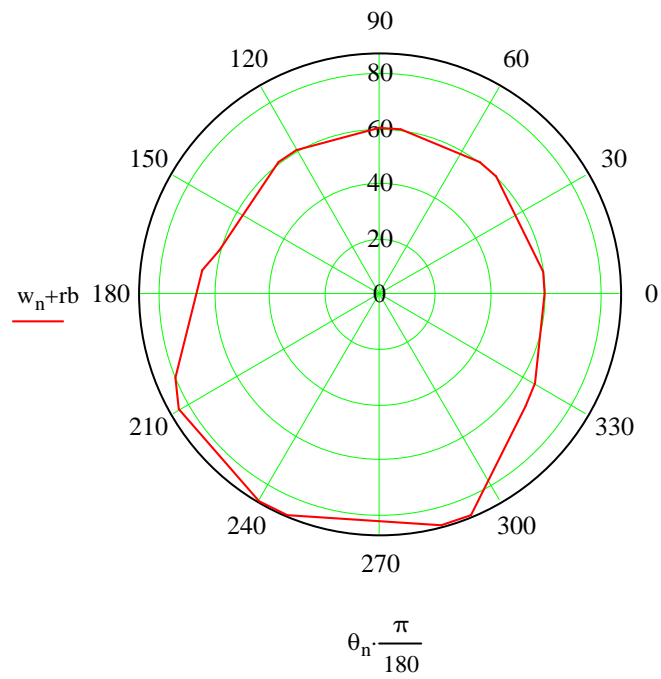
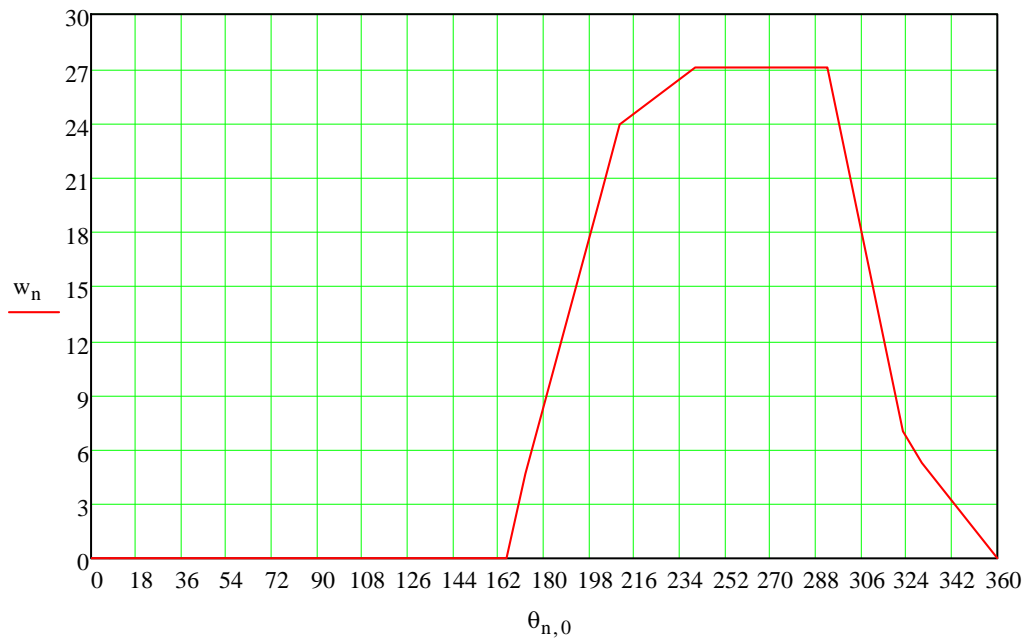
$$w_{n2} := 4.0041 \cdot (x_{n2,1})^3 - 51.89 \cdot (x_{n2,1})^2 + 227.15 \cdot x_{n2,1} - 311.9587864894929$$



$w_n := \text{if}(n < \text{curva}, 0, \text{if}(n < \text{fin}, w_n, 0))$ Ecuacion de la altura de la leva ya tratado.

rb := 60

Graficas de la leva



Leva polinomial en sentido horario con seguidor de rodillo

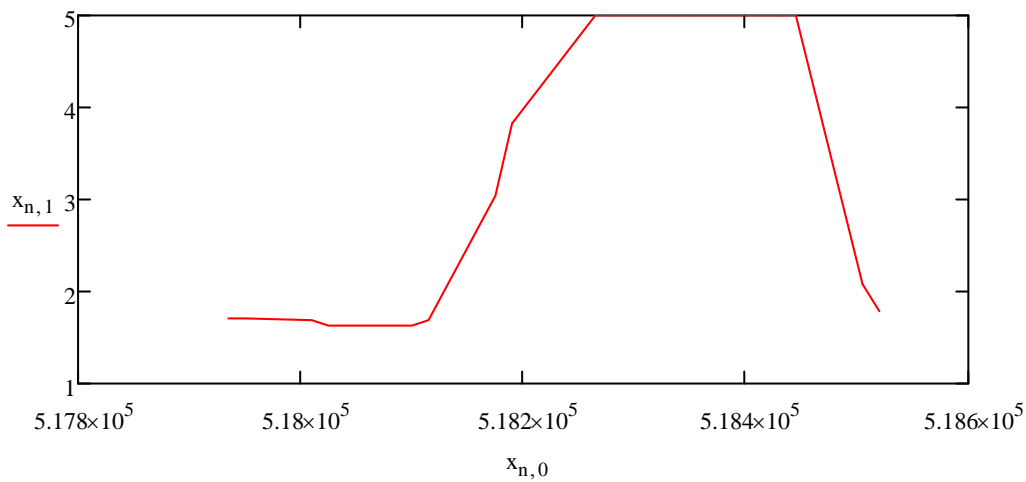
x :=

	0	1	2	3	4	5
0	5.14·10 ⁵	2.02	2.02	2.02	2.02	NaN
1	5.144·10 ⁵	3.51	1.755	0.877	0.439	NaN
2	5.144·10 ⁵	5	1.49	-0.265	-1.142	NaN
3	5.144·10 ⁵	5	0.745	-0.505	-0.691	NaN
4	5.145·10 ⁵	5	0	-0.745	-0.24	NaN
5	5.145·10 ⁵	5	0	-0.373	0.066	NaN
6	5.145·10 ⁵	5	0	0	0.373	NaN
7	5.146·10 ⁵	5	0	0	0.186	NaN
8	5.146·10 ⁵	4.745	-0.128	-0.064	-0.032	NaN
9	5.147·10 ⁵	1.765	-1.618	-0.809	-0.404	NaN
10	5.147·10 ⁵	1.706	-1.52	-0.696	-0.316	NaN
11	5.148·10 ⁵	1.686	-0.039	0.789	0.799	NaN
12	5.148·10 ⁵	1.686	-9.8·10 ⁻³	0.755	0.726	NaN
13	5.149·10 ⁵	1.686	0	0.02	-0.385	...

Cálculo para el acondicionamiento del ángulo de recorrido de la leva

inicio := 87 fin := 102

n := inicio .. fin Rango de la muestra que se va a tratar.



Para determinar el ángulo que se requiere nos valdremos de una función lineal, la cual es nos es muy util debido este dato es independiente de la adquisicion de datos.

$$\text{pen} := \frac{0 - 360}{x_{\text{inicio},0} - x_{\text{fin},0}} \quad \text{pen} = 0.615$$

$$x0 := 360 - \text{pen} \cdot (x_{\text{fin},0}) \quad x0 = -3.187 \times 10^5$$

$$\theta_{n,0} := \text{pen} \cdot x_{n,0} + x_0$$

curva := 92 comienzo de la curva

fun1 := 95 terminacion de la subida

n2 := curva.. fin

fun2 := 100 Terminacion de la bajada

mues := fin - fun2

Db := 60 Dm := 87.5

Al := Dm - Db Al = 27.5

div := $\frac{Al}{mues}$ div = 13.75

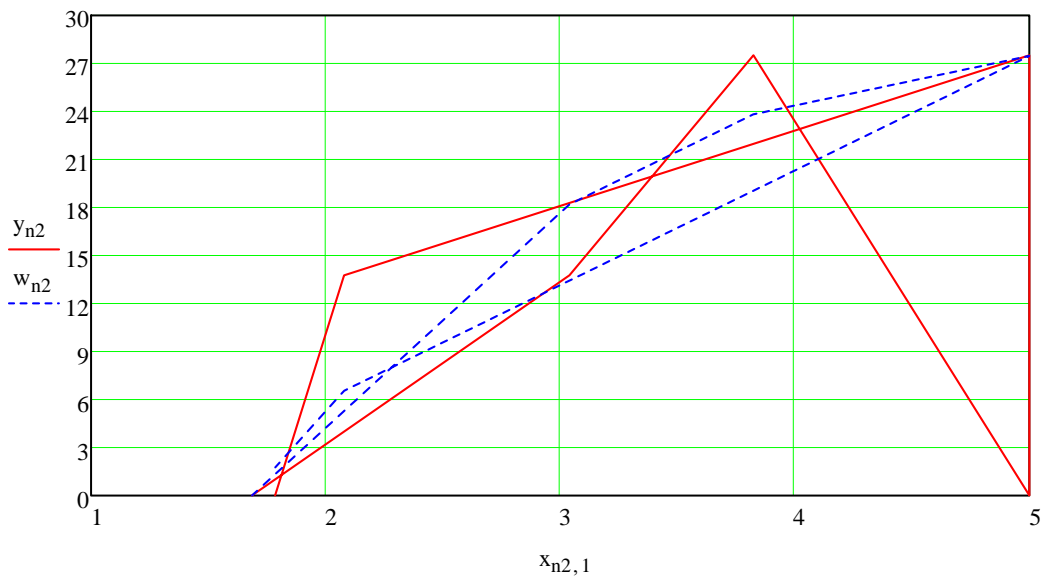
mediante la función siguiente se determina los valores de histeresis del sensor inductivo,

$$y_{n2} := \text{if}[n2 < \text{fun1}, \text{div} \cdot (n2 - \text{curva}), \text{if}[n2 < \text{fun2}, 0, \text{div} \cdot [(n2 - \text{fin}) - 2 \cdot ((n2 - \text{fin}))]]]$$

Ecuacion de ajuste dada por el exel

$$0.2542x^3 - 5.1184x^2 + 33.158x - 41.644$$

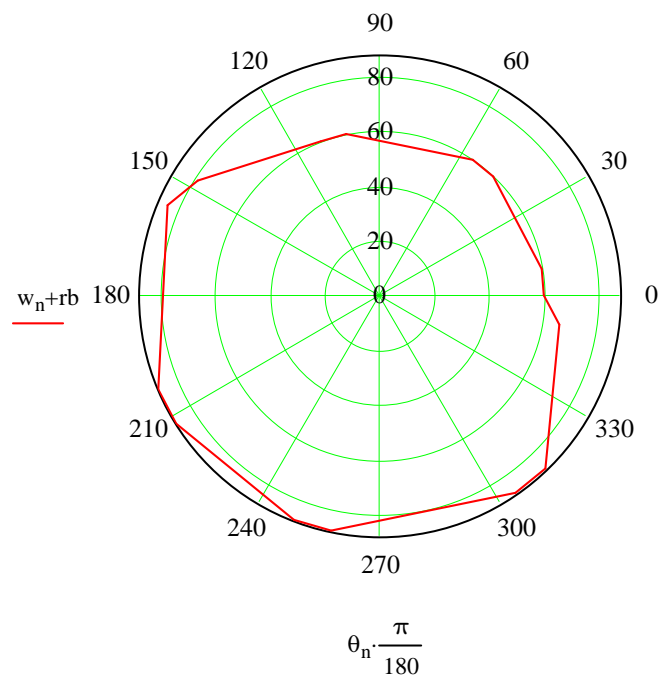
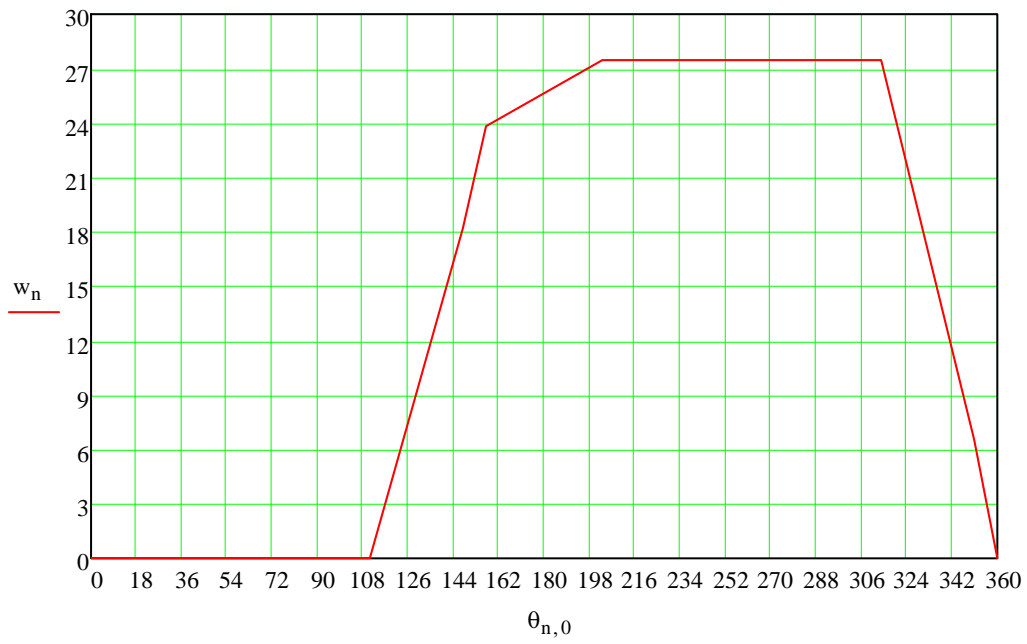
$$w_{n2} := 0.2542 \cdot (x_{n2,1})^3 - 5.099 \cdot (x_{n2,1})^2 + 33.158 \cdot x_{n2,1} - 42.63371343832186$$



$w_n := \text{if}(n < \text{curva}, 0, \text{if}(n < \text{fin}, w_n, 0))$ Ecuacion de la altura d la leva ya tratado.

rb := 60

Graficas de la leva



Leva polinomial en sentido anti horatio con seguidor de rodillo

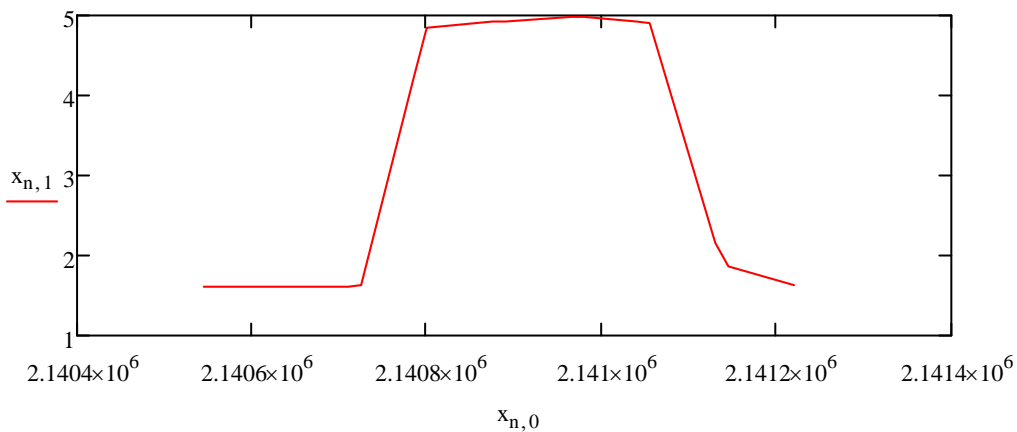
x :=

	0	1	2	3	4	5
0	2.136·10 ⁶	4.98	4.98	4.98	4.98	NaN
1	2.137·10 ⁶	3.922	1.961	0.98	0.49	NaN
2	2.137·10 ⁶	2.863	-1.059	-3.02	-4	NaN
3	2.137·10 ⁶	2.588	-0.667	-1.314	-1.147	NaN
4	2.137·10 ⁶	2.314	-0.275	0.392	1.706	NaN
5	2.137·10 ⁶	1.843	-0.373	0.147	0.73	NaN
6	2.137·10 ⁶	1.843	-0.235	0.02	-0.186	NaN
7	2.137·10 ⁶	1.686	-0.078	0.147	0	NaN
8	2.137·10 ⁶	1.686	-0.078	0.078	0.029	NaN
9	2.137·10 ⁶	1.686	0	0.039	-0.054	NaN
10	2.137·10 ⁶	1.686	0	0.039	-0.02	NaN
11	2.137·10 ⁶	1.706	9.8·10 ⁻³	4.9·10 ⁻³	-0.017	NaN
12	2.137·10 ⁶	4.667	1.49	0.745	0.353	NaN
13	2.137·10 ⁶	4.98	1.637	0.814	0.404	NaN
14	2.138·10 ⁶	4.98	0.157	-0.667	-0.706	...

Cálculo para el acondicionamiento del ángulo de recorrido de la leva

inicio := 87 fin := 102

n := inicio .. fin Rango de la muestra que se va a tratar.



Para determinar el ángulo que se requiere nos valdremos de una función lineal, la cual es nos es muy util debido este dato es independiente de la adqicision de datos.

$$\text{pen} := \frac{0 - 360}{x_{\text{inicio},0} - x_{\text{fin},0}} \quad \text{pen} = 0.533$$

$$x0 := 360 - \text{pen} \cdot (x_{\text{fin},0}) \quad x0 = -1.142 \times 10^6$$

$$\theta_{n,0} := \text{pen} \cdot x_{n,0} + x_0$$

curva := 90 comienzo de la curva

fun1 := 96 terminacion de la subida

n2 := curva.. fin

fun2 := 97 Terminacion de la bajada

mues := fin - fun2

Db := 60 Dm := 87.5

Al := Dm - Db Al = 27.5

div := $\frac{Al}{mues}$ div = 5.5

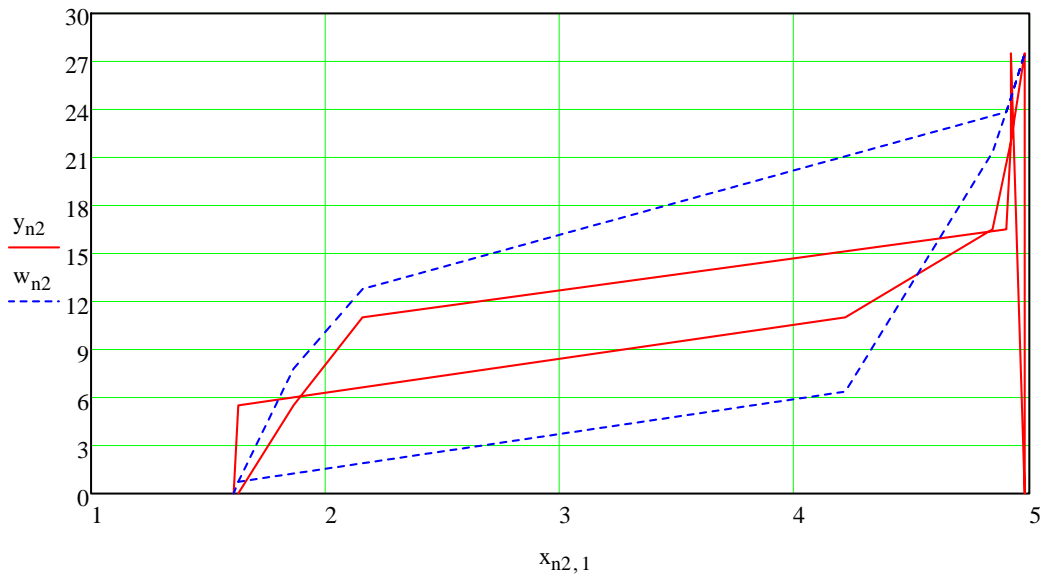
mediante la función siguiente se determina los valores de histeresis del sensor inductivo,

$$y_{n2} := \text{if}[n2 < \text{fun1}, \text{div} \cdot (n2 - \text{curva}), \text{if}[n2 < \text{fun2}, 0, \text{div} \cdot [(n2 - \text{fin}) - 2 \cdot ((n2 - \text{fin}))]]]$$

Ecuacion de ajuste dada por el excel

$$6.2286x^3 - 59.919x^2 + 181.53x - 164.03$$

$$w_{n2} := 6.2286 \cdot (x_{n2,1})^3 - 59.819 \cdot (x_{n2,1})^2 + 181.78 \cdot x_{n2,1} - 163.519807932749767$$

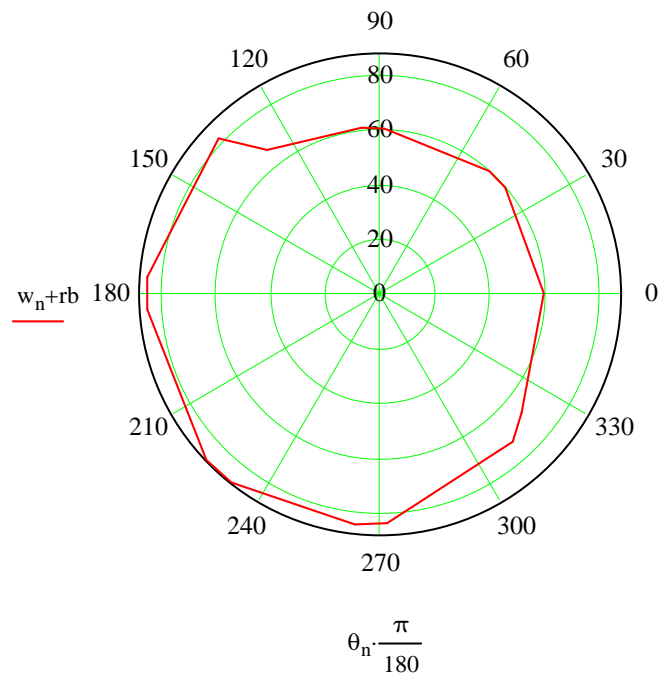
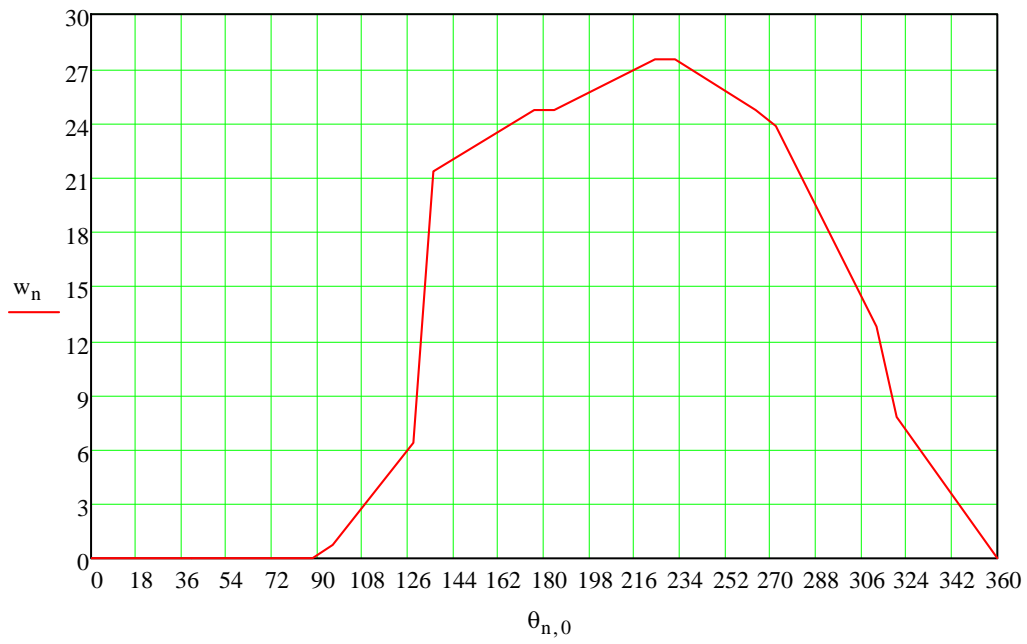


$$w_n := \text{if}(n < \text{curva}, 0, \text{if}(n < \text{fin}, w_n, 0))$$

Ecuacion dela altura d la leva ya tratado.

rb := 60

Graficas de la leva



ANEXO B. Planos de sensores y actuadores

Soporte Sensor

Plano

Diagrama de proceso

Actuador

Base

Plano

Diagrama de proceso

Bincha

Plano

Diagrama de proceso

Eje de unión

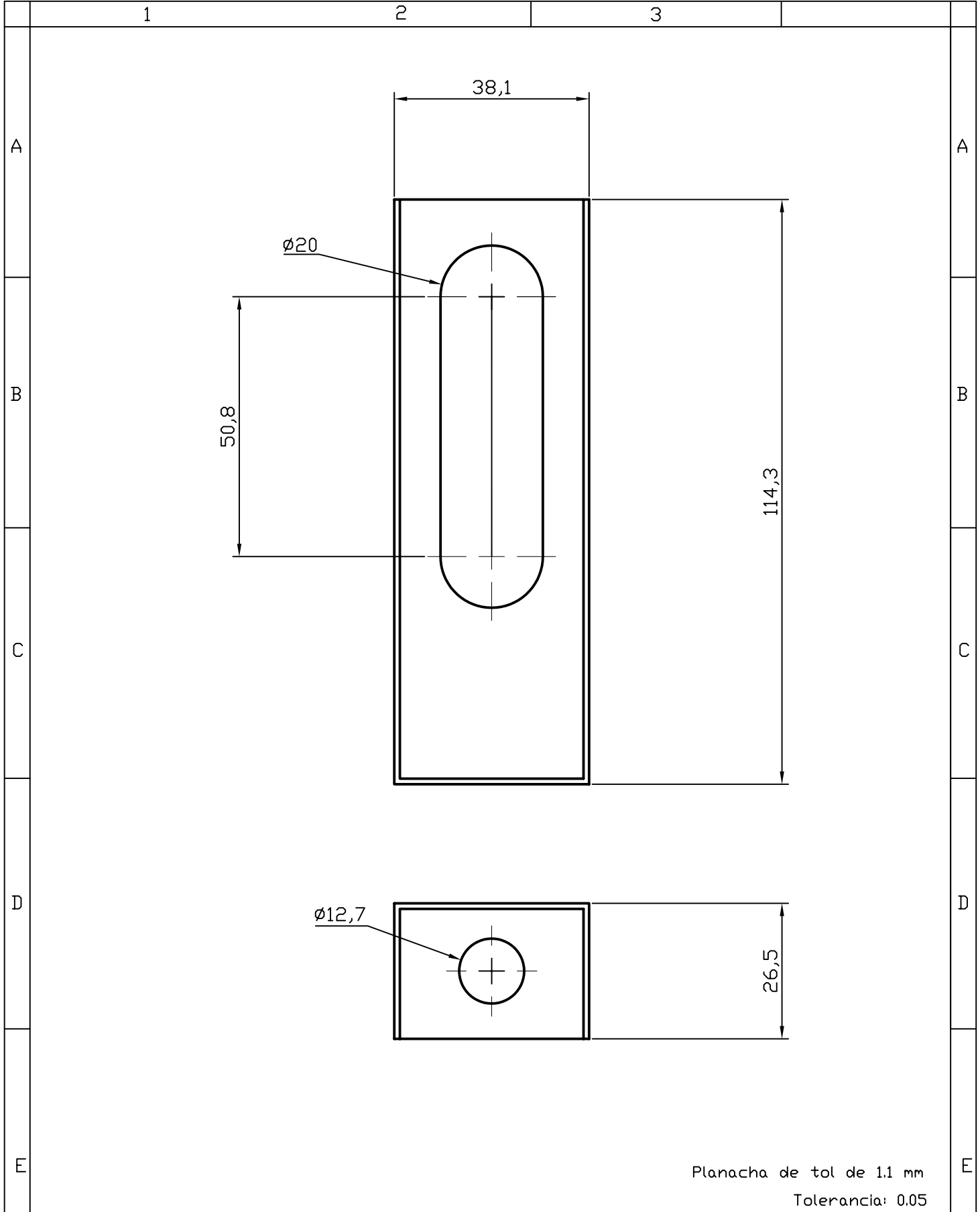
Plano

Diagrama de proceso

Soporte alternativo

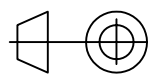
Plano

Diagrama de proceso

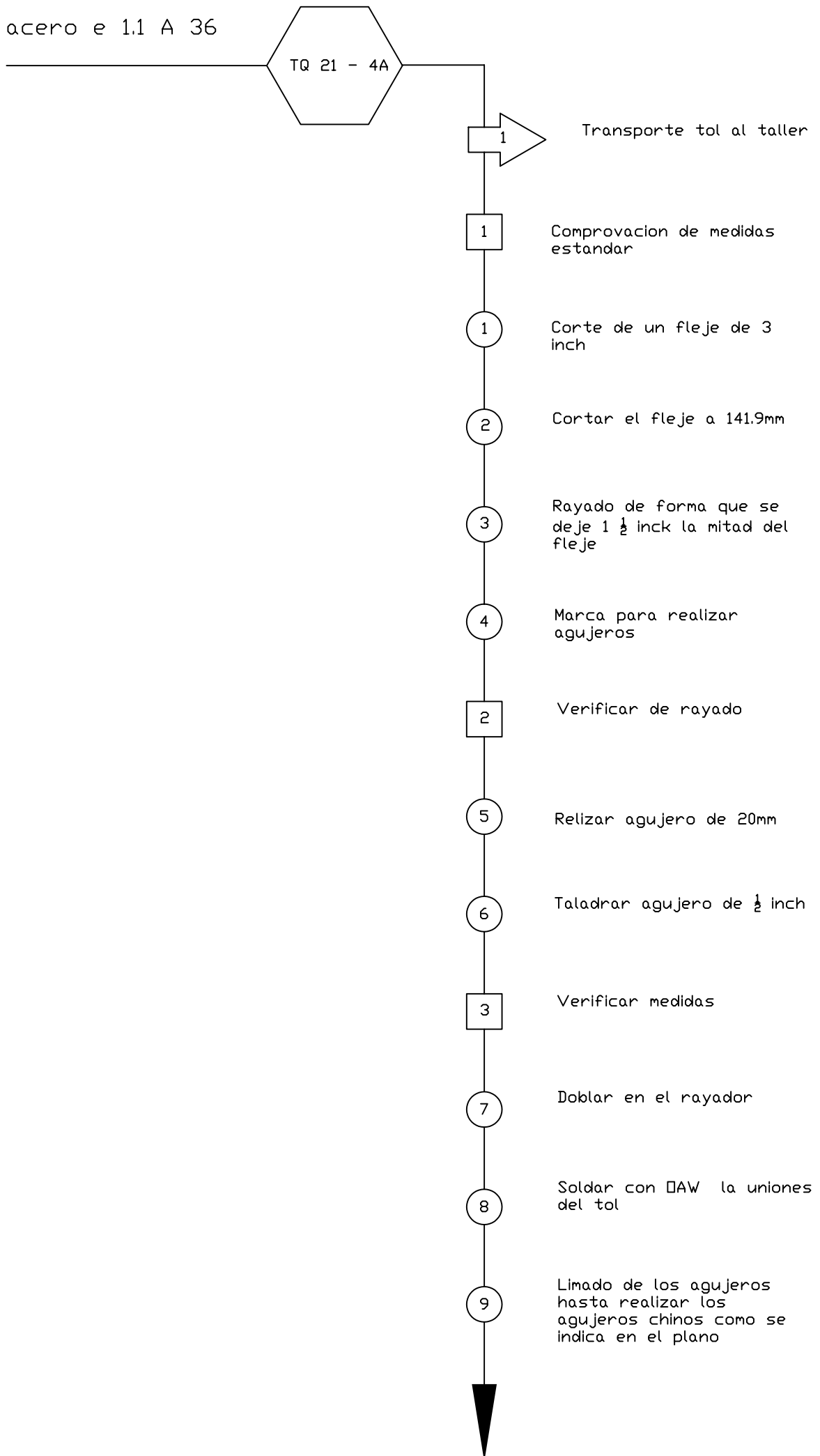


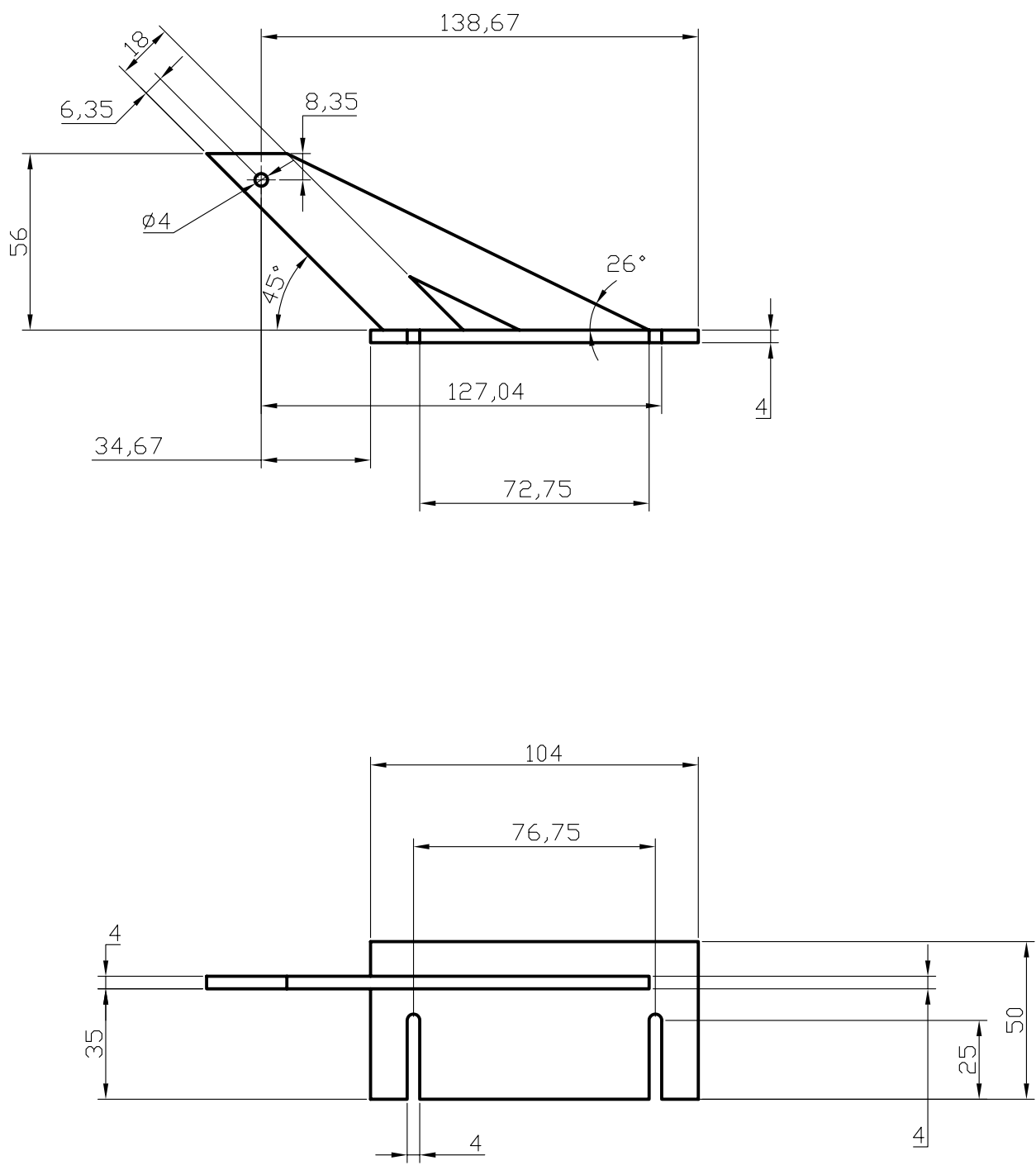
Planacha de tol de 1.1 mm
Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Olmedo, Echeverria		SOPORTE DEL SENSOR	1.5:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 01A	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



Tol acero e 1.1 A 36





Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Olmedo, Echeverria		BASE	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 01A	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

Platina de acero de 4mmx21n A 36

T0 21 - 1A



Transporte tol al taller



Comprovacion de medidas estandar



Corte hasta obtener una distancia de 104mm



Cortar ojos chinos



Rayado de posicionamiento para soldadura



Verificar de rayado

Platina de acero de 4mmx31n A 36

T0 21 - 1A



Transporte tol al taller



Comprovacion de medidas estandar



Corte de platina hasta medida requerida



Rayado para realizar corte de la platinas



Verificar de rayado



Cote de platinas en el rayado



Soldaduras de platinas



Verificar de medidas y formas



Relizar agujero de $\varnothing \frac{1}{4}$ inch



Verificar posicion de las pieza y rayado

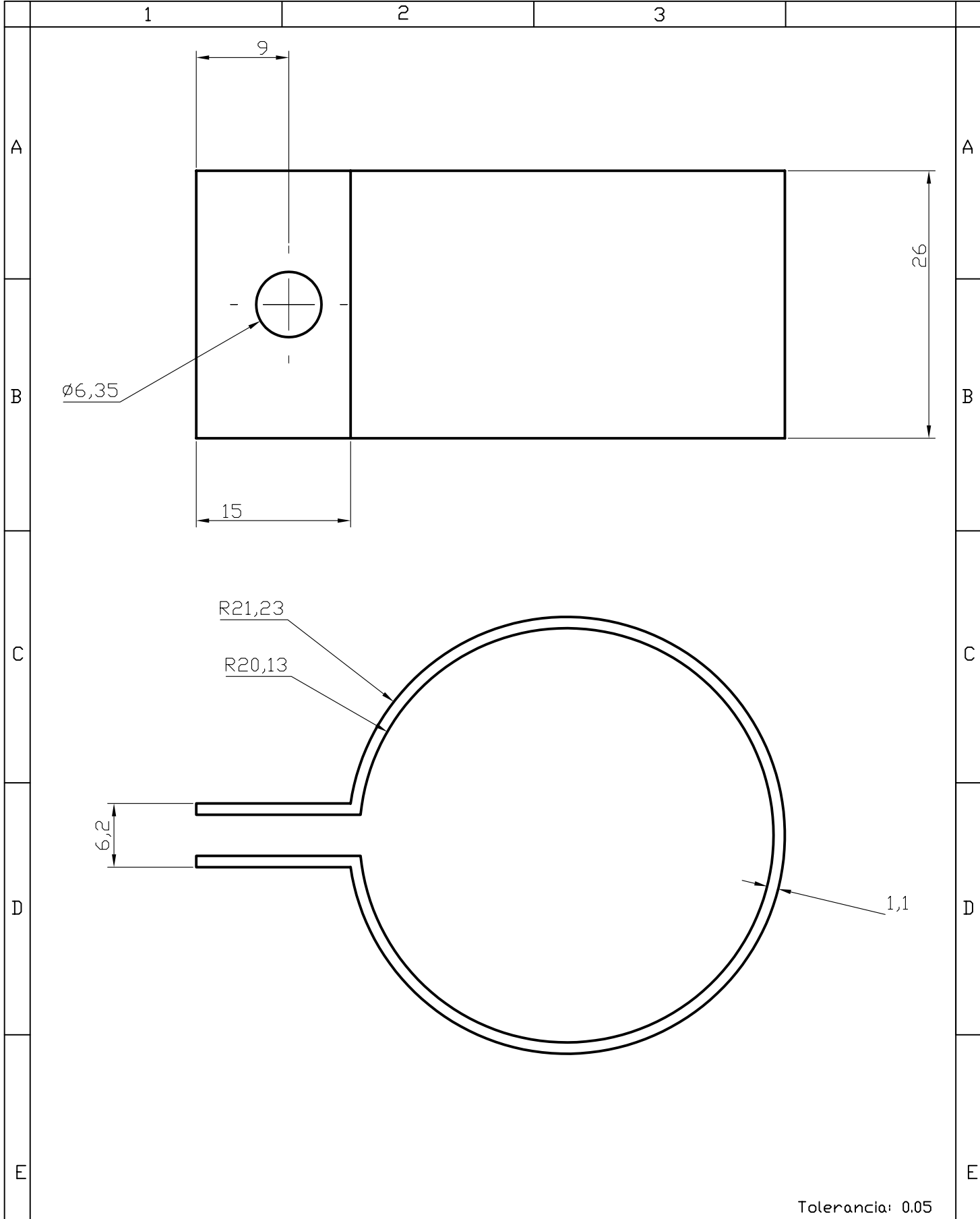


Soldadura de elementos



Proteccion del elemento

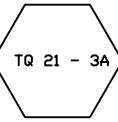




Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		BINCHA	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 03A	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

Tol negro 1.1 A 36



Transporte eje al taller



Comprovacion de medidas estandar



Corte a medidas

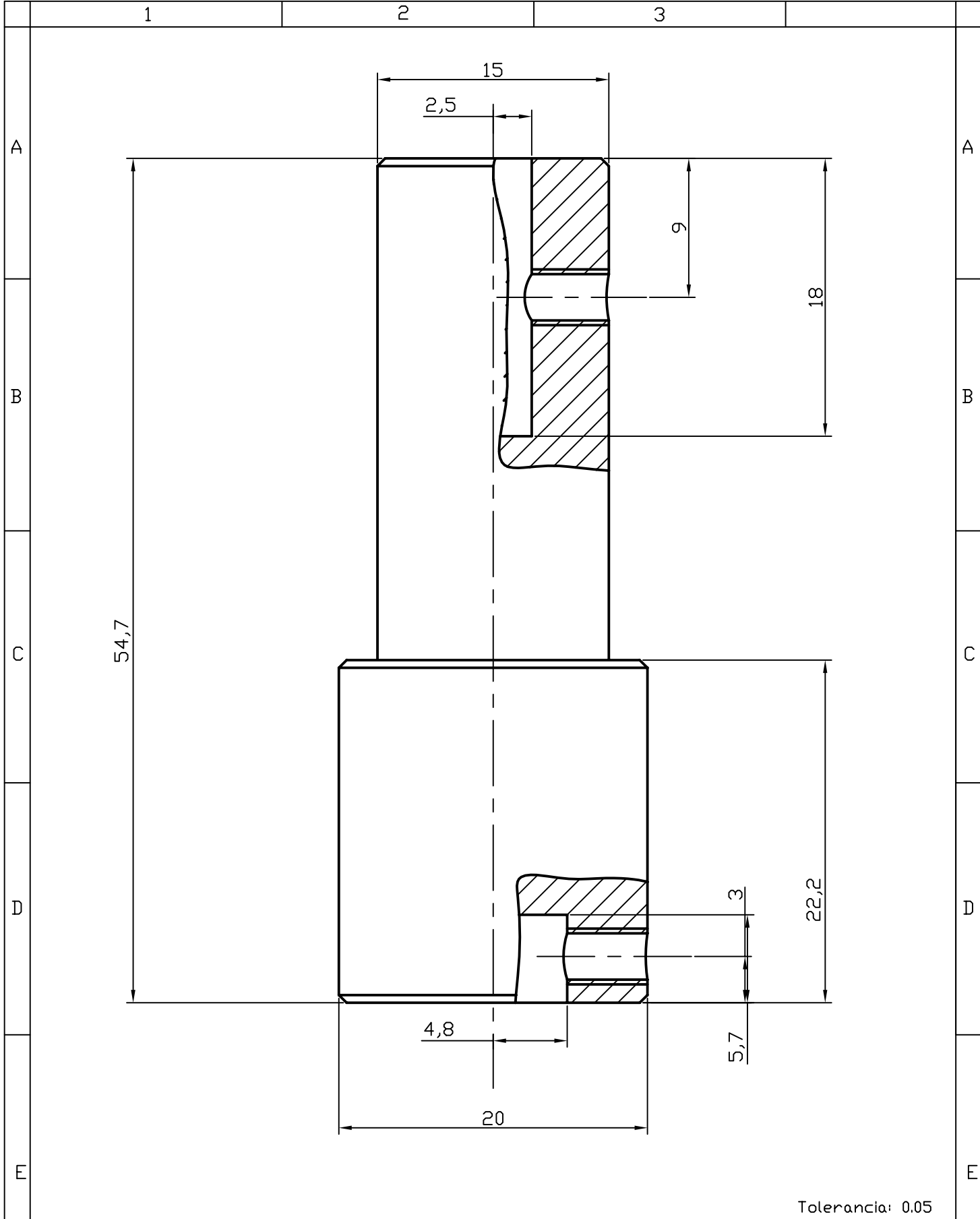


Perforacion de agujeros



Conformacion de forma





Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Olmedo, Echeverria		EJE DE UNION	3:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 02A	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

Eje acero \varnothing 25.4 A 36

TQ 21 - 2A

1

Transporte eje al taller

1

Comprovacion de medidas estandar

1

Corte del eje a 58mm

2

Colicacion de eje en torno y alineacion del mismo

3

Referntado de cara

4

Relozar agujero de centros

5

Relizar agujero de \varnothing 9.6mm y 3.7 mm de profundidad

2

Verificar medidas

6

Torneado hasta medida exterior maxima (20mm)

3

Verificar medidas

7

Marcar desde la cara refrentada 22.2 mm

8

Dar la vuelta al eje y colocarlo para refrentado

9

Refrentado hasta llegar a medida (54.7mm TOTAL)

10

Realizar egujero de 19mm de proedundidad y \varnothing 5mm

4

Verificar medidas

11

Tornerar hasta la marca realizada y tener un \varnothing 15

12

Realizar agujero de 19mm de proedundidad y \varnothing 5mm

5

Verificar medidas

13

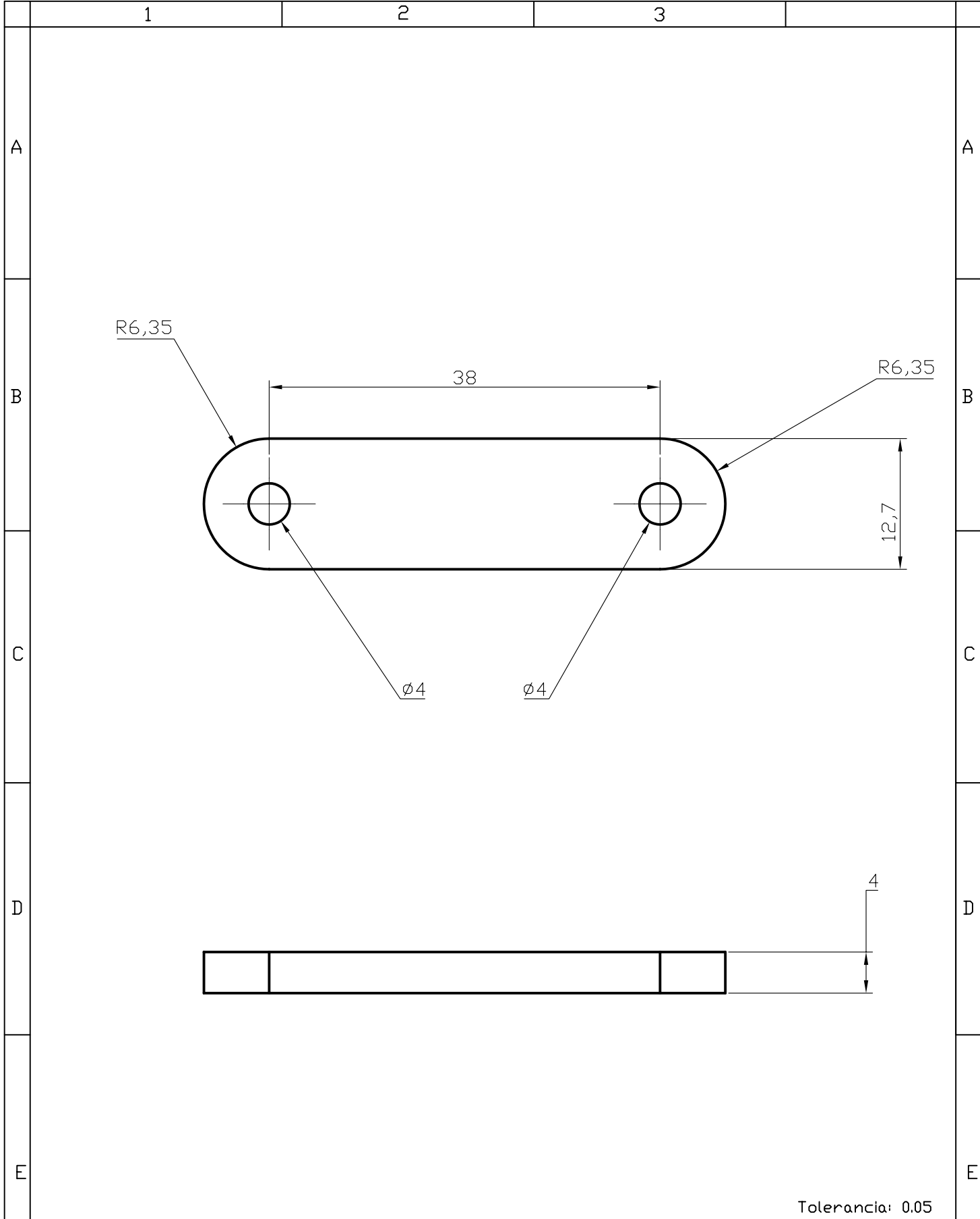
Realizar agujero de \varnothing $\frac{1}{8}$ Inch a 3mm de la cara con \varnothing 20mm

14

Realizar agujero de \varnothing $\frac{1}{8}$ Inch a 9mm de la cara con \varnothing 15mm

15

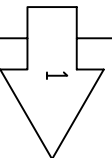
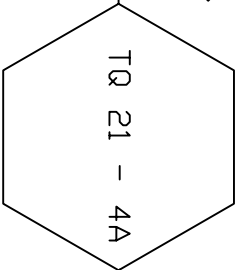
Realizar Rosca con machuelos M4 x 0,7 en los agujeros antes realizados



Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Ulmedo, Echeverría		SOPORTE	2:1
APROVADO		Ulmedo, Echeverría			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingeniería Mecánica				Código	
				TQ 21 - 04A	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

Platina de acero de
4mmx3in A 36



Transporte tol al taller



Comprovacion de medidas
estandar



cor-te hasta medida del
brazo

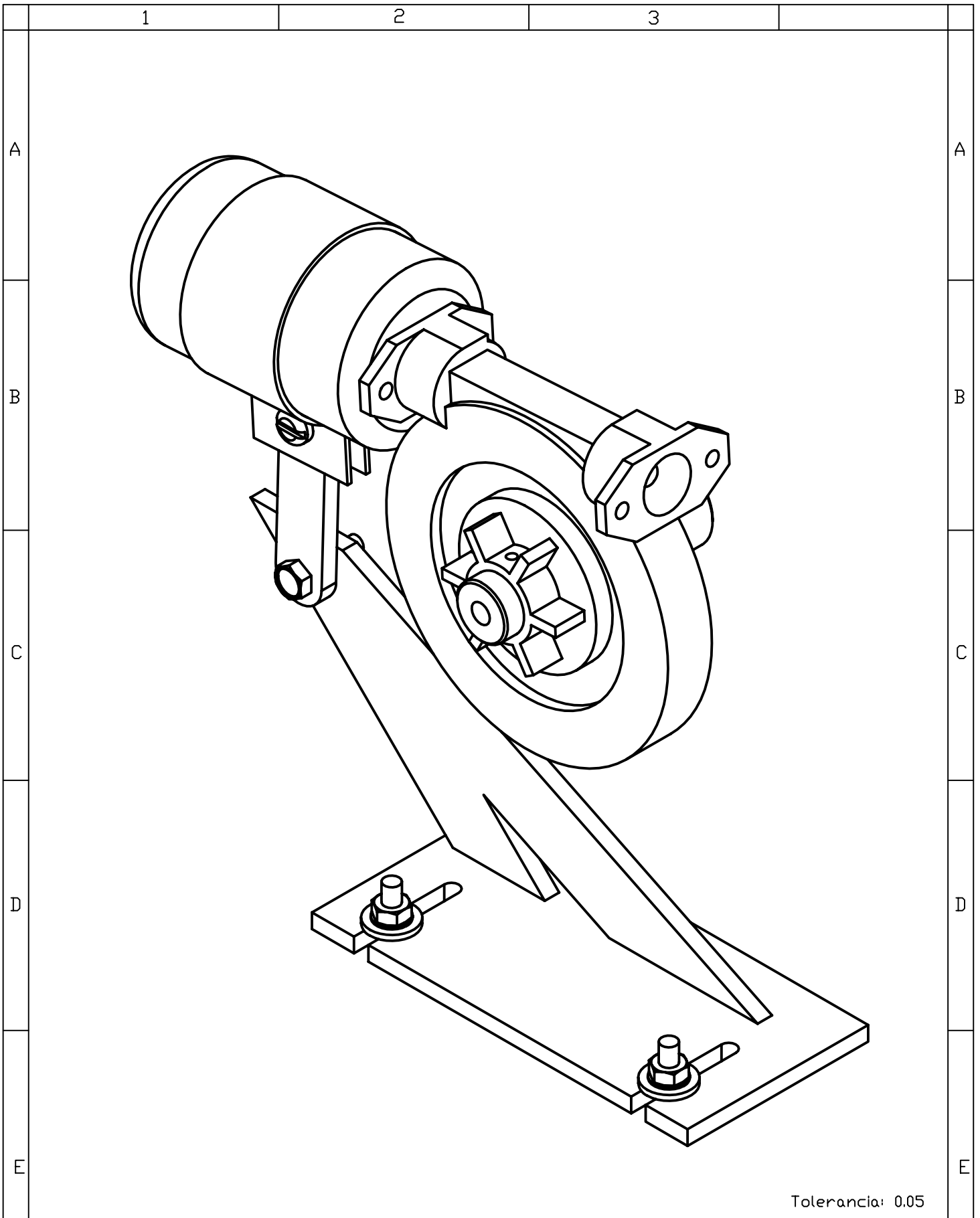


Realizacion de agujeros



Dar forma con esmeril





Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Varios	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Ulmedo, Echeverria		CADNJUNTO ACTUADOR	1:1
APROVADO		Ulmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 04A	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

ANEXO C. Datasheets

Sensor inductivo

Sensor Fotoeléctrico

DAQ

Elementos Electrónicos

DC Cylindrical Housing Type

Cylindrical(φ 18mm) type

■ Features

- Easy to install cylindrical (φ 18mm) type
- Reverse power polarity protection built in
- Over current protection circuit
- External sensitivity adjustment (Diffuse reflective type)
- Able to select the operation mode by control wire (Diffuse reflective type)
- Protection structure by IP66 (IEC specification)



! Please read "Caution for your safety" in operation manual before using.



■ Specifications

Model	BRP100-DDT	BR100-DDT	BRP400-DDT	BR400-DDT	BR20M-TDTD	BR20M-TDTL
	BRP100-DDT-P	BR100-DDT-P	BRP400-DDT-P	BR400-DDT-P	BR20M-TDTD-P	BR20M-TDTL-P
Type	Diffuse reflective				Through-beam	
Detecting distance	(*1) 100mm		(*1) 400mm		20m	
Detecting target	Transparent, Translucent, Opaque materials				Opaque materials of Min. φ 15mm	
Response time	Max. 1ms				Max. 3ms	
Power supply	12-24VDC ± 10% (Ripple P-P: Max. 10%)					
Current consumption	Max. 40mA					
Light source	Infrared LED (modulated)					
Sensitivity adjustment	Adjustable VR				Fixed	
Operation mode	Selectable Light ON or Dark ON by control wire				Dark ON	Light ON
Control output	NPN open collector output ⇨ Load voltage : Max. 30VDC, Load current : Max. 200mA, Residual voltage : Max. 1VDC					
	PNP open collector output ⇨ Output voltage: Min. power voltage - 2.5V, Load current: Max. 200mA					
Protection circuit	Short-circuit protection, Reverse polarity protection					
Indication	Operation indicator : Red LED				Power indicator (Emitter): Red LED, Operation indicator (Receiver): Red LED	
Connection	Outgoing cable					
Insulation resistance	Min. 20MΩ (at 500VDC)					
Noise strength	± 240V the square wave noise (pulse width: 1μs) by the noise simulator □					
Dielectric strength	500VAC 50/60Hz for 1 minute					
Vibration	1.5mm amplitude at frequency of 10 ~ 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2 hours					
Shock	500m/s ² (50G) in X, Y, Z directions for 3 times					
Ambient illumination	Sunlight : Max. 11,000lx, Incandescent lamp : Max. 3,000lx					
Storage temperature	-10 ~ +60°C (at non-freezing status) Storage : -25 ~ +70°C					
Ambient humidity	35 ~ 85%RH, Storage : 35 ~ 85%RH					
Protection	IP66 (IEC specification)					
Material	Case: Plastic (Black), Lens: PC	Case: C3604BD (Cr-plate), Lens: PC	Case: Plastic (Black), Lens: PC	Case: C3604BD (Cr-plate), Lens: PC	Case: C3604BD (Cr-plate), Lens: PC	
Cable	4P, φ 5mm, Length : 2m				Emitter: 2P, φ 5mm, Length: 2m Receiver: 3P, φ 5mm, Length: 2m	
Accessory	Mounting Nuts	Mounting Nuts, Washer				
Approval	CE					
Weight □	Approx. 100g	Approx. 120g	Approx. 100g	Approx. 120g	Approx. 300g	

(*1) It for Non-glossy white paper (100×100mm).

(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/Speed/Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Proximity sensor

(J) Photo electric sensor

(K) Pressure sensor

(L) Rotary encoder

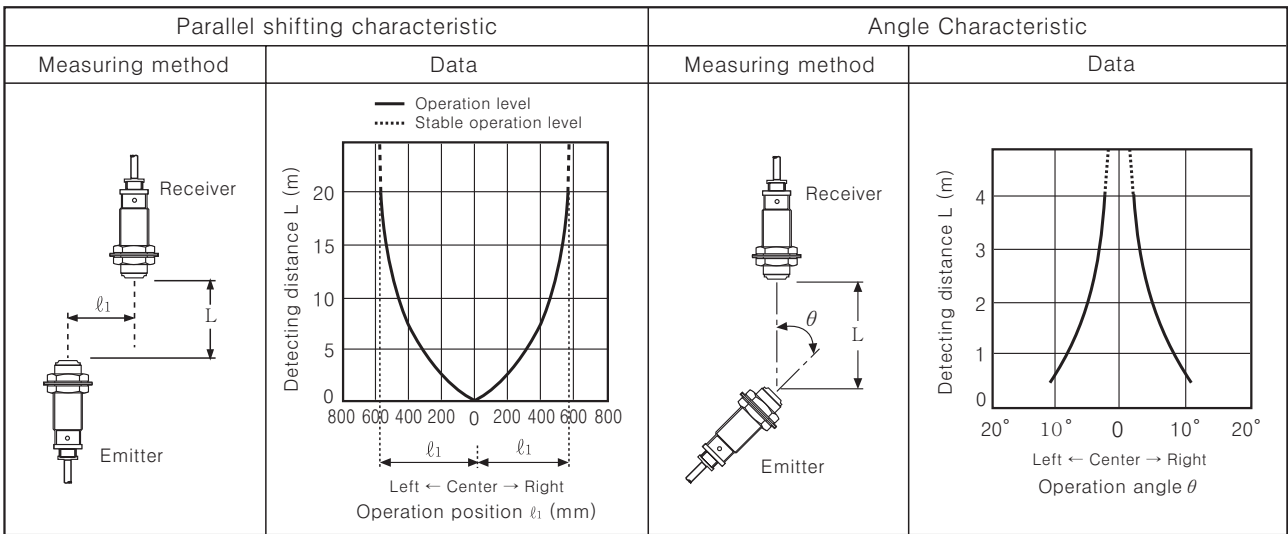
(M) 5-Phase stepping motor & Driver & Controller

BR Series

Characteristic

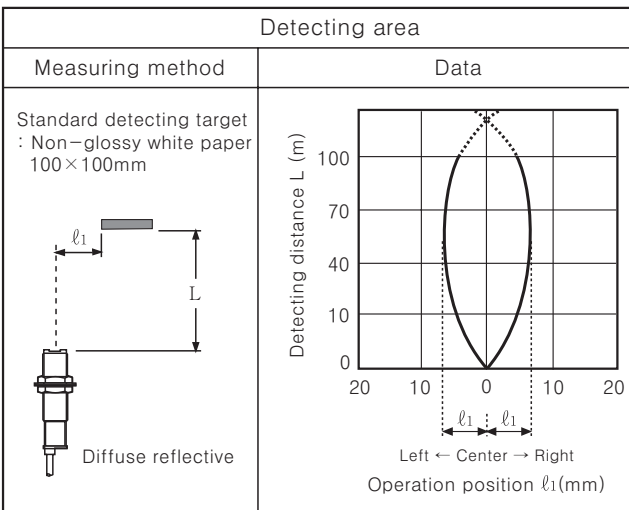
Through-beam

BR20M-TDT, BR20M-TDT-P

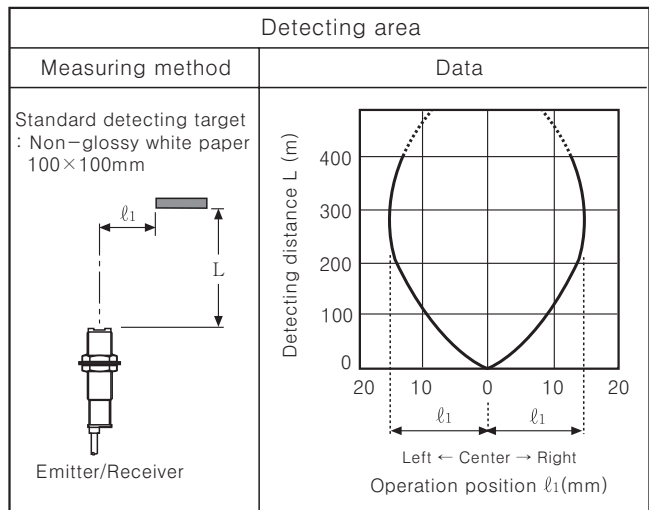


Diffuse reflective

BR100-DDT(-P), BRP100-DDT(-P)

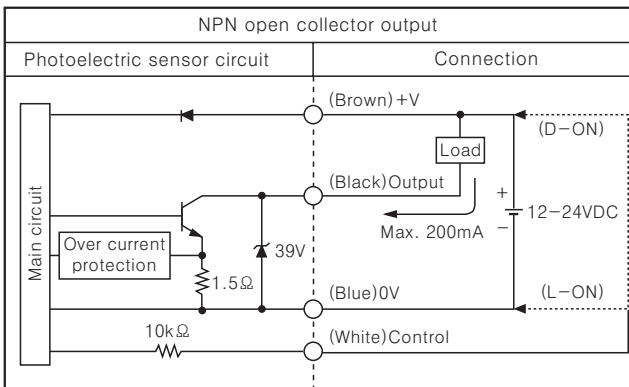


BR400-DDT(-P), BRP400-DDT(-P)

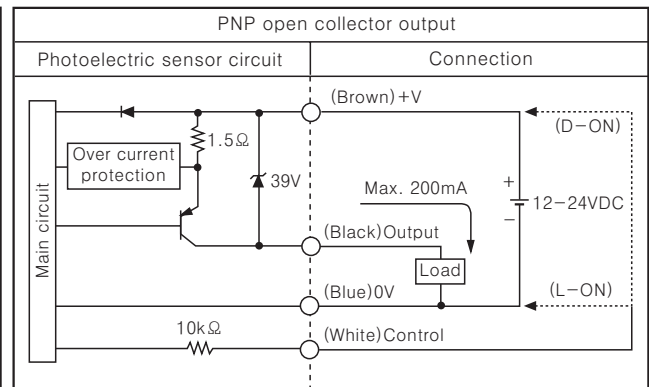


Control output circuit diagram

BR100-DDT, BRP100-DDT, BR400-DDT, BRP400-DDT



BR100-DDT-P, BRP100-DDT-P, BR400-DDT-P, BRP400-DDT-P

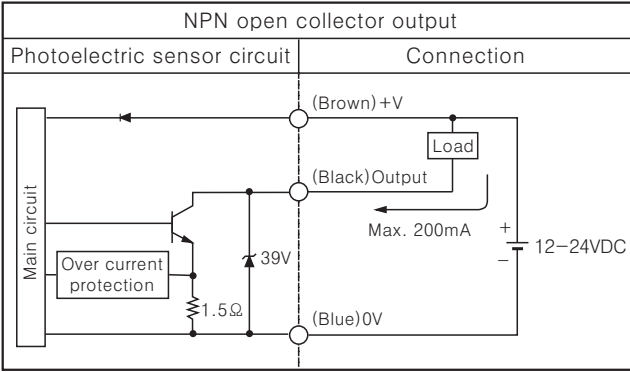


※Selectable Light ON / Dark ON mode by control wire
 Light ON : Connect control wire to 0V
 Dark ON : Connect control wire to +V

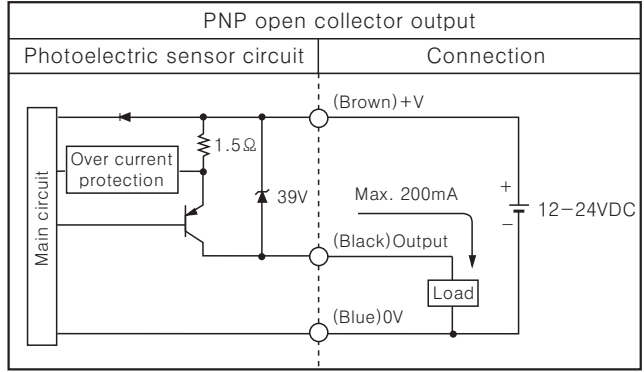
DC Cylindrical Housing Type

Control output diagram

●BR20M-TDTD2/BR20M-TDTL2(Receiver)

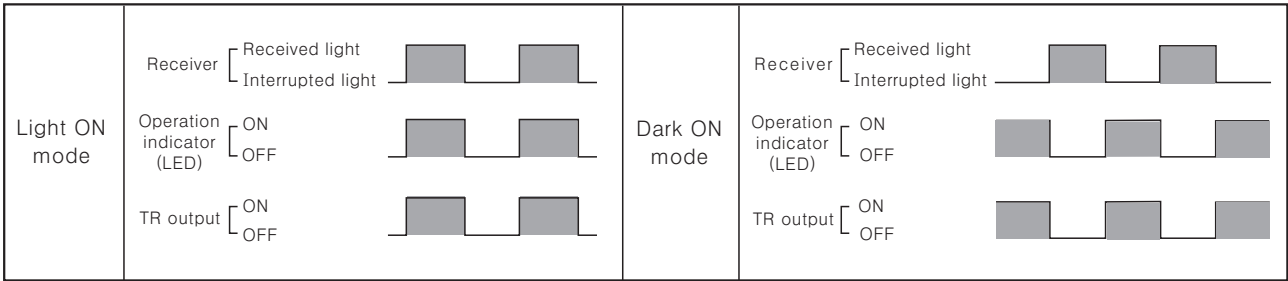


●BR20M-TDTD2-P/BR20M-TDTL2-P(Receiver)



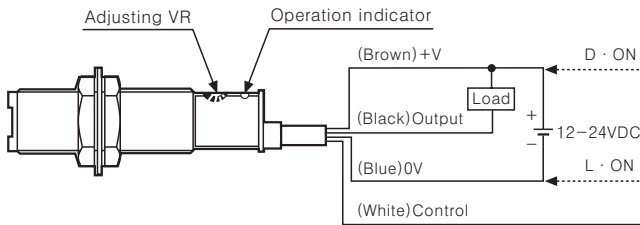
※Dark ON mode is standard mode for BR4M. (Light ON mode : Option)

Operation mode

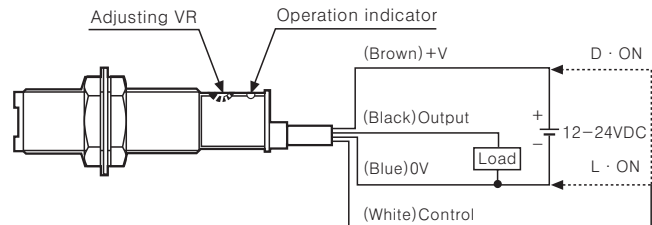


Connections

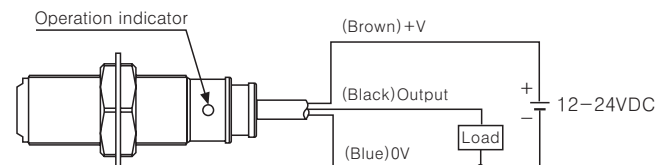
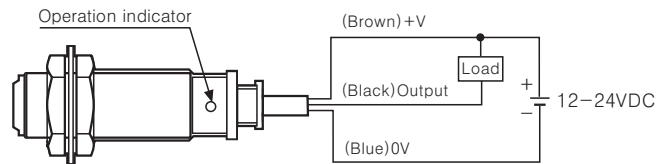
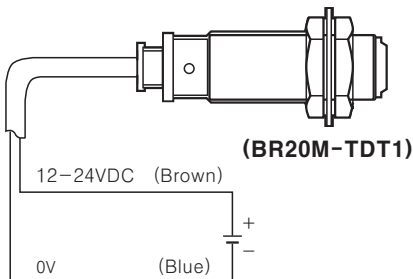
●BR100-DDT, BRP100-DDT, BR400-DDT, BRP400-DDT



●BR100-DDT-P, BRP100-DDT-P, BR400-DDT-P, BRP400-DDT-P



●BR20M-TDT(L) / BR20M-TDTD(L)-P



※Since 2001/Oct., inner circuit has been changed therefore do not use previous products(Before 2001/Oct.) together. When need to replace this, it must be one set.

Before Oct./2001	After Oct./2001	Condition
Emitter	Receiver	Disable compatible
Receiver	Emitter	Enable compatible

(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/Speed/Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Proximity sensor

(J) Photo electric sensor

(K) Pressure sensor

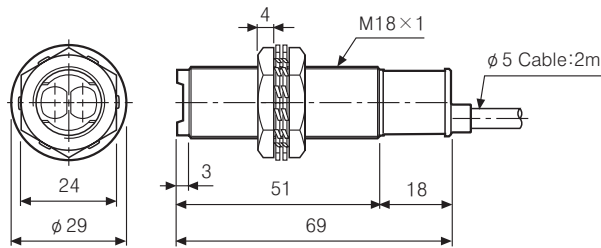
(L) Rotary encoder

(M) 5-Phase stepping motor & Driver & Controller

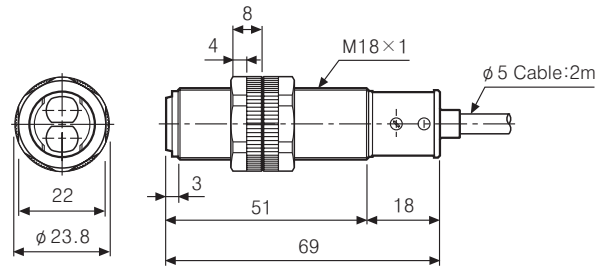
BR Series

■ Dimensions

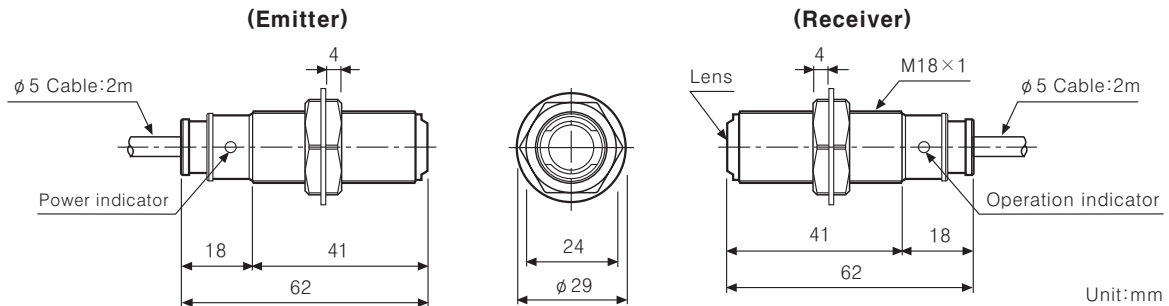
● BR100-DDT(-P) / BR400-DDT(-P)



● BRP100-DDT(-P) / BRP400-DDT(-P)



● BR20M-TDTD(L) / BR20M-TDTD(L)-P



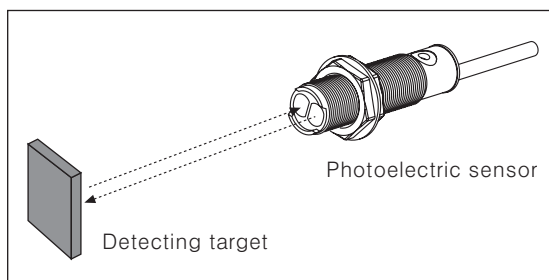
Unit:mm

■ Installation and sensitivity adjustment

Please supply the power to the sensor after installing the emitter and the receiver in face to face, and then adjust an optical axis and the sensitivity as follow;

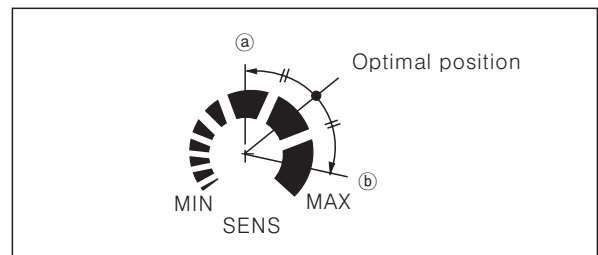
◎ Diffuse Reflective type

1. Even though the diffuse reflective type is set at max. sensitive position, the sensitivity of the sensor must be adjusted in accordance with the existence of the reflective material in background.



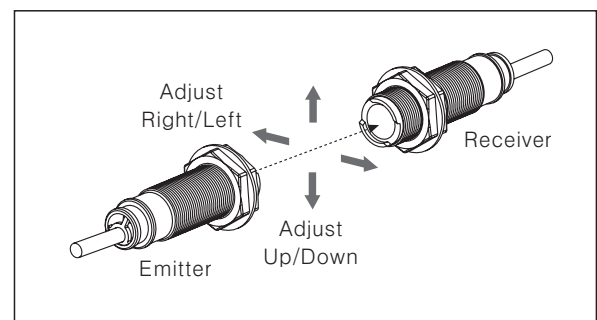
2. Set the target at a position to be detected by the beam, then turn the adjuster down to point ① where the indicator just turns on from Min. position of the adjuster.
3. Take the target out of the sensing area, then turn the adjuster until point ② where the indicator turns on. If the indicator does not turn on, max. position is point ②.
4. Set the adjuster at the center of two switching point ①, ②.

※ The detecting distance indicated in the specification chart is that of non-glossy white paper in the target size 50×50mm.



◎ Through-Beam type

1. Supply the power to the photoelectric sensor, after installing the emitter and the receiver in face to face.
2. Set the receiver in center of position where indicator turns on, as adjusting the receiver and the emitter right and left, up and down.
3. Fix both units tightly after checking that the units detect the target.

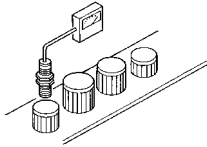


Inductive proximity sensors

Application series
Sensors with analogue output signal

Functions

Example :
sorting parts



These analogue output proximity sensors are solid state sensors, designed for monitoring displacements. They have a wide range of applications, but are particularly suited for :

- deformation or displacement monitoring,
- vibration amplitude and frequency monitoring,
- control of dimensional tolerances,
- position control,
- monitoring of concentricity and eccentricity.

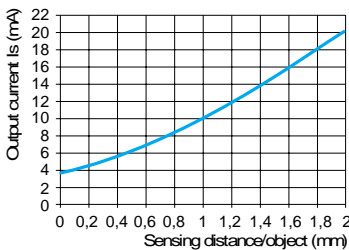
Operating principle

The operating principle of the sensor is that of a damped oscillator. The degree of damping will depend on the distance of an object from the sensing face. The sensor will sense the distance and produce an output current with a value directly proportional to this distance.

Output curves 4...20 mA, 2-wire connection (cylindrical models)

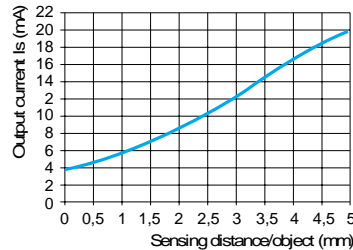
XS1-M12AB120
Sn = 0.2...2 mm

Ø 12 mm



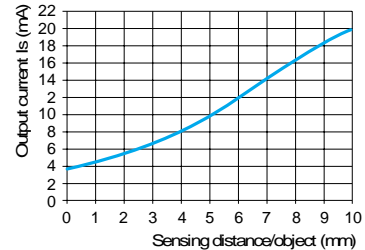
XS1-M18AB120
Sn = 0.5...5 mm

Ø 18 mm



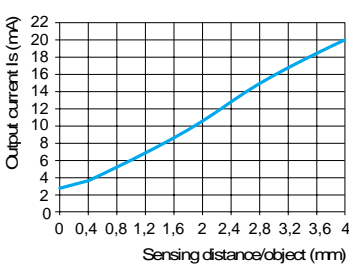
XS1-M30AB120
Sn = 1...10 mm

Ø 30 mm



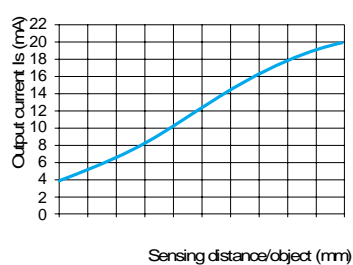
XS4-P12AB120
Sn = 0.4...4 mm

Ø 12 mm



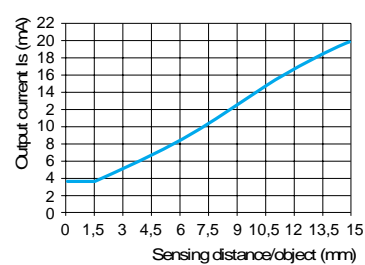
XS4-P18AB120
Sn = 0.8...8 mm

Ø 18 mm



XS4-P30AB120
Sn = 1.5...15 mm

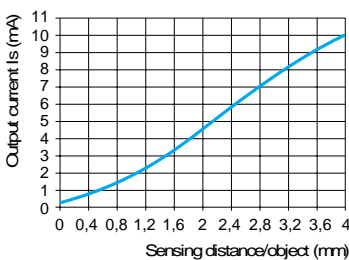
Ø 30 mm



Output curves 0...10 mA, 3-wire connection (cylindrical models)

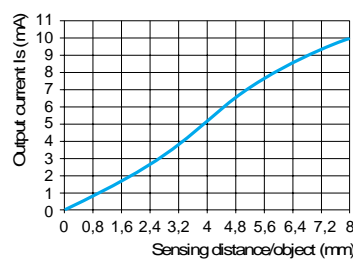
XS4-P12AB110
Sn = 0.4...4 mm

Ø 12 mm



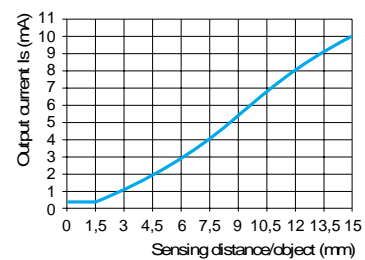
XS4-P18AB110
Sn = 0.8...8 mm

Ø 18 mm



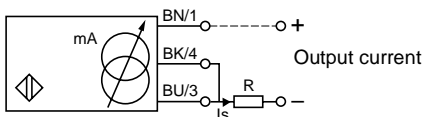
XS4-P30AB110
Sn = 1.5...15 mm

Ø 30 mm



Wiring schemes

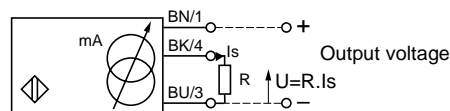
2-wire connection



Output current	Value of R (R = load impedance)
24 V 4...14 mA	≤ 640 Ω
4...20 mA	≤ 450 Ω
48 V 4...14 mA	≤ 2350 Ω

Ensure a minimum of 15 V between the + (1) and - (3) terminals of the sensor

3-wire connection



Output current	Value of R (R = load impedance)
24 V 0...10 mA	≤ 1800 Ω
0...16 mA	≤ 1125 Ω
48 V 0...10 mA	≤ 4200 Ω

Ensure a minimum of 5 V between the + and sensor output (terminal 4)

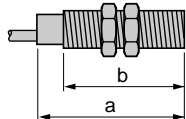
References : pages 31141/3 to 31141/6
Characteristics : pages 31141/3 to 31141/6

Inductive proximity sensors

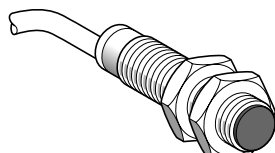
Application series
Sensors with analogue output signal
Cylindrical type. Metal or plastic case, M12 x 1 threaded

Flush mountable in metal

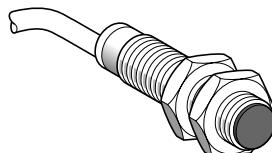
Non flush mountable in metal



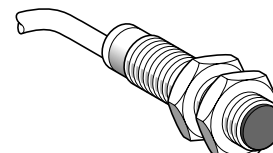
Lengths (mm) :
a = Overall
b = Threaded section



a = 50
b = 42



a = 50
b = 42



a = 50
b = 42

Metal case

Plastic case

Plastic case

Nominal sensing distance (Sn)

0.2...2 mm

0.4...4 mm

0.4...4 mm

References

3-wire ---	Output 0...10 mA (1) 4...14 mA (2)	–	–	XS4-P12AB110
	Output 4...20 mA (2) 0...16 mA (1)	XS1-M12AB120	XS4-P12AB120	–
Weight (kg)		0.075	0.065	0.065

Characteristics

Connection	Pre-cabled, 3 x 0.34 mm², length 2 m		
Degree of protection	IP 67		
Operating zone	0.2...2 mm	0.4...4 mm	0.4...4 mm
Repeat accuracy	± 1 %		
Linearity error	± 4 %		
Ambient air temperature	Operation : - 25...+ 70 °C		
Rated supply voltage	--- 24 V	--- 24 V	--- 24...48 V
Voltage limits (including ripple)	--- 15...38 V	--- 15...38 V	--- 15...58 V
Output current drift Ambient temperature : - 25...+ 70 °C	≤ 10 %		
Current consumption, no-load	4 mA		
Maximum frequency	1500 Hz		

(1) Output current range for "3-wire" connection, see page 31141/2.

(2) Output current range for "2-wire" connection, see page 31141/2.

Setting-up

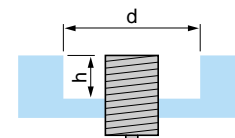
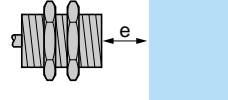
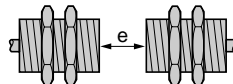
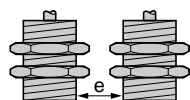
Minimum mounting distances (mm)

Side by side

Face to face

Facing a metal object

Mounted in a metal support



XS1-M12AB120 flush mountable	$e \geq 4$	$e \geq 24$	$e \geq 6$	$d \geq 12, h \geq 0$
XS4-P12AB110 non flush mountable	$e \geq 16$	$e \geq 48$	$e \geq 12$	$d \geq 36, h \geq 8$
XS4-P12AB120 non flush mountable	$e \geq 16$	$e \geq 48$	$e \geq 12$	$d \geq 36, h \geq 8$

Fixing nut tightening torque < 6 N.m (metal case), < 2 N.m (plastic case)

Other versions

"Original equipment" range Ø 12 mm sensors with analogue output (XS●-H●●●62).
Please consult your Regional Sales Office.

Accessories :
page 31160/2

Output curves :
page 31141/2

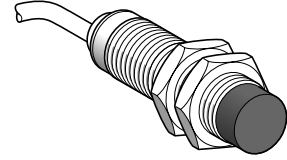
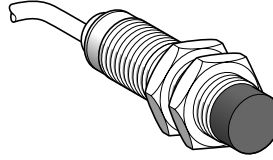
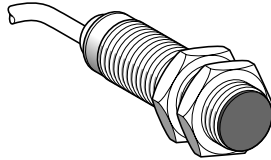
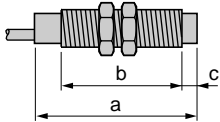
Schemes :
page 31141/2

Inductive proximity sensors

Application series
Sensors with analogue output signal
Cylindrical type. Metal or plastic case, M18 x 1 threaded

Flush mountable in metal

Non flush mountable in metal



Lengths (mm) :

a = Overall

b = Threaded section

c = For non flush mounting sensors

a = 50

b = 42

c = 0

Metal case

a = 40.6

b = 26

c = 8

Plastic case

a = 40.6

b = 26

c = 8

Plastic case

Nominal sensing distance (Sn)	0.5...5 mm	0.8...8 mm	0.8...8 mm
--------------------------------------	-------------------	-------------------	-------------------

References

3-wire ---	Output 0...10 mA (1) 4...14 mA (2)	–	–	XS4-P18AB110
	Output 4...20 mA (2) 0...16 mA (1)	XS1-M18AB120	XS4-P18AB120	–
Weight (kg)	0.120	0.080	0.080	

Characteristics

Connection	Pre-cabled, 3 x 0.34 mm², length 2 m		
Degree of protection	IP 67		
Operating zone	0.5...5 mm	0.8...8 mm	0.8...8 mm
Repeat accuracy	± 1 %		
Linearity error	± 4 %		
Ambient air temperature	Operation : - 25...+ 70 °C		
Rated supply voltage	--- 24 V	--- 24 V	--- 24...48 V
Voltage limits (including ripple)	--- 15...38 V	--- 15...38 V	--- 15...58 V
Output current drift Ambient temperature : - 25...+ 70 °C	≤ 10 %		
Current consumption, no-load	4 mA		
Maximum frequency	500 Hz		

(1) Output current range for "3-wire" connection, see page 31141/2.

(2) Output current range for "2-wire" connection, see page 31141/2.

Setting-up

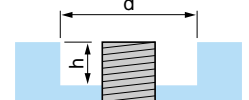
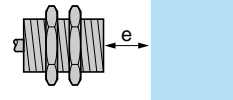
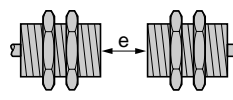
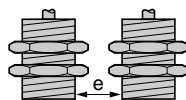
Minimum mounting distances (mm)

Side by side

Face to face

Facing a metal object

Mounted in a metal support



XS1-M18AB120 flush mountable	e ≥ 10	e ≥ 60	e ≥ 15	d ≥ 18, h ≥ 0
XS4-P18AB110 non flush mountable	e ≥ 32	e ≥ 96	e ≥ 24	d ≥ 54, h ≥ 16
XS4-P18AB120 non flush mountable	e ≥ 32	e ≥ 96	e ≥ 24	d ≥ 54, h ≥ 16

Fixing nut tightening torque	< 15 N.m (metal case), < 5 N.m (plastic case)
-------------------------------------	---

Other versions "Original equipment" range Ø 18 mm sensors with analogue output (XSP-H●●●62). Please consult your Regional Sales Office.

Accessories :
page 31160/2

Output curves :
page 31141/2

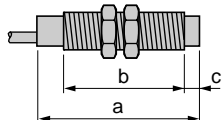
Schemes :
page 31141/2

Inductive proximity sensors

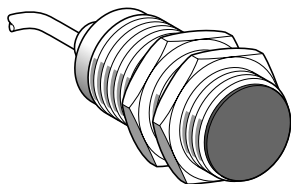
Application series
Sensors with analogue output signal
Cylindrical type. Metal or plastic case, M30 x 1.5 threaded

Flush mountable in metal

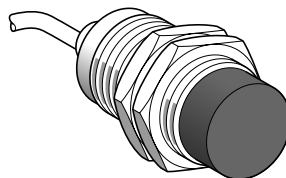
Non flush mountable in metal



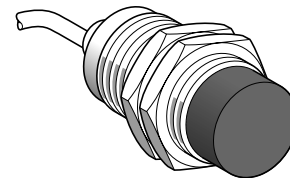
Lengths (mm) :
a = Overall
b = Threaded section
c = For non flush mounting sensors



a = 50
b = 42
c = 0
Metal case



a = 52.6
b = 32
c = 13
Plastic case



a = 52.6
b = 32
c = 13
Plastic case

Nominal sensing distance (Sn)	1...10 mm	1.5...15 mm	1.5...15 mm
--------------------------------------	------------------	--------------------	--------------------

References

3-wire ---	Output 0...10 mA (1) 4...14 mA (2)	---	---	XS4-P30AB110
	Output 4...20 mA (2) 0...16 mA (1)	XS1-M30AB120	XS4-P30AB120	---
Weight (kg)	0.200	0.100	0.100	

Characteristics

Connection	Pre-cabled, 3 x 0.34 mm², length 2 m		
Degree of protection	IP 67		
Operating zone	1...10 mm	1.5...15 mm	1.5...15 mm
Repeat accuracy	± 1 %		
Linearity error	± 4 %		
Ambient air temperature	Operation : - 25...+ 70 °C		
Rated supply voltage	--- 24 V	--- 24 V	--- 24...48 V
Voltage limits (including ripple)	--- 15...38 V	--- 15...38 V	--- 15...58 V
Output current drift Ambient temperature : - 25...+ 70 °C	≤ 10 %		
Current consumption, no-load	4 mA		
Maximum frequency	300 Hz		

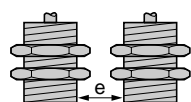
(1) Output current range for "3-wire" connection, see page 31141/2.

(2) Output current range for "2-wire" connection, see page 31141/2.

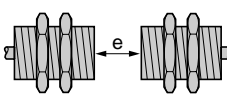
Setting-up

Minimum mounting distances (mm)

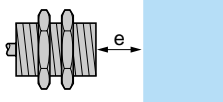
Side by side



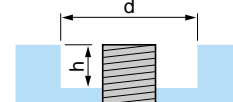
Face to face



Facing a metal object



Mounted in a metal support



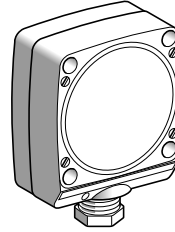
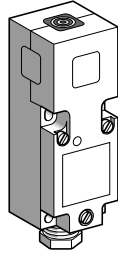
XS1-M30AB120 flush mountable	e ≥ 20	e ≥ 120	e ≥ 30	d ≥ 30, h ≥ 0
XS4-P30AB110 non flush mountable	e ≥ 60	e ≥ 180	e ≥ 45	d ≥ 90, h ≥ 30
XS4-P30AB120 non flush mountable	e ≥ 60	e ≥ 180	e ≥ 45	d ≥ 90, h ≥ 30

Fixing nut tightening torque < 40 N.m (metal case), < 20 N.m (plastic case)

References, characteristics Inductive proximity sensors

Application series
Sensors with analogue output signal
Block type. Plastic case

Non flush mountable in metal



Nominal sensing distance (Sn)	2...20 mm	2...20 mm	6...60 mm	6...60 mm
--------------------------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

References

3-wire ---	Output 0...10 mA (1) 4...14 mA (2)	XSC-H207629	–	XSD-H607629	–
	Output 4...20 mA (2) 0...16 mA (1)	–	XSC-H203629	–	XSD-H603629
Weight (kg)		0.240	0.240	0.480	0.480

Characteristics

Connection	Screw terminals, capacity : 2 x 1.5 mm²			
Degree of protection	IP 67			
Operating zone	2...20 mm	6...60 mm		
Approvals	UL, CSA : please consult your Regional Sales Office			
Case type	Form C, 5 position turret head		Form D, plug-in	
Ambient air temperature	Operation : - 25...+ 70 °C			
Rated supply voltage	--- 24...48 V	--- 24 V	--- 24...48 V	--- 24 V
Voltage limits (including ripple)	--- 19...58 V	--- 19...30 V	--- 19...58 V	--- 19...30 V
Current consumption, no-load	4 mA			
Output current drift Ambient temperature : - 25...+ 70 °C	≤ 10 %			

(1) Output current range for "3-wire" connection, see page 31141/2.

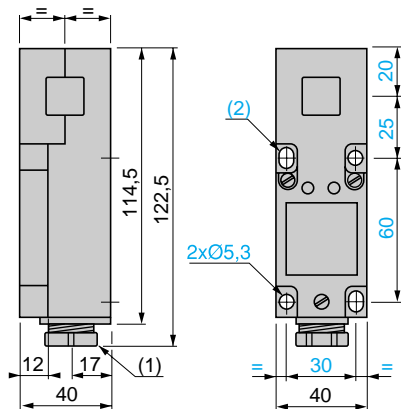
(2) Output current range for "2-wire" connection, see page 31141/2.

Inductive proximity sensors

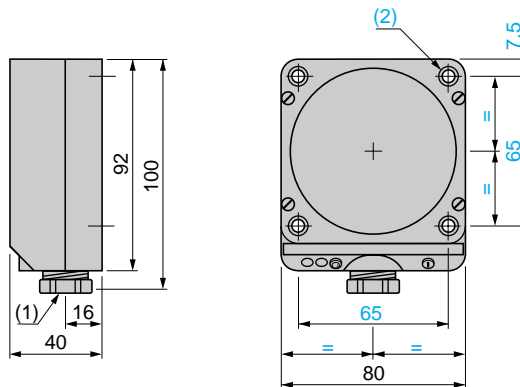
Application series
Sensors with analogue output signal
Block type. Plastic case

Dimensions

XSC-H20●629



XSD-H60●629



(1) n° 13 plastic cable gland

(2) 2 elongated holes 5.3 x 7

(1) n° 13 plastic cable gland

(2) 4 holes Ø 5.5 for M5 screw (8 mm max. diameter head).

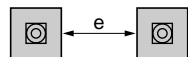
Setting-up

Minimum mounting distances (mm)

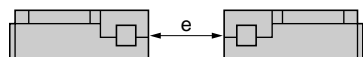
XSC-H20●629

Side by side

Face to face



$e \geq 80$

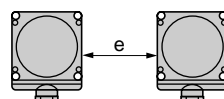


$e \geq 160$

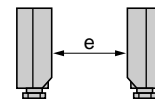
XSD-H60●629

Side by side

Face to face



$e \geq 300$



not recommended

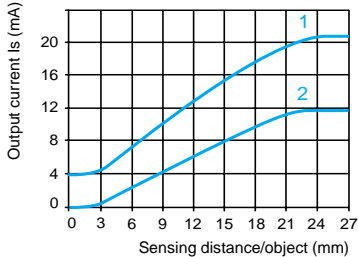
Facing a metal object and mounting in a metal support :

Refer to "Mechanical installation" for block type proximity sensors mounted in the vicinity of metal masses, page 31100/10.

Output curves

XSC-H20●629

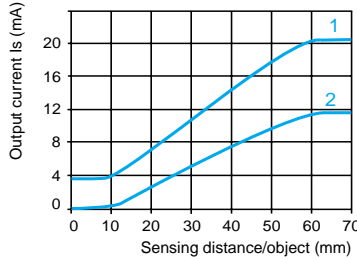
$S_n = 20$ mm



- 1 XSC-H203629
- 2 XSC-H207629

XSD-H60●629

$S_n = 60$ mm

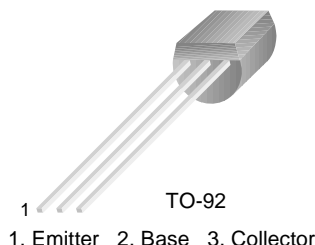


- 1 XSD-H603629
- 2 XSD-H607629

KSP2222A

General Purpose Transistor

- Collector-Emitter Voltage: $V_{CE0} = 40V$
- Collector Power Dissipation: $P_C (\text{max}) = 625mW$
- Refer KSP2222 for graphs



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_a = 25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	75	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	40	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	6	V
I_C	Collector Current	600	mA
P_C	Collector Power Dissipation	625	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ C$
T_{STG}	Storage Temperature	-55 ~ 150	$^\circ C$

Electrical Characteristics $T_a = 25^\circ C$ unless otherwise noted

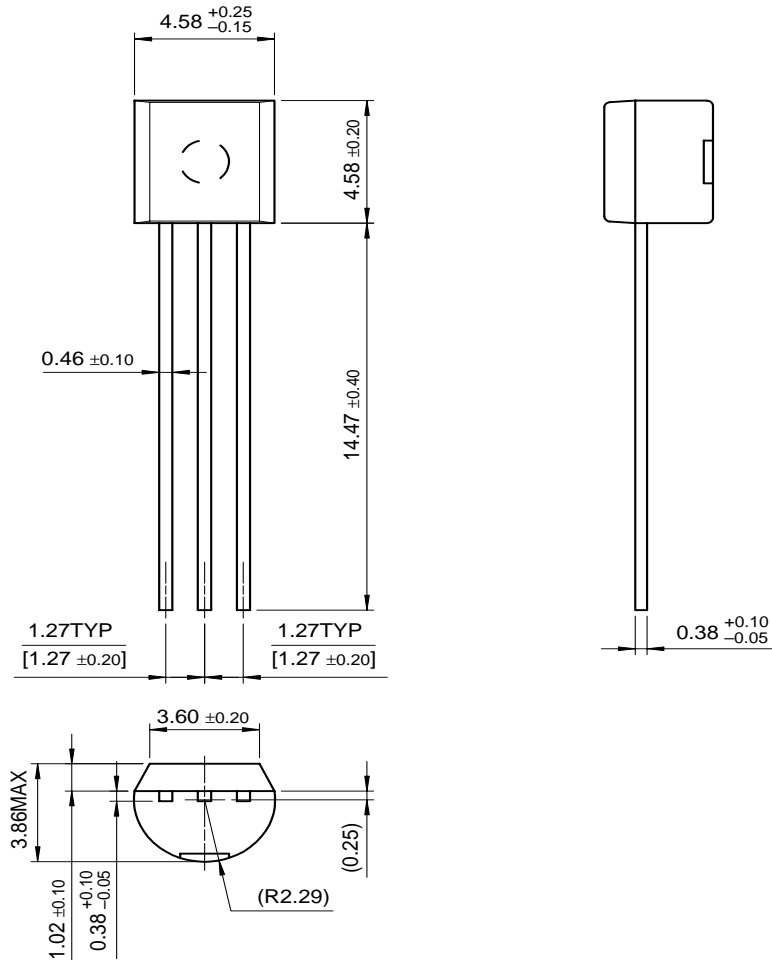
Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
BV_{CBO}	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10\mu A, I_E = 0$	75			V
BV_{CEO}	Collector Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 10mA, I_B = 0$	40			V
BV_{EBO}	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10\mu A, I_C = 0$	6			V
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB} = 60V, I_E = 0$			0.01	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = 3V, I_C = 0$			10	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$I_C = 0.1mA, V_{CE} = 10V$ $V_{CE} = 10V, I_C = 1mA$ $V_{CE} = 10V, I_C = 10mA$ $V_{CE} = 10V, *I_C = 150mA$ $V_{CE} = 10V, *I_C = 500mA$	35 50 75 100 40		300	
$V_{CE} (\text{sat})$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 150mA, I_B = 15mA$ $I_C = 500mA, I_B = 50mA$			0.3 1	V V
$V_{BE} (\text{sat})$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 150mA, I_B = 15mA$ $I_C = 500mA, I_B = 50mA$		0.6	1.2 2	V V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 20V, I_C = 20mA$ $f = 100MHz$	300			MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$			8	pF
t_{ON}	Turn On Time	$V_{CC} = 30V, I_C = 150mA$ $I_{B1} = 15mA, V_{BE} (\text{off}) = 0.5V$			35	ns
t_{OFF}	Turn Off Time	$V_{CC} = 30V, I_C = 150mA$ $I_{B1} = I_{B2} = 15mA$			285	ns
NF	Noise Figure	$I_C = 100\mu A, V_{CE} = 10V$ $R_S = 1K\Omega, f = 1KHz$			4	dB

* Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\mu s$, Duty Cycle $\leq 2\%$
* Also available as and PN2222A

Package Dimensions

KSP2222A

TO-92



Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	FAST®	OPTOPLANAR™	STAR*POWER™
Bottomless™	FASTr™	PACMAN™	Stealth™
CoolFET™	FRFET™	POP™	SuperSOT™-3
CROSSVOLT™	GlobalOptoisolator™	Power247™	SuperSOT™-6
DenseTrench™	GTO™	PowerTrench®	SuperSOT™-8
DOMET™	HiSeC™	QFET™	SyncFET™
EcoSPARK™	ISOPLANAR™	QS™	TruTranslation™
E ² CMOS™	LittleFET™	QT Optoelectronics™	TinyLogic™
EnSigna™	MicroFET™	Quiet Series™	UHC™
FACT™	MICROWIRE™	SLIENT SWITCHER®	UltraFET®
FACT Quiet Series™	OPTOLOGIC™	SMART START™	VCX™

STAR*POWER is used under license

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

- Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
- A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.



6-Pin DIP Optoisolators Transistor Output

The 4N25/A, 4N26, 4N27 and 4N28 devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Most Economical Optoisolator Choice for Medium Speed, Switching Applications
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications
- **To order devices that are tested and marked per VDE 0884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 0884 is a test option.**

Applications

- General Purpose Switching Circuits
- Interfacing and coupling systems of different potentials and impedances
- I/O Interfacing
- Solid State Relays

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
--------	--------	-------	------

INPUT LED

Reverse Voltage	V_R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Output Detector Derate above 25°C	P_D	120	mW
		1.41	mW/ $^\circ\text{C}$

OUTPUT TRANSISTOR

Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	30	Volts
Emitter–Collector Voltage	V_{ECO}	7	Volts
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I_C	150	mA
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Input LED Derate above 25°C	P_D	150	mW
		1.76	mW/ $^\circ\text{C}$

TOTAL DEVICE

Isolation Surge Voltage(1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V_{ISO}	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	250 2.94	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range(2)	T_A	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range(2)	T_{stg}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	T_L	260	$^\circ\text{C}$

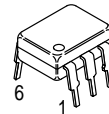
1. Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.
2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value. GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

4N25*
4N25A*
4N26*
[CTR = 20% Min]
4N27
4N28
[CTR = 10% Min]

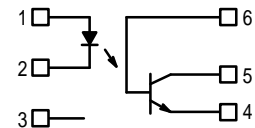
*Motorola Preferred Devices

STYLE 1 PLASTIC



STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04

SCHEMATIC



- PIN 1. LED ANODE
2. LED CATHODE
3. N.C.
4. EMITTER
5. COLLECTOR
6. BASE

4N25 4N25A 4N26 4N27 4N28

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)⁽¹⁾

Characteristic	Symbol	Min	Typ ⁽¹⁾	Max	Unit	
INPUT LED						
Forward Voltage ($I_F = 10\text{ mA}$)	V_F	$T_A = 25^\circ\text{C}$	—	1.15	1.5	Volts
		$T_A = -55^\circ\text{C}$	—	1.3	—	
		$T_A = 100^\circ\text{C}$	—	1.05	—	
Reverse Leakage Current ($V_R = 3\text{ V}$)	I_R	—	—	100	μA	
Capacitance ($V = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$)	C_J	—	18	—	pF	

OUTPUT TRANSISTOR

Collector–Emitter Dark Current ($V_{CE} = 10\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	4N25,25A,26,27	I_{CEO}	—	1	50	nA
	4N28		—	1	100	
($V_{CE} = 10\text{ V}$, $T_A = 100^\circ\text{C}$)	All Devices	I_{CEO}	—	1	—	μA
Collector–Base Dark Current ($V_{CB} = 10\text{ V}$)		I_{CBO}	—	0.2	—	nA
Collector–Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1\text{ mA}$)		$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts
Collector–Base Breakdown Voltage ($I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$)		$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	Volts
Emitter–Collector Breakdown Voltage ($I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$)		$V_{(BR)ECO}$	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain ($I_C = 2\text{ mA}$, $V_{CE} = 5\text{ V}$)		h_{FE}	—	500	—	—
Collector–Emitter Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$, $V_{CE} = 0$)		C_{CE}	—	7	—	pF
Collector–Base Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$, $V_{CB} = 0$)		C_{CB}	—	19	—	pF
Emitter–Base Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$, $V_{EB} = 0$)		C_{EB}	—	9	—	pF

COUPLED

Output Collector Current ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ V}$)	I_C (CTR) ⁽²⁾	2 (20) 1 (10)	7 (70) 5 (50)	— —	mA (%)
4N25,25A,26 4N27,28					
Collector–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 2\text{ mA}$, $I_F = 50\text{ mA}$)	$V_{CE(sat)}$	—	0.15	0.5	Volts
Turn–On Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$) ⁽³⁾	t_{on}	—	2.8	—	μs
Turn–Off Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$) ⁽³⁾	t_{off}	—	4.5	—	μs
Rise Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$) ⁽³⁾	t_r	—	1.2	—	μs
Fall Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$) ⁽³⁾	t_f	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage ($f = 60\text{ Hz}$, $t = 1\text{ sec}$) ⁽⁴⁾	V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance ($V = 500\text{ V}$) ⁽⁴⁾	R_{ISO}	10^{11}	—	—	Ω
Isolation Capacitance ($V = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$) ⁽⁴⁾	C_{ISO}	—	0.2	—	pF

1. Always design to the specified minimum/maximum electrical limits (where applicable).
2. Current Transfer Ratio (CTR) = $I_C/I_F \times 100\%$.
3. For test circuit setup and waveforms, refer to Figure 11.
4. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

TYPICAL CHARACTERISTICS

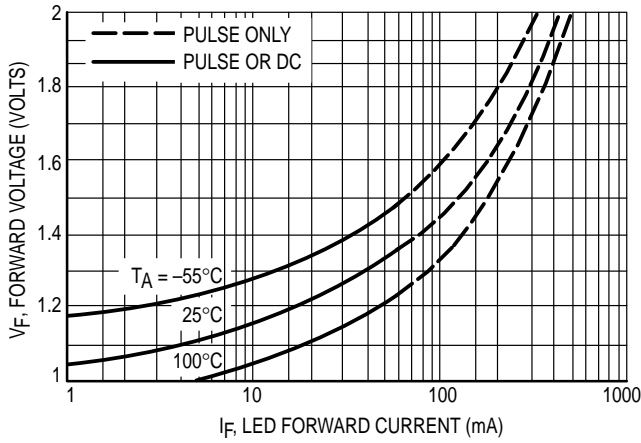


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

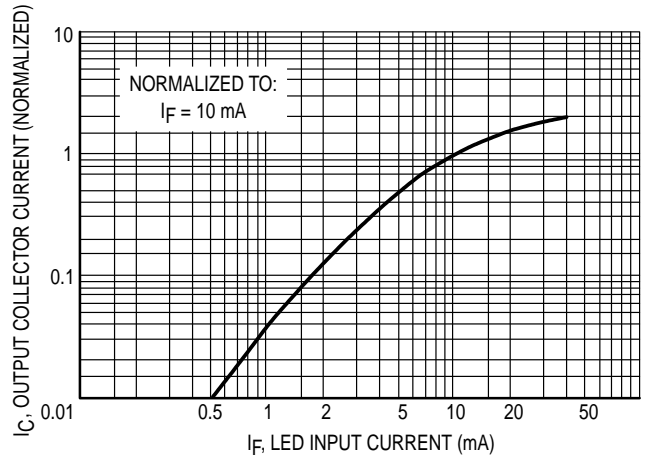


Figure 2. Output Current versus Input Current

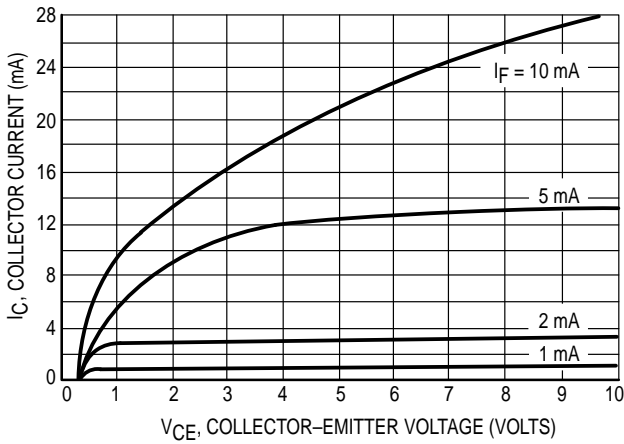


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

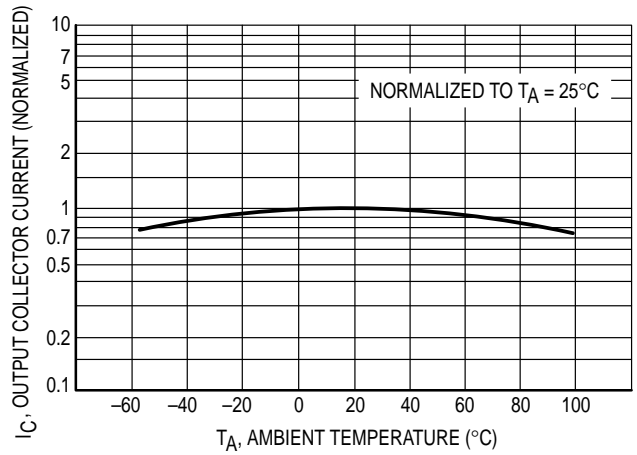


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

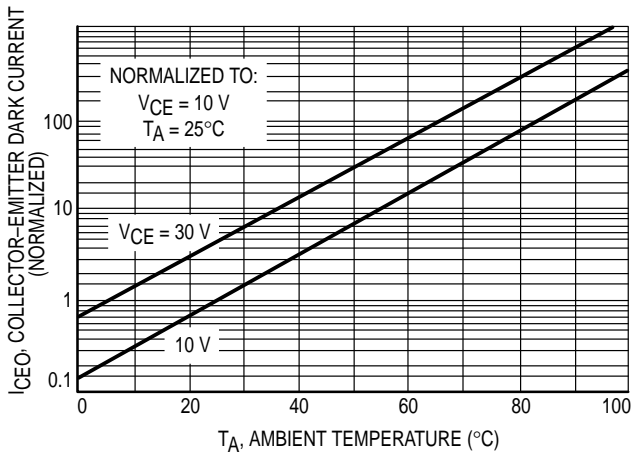


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

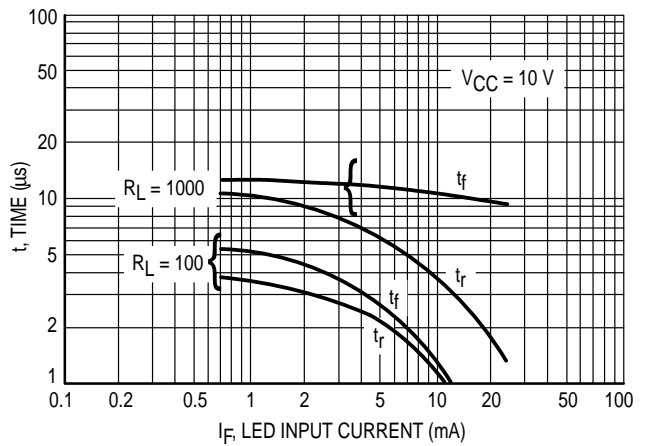


Figure 6. Rise and Fall Times (Typical Values)

4N25 4N25A 4N26 4N27 4N28

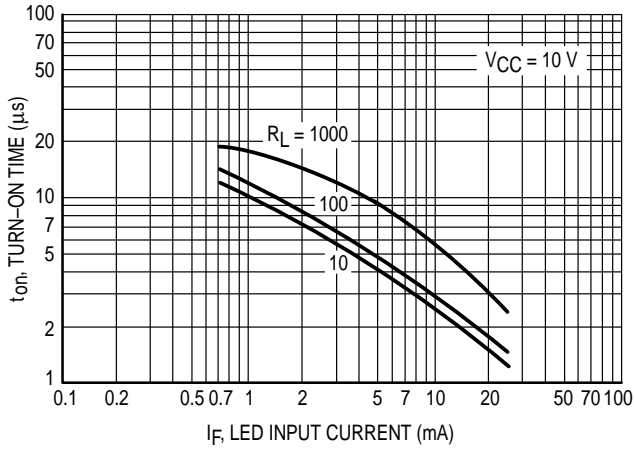


Figure 7. Turn-On Switching Times (Typical Values)

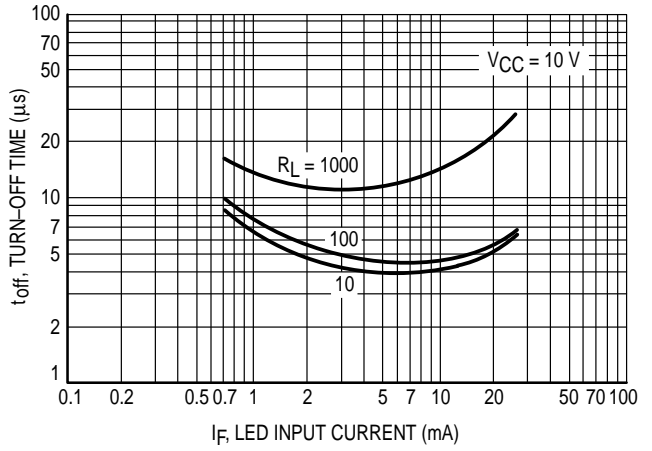


Figure 8. Turn-Off Switching Times (Typical Values)

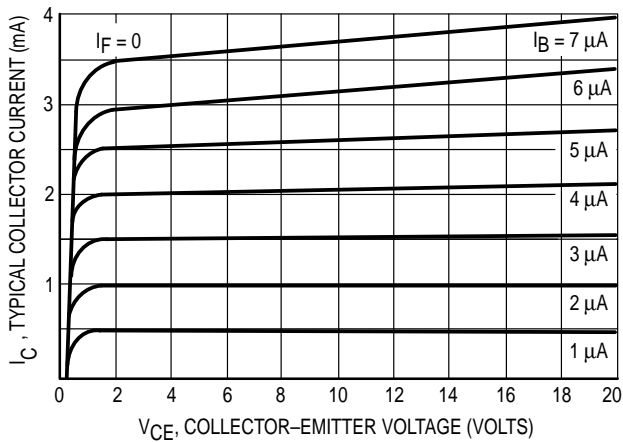


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

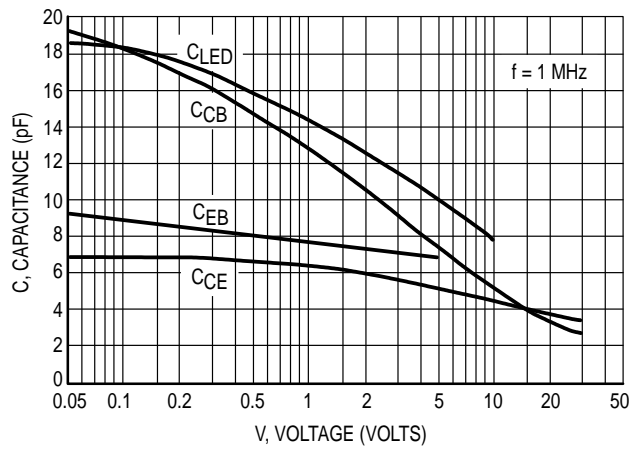


Figure 10. Capacitances versus Voltage

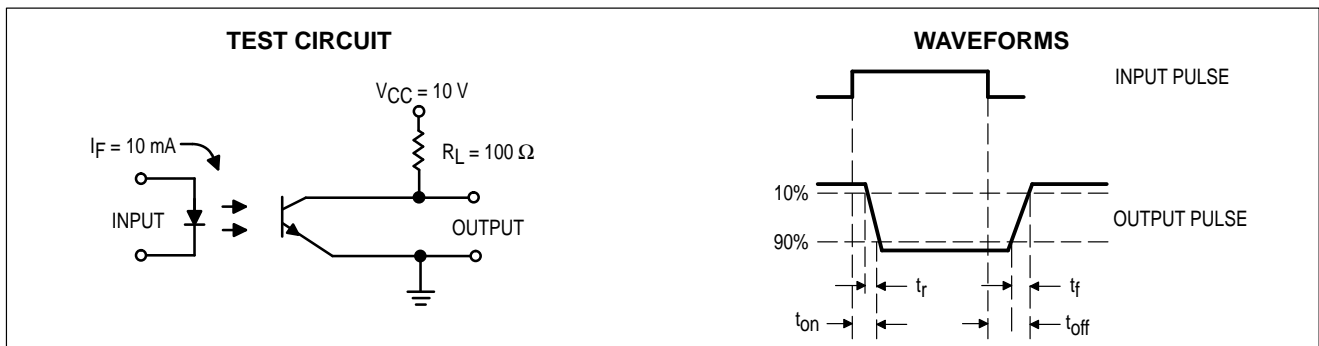
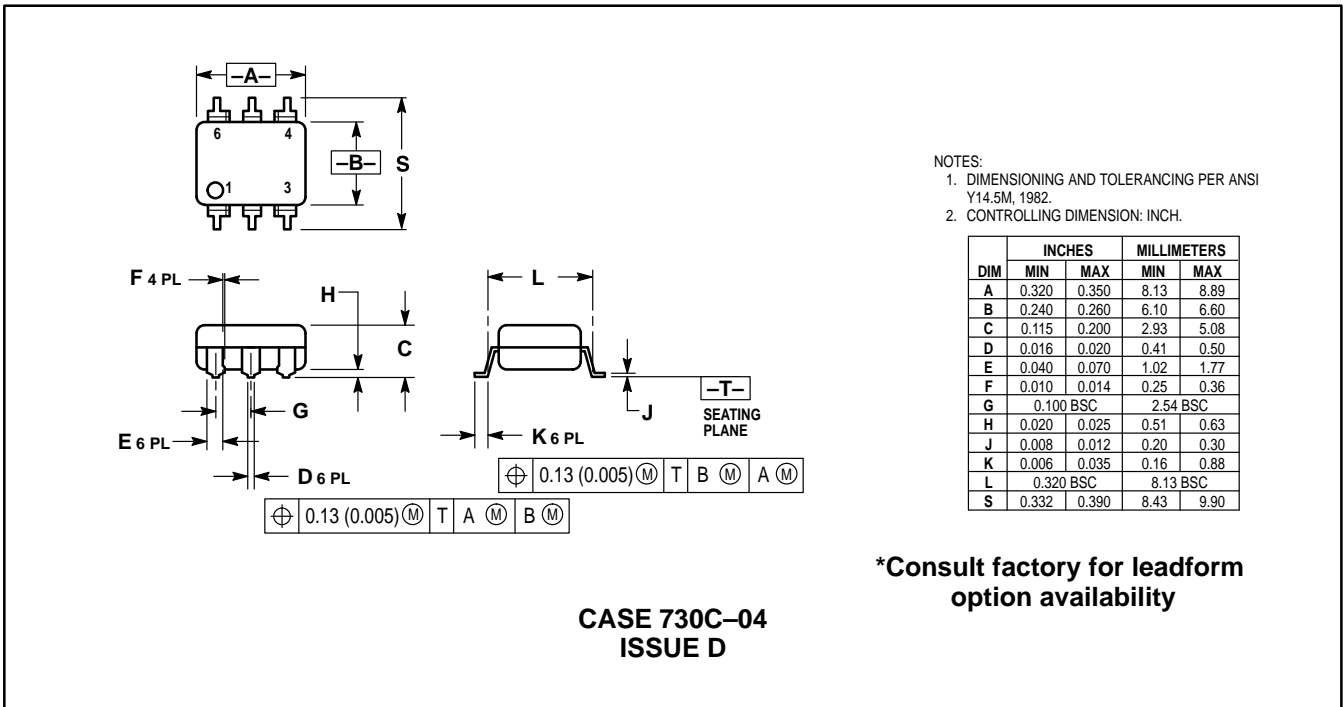
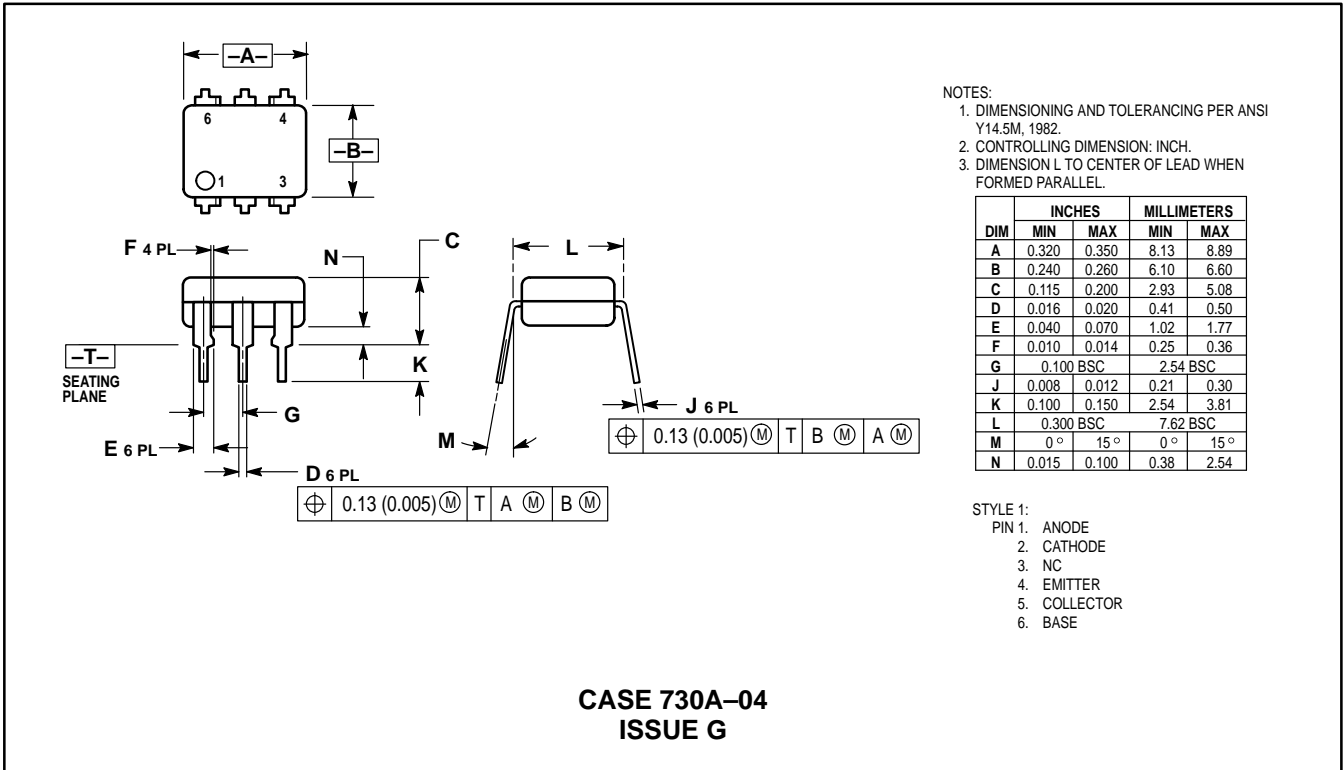
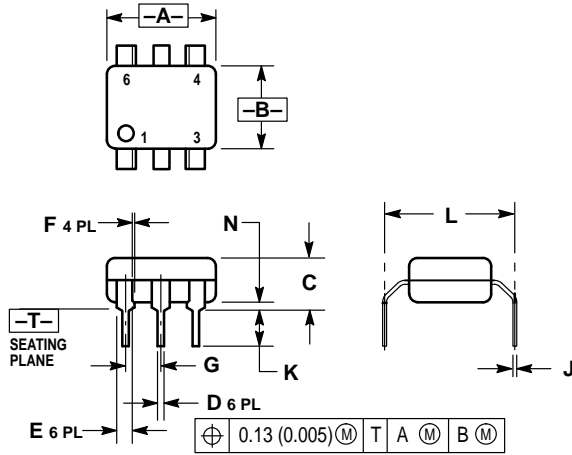


Figure 11. Switching Time Test Circuit and Waveforms

PACKAGE DIMENSIONS



4N25 4N25A 4N26 4N27 4N28



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.320	0.350	8.13	8.89
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.115	0.200	2.93	5.08
D	0.016	0.020	0.41	0.50
E	0.040	0.070	1.02	1.77
F	0.010	0.014	0.25	0.36
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.008	0.012	0.21	0.30
K	0.100	0.150	2.54	3.81
L	0.400	0.425	10.16	10.80
N	0.015	0.040	0.38	1.02

***Consult factory for leadform option availability**

**CASE 730D-05
ISSUE D**

⊕	0.13 (0.005)	M	T	A	M	B	M
---	--------------	---	---	---	---	---	---

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:

USA / EUROPE: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, Toshikatsu Otsuki,
6F Seibu-Butsuryu-Center, 3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-3521-8315

MFAX: RMFAX0@email.sps.mot.com – TOUCHTONE (602) 244-6609
INTERNET: http://Design-NET.com

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298

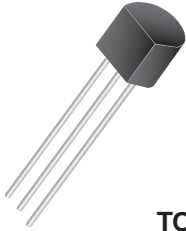


This datasheet has been download from:

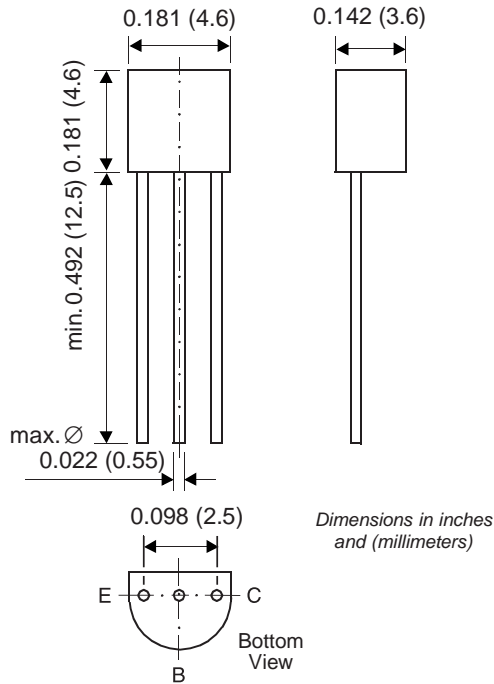
www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

Small Signal Transistor (PNP)



TO-226AA (TO-92)



Features

- PNP Silicon Epitaxial Planar Transistor for switching and amplifier applications.
- As complementary type, the NPN transistor 2N3904 is recommended.
- On special request, this transistor is also manufactured in the pin configuration TO-18.
- This transistor is also available in the SOT-23 case with the type designation MMBT3906.

Mechanical Data

Case: TO-92 Plastic Package

Weight: approx. 0.18g

Packaging Codes/Options:

E6/Bulk – 5K per container, 20K/box

E7/4K per Ammo mag., 20K/box

Maximum Ratings & Thermal Characteristics Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

Parameter	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	$-V_{CEO}$	40	V
Collector-Base Voltage	$-V_{CBO}$	40	V
Emitter-Base Voltage	$-V_{EBO}$	5.0	V
Collector Current	$-I_C$	200	mA
Power Dissipation	P_{tot}	$T_A = 25^\circ\text{C}$ 625 $T_C = 25^\circ\text{C}$ 1.5	mW W
Thermal Resistance Junction to Ambient Air	$R_{\theta JA}$	250 ⁽¹⁾	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Junction Temperature	T_j	150	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_S	-65 to +150	$^\circ\text{C}$

Note: (1) Valid provided that leads are kept at ambient temperature.

Electrical Characteristics ($T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
DC Current Gain	hFE	-VCE = 1 V, -IC = 0.1 mA	60	—	—	—
		-VCE = 1 V, -IC = 1 mA	80	—	—	
		-VCE = 1 V, -IC = 10 mA	100	—	300	
		-VCE = 1 V, -IC = 50 mA	60	—	—	
		-VCE = 1 V, -IC = 100 mA	30	—	—	
Collector-Emitter Cutoff Current	-ICEV	-VEB = 3 V, -VCE = 30 V	—	—	50	nA
Emitter-Base Cutoff Current	-IEBV	-VEB = 3 V, -VCE = 30 V	—	—	50	nA
Collector Saturation Voltage	-VCEsat	-IC = 10 mA, -IB = 1 mA	—	—	0.25	V
		-IC = 50 mA, -IB = 5 mA	—	—	0.4	
Base Saturation Voltage	-VBEsat	-IC = 10 mA, -IB = 1 mA	—	—	0.85	V
		-IC = 50 mA, -IB = 5 mA	—	—	0.95	
Collector-Emitter Breakdown Voltage	-V(BR)CEO	-IC = 1 mA, IB = 0	40	—	—	V
Collector-Base Breakdown Voltage	-V(BR)CBO	-IC = 10 μA , IE = 0	40	—	—	V
Emitter-Base Breakdown Voltage	-V(BR)EBO	-IE = 10 μA , IC = 0	5	—	—	V
Input Impedance	hie	-VCE = 10 V, -IC = 1 mA, f = 1 kHz	1	—	10	k Ω
Voltage Feedback Ratio	hre	-VCE = 10 V, -IC = 1 mA, f = 1 kHz	$0.5 \cdot 10^{-4}$	—	$8 \cdot 10^{-4}$	—
Current Gain-Bandwidth Product	fT	-VCE = 20 V, -IC = 10 mA f = 100 MHz	250	—	—	MHz
Collector-Base Capacitance	CCBO	-VCB = 5 V, f = 100 kHz	—	—	4.5	pF
Emitter-Base Capacitance	CEBO	-VEB = 0.5 V, f = 100 kHz	—	—	10	pF
Small Signal Current Gain	hfe	-VCE = 10 V, -IC = 1 mA f = 1 kHz	100	—	400	—
Output Admittance	hoe	-VCE = 1 V, -IC = 1 mA f = 1 kHz	1	—	40	μS

Electrical Characteristics ($T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
Noise Figure	F	$-V_{CE} = 5\text{ V}$, $-I_C = 100\ \mu\text{A}$, $R_G = 1\ \text{k}\Omega$, $f = 10\dots 15000\ \text{Hz}$	—	—	4	dB
Delay Time (see fig. 1)	t_d	$-I_{B1} = 1\ \text{mA}$, $-I_C = 10\ \text{mA}$	—	—	35	ns
Rise Time (see fig. 1)	t_r	$-I_{B1} = 1\ \text{mA}$, $-I_C = 10\ \text{mA}$,	—	—	35	ns
Storage Time (see fig. 2)	t_s	$I_{B1} = -I_{B2} = 1\ \text{mA}$, $-I_C = 10\ \text{mA}$	—	—	225	ns
Fall Time (see fig. 2)	t_f	$I_{B1} = -I_{B2} = 1\ \text{mA}$, $-I_C = 10\ \text{mA}$	—	—	75	ns

Fig. 1: Test circuit for delay and rise time
 * total shunt capacitance of test jig and connectors

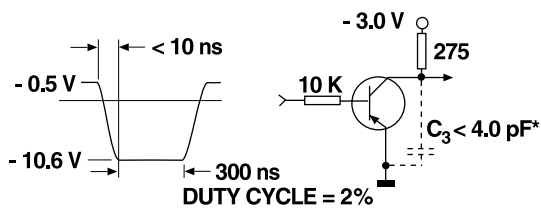
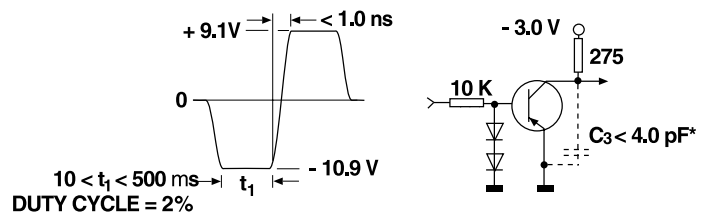


Fig. 2: Test circuit for storage and fall time
 * total shunt capacitance of test jig and connectors



This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

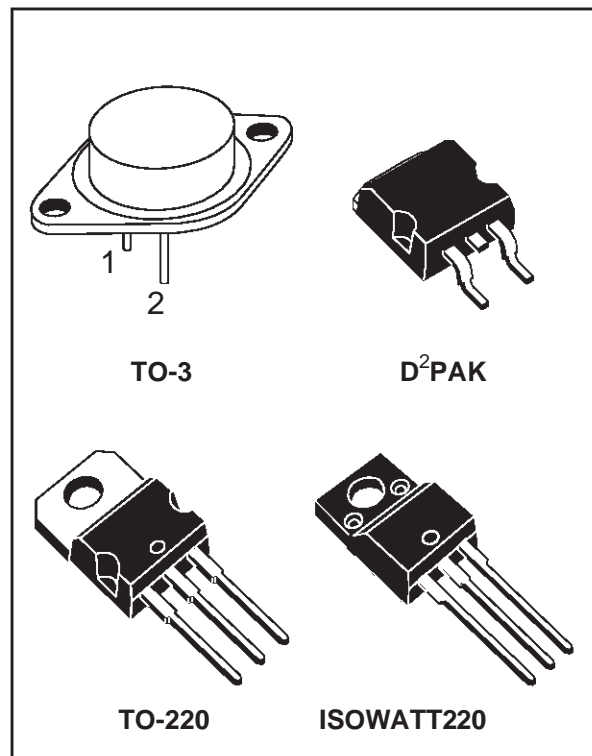
Datasheets for electronics components.

POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

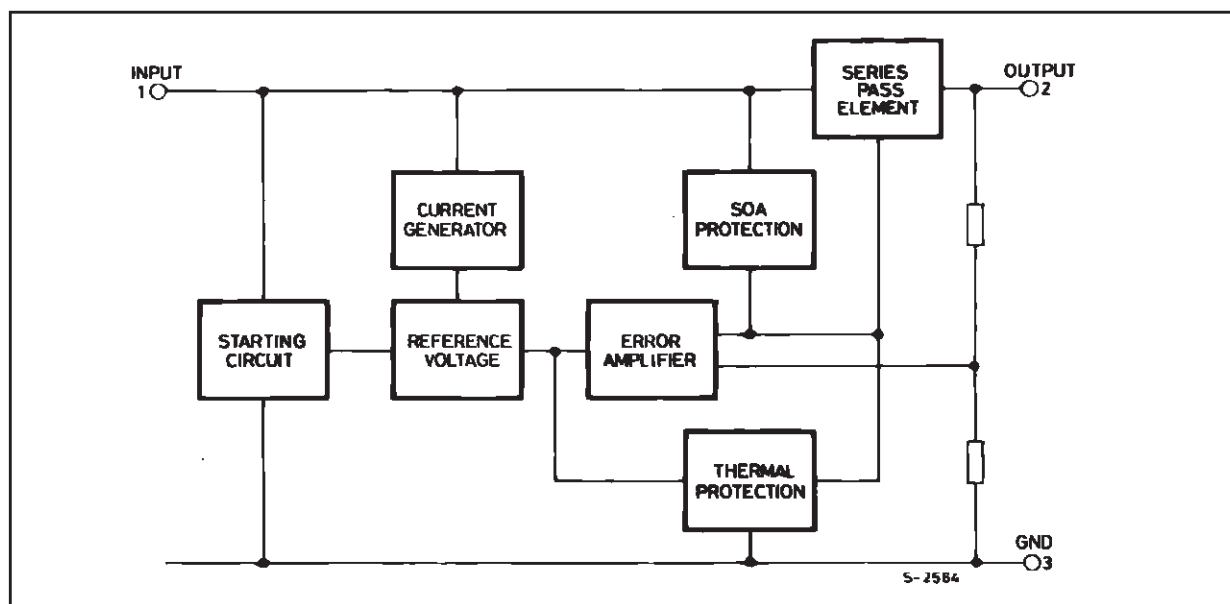
- OUTPUT CURRENT UP TO 1.5 A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220 ISOWATT220 TO-3 and D²PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



BLOCK DIAGRAM



L7800

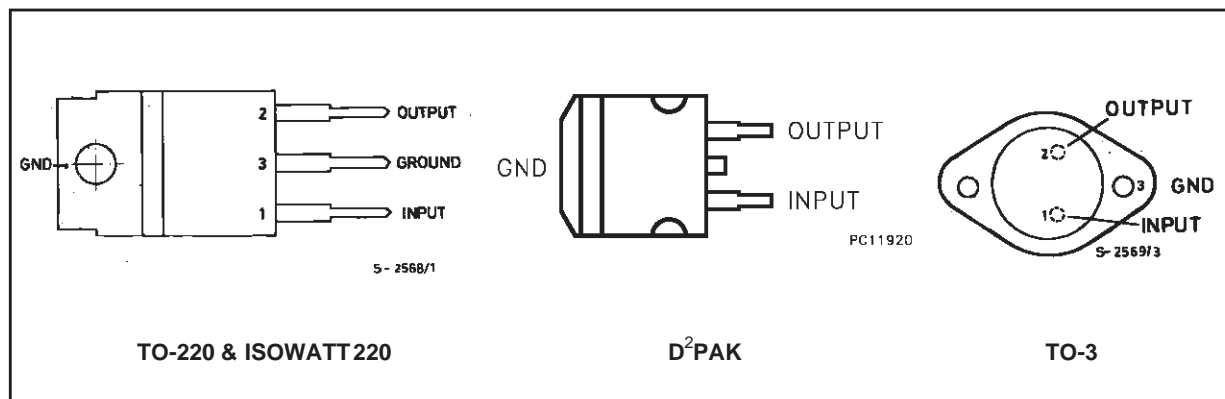
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_i	DC Input Voltage (for $V_O = 5$ to 18V) (for $V_O = 20, 24V$)	35	V
		40	V
I_o	Output Current	Internally limited	
P_{tot}	Power Dissipation	Internally limited	
T_{op}	Operating Junction Temperature Range (for L7800) (for L7800C)	-55 to 150	°C
		0 to 150	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to 150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter		D ² PAK	TO-220	ISOWATT220	TO-3	Unit
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	3	3	4	4	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max	62.5	50	60	35	°C/W

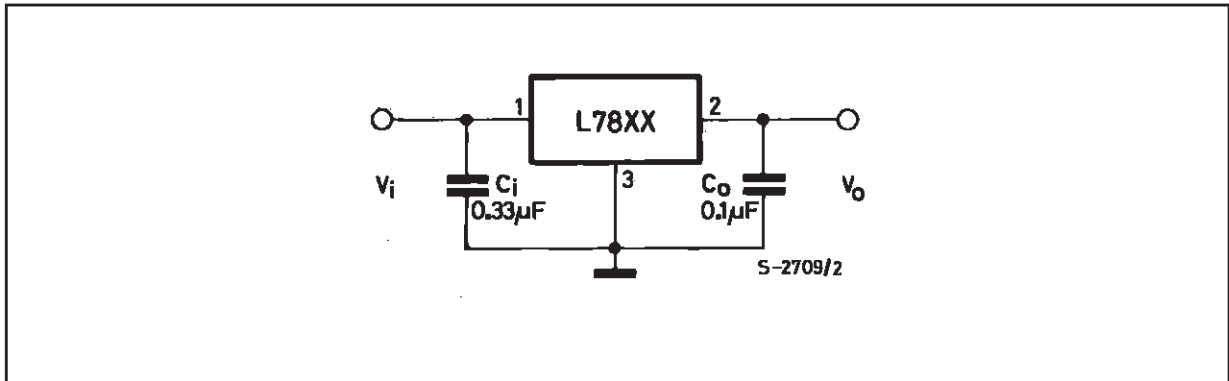
CONNECTION DIAGRAM AND ORDERING NUMBERS (top view)



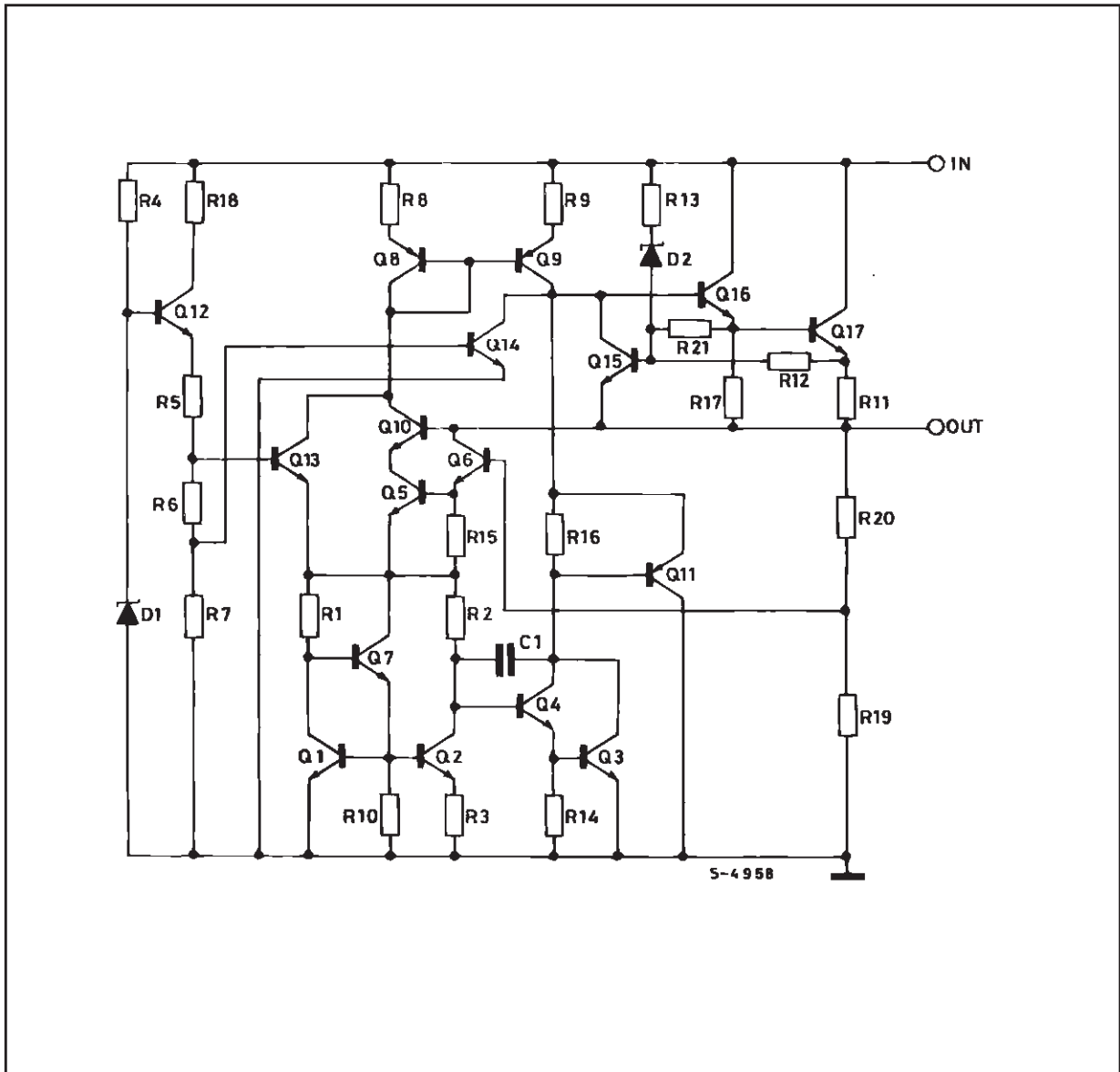
Type	TO-220	D ² PAK (*)	ISOWATT220	TO-3	Output Voltage
L7805				L7805T	5V
L7805C	L7805CV	L7805CD2T	L7805CP	L7805CT	5V
L7852C	L7852CV	L7852CD2T	L7852CP	L7852CT	5.2V
L7806				L7806T	6V
L7806C	L7806CV	L7806CD2T	L7806CP	L7806CT	6V
L7808				L7808T	8V
L7808C	L7808CV	L7808CD2T	L7808CP	L7808CT	8V
L7885C	L7885CV	L7885CD2T	L7885CP	L7885CT	8.5V
L7809C	L7809CV	L7809CD2T	L7809CP	L7809CT	9V
L7812				L7812T	12V
L7812C	L7812CV	L7812CD2T	L7812CP	L7812CT	12V
L7815				L7815T	15V
L7815C	L7815CV	L7815CD2T	L7815CP	L7815CT	15V
L7818				L7818T	18V
L7818C	L7818CV	L7818CD2T	L7818CP	L7818CT	18V
L7820				L7820T	20V
L7820C	L7820CV	L7820CD2T	L7820CP	L7820CT	20V
L7824				L7824T	24V
L7824C	L7824CV	L7824CD2T	L7824CP	L7824CT	24V

(*) AVAILABLE IN TAPE AND REEL WITH "TR" SUFFIX

APPLICATION CIRCUIT



SCHEMATIC DIAGRAM



TEST CIRCUITS

Figure 1 : DC Parameter

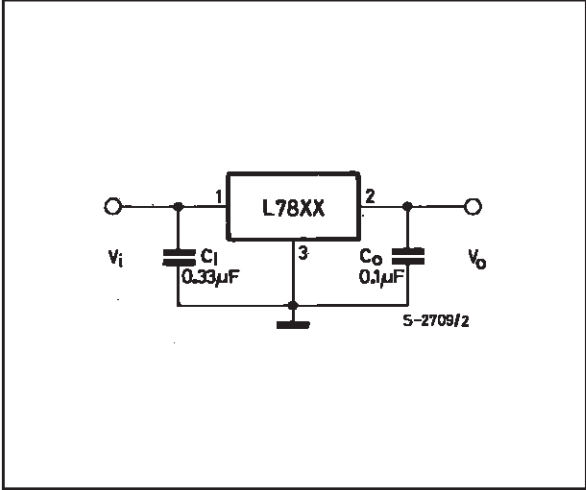


Figure 2 : Load Regulation.

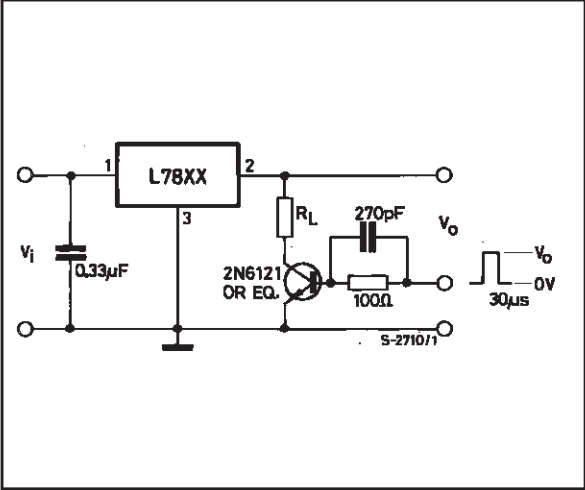
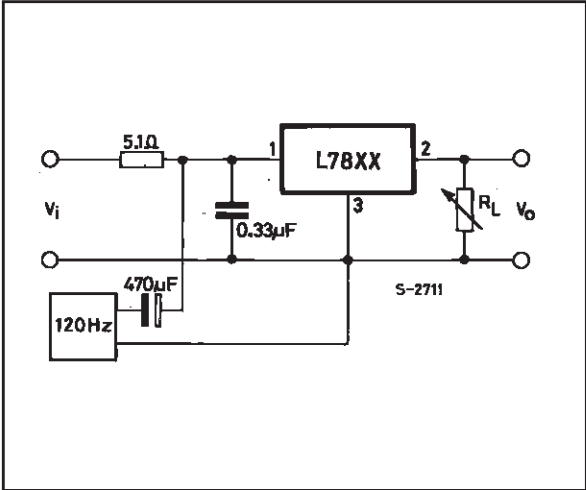


Figure 3 : Ripple Rejection.



ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7805 (refer to the test circuits, $T_j = -55$ to 150 °C, $V_i = 10$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	4.8	5	5.2	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 8$ to 20 V	4.65	5	5.35	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 7$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 8$ to 12 V $T_j = 25$ °C		3 1	50 25	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 25	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 8$ to 25 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		0.6		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	μ V/ V_o
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 8$ to 18 V $f = 120$ Hz	68			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7806 (refer to the test circuits, $T_j = -55$ to 150 °C, $V_i = 15$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	5.75	6	6.25	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 9$ to 21 V	5.65	6	6.35	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 8$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 9$ to 13 V $T_j = 25$ °C			60 30	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 30	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 9$ to 25 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		0.7		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	μ V/ V_o
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 9$ to 19 V $f = 120$ Hz	65			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7808 (refer to the test circuits, $T_j = -55$ to 150 °C, $V_i = 14$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	7.7	8	8.3	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 11.5$ to 23 V	7.6	8	8.4	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 10.5$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 11$ to 17 V $T_j = 25$ °C			80 40	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 40	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 11.5$ to 25 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	μ V/ V_o
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 11.5$ to 21.5 V $f = 120$ Hz	62			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		16		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7812 (refer to the test circuits, $T_j = -55$ to 150 °C, $V_i = 19$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	11.5	12	12.5	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 15.5$ to 27 V	11.4	12	12.6	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 14.5$ to 30 V $T_j = 25$ °C $V_i = 16$ to 22 V $T_j = 25$ °C			120 60	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 60	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 15$ to 30 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		1.5		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	μ V/ V_o
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 15$ to 25 V $f = 120$ Hz	61			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		18		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7815 (refer to the test circuits, $T_j = -55$ to 150 °C, $V_i = 23$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	14.4	15	15.6	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 18.5$ to 30 V	14.25	15	15.75	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 17.5$ to 30 V $T_j = 25$ °C $V_i = 20$ to 26 V $T_j = 25$ °C			150 75	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			150 75	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 18.5$ to 30 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		1.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	μ V/ V_o
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 18.5$ to 28.5 V $f = 120$ Hz	60			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7818 (refer to the test circuits, $T_j = -55$ to 150 °C, $V_i = 26$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	17.3	18	18.7	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 22$ to 33 V	17.1	18	18.9	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 21$ to 33 V $T_j = 25$ °C $V_i = 24$ to 30 V $T_j = 25$ °C			180 90	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			180 90	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 22$ to 33 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		2.3		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	μ V/ V_o
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 22$ to 32 V $f = 120$ Hz	59			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		22		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7820 (refer to the test circuits, $T_j = -55$ to 150 °C, $V_i = 28$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	19.2	20	20.8	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 24$ to 35 V	19	20	21	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 22.5$ to 35 V $T_j = 25$ °C $V_i = 26$ to 32 V $T_j = 25$ °C			200 100	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			200 100	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 24$ to 35 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		2.5		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	μ V/ V_o
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 24$ to 35 V $f = 120$ Hz	58			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		24		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7824 (refer to the test circuits, $T_j = -55$ to 150 °C, $V_i = 33$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	23	24	25	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 28$ to 38 V	22.8	24	25.2	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 27$ to 38 V $T_j = 25$ °C $V_i = 30$ to 36 V $T_j = 25$ °C			240 120	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			240 120	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 28$ to 38 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		3		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	μ V/ V_o
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 28$ to 38 V $f = 120$ Hz	56			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		28		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7805C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 10$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	4.8	5	5.2	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 7$ to 20 V	4.75	5	5.25	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 7$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 8$ to 12 V $T_j = 25$ °C		3 1	100 50	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 50	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 7$ to 25 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-1.1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C		40		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 8$ to 18 V $f = 120$ Hz	62			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		750		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.2		A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7852C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 10$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	5.0	5.2	5.4	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 8$ to 20 V	4.95	5.2	5.45	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 7$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 8$ to 12 V $T_j = 25$ °C		3 1	105 52	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			105 52	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 7$ to 25 V			1.3	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-1.0		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C		42		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 8$ to 18 V $f = 120$ Hz	61			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		750		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7806C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 11$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	5.75	6	6.25	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 8$ to 21 V	5.7	6	6.3	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 8$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 9$ to 13 V $T_j = 25$ °C			120 60	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			120 60	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 8$ to 25 V			1.3	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-0.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C		45		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 9$ to 19 V $f = 120$ Hz	59			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		550		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.2		A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7808C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 14$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	7.7	8	8.3	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 10.5$ to 25 V	7.6	8	8.4	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 10.5$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 11$ to 17 V $T_j = 25$ °C			160 80	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			160 80	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 10.5$ to 25 V			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-0.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C		52		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 11.5$ to 21.5 V $f = 120$ Hz	56			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		16		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		450		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7885C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 14.5$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	8.2	8.5	8.8	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 11$ to 26 V	8.1	8.5	8.9	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 11$ to 27 V $T_j = 25$ °C $V_i = 11.5$ to 17.5 V $T_j = 25$ °C			160 80	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			160 80	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 11$ to 27 V			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-0.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C		55		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 12$ to 22 V $f = 120$ Hz	56			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		16		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		450		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.2		A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7809C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 15$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	8.65	9	9.35	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 11.5$ to 26 V	8.55	9	9.45	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 11.5$ to 26 V $T_j = 25$ °C $V_i = 12$ to 18 V $T_j = 25$ °C			180 90	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			180 90	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 11.5$ to 26 V			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-1.0		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C		70		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 12$ to 23 V $f = 120$ Hz	55			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		400		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.2		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7812C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 19$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	11.5	12	12.5	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 14.5$ to 27 V	11.4	12	12.6	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 14.5$ to 30 V $T_j = 25$ °C $V_i = 16$ to 22 V $T_j = 25$ °C			240 120	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			240 120	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 14.5$ to 30 V			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C		75		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 15$ to 25 V $f = 120$ Hz	55			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		18		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		350		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.2		A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7815C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 23$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	14.4	15	15.6	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 17.5$ to 30 V	14.25	15	15.75	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 17.5$ to 30 V $T_j = 25$ °C $V_i = 20$ to 26 V $T_j = 25$ °C			300 150	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			300 150	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 17.5$ to 30 V			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C		90		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 18.5$ to 28.5 V $f = 120$ Hz	54			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		230		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.1		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7818C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 26$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	17.3	18	18.7	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 21$ to 33 V	17.1	18	18.9	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 21$ to 33 V $T_j = 25$ °C $V_i = 24$ to 30 V $T_j = 25$ °C			360 180	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			360 180	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 21$ to 33 V			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C		110		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 22$ to 32 V $f = 120$ Hz	53			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		22		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		200		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.1		A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7820C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 28$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	19.2	20	20.8	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 23$ to 35 V	19	20	21	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 22.5$ to 35 V $T_j = 25$ °C $V_i = 26$ to 32 V $T_j = 25$ °C			400 200	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			400 200	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 23$ to 35 V			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C		150		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 24$ to 35 V $f = 120$ Hz	52			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		24		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		180		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.1		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7824C (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $V_i = 33$ V, $I_o = 500$ mA, $C_i = 0.33$ μ F, $C_o = 0.1$ μ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	23	24	25	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 27$ to 38 V	22.8	24	25.2	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 27$ to 38 V $T_j = 25$ °C $V_i = 30$ to 36 V $T_j = 25$ °C			480 240	mV mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			480 240	mV mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 27$ to 38 V			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-1.5		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10$ Hz to 100 KHz $T_j = 25$ °C		170		μ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 28$ to 38 V $f = 120$ Hz	50			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
R_o	Output Resistance	$f = 1$ KHz		28		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		150		mA
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.1		A

* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Figure 4 : Dropout Voltage vs. Junction Temperature.

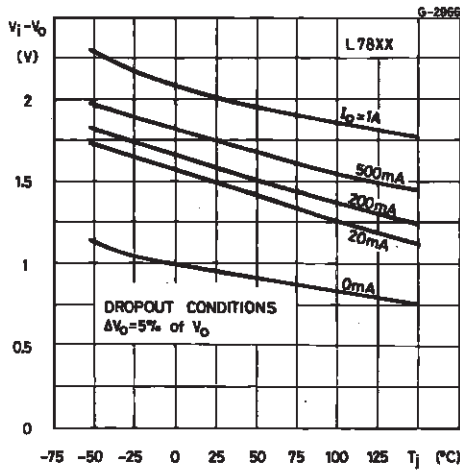


Figure 5 : Peak Output Current vs. Input/output Differential Voltage.

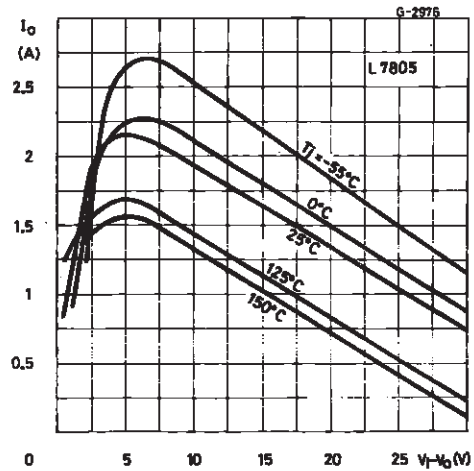


Figure 6 : Supply Voltage Rejection vs. Frequency.

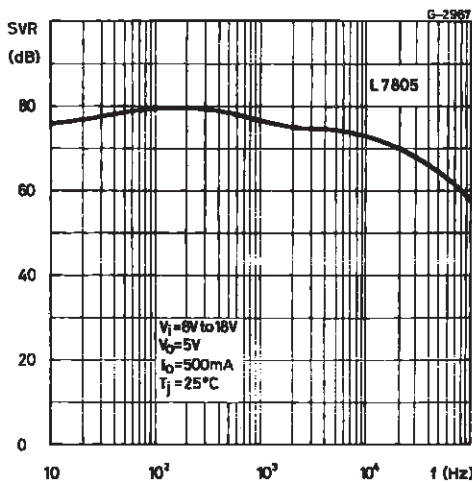


Figure 7 : Output Voltage vs. Junction Temperature.

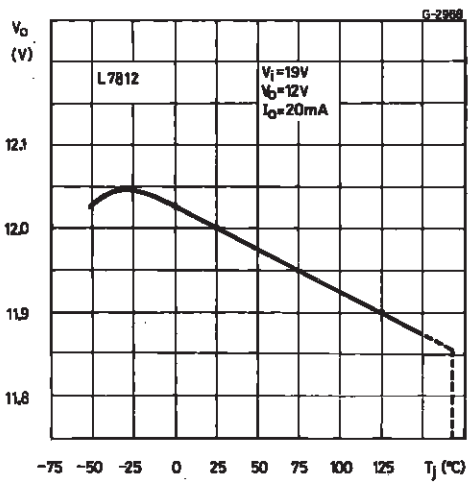


Figure 8 : Output Impedance vs. Frequency.

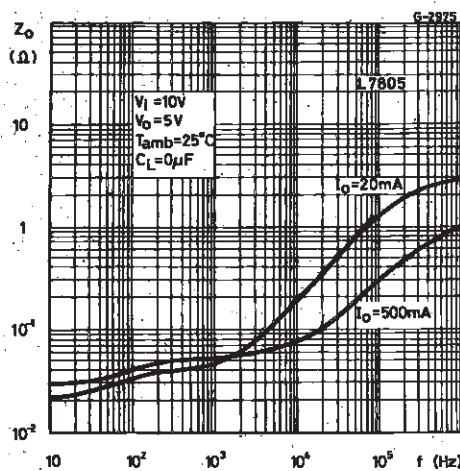


Figure 9 : Quiescent Current vs. Junction Temperature.

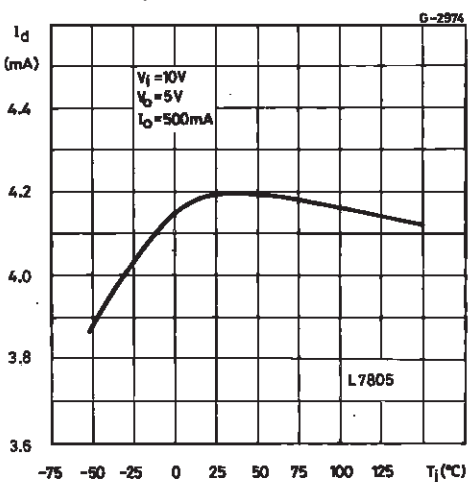


Figure 10 : Load Transient Response.

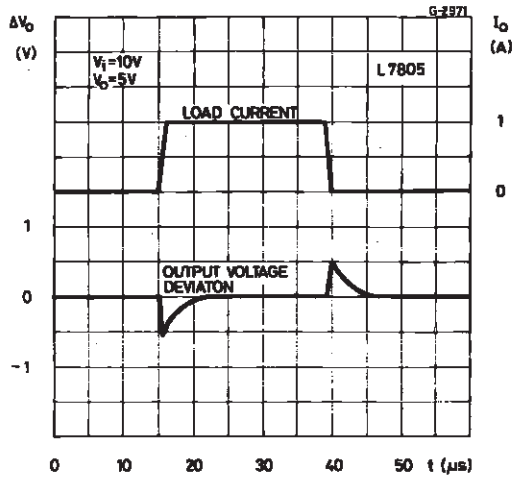


Figure 11 : Line Transient Response.

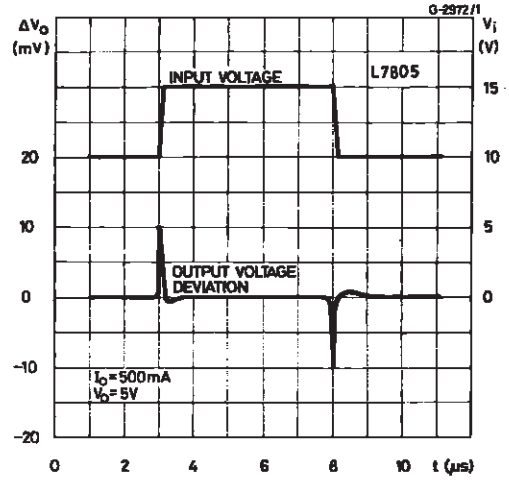


Figure 12 : Quiescent Current vs. Input Voltage.

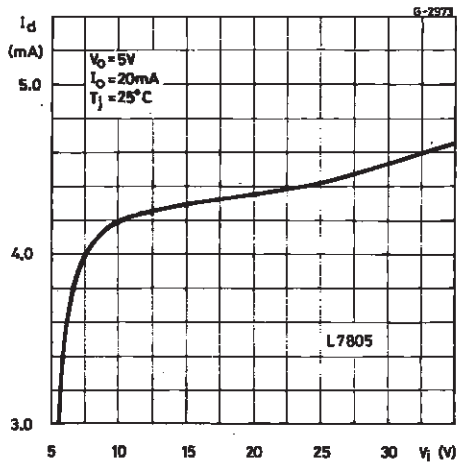


Figure 13 : Fixed Output Regulator.

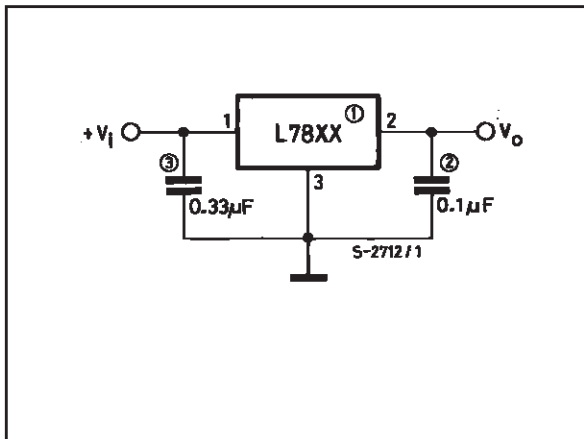
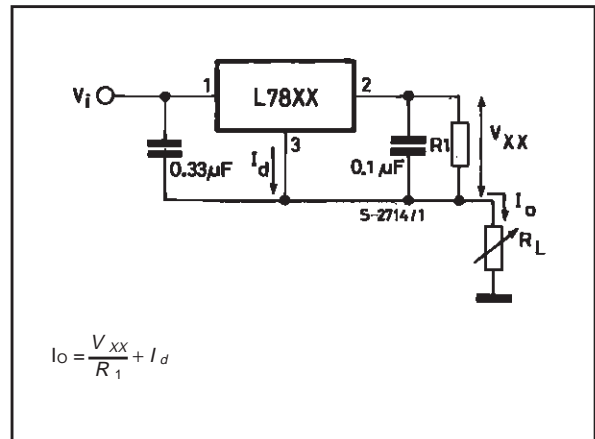


Figure 14 : Current Regulator.



NOTE:

1. To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX".
2. Although no output capacitor is need for stability, it does improve transient response.
3. Required if cregulator is locate an appreciable distance from power supply filter.

Figure 15 : Circuit for Increasing Output Voltage.

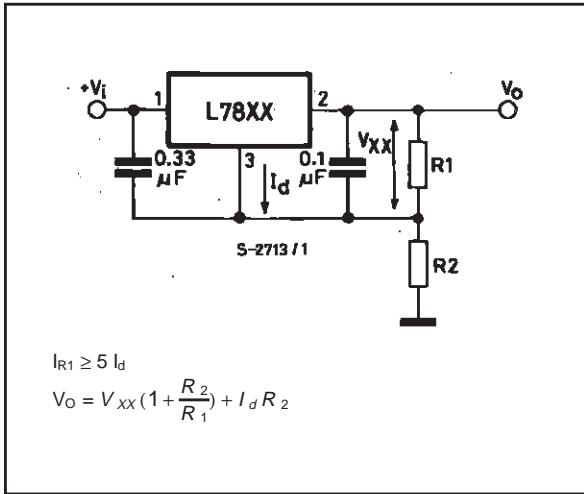


Figure 16 : Adjustable Output Regulator (7 to 30V).

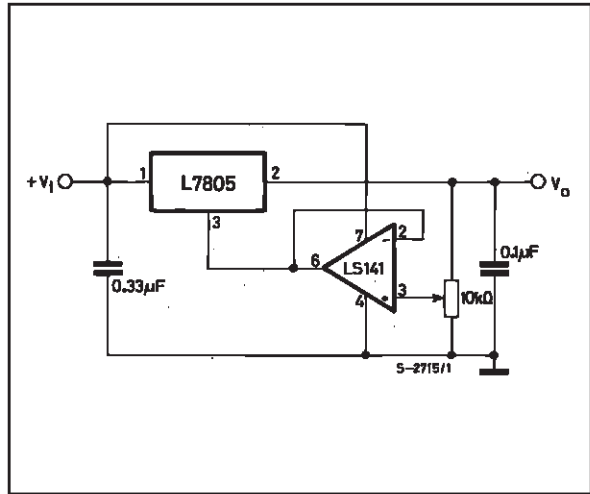


Figure 17 : 0.5 to 10V Regulator.

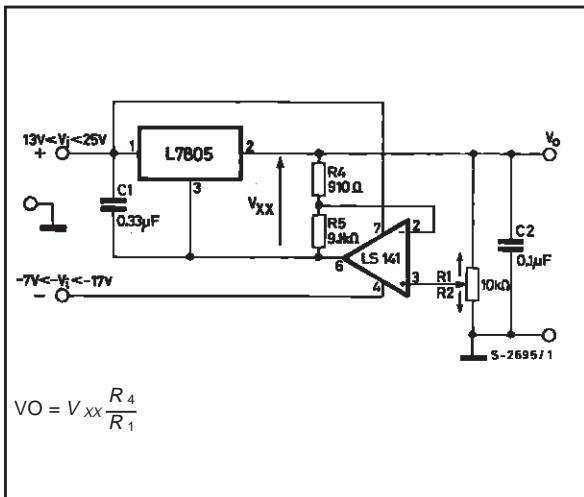


Figure 18 : High Current Voltage Regulator.

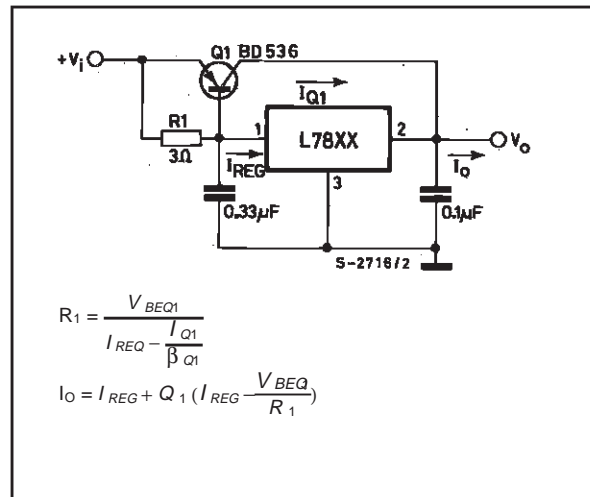


Figure 19 : High Output Current with Short Circuit Protection.

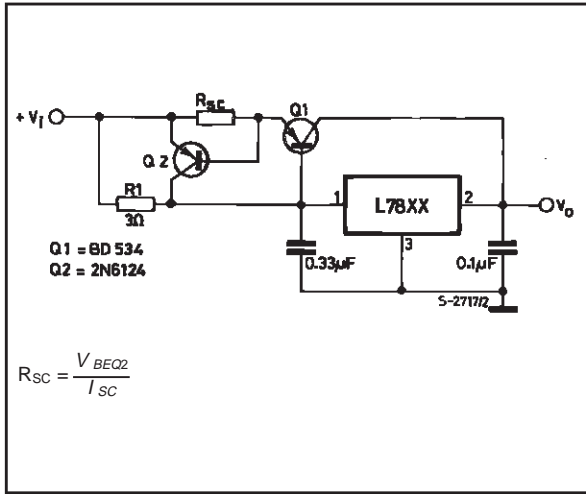


Figure 20 : Tracking Voltage Regulator.

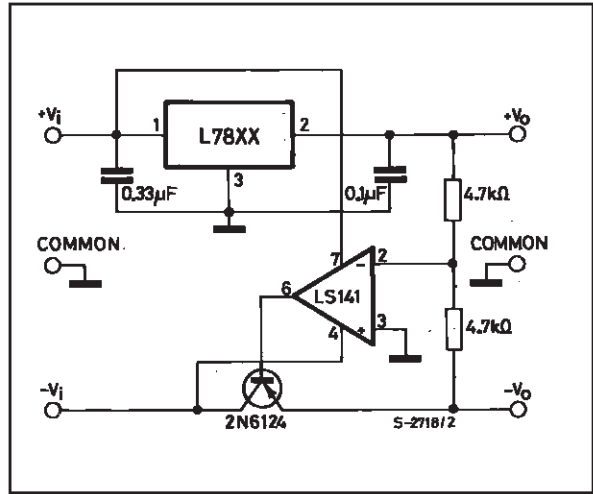
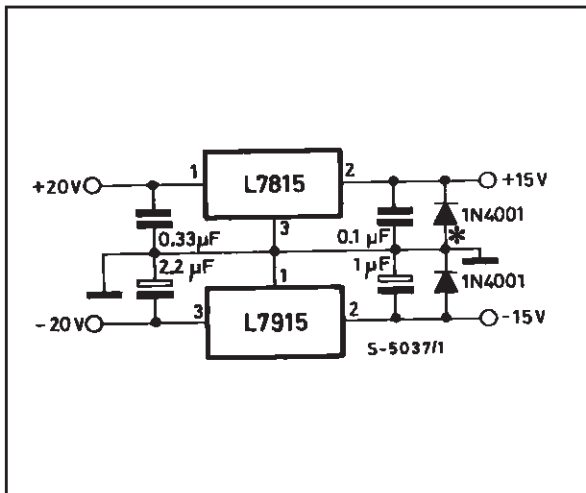


Figure 21 : Split Power Supply (± 15V – 1A).



* Against potential latch-up problems.

Figure 22 : Negative Output Voltage Circuit.

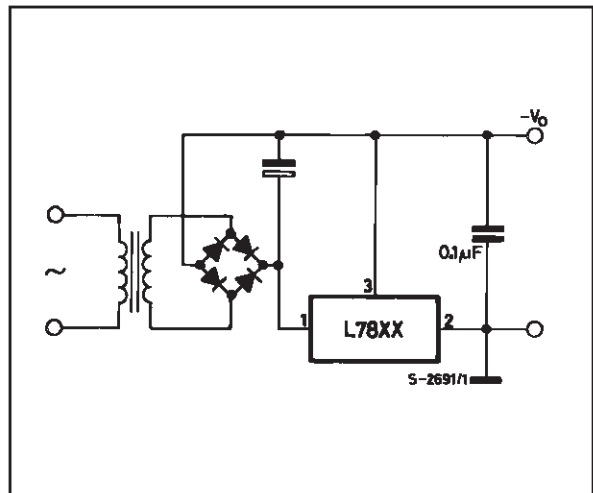


Figure 23 : Switching Regulator.

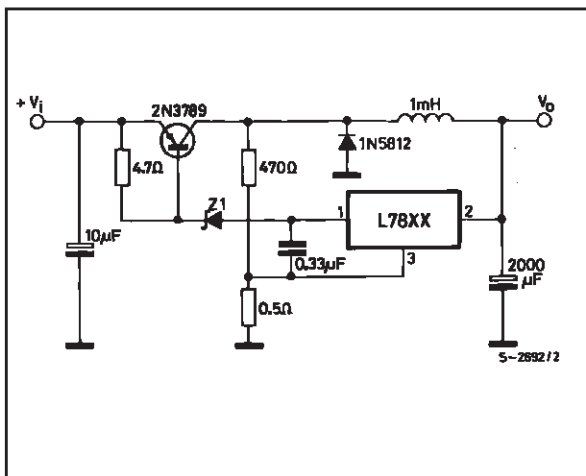


Figure 24 : High Input Voltage Circuit.

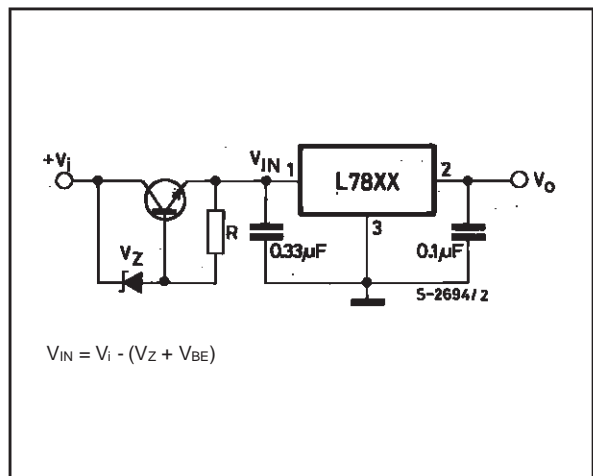


Figure 25 : High Input Voltage Circuit.

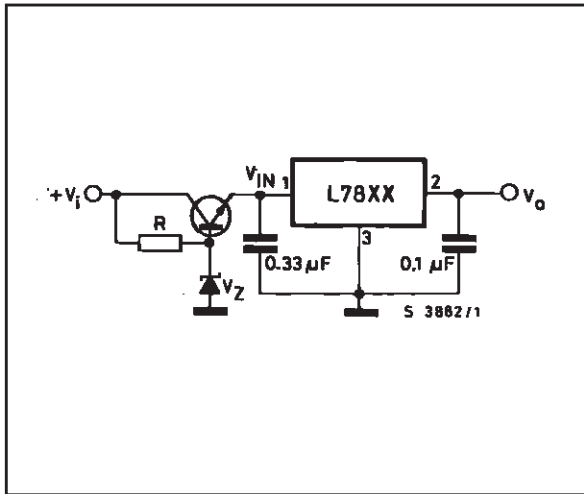


Figure 26 : High Output Voltage Regulator.

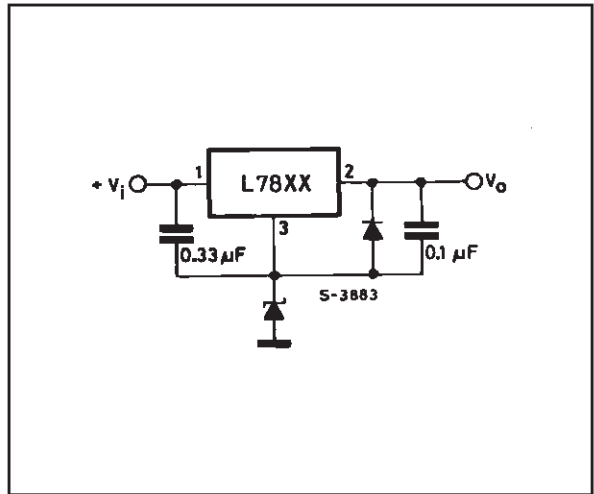


Figure 27 : High Input and Output Voltage.

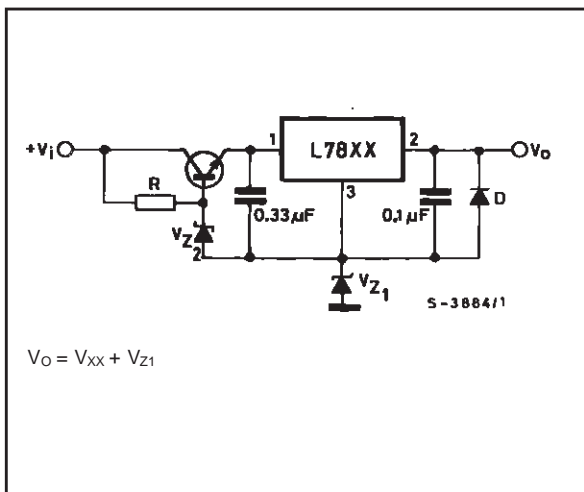


Figure 28 : Reducing Power Dissipation with Dropping Resistor.

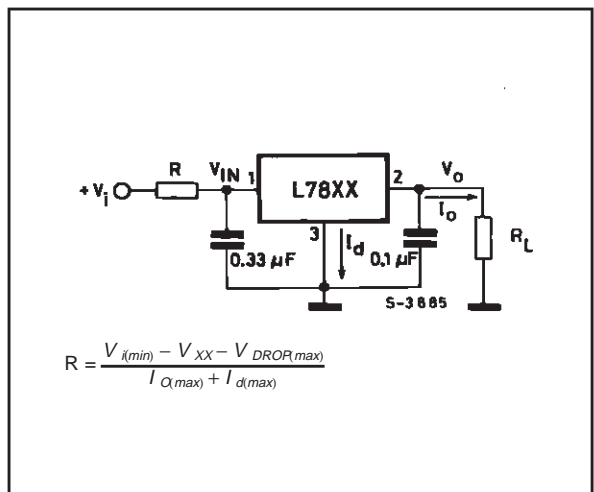


Figure 29 : Remote Shutdown.

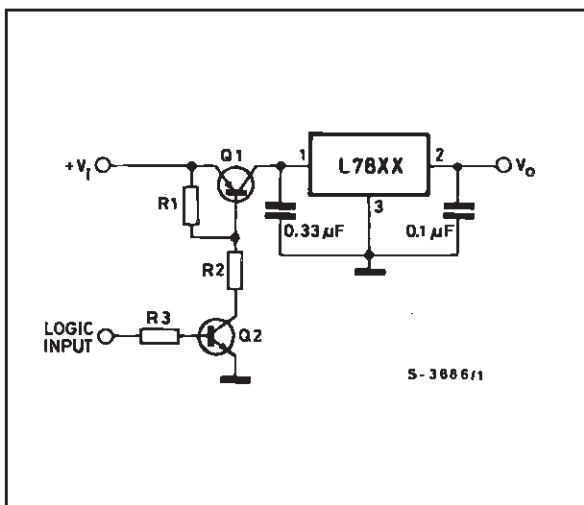
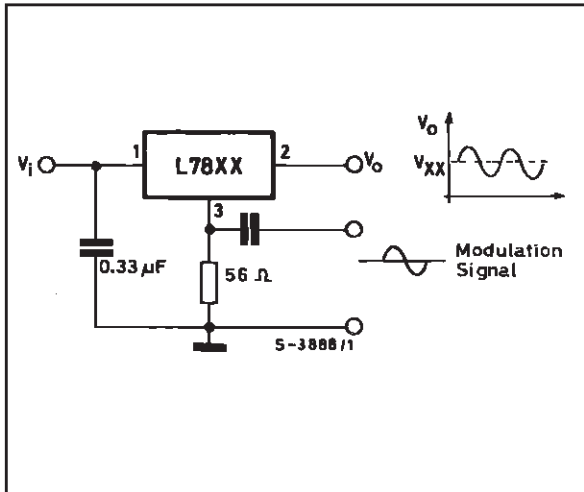
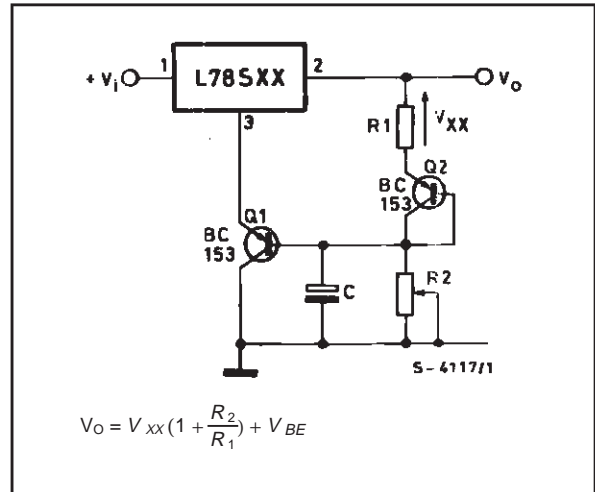


Figure 30 : Power AM Modulator (unity voltage gain, $I_o < 1A$).



NOTE: The circuit performs well up to 100KHz

Figure 31 : Adjustable Output Voltage with Temperature Compensation.



$$V_o = V_{XX} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + V_{BE}$$

NOTE: Q₂ is connected as a diode in order to compensate the variation of the Q₁ V_{BE} with the temperature. C allows a slow rise-time of the V_o

Figure 32 : Light Controllers ($V_o \text{ min} = V_{XX} + V_{BE}$).

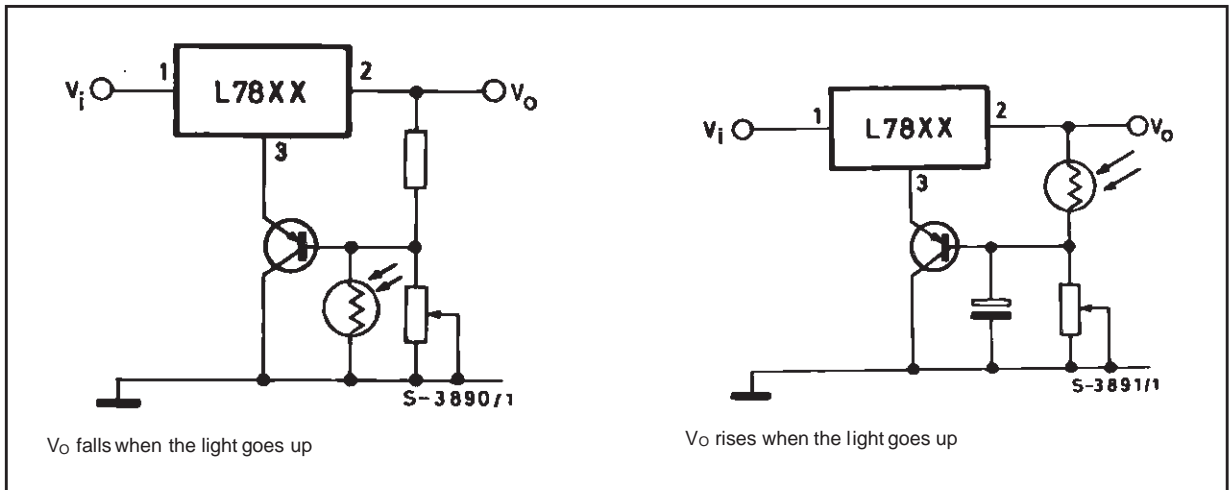
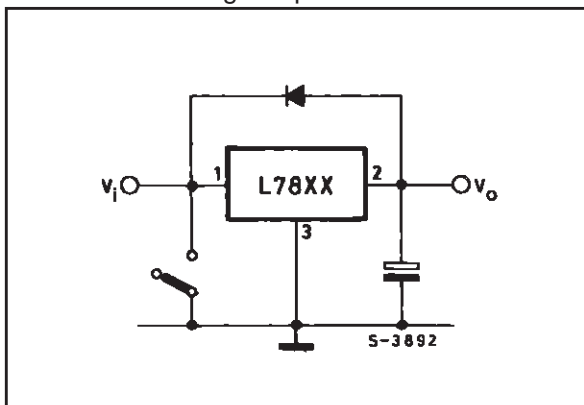


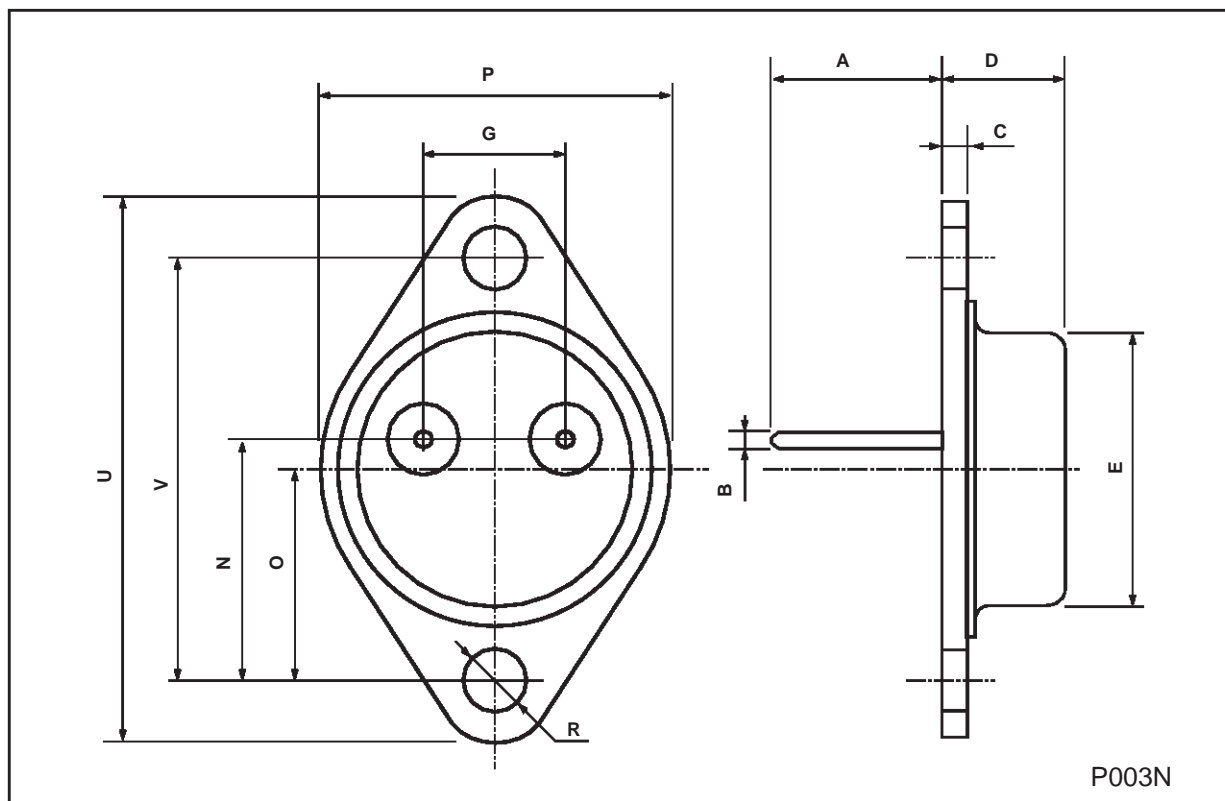
Figure 33 : Protection against Input Short-circuit with High Capacitance Loads.



Application with high capacitance loads and an output voltage greater than 6 volts need an external diode (see fig. 33) to protect the device against input short circuit. In this case the input voltage falls rapidly while the output voltage decrease slowly. The capacitance discharges by means of the Base-Emitter junction of the series pass transistor in the regulator. If the energy is sufficiently high, the transistor may be destroyed. The external diode by-passes the current from the IC to ground.

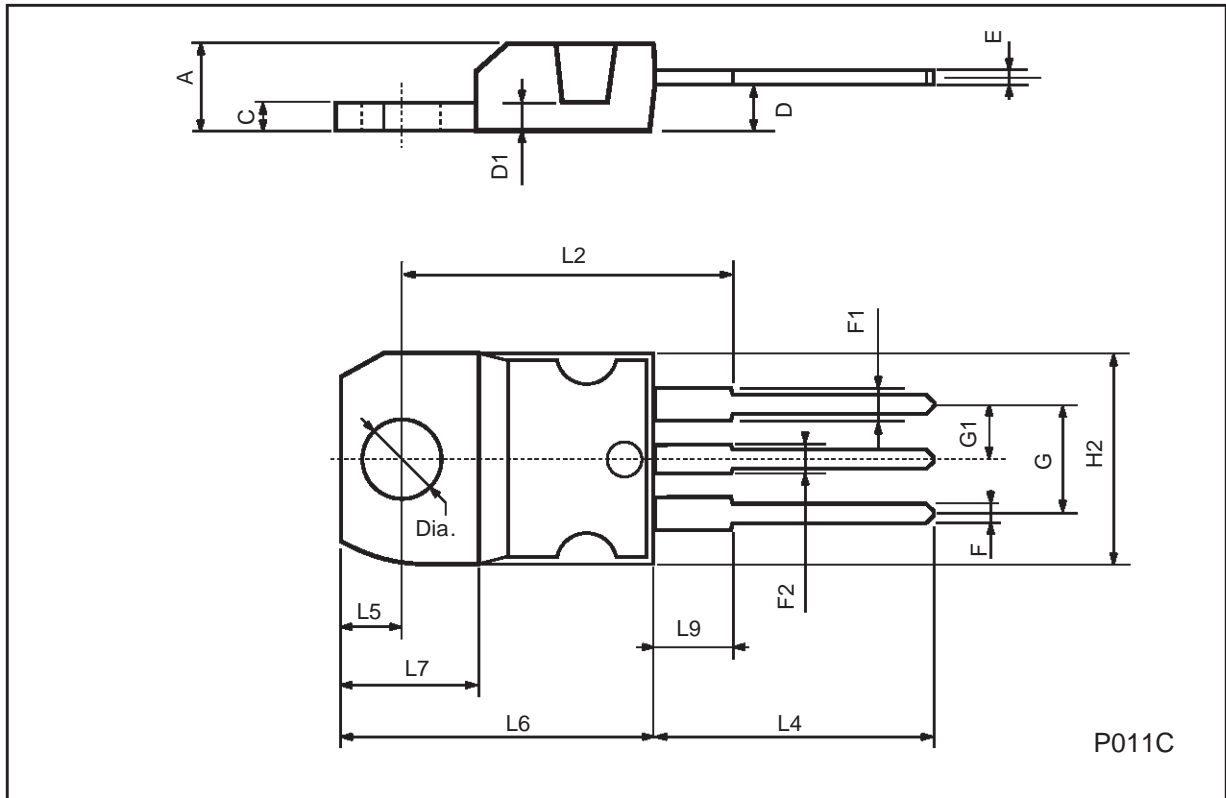
TO-3 (R) MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A		11.7			0.460	
B	0.96		1.10	0.037		0.043
C			1.70			0.066
D			8.7			0.342
E			20.0			0.787
G		10.9			0.429	
N		16.9			0.665	
P			26.2			1.031
R	3.88		4.09	0.152		0.161
U			39.50			1.555
V		30.10			1.185	



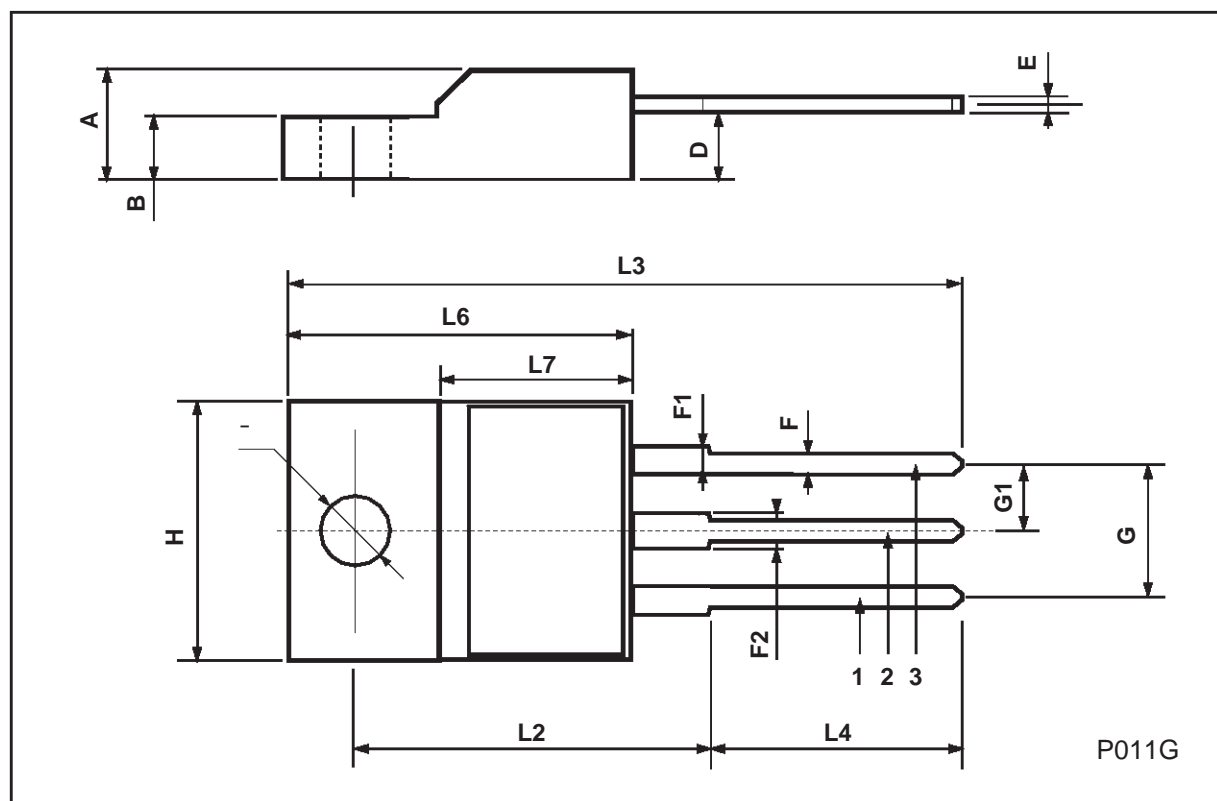
TO-220 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
C	1.23		1.32	0.048		0.051
D	2.40		2.72	0.094		0.107
D1		1.27			0.050	
E	0.49		0.70	0.019		0.027
F	0.61		0.88	0.024		0.034
F1	1.14		1.70	0.044		0.067
F2	1.14		1.70	0.044		0.067
G	4.95		5.15	0.194		0.203
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H2	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16.4			0.645	
L4	13.0		14.0	0.511		0.551
L5	2.65		2.95	0.104		0.116
L6	15.25		15.75	0.600		0.620
L7	6.2		6.6	0.244		0.260
L9	3.5		3.93	0.137		0.154
DIA.	3.75		3.85	0.147		0.151



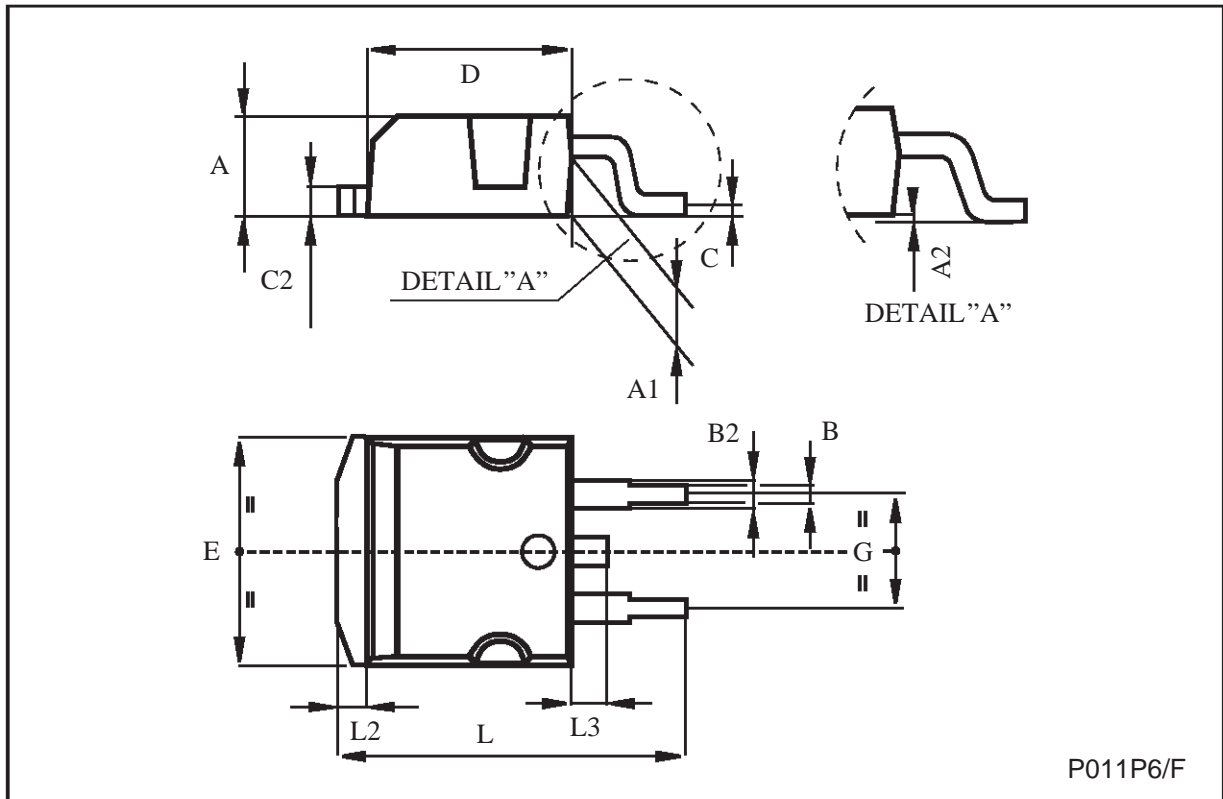
ISOWATT220 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
B	2.5		2.7	0.098		0.106
D	2.5		2.75	0.098		0.108
E	0.4		0.7	0.015		0.027
F	0.75		1	0.030		0.039
F1	1.15		1.7	0.045		0.067
F2	1.15		1.7	0.045		0.067
G	4.95		5.2	0.195		0.204
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H	10		10.4	0.393		0.409
L2		16			0.630	
L3	28.6		30.6	1.126		1.204
L4	9.8		10.6	0.385		0.417
L6	15.9		16.4	0.626		0.645
L7	9		9.3	0.354		0.366
Ø	3		3.2	0.118		0.126



TO-263 (D²PAK) MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
A1	2.49		2.69	0.098		0.106
B	0.7		0.93	0.027		0.036
B2	1.14		1.7	0.044		0.067
C	0.45		0.6	0.017		0.023
C2	1.23		1.36	0.048		0.053
D	8.95		9.35	0.352		0.368
E	10		10.4	0.393		0.409
G	4.88		5.28	0.192		0.208
L	15		15.85	0.590		0.624
L2	1.27		1.4	0.050		0.055
L3	1.4		1.75	0.055		0.068



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 1999 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco
Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - U.S.A.

<http://www.st.com>

This datasheet has been downloaded from:

www.DatasheetCatalog.com

Datasheets for electronic components.

LM741 Operational Amplifier

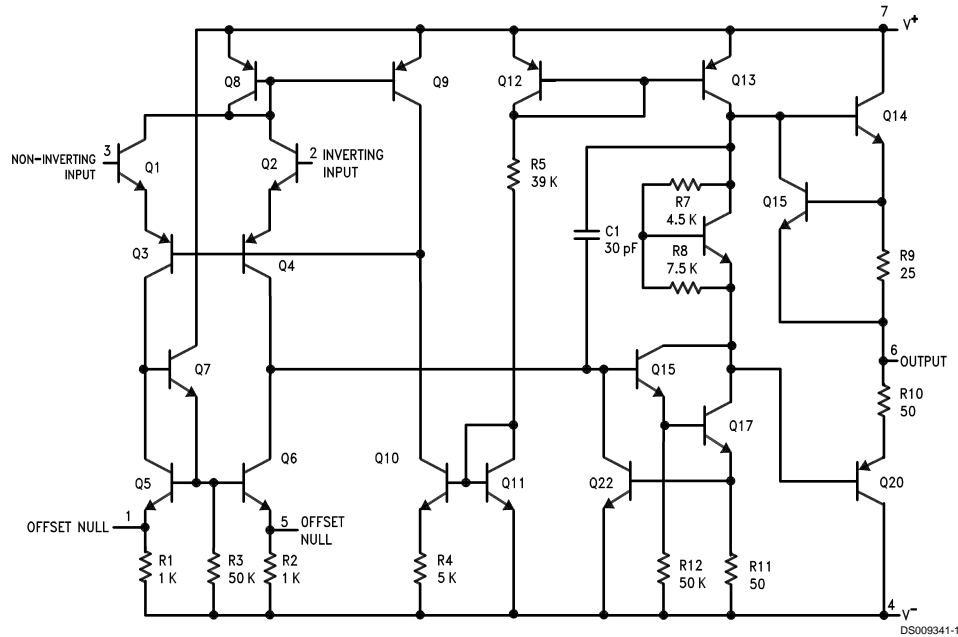
General Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications.

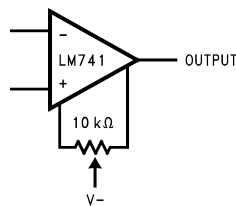
The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and output, no latch-up when the common mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

The LM741C/LM741E are identical to the LM741/LM741A except that the LM741C/LM741E have their performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of -55°C to +125°C.

Schematic Diagram



Offset Nulling Circuit



Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

(Note 6)

	LM741A	LM741E	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 2)	500 mW	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 3)	±15V	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	0°C to +70°C	-55°C to +125°C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Junction Temperature	150°C	100°C	150°C	100°C
Soldering Information				
N-Package (10 seconds)	260°C	260°C	260°C	260°C
J- or H-Package (10 seconds)	300°C	300°C	300°C	300°C
M-Package				
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	215°C	215°C	215°C	215°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.				
ESD Tolerance (Note 7)	400V	400V	400V	400V

Electrical Characteristics (Note 4)

Parameter	Conditions	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$										
	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$		0.8	3.0		1.0	5.0		2.0	6.0	mV
	$R_S \leq 50\Omega$										mV
Average Input Offset Voltage Drift	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			4.0							mV
	$R_S \leq 50\Omega$						6.0			7.5	mV
	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$										$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Average Input Offset Voltage Drift			15								$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	±10				±15			±15		mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		3.0	30		20	200		20	200	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			70		85	500			300	nA
Average Input Offset Current Drift				0.5							$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		30	80		80	500		80	500	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			0.210			1.5			0.8	μA
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		$\text{M}\Omega$
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}, V_S = \pm 20\text{V}$	0.5									$\text{M}\Omega$
Input Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$							±12	±13		V
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$				±12	±13					V

Electrical Characteristics (Note 4) (Continued)

Parameter	Conditions	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_S = \pm 20\text{V}$, $V_O = \pm 15\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$, $V_O = \pm 10\text{V}$	50			50	200		20	200		V/mV V/mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$, $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$, $V_S = \pm 20\text{V}$, $V_O = \pm 15\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$, $V_O = \pm 10\text{V}$	32			25			15			V/mV V/mV
	$V_S = \pm 5\text{V}$, $V_O = \pm 2\text{V}$	10									V/mV
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 20\text{V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	± 16 ± 15									V V
	$V_S = \pm 15\text{V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$				± 12 ± 10	± 14 ± 13		± 12 ± 10	± 14 ± 13		V V
Output Short Circuit Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$	10	25	35		25			25		mA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	10		40							mA
Common-Mode Rejection Ratio	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$, $V_{CM} = \pm 12\text{V}$ $R_S \leq 50\Omega$, $V_{CM} = \pm 12\text{V}$	80	95		70	90		70	90		dB dB
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$, $V_S = \pm 20\text{V}$ to $V_S = \pm 5\text{V}$ $R_S \leq 50\Omega$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	86	96		77	96		77	96		dB dB
Transient Response	$T_A = 25^\circ\text{C}$, Unity Gain	Rise Time		0.25	0.8		0.3		0.3		μs
		Overshoot		6.0	20		5		5		%
Bandwidth (Note 5)	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.437	1.5								MHz
Slew Rate	$T_A = 25^\circ\text{C}$, Unity Gain	0.3	0.7			0.5			0.5		V/ μs
Supply Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$					1.7	2.8		1.7	2.8	mA
Power Consumption	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_S = \pm 20\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$		80	150							mW mW
	LM741A $V_S = \pm 20\text{V}$ $T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$			165 135							mW mW
LM741E	$V_S = \pm 20\text{V}$ $T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$			150 150							mW mW
	LM741 $V_S = \pm 15\text{V}$ $T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$					60 45	100 75				mW mW

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits.

Electrical Characteristics (Note 4) (Continued)

Note 2: For operation at elevated temperatures, these devices must be derated based on thermal resistance, and T_j max. (listed under "Absolute Maximum Ratings"). $T_j = T_A + (\theta_{JA} P_D)$.

Thermal Resistance	Cerdip (J)	DIP (N)	HO8 (H)	SO-8 (M)
θ_{JA} (Junction to Ambient)	100°C/W	100°C/W	170°C/W	195°C/W
θ_{JC} (Junction to Case)	N/A	N/A	25°C/W	N/A

Note 3: For supply voltages less than $\pm 15V$, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

Note 4: Unless otherwise specified, these specifications apply for $V_S = \pm 15V$, $-55^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$ (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to $0^\circ C \leq T_A \leq +70^\circ C$.

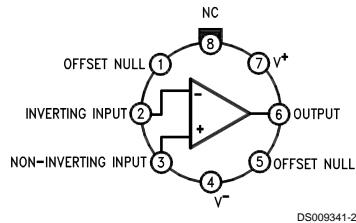
Note 5: Calculated value from: BW (MHz) = $0.35/\text{Rise Time}(\mu s)$.

Note 6: For military specifications see RETS741X for LM741 and RETS741AX for LM741A.

Note 7: Human body model, 1.5 k Ω in series with 100 pF.

Connection Diagram

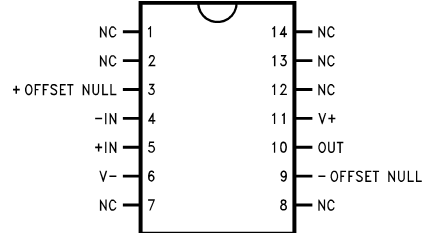
Metal Can Package



Note 8: LM741H is available per JM38510/10101

**Order Number LM741H, LM741H/883 (Note 8),
LM741AH/883 or LM741CH
See NS Package Number H08C**

Ceramic Dual-In-Line Package

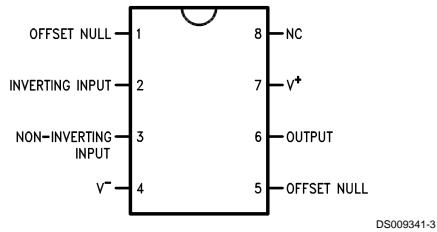


Note 9: also available per JM38510/10101

Note 10: also available per JM38510/10102

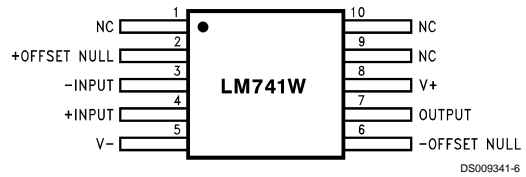
**Order Number LM741J-14/883 (Note 9),
LM741AJ-14/883 (Note 10)
See NS Package Number J14A**

Dual-In-Line or S.O. Package



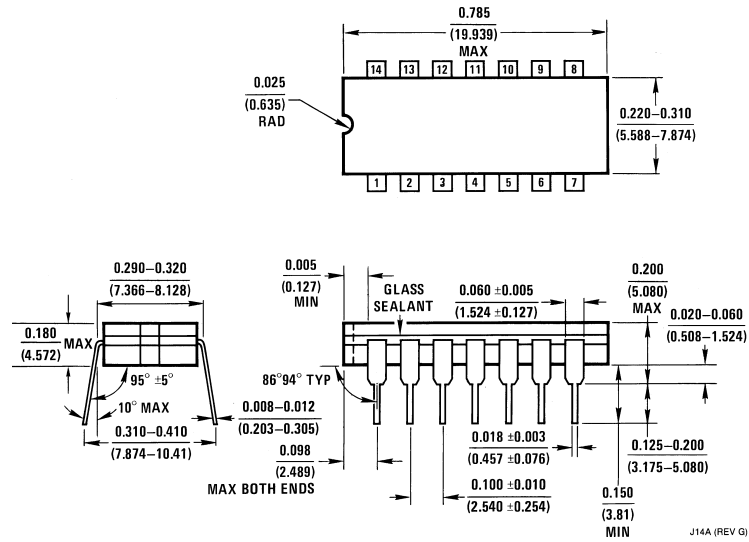
**Order Number LM741J, LM741J/883,
LM741CM, LM741CN or LM741EN
See NS Package Number J08A, M08A or N08E**

Ceramic Flatpak

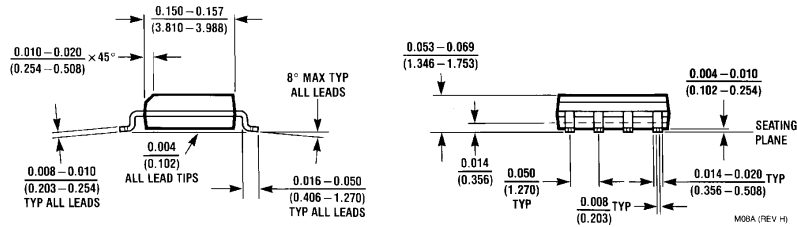
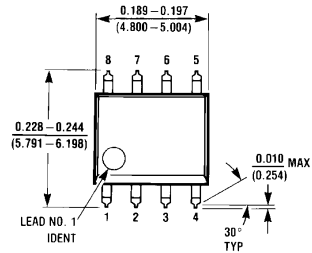


**Order Number LM741W/883
See NS Package Number W10A**

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)

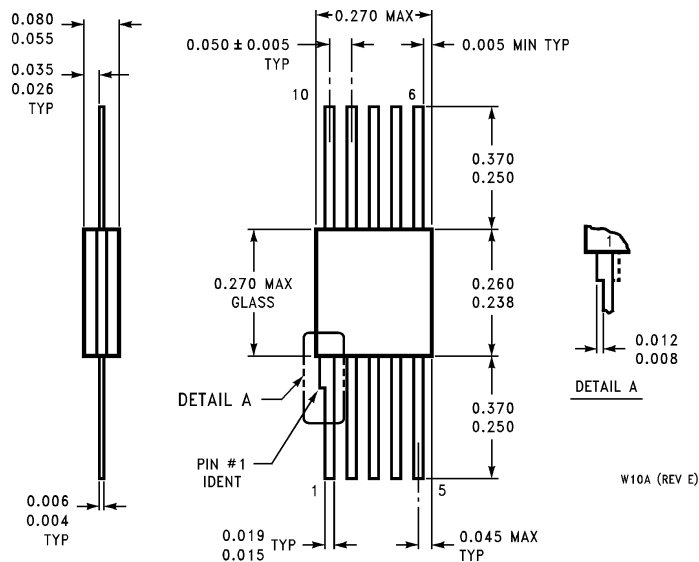


Ceramic Dual-In-Line Package (J)
Order Number LM741J-14/883 or LM741AJ-14/883
NS Package Number J14A



Small Outline Package (M)
Order Number LM741CM
NS Package Number M08A

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)




10-Lead Ceramic Flatpak (W)
Order Number LM741W/883
NS Package Number W10A

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

 **National Semiconductor Corporation**
 Americas
 Tel: 1-800-272-9959
 Fax: 1-800-737-7018
 Email: support@nsc.com

National Semiconductor Europe
 Fax: +49 (0) 1 80-530 85 86
 Email: europe.support@nsc.com
 Deutsch Tel: +49 (0) 1 80-530 85 85
 English Tel: +49 (0) 1 80-532 78 32
 Français Tel: +49 (0) 1 80-532 93 58
 Italiano Tel: +49 (0) 1 80-534 16 80

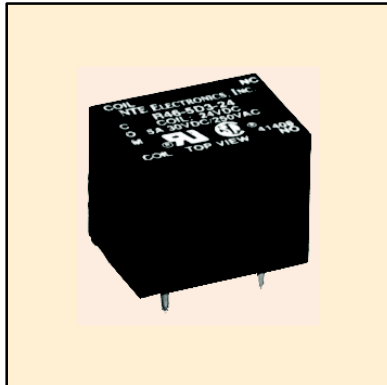
National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
 Tel: 65-2544466
 Fax: 65-2504466
 Email: sea.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
 Tel: 81-3-5639-7560
 Fax: 81-3-5639-7507

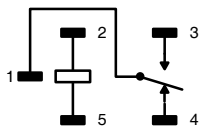
www.national.com

Features

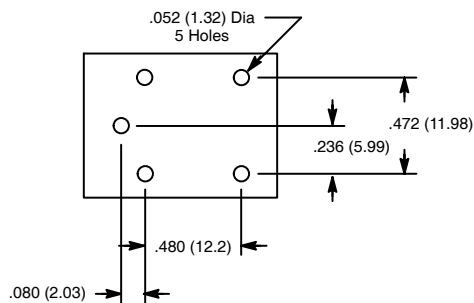
- All Sealed and Resistant to Wave Soldering & Cleaning
- Low Profile
- Less than 0.53 Cubic Inches



SPDT, 1 Form "C"



Mounting Holes
(Bottom View)

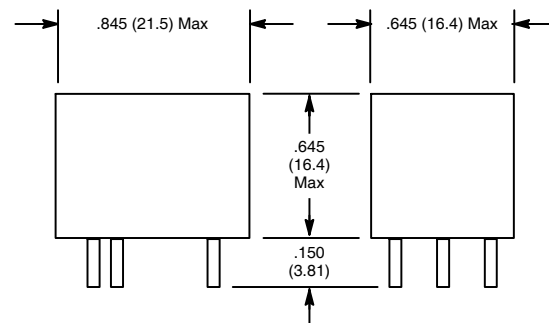


R46 Series



General Purpose, 5 and 12 Amp, DC SPDT Relays ideal for Security Equipment, Household Electrical Appliances, Garage Door Openers and Audio Equipment.

D23



Electrical Specifications

Contact

Rating: 5A at 120VAC, 5A at 30VDC
12A at 120VAC

Material: AgCdO

Coil

Coil Voltages: See Chart

Pick-up Voltages: 75% of nominal DC

Drop-out Voltages: 10% min of rated voltage

Resistance: See Chart

Operational Characteristics

Timing Value: Operate Time: 10 mS max
Release Time: 10 mS max

Insulation Characteristics

Dielectric Strength

Between Coil & Contacts: 1500 VAC

Between Contacts of Same Polarity: 750 VAC

Resistance: 100 megohms min. @ 500 VDC

Environmental Characteristics

Operating: -40°C to +85°C

Life

Mechanical: 10,000,000 operations min

Weight

Std: 0.42 oz (12 grams) approx.

DC OPERATED

NTE Type No.	Nom. Volt.	Contact Arr.	Coil Res. Ohms (Typ)	Nom. Power	Max. Contact Cur. @ 30VDC or 120VAC	Diag No.
R46-5D3-6	6VDC	SPDT	70	360mW	5A	D23
R46-5D3-12	12VDC	SPDT	400	360mW	5A	D23
R46-5D3-24	24VDC	SPDT	1600	360mW	5A	D23
R46-5D3-48	48VDC	SPDT	6400	360mW	5A	D23
R46-5D12-6	6VDC	SPDT	100	360mW	12A	D23
R46-5D12-12	12VDC	SPDT	400	360mW	12A	D23
R46-5D12-24	24VDC	SPDT	1600	360mW	12A	D23
R46-5D12-48	48VDC	SPDT	6400	360mW	12A	D23

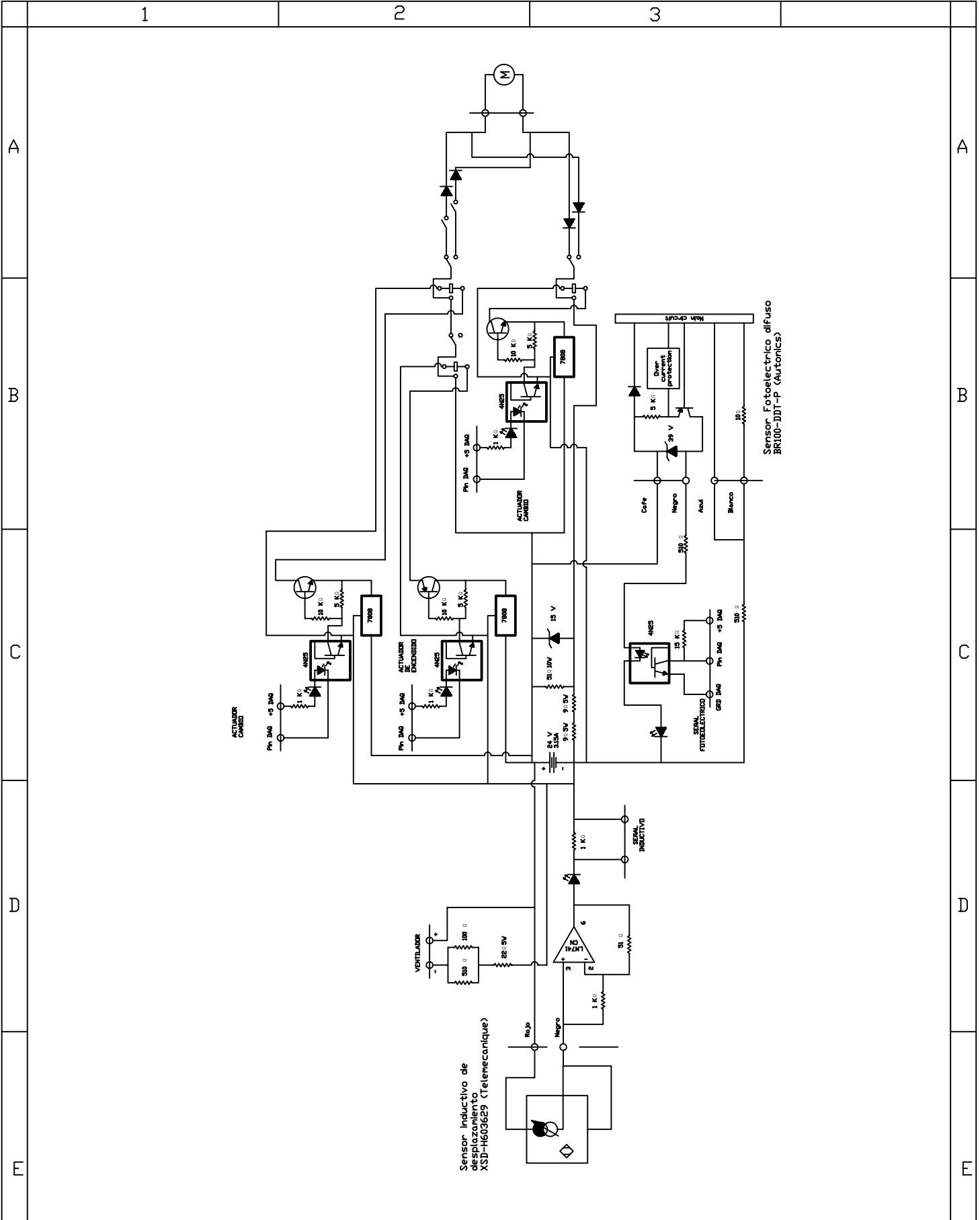
ANEXO D. Planos Eléctricos

Esquema eléctrico

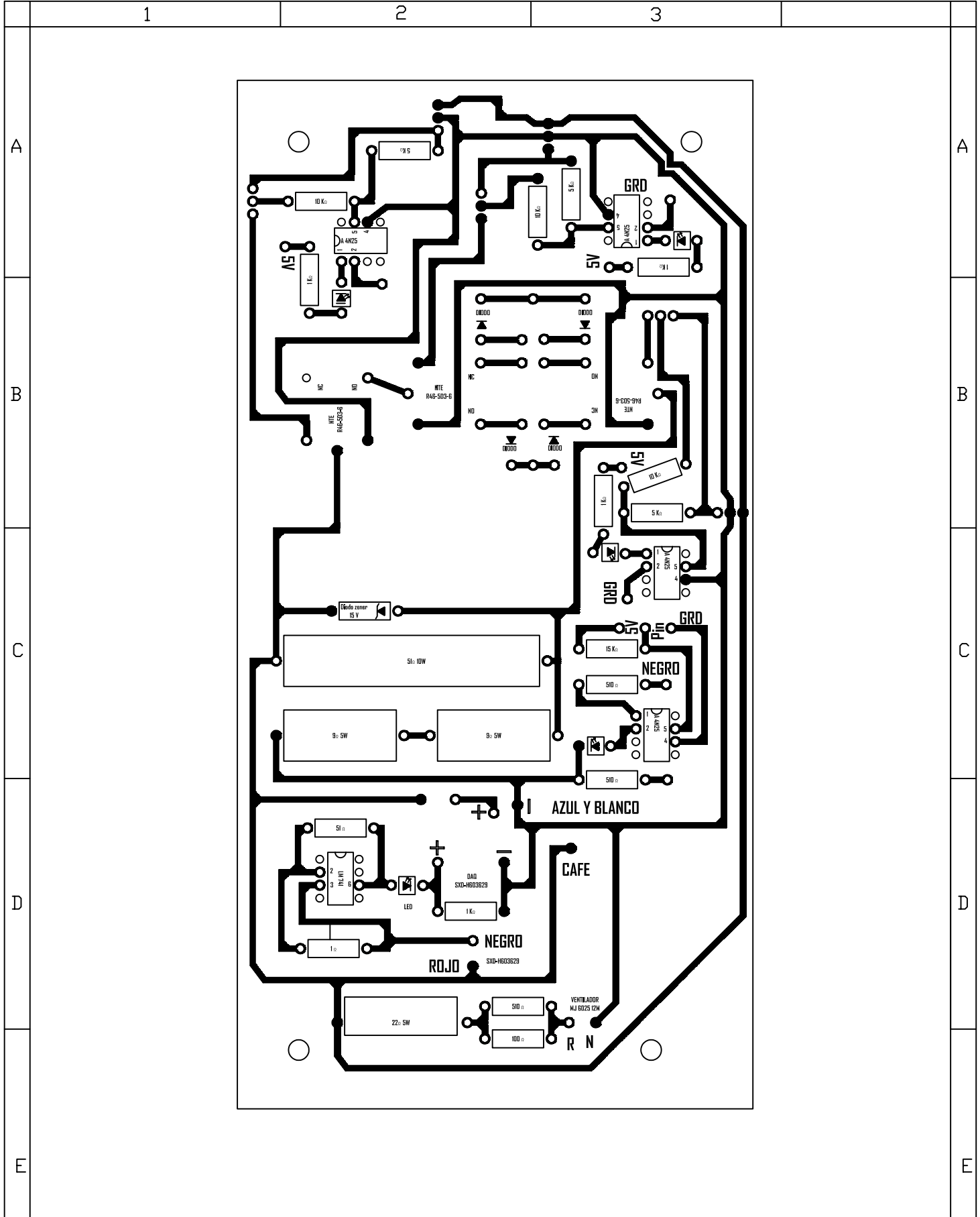
Plano eléctrico

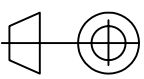
Diagramas de conexión

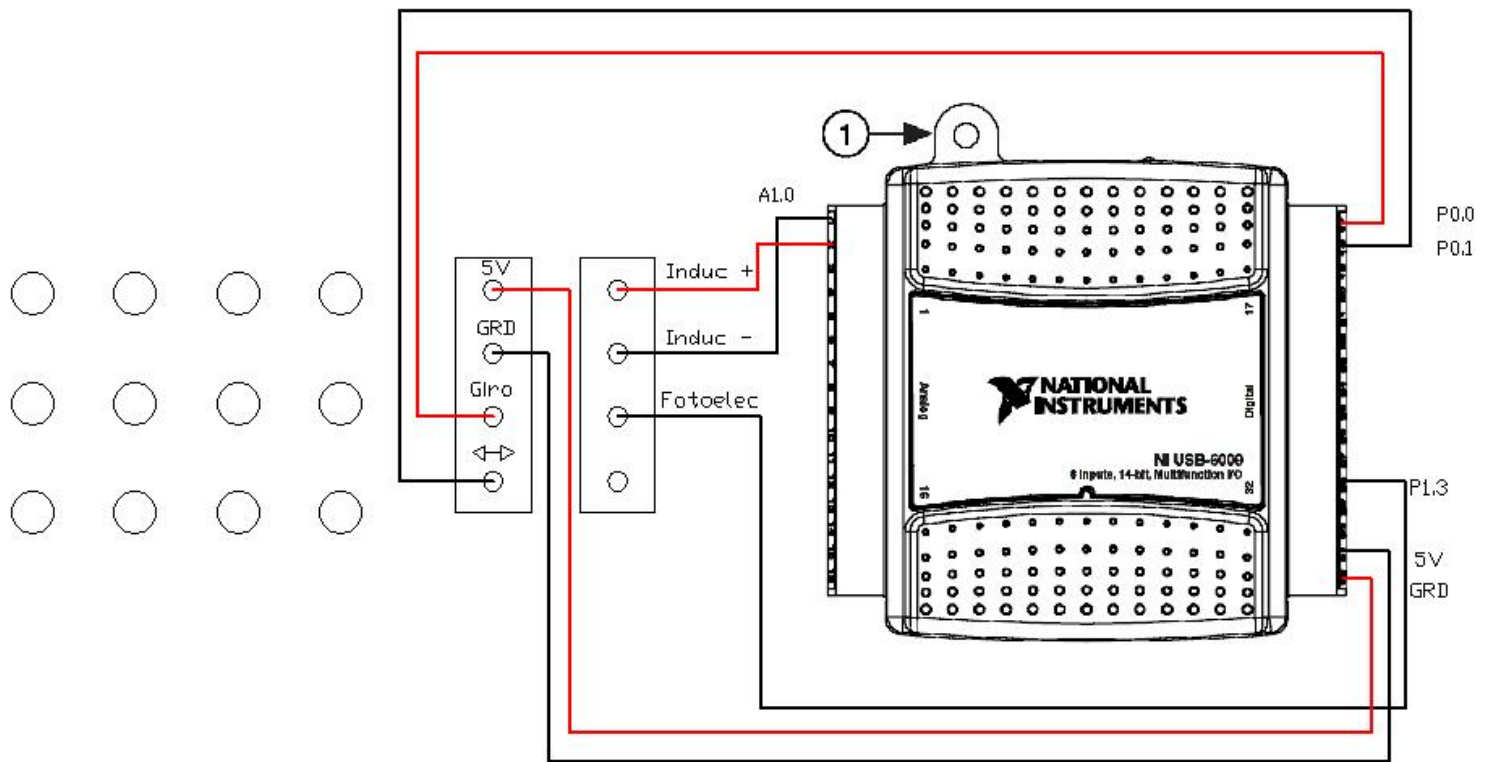
Fotografías



	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Ninguno	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Ulmedo, Echeverria		CIRCUITO	N/A
APROVADO		Ulmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 01E	
				Sustituye a:	Anexo:
				Hoja	



	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Varios	
DIBUJADO		Diego Salas			
REVISADO		Ulmedo, Echeverría		BAQUELITA	Escala 1:1
APROVADO		Ulmedo, Echeverría			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingeniería Mecánica				Código TQ 21 - 02E	
		Sustituye a:	Anexo:	Hoja	



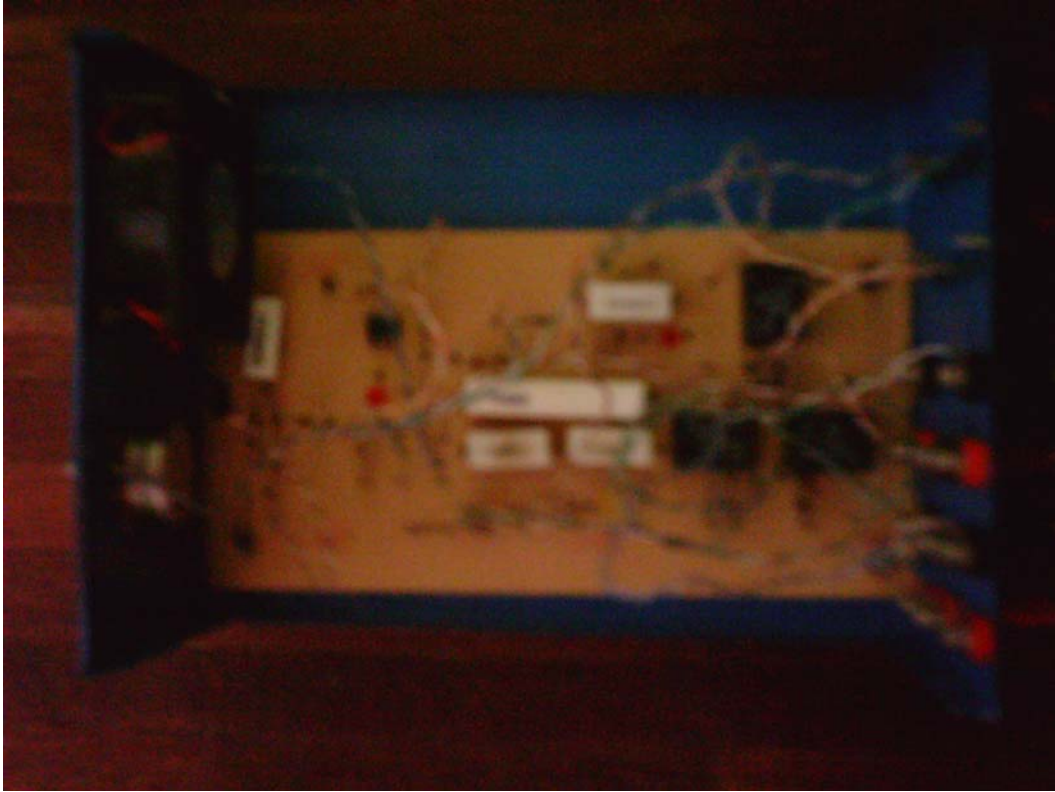


Foto interior del transductor

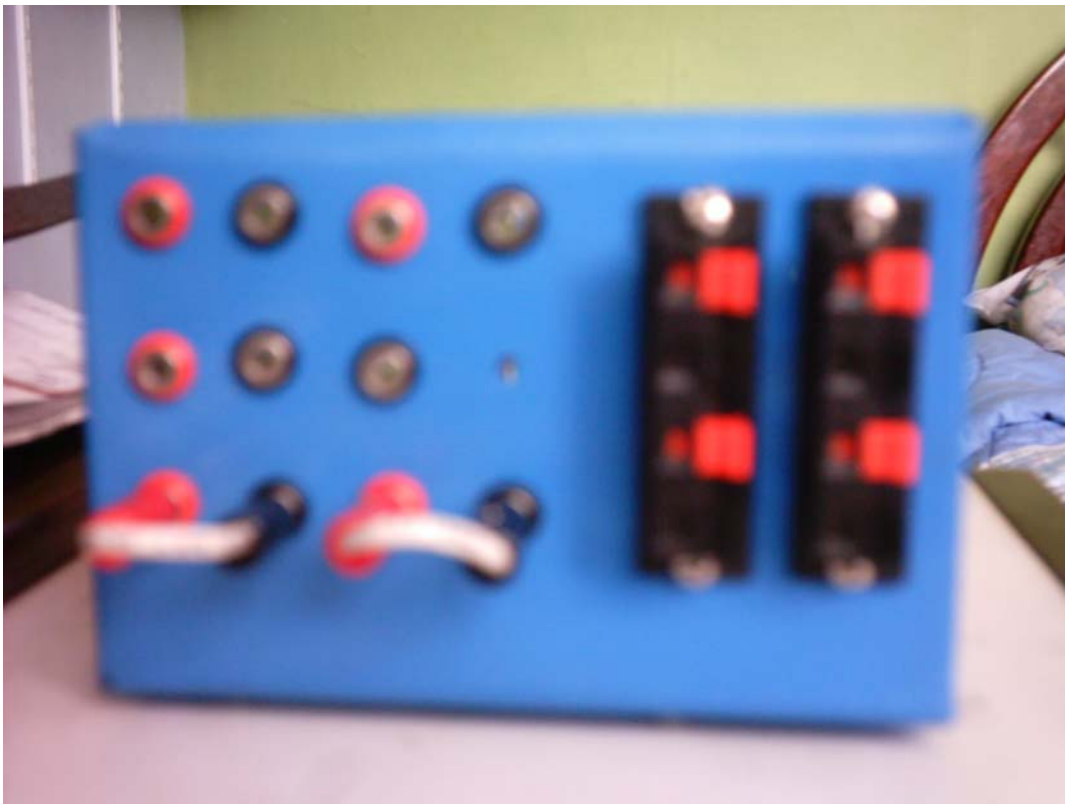


Foto frontal del transductor

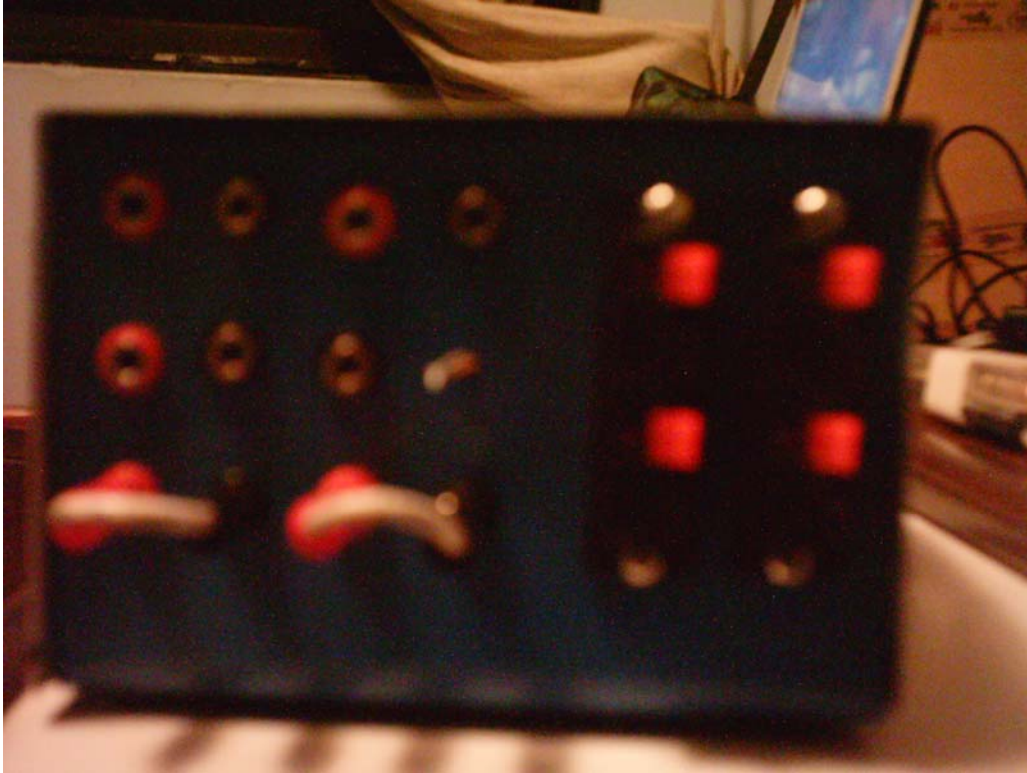


Foto frontal de transductor



Parte posterior del transductor

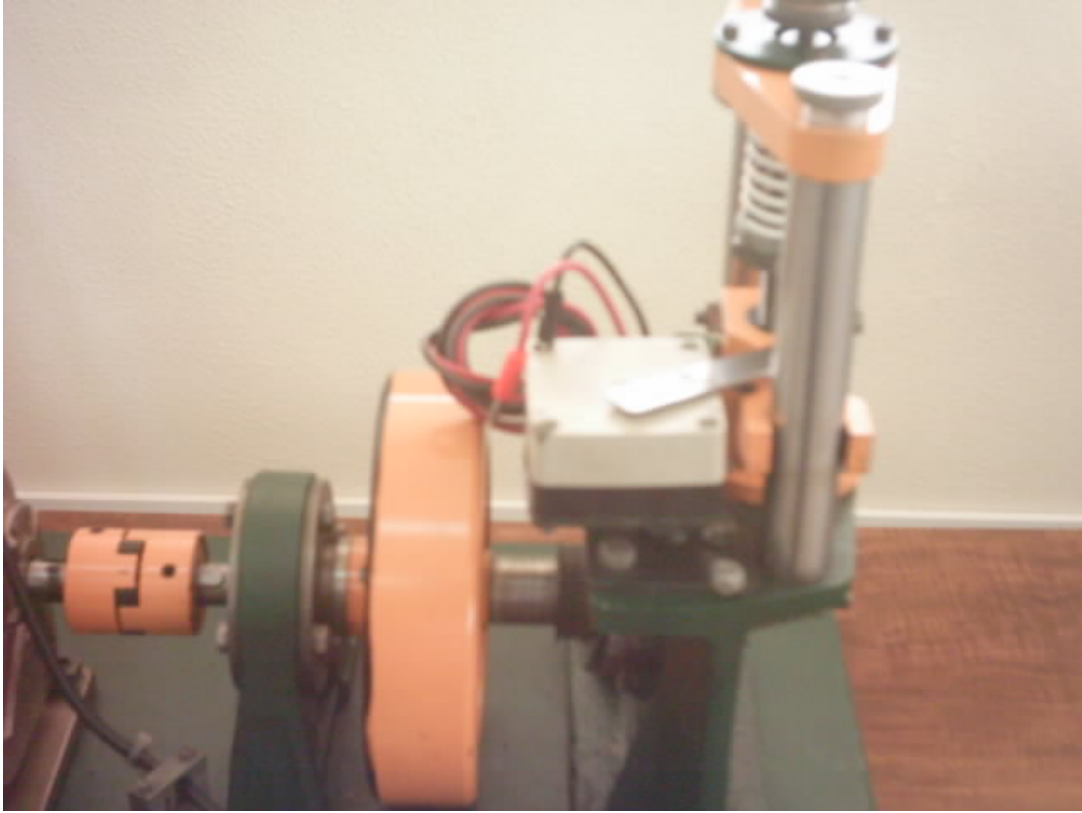


Foto del inductivo

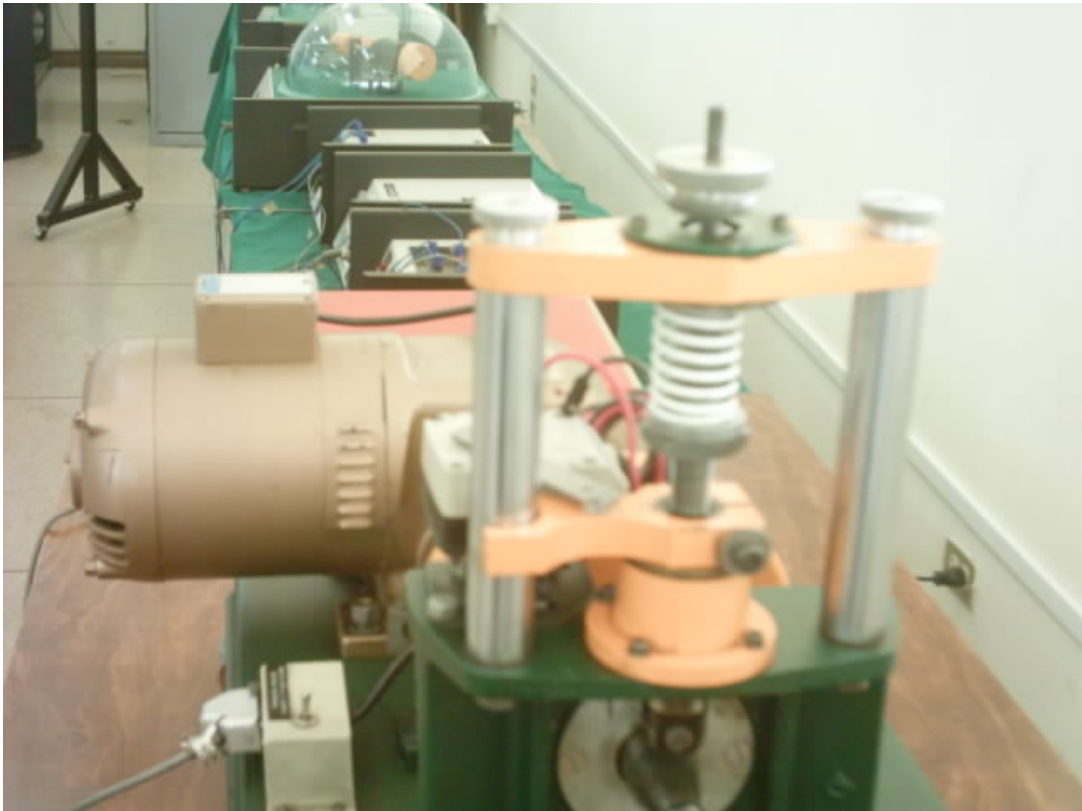


Foto del mecanismo del seguidor



Sistema de adquisición completo

ANEXO E. Geometrías de las levas

Manual de la Tecquitment

Cálculos de la función de la leva

Análisis de levas

Tangencial

Cóncava

Cóncava 2

Convexa

CAM ANALYSIS APPARATUS, TM.21
Technical Manual

I N D E X

page

1.	<u>GENERAL</u>	
1.1	Introduction	1
1.2	Description of Apparatus	1
1.3	Setting up and Operating Instructions	2
1.4	Changing the Cam, Follower and Spring	3
1.5	Particulars of Rig	3
2.	<u>THEORY</u>	
2.1	<u>Tangent Cam with Roller Follower</u>	
2.1.1	Roller in contact with Flank	5
2.1.2	Roller in contact with Nose	7
2.2	Cam with Curved Flanks (Roller Follower)	9
2.3	Circular Cam with Flat Faced Follower	11
2.4	Concave Cam with Roller Follower	13
2.5	Dynamic Forces on Follower and Spring	13
3.	<u>GRAPHS</u>	

SECTION ONE : GENERAL

2.1 INTRODUCTION

The cam apparatus has been designed to enable students to observe the dynamic behaviour of cam followers under various operating conditions.

Cams are mounted on the end of a shaft driven by a variable speed motor. A high voltage stylus pen attached to the follower traces the follower lift on Teledeltos paper mounted on a drum. Follower bounce may be investigated for the followers of different weights and springs of various rates.

2.2 DESCRIPTION OF APPARATUS

The apparatus is shown diagrammatically in drawing MC/28/2. A d.c. shunt wound-gear motor 'M' (developing 1/3 h.p. at 475 rev/min) rotates the cam 'C' over a range of speeds. The motor output shaft is directly coupled by a flexible coupling 'G' to an extension shaft 'A' mounted on bearings 'B'. Flywheel 'H', mounted on the shaft, reduces the fluctuation in speed caused by the variable torque required to lift the follower 'F'.

The cam is mounted on a taper on the end of the shaft, and secured on the shaft by two lock-nuts. The followers are of the flat and roller type, and are mounted on the end of a vertical bar. A drilling in the top end of the bar accommodates a steel ball: the ball is retained in position by a second bar carrying the spring 'S' and removable masses 'M' (0.4 kg). The presence of the steel ball ensures that only an axial force is transmitted to the upper bar.

Spring pretension may be varied by means of a nut on the upper bar and springs of alternative values are provided. The top end of the spring is supported by a cross-bar mounted on two vertical pillars on the baseplate.

A high voltage stylus traces a record of the follower amplitude on Teledeltos paper. The paper is fastened to the cylindrical drum 'D'; the drum being driven by a timing belt from the camshaft.

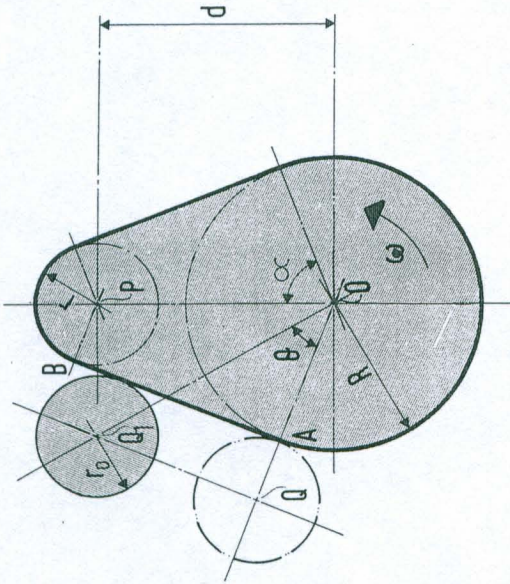


Fig. 1 Roller in Contact with Flank

2. Theory

In the following section each of the various cam profiles supplied are dealt with in detail, and the appropriate formulae for calculating follower displacement, velocity and acceleration are shown. The dynamic forces experienced by the follower and spring are then analysed and may be compared with measured results.

2.1 TANGENT CAM WITH ROLLER FOLLOWER

2.1.1 Roller in contact with Flank (see Fig.1)

- Let R = base circle radius
- r = radius of nose
- r₀ = radius of follower
- d = centre distance

Consider the roller follower in contact with the flank AB, as in Fig.1 :

When the cam has rotated through an angle θ from the lowest position of the follower centre Q, displacement of the follower

$$X = OQ_1 - OQ$$

$$= (R + r_0) \text{Sec} \theta - (R + r_0) \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Velocity } V = w \frac{dx}{d\theta}$$

$$V = w (R + r_0) \text{Sec} \theta \text{Tan} \theta \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Acceleration } f = w^2 \frac{d^2x}{d\theta^2} = w^2 \frac{dV}{d\theta}$$

$$= w^2 (R + r_0) (\text{Sec}^3 \theta + \text{Sec} \theta \text{Tan}^2 \theta)$$

$$= w^2 (R + r_0) (2 \text{Sec}^3 \theta - \text{Sec} \theta) \dots \dots \dots (3)$$

If β is the angle turned through by the cam while the roller moves from A to B, then

$$\text{Tan } \beta = \frac{d \text{Sin} \alpha}{R + r_0}$$

where α is the total angle of lift.

The maximum velocity and acceleration on the flank are obtained by substituting θ = β in equations (2) and (3).

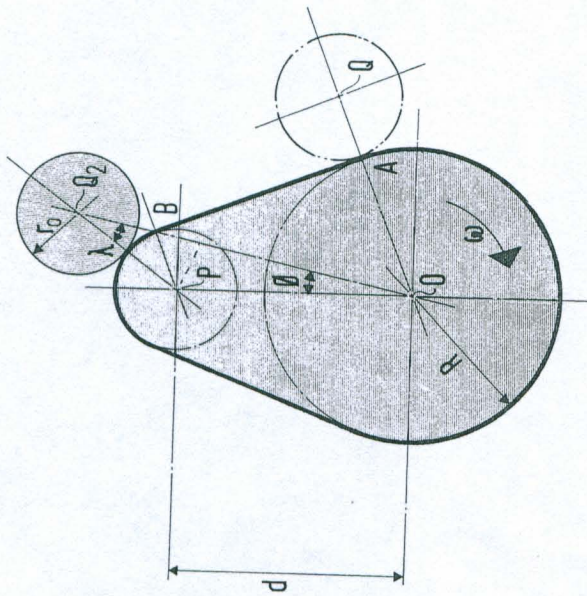


Fig. 2 Roller in Contact with Nose

The velocity decreases from a maximum at B to zero at C while the acceleration falls from a maximum at B to a minimum at C.

Follower displacement velocity and acceleration are shown in Fig.6.

2.1.2 Roller in contact with Nose

When the roller has rotated through an angle θ from the highest position of the follower, displacement of follower:

$$X = OO_2 - OQ$$

$$= \{d \cdot \cos\theta + (r + r_0) \cos\lambda\} - (R + r_0).$$

Now $d \sin\theta = (r + r_0) \sin\lambda$

Therefore, $\sin\lambda = \frac{d}{r + r_0} \sin\theta = \frac{\sin\theta}{n}$

where $n = \frac{r + r_0}{d}$

Therefore, $\cos\lambda = \sqrt{1 - \left(\frac{\sin\theta}{n}\right)^2}$

and substituting $\cos\lambda$ in above equation gives:

$$X = d \cos\theta + (r + r_0) \sqrt{1 - \left(\frac{\sin\theta}{n}\right)^2} - (R + r_0) \dots\dots (4)$$

$$= d\{\cos\theta + \sqrt{n^2 - \sin^2\theta}\} - (R + r_0) \dots\dots (5)$$

and $\dot{X} = -\omega d\{\sin\theta + \frac{\sin 2\theta}{2\sqrt{n^2 - \sin^2\theta}}\} \dots\dots (6)$

$$f = -\omega^2 d\{\cos\theta + \frac{\sin^4\theta + n^2 \cos 2\theta}{(n^2 - \sin^2\theta)^{3/2}}\} \dots\dots (6)$$

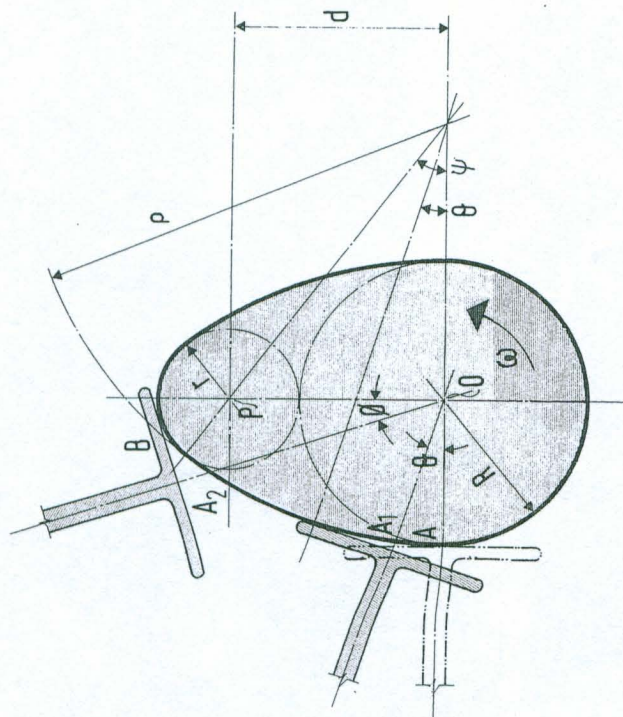


Fig.4 Circular Cam with Flat Faced Follower

2.3 CIRCULAR CAM WITH FLAT FACED FOLLOWER (see Fig.4)

When the cam has rotated through an angle θ from the lowest position of the follower A, displacement of follower

$$\begin{aligned}
 X &= OA_1 - OA = \{\rho - R\} \cos \theta - R \dots\dots (10) \\
 &= (\rho - R) (1 - \cos \theta)
 \end{aligned}$$

$$\text{Therefore } V = \omega(\rho - R) \sin \theta \dots\dots (11)$$

$$f = \omega^2(\rho - R) \cos \theta \dots\dots (12)$$

Follower in contact with nose:

$$\begin{aligned}
 X &= OA_2 - OA \\
 &= (d \cos \phi + r) - R \dots\dots (13)
 \end{aligned}$$

$$\text{Therefore } V = \omega d \sin \phi \dots\dots (14)$$

$$\text{and } f = -\omega^2 d \cos \phi \dots\dots (15)$$

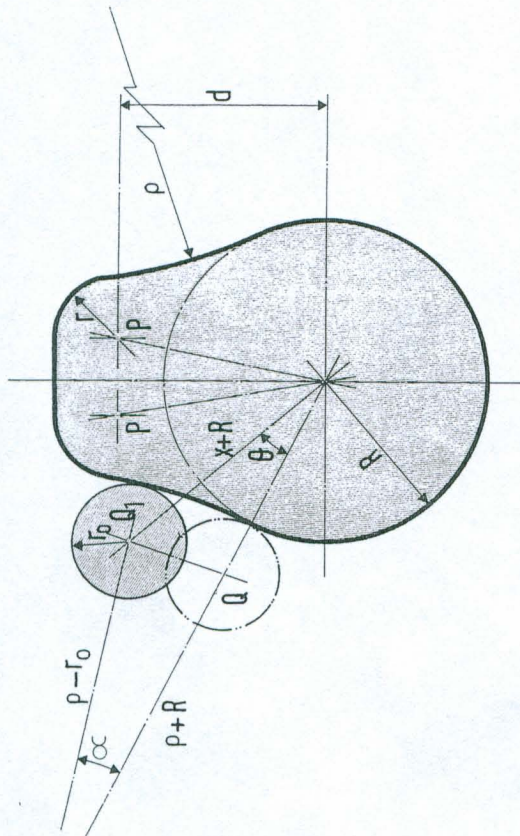


Fig. 5 Concave Cam with Roller Follower.

2.4 CONCAVE CAM WITH ROLLER FOLLOWER (see Fig.5)

$$p + R = X_1 \cdot \cos\theta + (p - r_0) \cdot \cos\alpha$$

$$\text{and } \cos\alpha = \frac{(p + R)^2 + (p - r_0)^2 - X_1^2}{2(p + R)(p - r_0)}$$

Equating above equations and solving for $X = X_1 - (R + r_0)$

$$X = (p + R) \left[\cos\theta - \sqrt{\cos^2\theta + \frac{(p - r_0)^2}{(p + R)^2} - 1} - \frac{(R + r_0)}{(p + R)} \right] \dots\dots (16)$$

$$\text{Therefore } V = (p + R) \left\{ -\sin\theta + \frac{\sin 2\theta}{2 \sqrt{\cos^2\theta + \frac{(p - r_0)^2}{(p + R)^2} - 1}} \right\} \dots\dots (17)$$

$$f = (p + R) \left\{ -\cos\theta + \frac{(p - r_0)^2}{(p + R)^2 - 1} \cos 2\theta + \frac{1}{2} \frac{\sin^2 2\theta}{(\cos^2\theta + \frac{(p - r_0)^2}{(p + R)^2} - 1)^{3/2}} \right\} \dots\dots (18)$$

Again, equations (4), (5) and (6) apply when the roller is in contact with the cam nose.

Distance OP is used instead of d, and all angles are referred to OP.

2.5 DYNAMIC FORCES ON FOLLOWER AND SPRING

If m is the effective mass of the follower, then force required to accelerate the follower:

$$P = m \cdot f \dots\dots (19)$$

Let S be the follower spring stiffness and y the initial compression of the spring. When the follower has moved through a distance X, then the spring force is $S(X + y)$.

At a point of follower bounce, then

$$S(X + y) = m \cdot f \dots\dots (20)$$

To prevent bounce, then

$$S(X + y) > m \cdot f \text{ where } f \text{ is the maximum acceleration of the follower.}$$

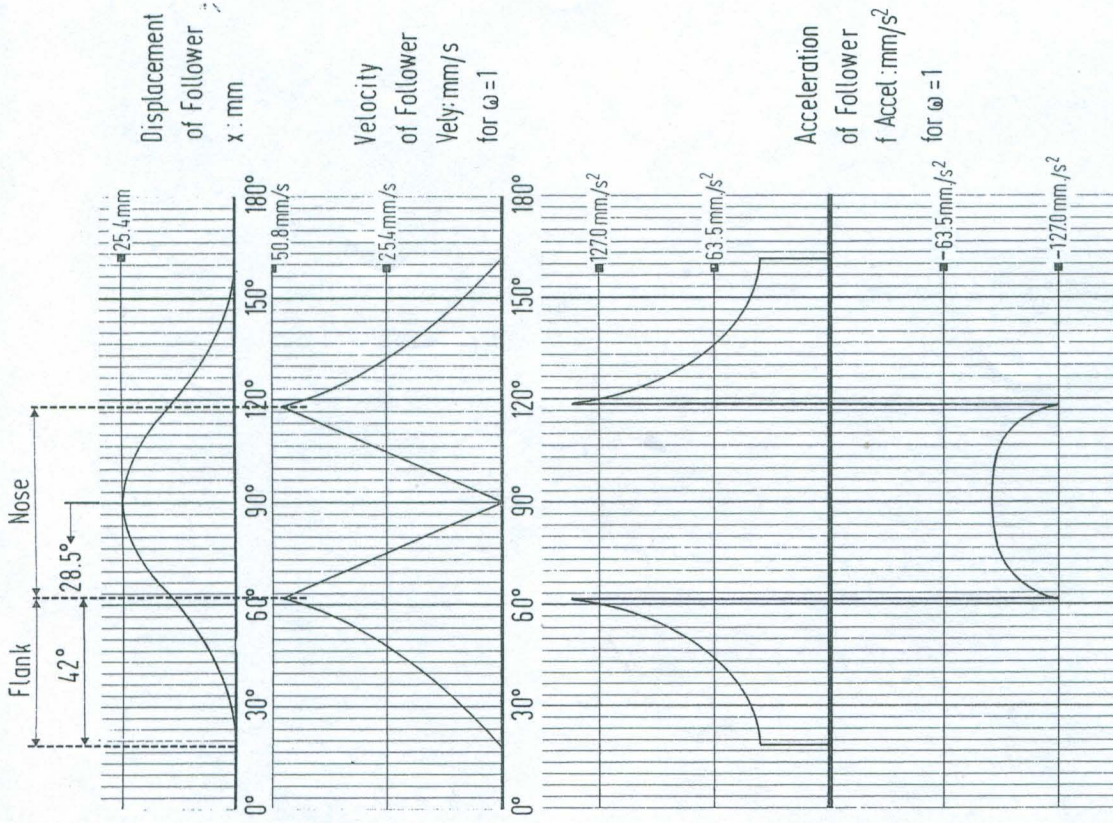
$$\text{or } S(X + y) > \frac{w}{g} \cdot f \text{ where } w \text{ is the effective weight of the follower.}$$

Fig. 6

TANGENT CAM WITH ROLLER FOLLOWER

Particulars of Cam

- R = 25.4mm (1.00 in)
- r = 12.7mm (0.50 in)
- r₀ = 14.3mm (0.5625 in)



R = 25.4 mm (1"). r = 12.7 mm (0.5"). r₀ = 14.3 mm (0.5625"). SCALE: 25.4 mm = 31.26°

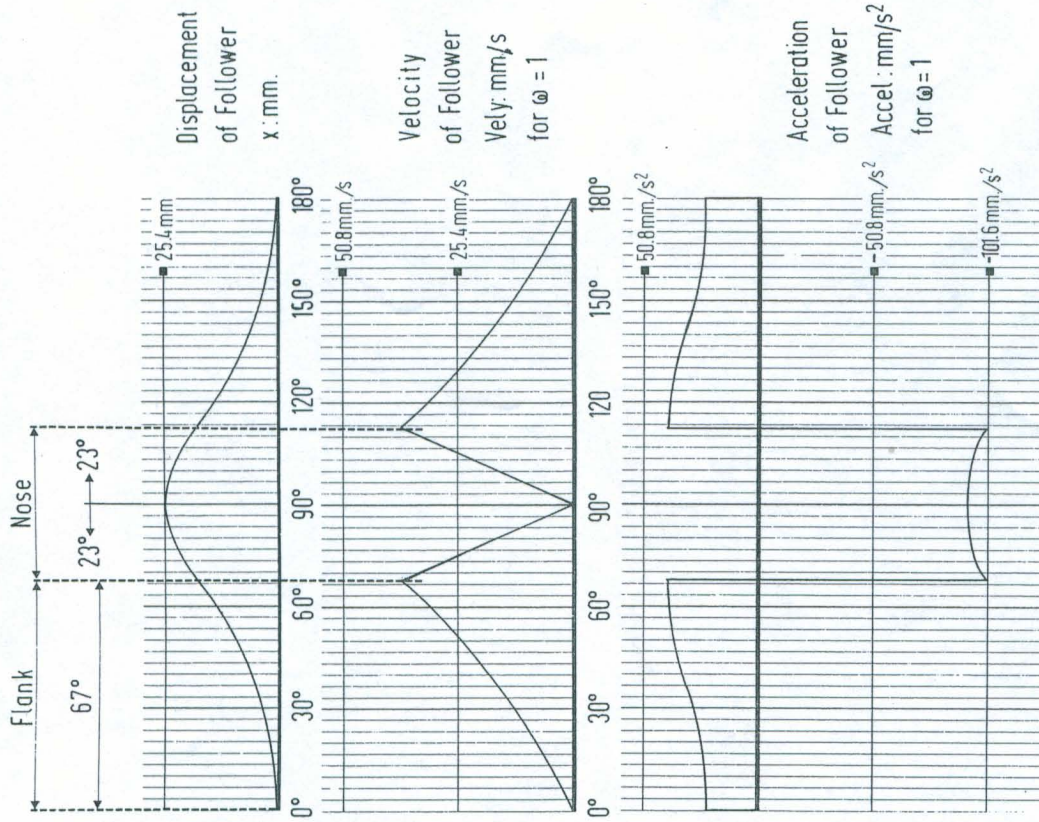
Fig. 6

Fig. 7

CIRCULAR CAM WITH ROLLER FOLLOWER

Particulars of Cam

- R = 25.4 mm (1.00 in)
- ρ = 79.4 mm (3.125 in)
- r = 12.7 mm (0.50 in)
- r_c = 14.3 mm (0.5625 in)
- d = 38.1 mm (1.50 in)



R = 25.4 mm. (1"). ρ = 79.4 mm. (3.125"). r = 12.7 mm. (0.05").

r_c = 14.3 mm. (0.5625"). d = 38.1 mm. (1.50").

SCALE: 25.4 mm = 31.26°

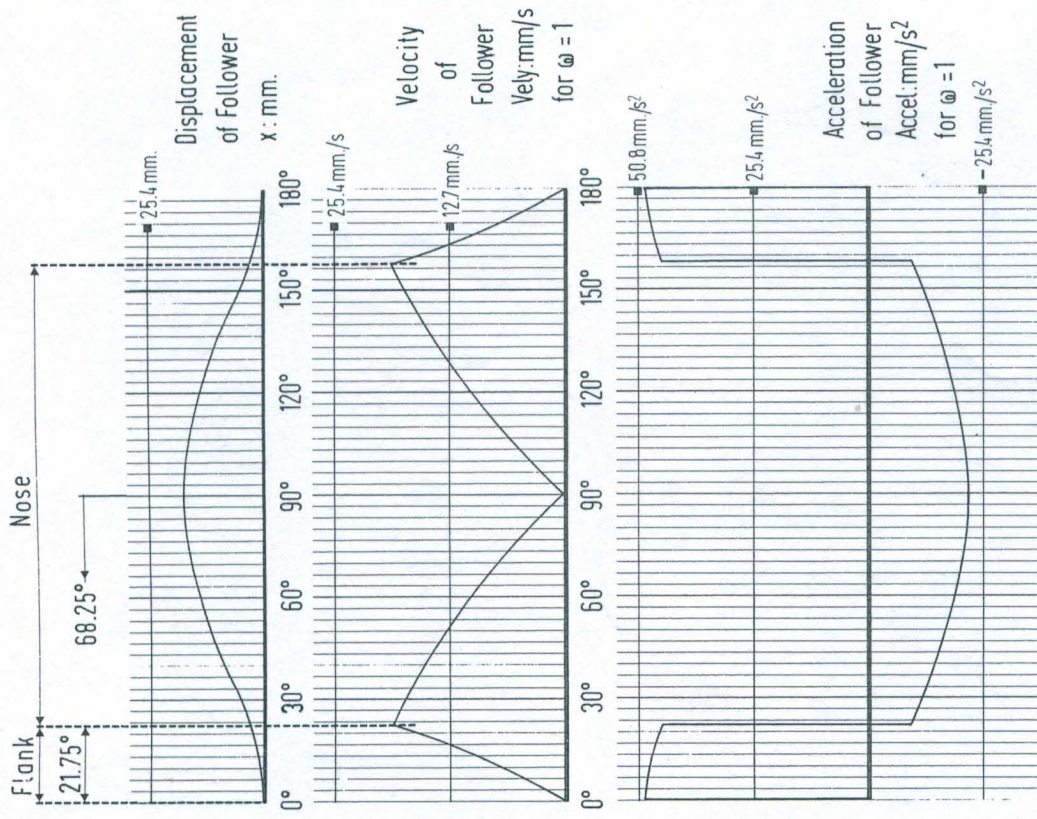
Fig. 7

CIRCULAR CAM WITH FLAT ENDED FOLLOWER

Fig. 8

Particulars of Cam

- $r = 25.4 \text{ mm (1.00 in)}$
- $\rho = 87.3 \text{ mm (3.4375 in)}$
- $r_f = 25.8 \text{ mm (1.0156 in)}$
- $d = 21.4 \text{ mm (0.84375 in)}$



$R = 25.4 \text{ mm (1")}$, $\rho = 79.4 \text{ mm (3.125")}$, $r = 25.8 \text{ mm (1.0156")}$.

$d = 21.4 \text{ mm (0.84375")}$.

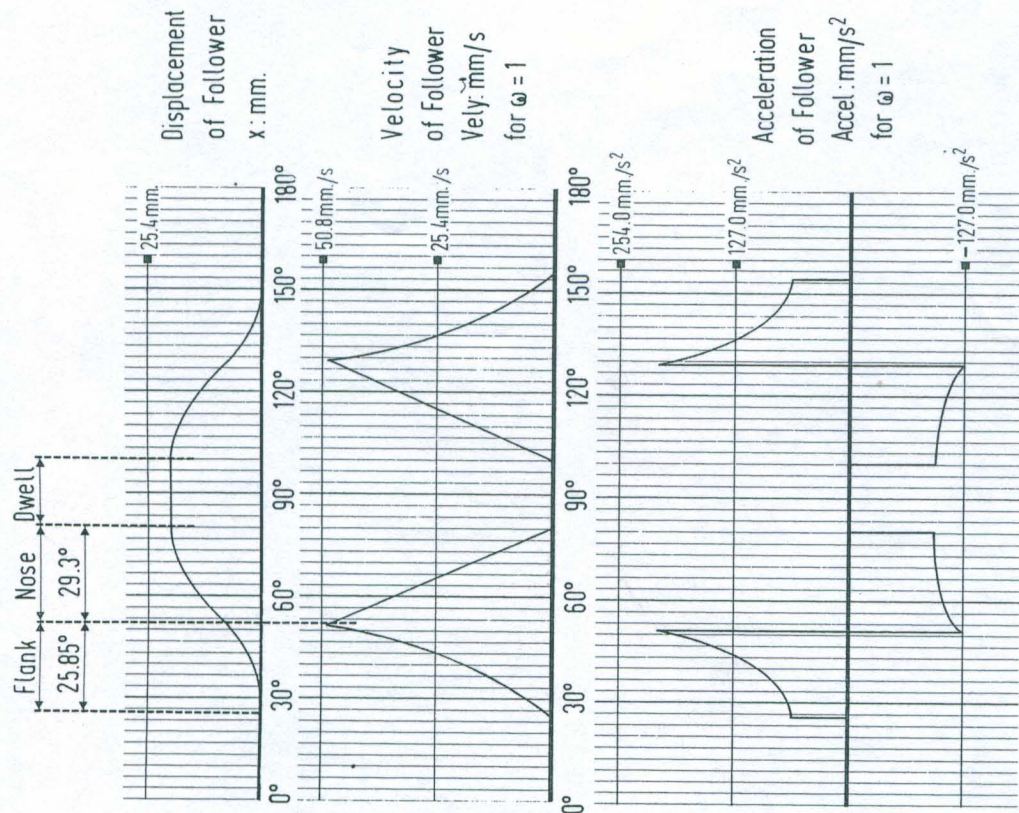
SCALE: $25.4 \text{ mm} = 31.26^\circ$

Fig. 8

Fig. 9
CONCAVE CAM WITH ROLLER FOLLOWER

Particulars of Cam

- R = 30.16mm (1.875 in)
- ρ = 101.6mm (4.00 in)
- r = 12.7 mm (0.50 in)
- r_0 = 14.3 mm (0.5625 in)
- d = 38.1 mm (1.50 in)
- d_1 = 38.6 mm (1.52 in)

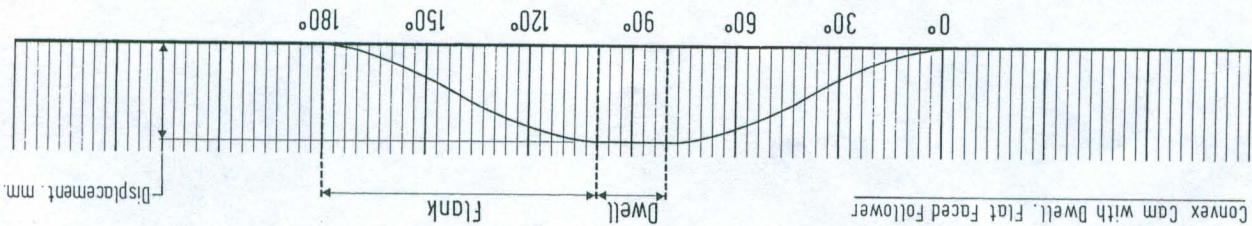
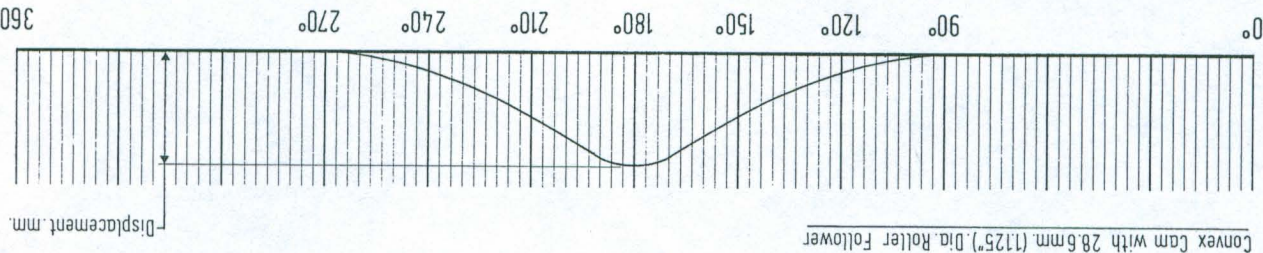
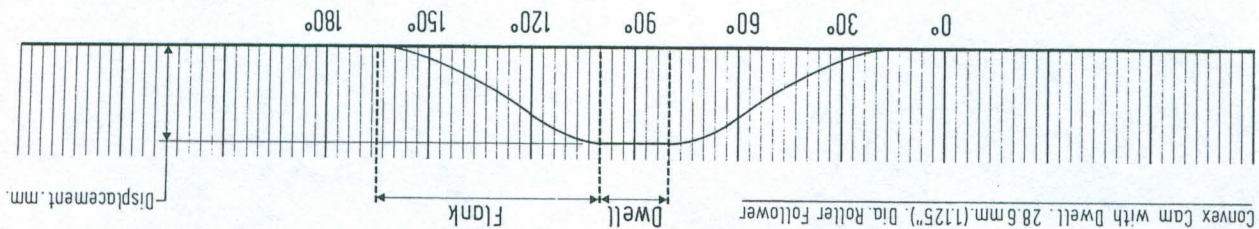
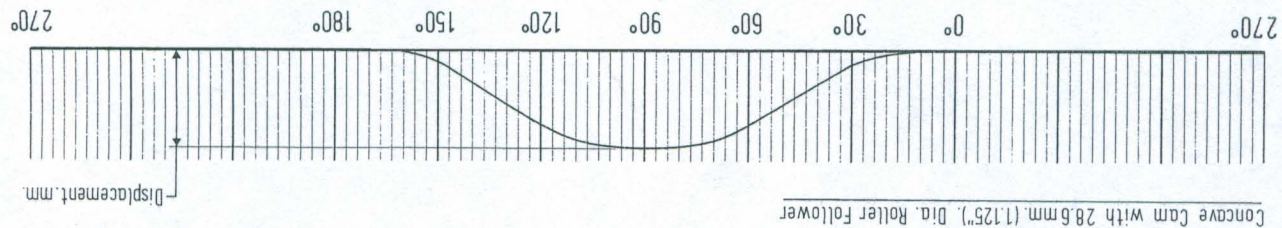
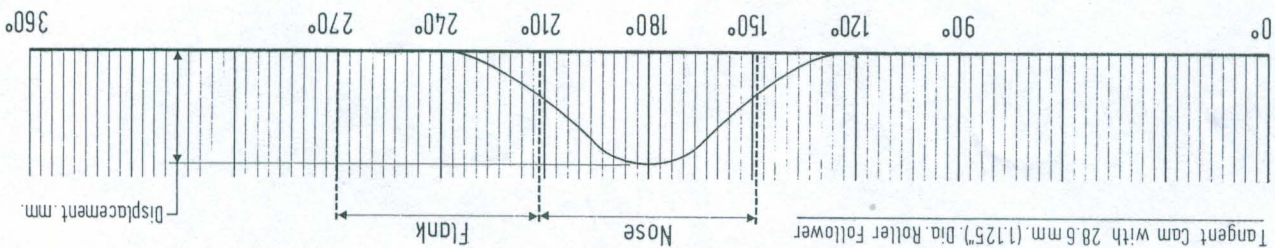


R=30.16 mm.(1.1875"). ρ = 101.6 mm. (4"). r = 12.7 mm. (0.50").
 r_0 = 14.3 mm.(0.5625"). d = 38.1 mm. (1.50"). d_1 = 38.6 mm. (1.52").

SCALE: 25.4 mm. = 31.26°

Fig. 9

Fig. 10



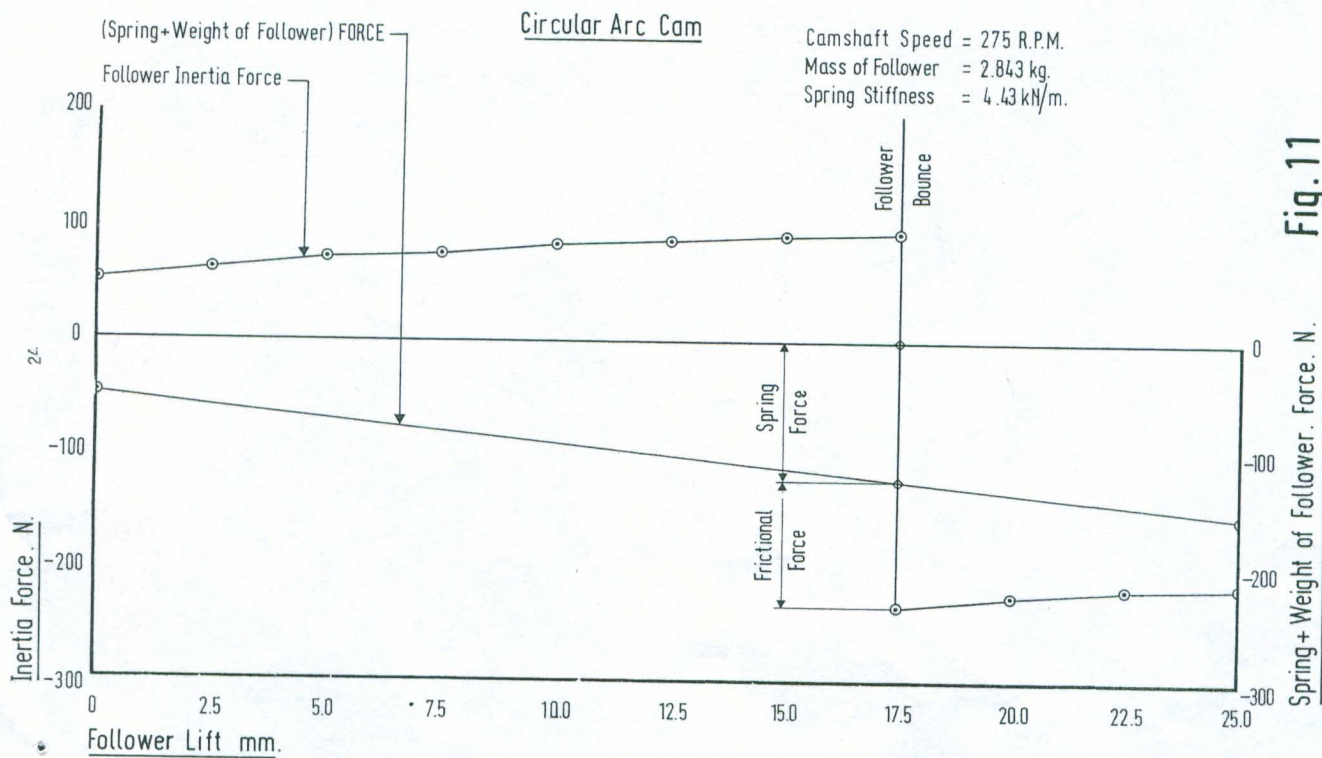


Fig. 11

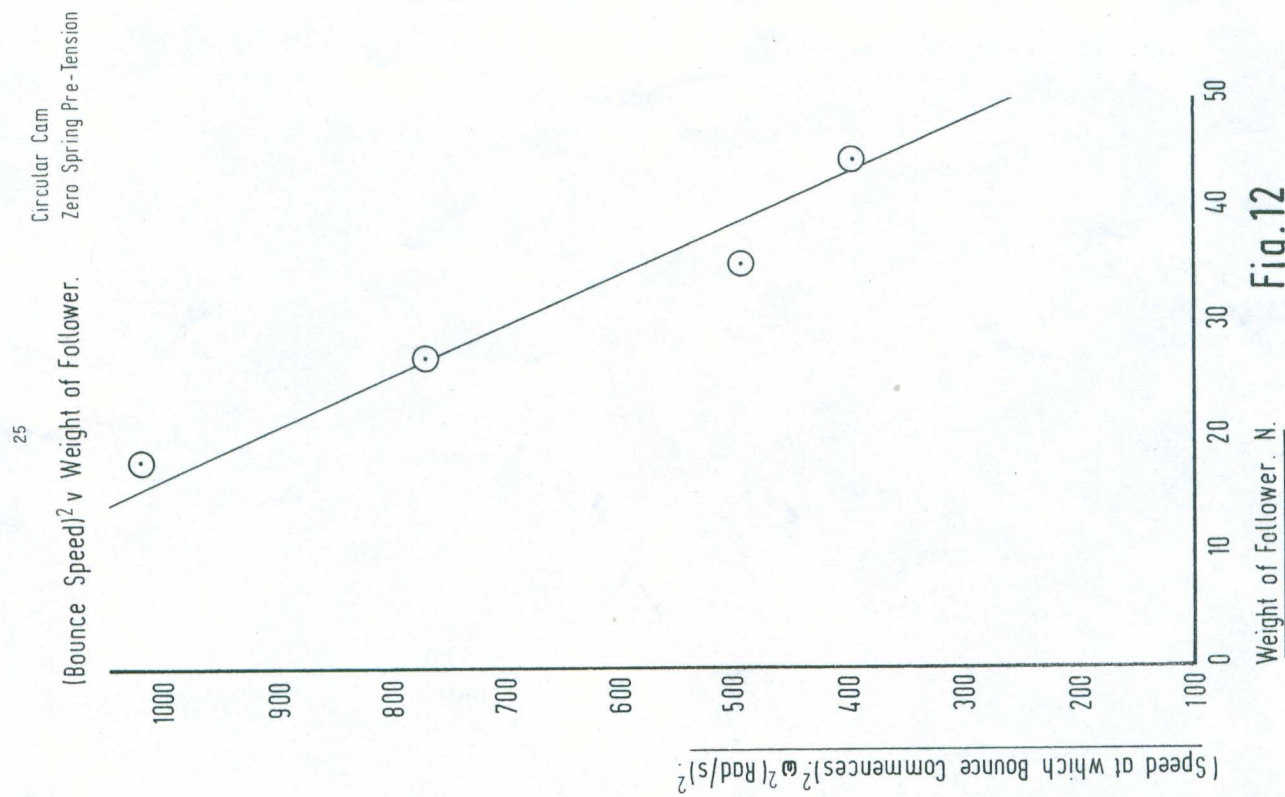


Fig. 12

Leva Tangencial

Detalle de la leva de acuerdo con el manual del I TecQuitment

$R_b := 25.4$ radio base $r_o := 14.3$ radio seguidor

$r := 12.7$ radio de la nariz

$\beta := 219$ viene del la grafica de desplazamiento (pag15 manual original)

$\gamma := 90 - \frac{\beta - 180}{2}$ es el ángulo entre la vertical y el radio base en el inicio de subida.

$$H_0 := \frac{R_b}{\cos\left(\gamma \cdot \frac{\pi}{180}\right)} \quad h := \frac{r}{\cos\left(\gamma \cdot \frac{\pi}{180}\right)}$$

$d := H_0 - h$

$d = 38.046$ Distancia entre los ejes

$$\theta := \frac{\beta - 180}{2}$$

Angulo que se requiere para encontrar la posición carteciana del primer punto.

$\theta = 19.5$

$$x := R_b \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta\right) \quad x = 23.943$$

Coordenadas carteciana s del punto 0

$$y := R_b \cdot \sin\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta\right) \quad y = 8.479$$

$$x_1 := r \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta\right) \quad x_1 = 11.972$$

Coordenadas carteciana s del punto 1

$$y_1 := d + r \cdot \sin\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta\right) \quad y_1 = 42.285$$

$$\text{pen} := \frac{y_1 - y}{x_1 - x} \quad b := y - x \cdot \text{pen}$$

$$x_n := 0, 0.1 .. 20$$

$$Y(x_n) := \text{pen} \cdot x_n + b \quad \text{Ecuación de la recta para el lado derecho}$$

$$\theta_n := 0, 0.1 .. 2\pi$$

$$R(\theta_n) := \frac{b}{(\sin(\theta_n) - \text{pen} \cdot \cos(\theta_n))} \quad \text{Ecuación de la recta para el lado derecho en forma polar}$$

$$x_2 := -x \quad x_2 = -23.943$$

$$y_2 := y \quad y_2 = 8.479$$

Puntos para determinar la ecuación de la recta izquierda

$$x_3 := -x_1 \quad x_3 = -11.972$$

$$y_3 := y_1 \quad y_3 = 42.285$$

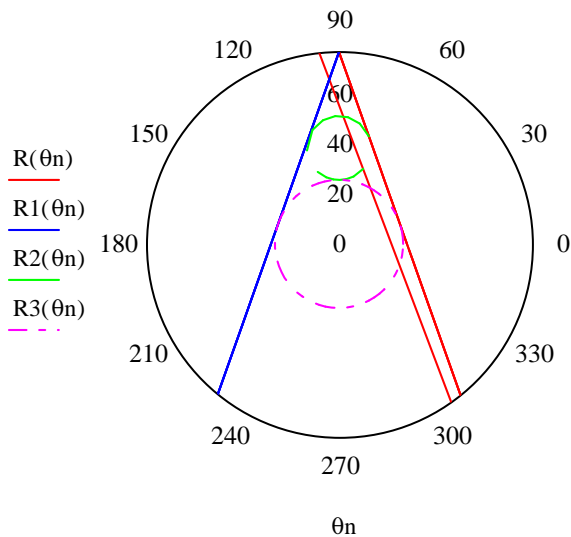
$$\text{pen}_1 := \frac{y_2 - y_3}{x_2 - x_3} \quad b_1 := y_2 - x_2 \cdot \text{pen}_1$$

$$Y_1(\theta_n) := \text{pen}_1 \cdot x_n + b_1 \quad \text{Ecuación de la recta para el lado izquierdo}$$

$$R_1(\theta_n) := \frac{b_1}{(\sin(\theta_n) - \text{pen}_1 \cdot \cos(\theta_n))} \quad \text{Ecuación de la recta para el lado izquierda en forma polar}$$

$$R_2(\theta_n) := d \cdot \sin(\theta_n) + \sqrt{d^2 \cdot (\sin(\theta_n))^2 - d^2 + r^2} \quad \text{Ecuación del círculo superior de la leva}$$

$$R_3(\theta_n) := R_b \cdot (\sin(\theta_n))^2 + R_b \cdot (\cos(\theta_n))^2 \quad \text{Ecuación del círculo base}$$



$$\beta_1 := 19.5 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_3 := 32 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_2 := 54.5 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_4 := 180 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$s_1(\theta_n) := R_3(\theta_n)$$

$$s_2(\theta_n) := R(\theta_n)$$

$$s_{x1}(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1, s_1(\theta_n), s_2(\theta_n))$$

$$s_3(\theta_n) := R_2(\theta_n)$$

$$s_{x2}(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2, s_{x1}(\theta_n), s_3(\theta_n))$$

$$s_4(\theta_n) := R(\theta_n)$$

$$s_{x3}(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2 + \beta_3, s_{x2}(\theta_n), s_4(\theta_n))$$

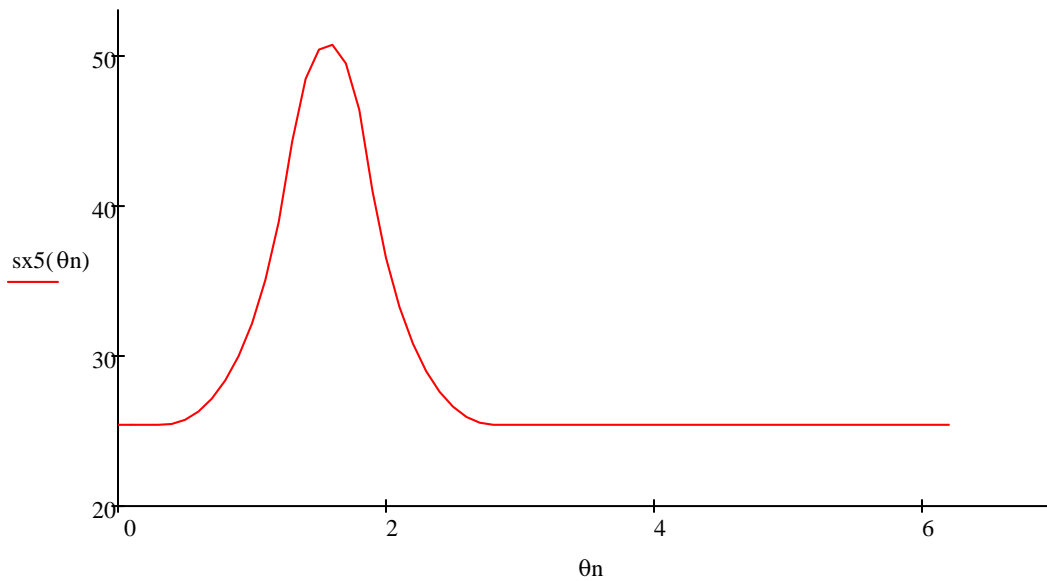
$$s_5(\theta_n) := R_1(\theta_n)$$

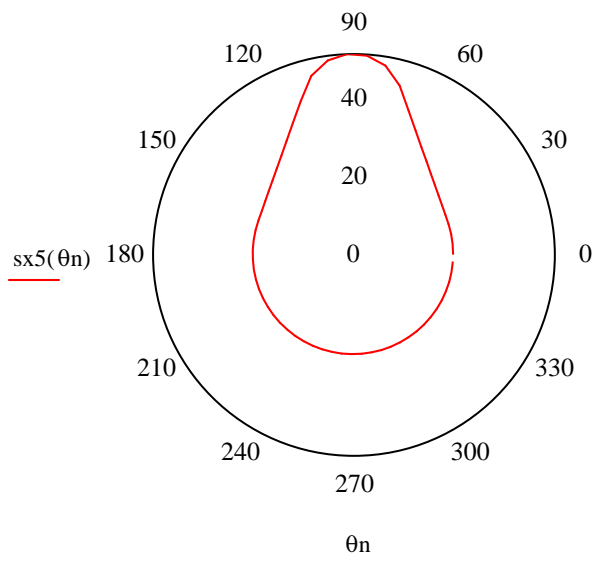
$$s_{x4}(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2 + \beta_3, s_{x3}(\theta_n), s_5(\theta_n))$$

$$s_6(\theta_n) := s_1(\theta_n)$$

$$s_{x5}(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + 2\beta_2 + \beta_3, s_{x4}(\theta_n), s_6(\theta_n))$$

Gráfica del Desplazamiento vs Angulo





Leva Concava 1

Detalle de la leva de acuerdo con el manual del I TecQuitment

Rb := 25.4 radio base ρ := 79.4 radio de subida

r := 12.7 radio de la nariz

d := 38.1 Distancia entre los ejes

θ := 1.13

Angulo que se requiere para encontrar la posición carteciana del primer punto.

θ1 := 35.96

$$x := Rb \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta\right) \quad x = 25.395$$

Coordenadas cartecianas del punto 0

$$y := Rb \cdot \sin\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta\right) \quad y = 0.501$$

$$x1 := r \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta1\right) \quad x1 = 10.28$$

Coordenadas cartecianas del punto 1

$$y1 := d + r \cdot \sin\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta1\right) \quad y1 = 45.558$$

Ecuaciones para encontrar el centro del flanco

$$X := 0 \quad Y := 0$$

Given

$$x1^2 - 2 \cdot x1 \cdot X + X^2 + y1^2 - 2 \cdot y1 \cdot Y + Y^2 = \rho^2$$

$$x^2 - 2 \cdot x \cdot X + X^2 + y^2 - 2 \cdot y \cdot Y + Y^2 = \rho^2$$

$$\begin{pmatrix} X_{cen} \\ Y_{cen} \end{pmatrix} := \text{Find}(X, Y) \quad \text{Condenadas del centro del flanco, con Xcen negativo es del otro lado.}$$

$$\theta_n := 0, 0.1 .. 2\pi$$

$$R1(\theta_n) := R_b \cdot (\sin(\theta_n))^2 + R_b \cdot (\cos(\theta_n))^2$$

$$R2(\theta_n) := d \cdot \sin(\theta_n) + \sqrt{d^2 \cdot (\sin(\theta_n))^2 - d^2 + r^2}$$

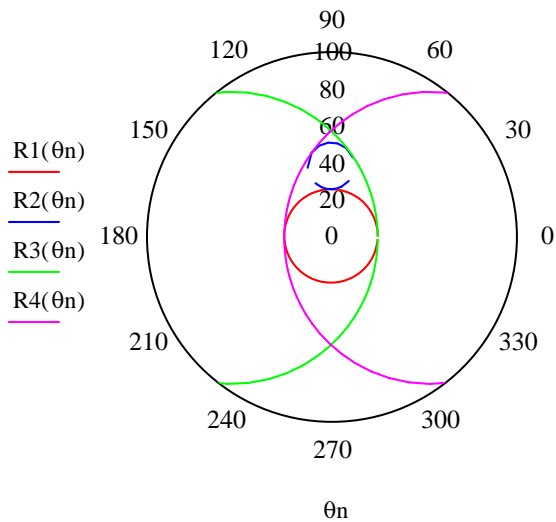
Para encontrar las ecuacion que aplica el flanco se tiene

$$c := \sqrt{X_{cen}^2 + Y_{cen}^2}$$

$$\alpha := (180 + \theta) \cdot \frac{\pi}{180} \quad \alpha_2 := (360 - \theta) \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$R3(\theta_n) := c \cdot \cos(\theta_n - \alpha) + \sqrt{(c \cdot \cos(\theta_n - \alpha))^2 - c^2 + \rho^2}$$

$$R4(\theta_n) := c \cdot \cos(\theta_n - \alpha_2) + \sqrt{(c \cdot \cos(\theta_n - \alpha_2))^2 - c^2 + \rho^2}$$



$$\beta_1 := \theta \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_3 := 25.44 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_2 := 76.15 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_4 := 180 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$s1(\theta_n) := R1(\theta_n)$$

$$s2(\theta_n) := R3(\theta_n)$$

$$sx1(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1, s1(\theta_n), s2(\theta_n))$$

$$s3(\theta_n) := R2(\theta_n)$$

$$sx2(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2, sx1(\theta_n), s3(\theta_n))$$

$$s4(\theta_n) := R4(\theta_n)$$

$$sx3(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2 + \beta_3, sx2(\theta_n), s4(\theta_n))$$

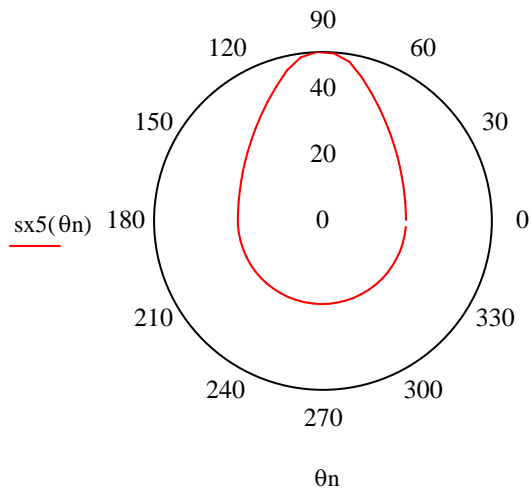
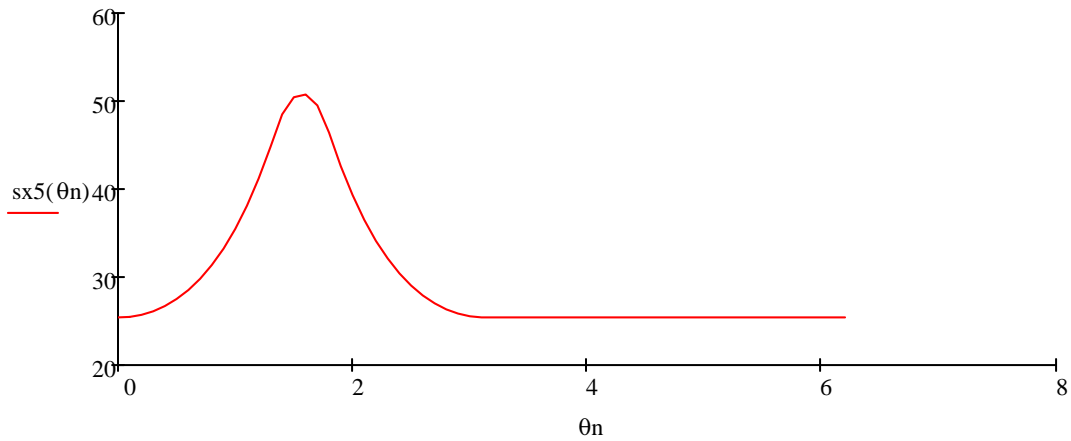
$$s5(\theta_n) := R1(\theta_n)$$

$$sx4(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + 2\beta_2 + \beta_3, sx3(\theta_n), s5(\theta_n))$$

$$s6(\theta_n) := s1(\theta_n)$$

$$sx5(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + 2\beta_2 + \beta_3, sx4(\theta_n), s6(\theta_n))$$

Gráfica del Desplazamiento vs Angulo



Leva Concava 2

Detalle de la leva de acuerdo con el manual del I TecQuitment

Rb := 25.8 radio base ρ := 87.3 radio de subida

r := 25.4 radio de la nariz

d := 21.4 Distancia entre los ejes

θ := -8.93

Angulo que se requiere para encontrar la posición carteciana del primer punto.

θ1 := 11.04

$$x := Rb \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta\right) \quad x = 25.487$$

Coordenadas cartecianas del punto 0

$$y := Rb \cdot \sin\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta\right) \quad y = -4.005$$

$$x1 := r \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta1\right) \quad x1 = 24.93$$

Coordenadas cartecianas del punto 1

$$y1 := d + r \cdot \sin\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta1\right) \quad y1 = 26.264$$

Ecuaciones para encontrar el centro del flanco

$$X := 0 \quad Y := 0$$

Given

$$x1^2 - 2 \cdot x1 \cdot X + X^2 + y1^2 - 2 \cdot y1 \cdot Y + Y^2 = \rho^2$$

$$x^2 - 2 \cdot x \cdot X + X^2 + y^2 - 2 \cdot y \cdot Y + Y^2 = \rho^2$$

$$\begin{pmatrix} X_{cen} \\ Y_{cen} \end{pmatrix} := \text{Find}(X, Y) \quad \text{Condenadas del centro del flanco, con Xcen negativo es del otro lado.}$$

$$\theta_n := 0, 0.1 .. 2\pi$$

$$R1(\theta_n) := R_b \cdot (\sin(\theta_n))^2 + R_b \cdot (\cos(\theta_n))^2$$

$$R2(\theta_n) := d \cdot \sin(\theta_n) + \sqrt{d^2 \cdot (\sin(\theta_n))^2 - d^2 + r^2}$$

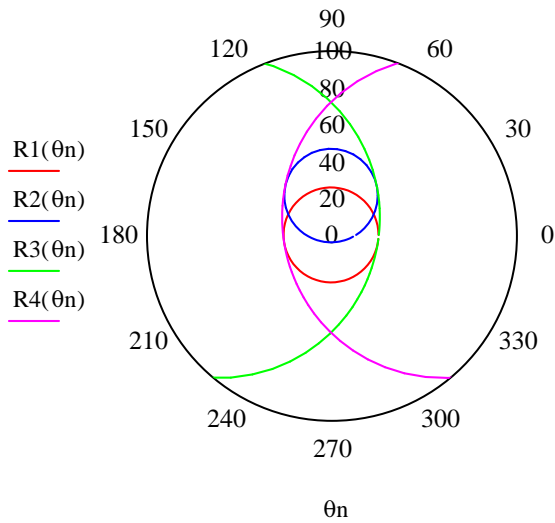
Para encontrar las ecuación que aplica el flanco se tiene

$$c := \sqrt{X_{cen}^2 + Y_{cen}^2}$$

$$\alpha := (180 + \theta) \cdot \frac{\pi}{180} \quad \alpha_2 := (360 - \theta) \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$R3(\theta_n) := c \cdot \cos(\theta_n - \alpha) + \sqrt{(c \cdot \cos(\theta_n - \alpha))^2 - c^2 + \rho^2}$$

$$R4(\theta_n) := c \cdot \cos(\theta_n - \alpha_2) + \sqrt{(c \cdot \cos(\theta_n - \alpha_2))^2 - c^2 + \rho^2}$$



$$\beta_1 := 46.49 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_3 := 55.42 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_5 := -\theta \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_2 := 87.01 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_4 := 162.14 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$s1(\theta_n) := R3(\theta_n)$$

$$s2(\theta_n) := R2(\theta_n)$$

$$sx1(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1, s1(\theta_n), s2(\theta_n))$$

$$s3(\theta_n) := R4(\theta_n)$$

$$sx2(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2, sx1(\theta_n), s3(\theta_n))$$

$$s4(\theta_n) := R1(\theta_n)$$

$$sx3(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2 + \beta_3, sx2(\theta_n), s4(\theta_n))$$

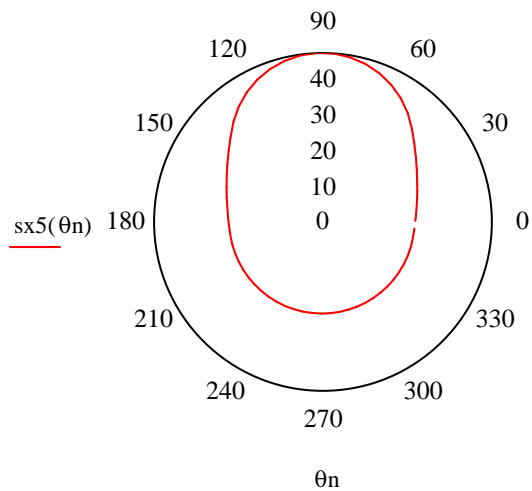
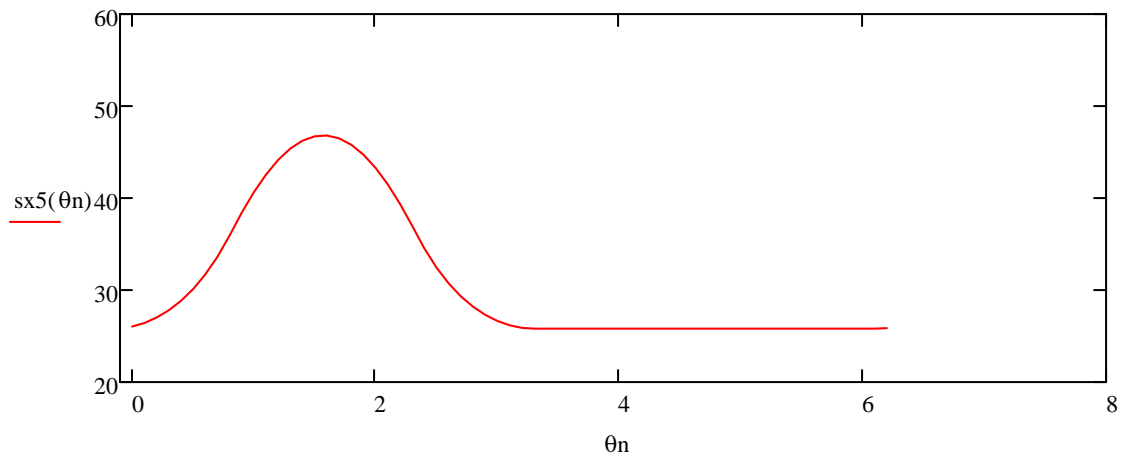
$$s5(\theta_n) := R3(\theta_n)$$

$$sx4(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4, sx3(\theta_n), s5(\theta_n))$$

$$s6(\theta_n) := s1(\theta_n)$$

$$sx5(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4, sx4(\theta_n), s6(\theta_n))$$

Gráfica del Desplazamiento vs Angulo



Leva Convexa

Detalle de la leva de acuerdo con el manual del I TecQuitment

Rb := 30.16 radio base ρ := 101.6 radio de subida

r := 12.7 radio de la nariz

d := 38.1 Distancia entre los ejes d2 := 4.45

θ := 28.14

Angulo que se requiere para encontrar la posición carteciana del primer punto.

θ1 := 12.14

θ2 := 90

$x := Rb \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta\right)$ x = 26.595

Coordenadas cartecianas del punto 0

$y := Rb \cdot \sin\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta\right)$ y = 14.224

$x1 := d + r \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta1\right)$ x1 = 16.866

Coordenadas cartecianas del punto 1

$y1 := d + r \cdot \sin\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta1\right)$ y1 = 40.771

$x2 := d2 + r \cdot \cos\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta2\right)$ x2 = 4.45

Coordenadas cartecianas del punto 2

$y2 := d + r \cdot \sin\left(\frac{\pi}{180} \cdot \theta2\right)$ y2 = 50.8

Ecuaciones para encontrar el centro del flanco

θn := 0, 0.1 .. 2π

X := 100 Y := 100

Given

$$(x - X)^2 + (y - Y)^2 = \rho^2$$

$$(x1 - X)^2 + (y1 - Y)^2 = \rho^2$$

$$\begin{pmatrix} X_{cen} \\ Y_{cen} \end{pmatrix} := \text{Find}(X, Y)$$

$$X_{cen} = 116.198$$

$$Y_{cen} = 62.119$$

Coordenadas del centro del flanco, con Xcen negativo es del otro lado.

Ecuación para encontrar el centro de la salida del flanco

$$\theta_n := 0, 0.1 .. 2\pi$$

$$X2 := 5 \quad Y2 := 30$$

Given

$$(x2 - X2)^2 + (y2 - Y2)^2 = r^2$$

$$(x1 - X2)^2 + (y1 - Y2)^2 = r^2$$

$$\begin{pmatrix} X_{cen1} \\ Y_{cen1} \end{pmatrix} := \text{Find}(X2, Y2)$$

$$X_{cen1} = 4.45$$

$$Y_{cen1} = 38.1$$

Coordenadas del centro del flanco, con Xcen negativo es del otro lado.

$$R1(\theta_n) := Rb \cdot (\sin(\theta_n))^2 + Rb \cdot (\cos(\theta_n))^2$$

$$R2(\theta_n) := \frac{d + r}{\sin(\theta_n)}$$

Para encontrar las ecuación que aplica el flanco se tiene

$$c := \sqrt{X_{cen}^2 + Y_{cen}^2}$$

$$\alpha := (\theta) \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\alpha2 := (180 - \theta) \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$R3(\theta_n) := c \cdot \cos(\theta_n - \alpha) - \sqrt{(c \cdot \cos(\theta_n - \alpha))^2 - c^2 + \rho^2}$$

$$R4(\theta_n) := c \cdot \cos(\theta_n - \alpha2) - \sqrt{(c \cdot \cos(\theta_n - \alpha2))^2 - c^2 + \rho^2}$$

Para encontrar las ecuación que al final del flanco

$$c := \sqrt{X_{cen1}^2 + Y_{cen1}^2}$$

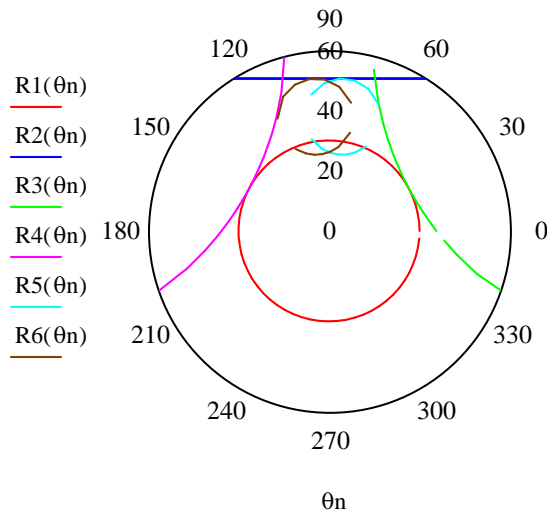
$$\theta_{cen} := \text{atan}\left(\frac{Y_{cen1}}{X_{cen1}}\right) \cdot \frac{180}{\pi}$$

$$\alpha_3 := (\theta_{cen}) \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\alpha_4 := (180 - \theta_{cen}) \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$R5(\theta_n) := c \cdot \cos(\theta_n - \alpha_3) + \sqrt{(c \cdot \cos(\theta_n - \alpha_3))^2 - c^2 + r^2}$$

$$R6(\theta_n) := c \cdot \cos(\theta_n - \alpha_4) + \sqrt{(c \cdot \cos(\theta_n - \alpha_4))^2 - c^2 + r^2}$$



$$\beta_1 := \theta \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_3 := 17.46 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_5 := 180 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_2 := 39.4 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\beta_4 := 10 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$s1(\theta_n) := R1(\theta_n)$$

$$s2(\theta_n) := R3(\theta_n)$$

$$sx1(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1, s1(\theta_n), s2(\theta_n))$$

$$s3(\theta_n) := R5(\theta_n)$$

$$sx2(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2, sx1(\theta_n), s3(\theta_n))$$

$$s4(\theta_n) := R2(\theta_n)$$

$$sx3(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2 + \beta_3, sx2(\theta_n), s4(\theta_n))$$

$$s5(\theta_n) := R6(\theta_n)$$

$$sx4(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4, sx3(\theta_n), s5(\theta_n))$$

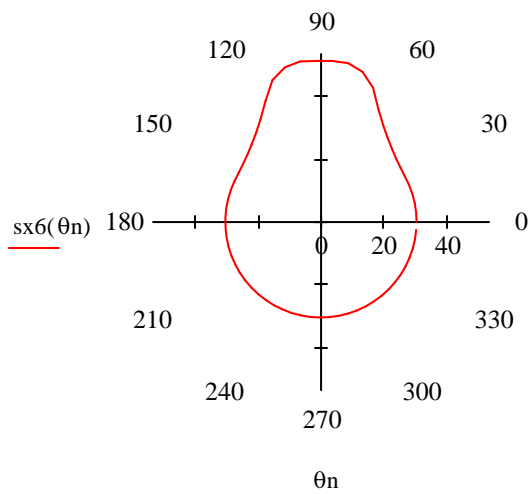
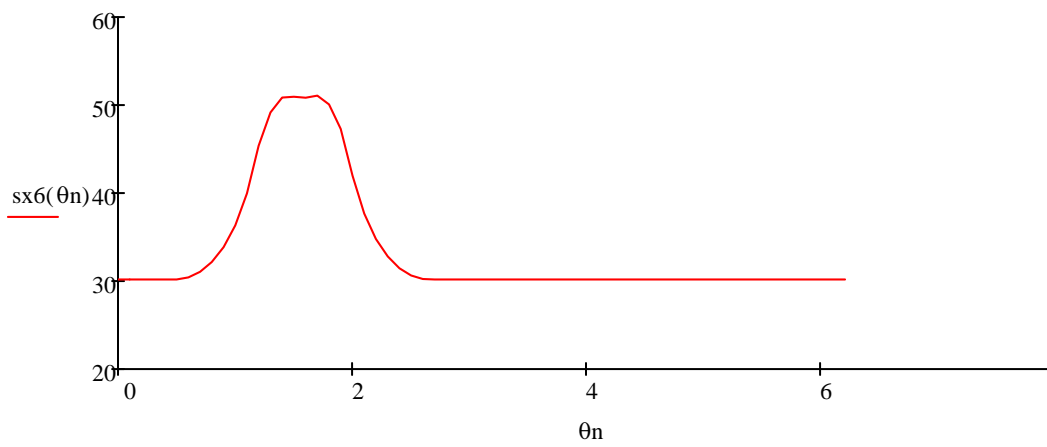
$$s6(\theta_n) := R4(\theta_n)$$

$$sx5(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + \beta_2 + 2\beta_3 + \beta_4, sx4(\theta_n), s6(\theta_n))$$

$$s7(\theta_n) := R1(\theta_n)$$

$$sx6(\theta_n) := \text{if}(\theta_n < \beta_1 + 2\beta_2 + 2\beta_3 + \beta_4, sx5(\theta_n), s7(\theta_n))$$

Gráfica del Desplazamiento vs Angulo



Comparación entre geometría de leva y resultados obtenidos Leva Tangencial

Matrices de calculo

Número de muestras que se utilizan

leva vieja seg. plano	leva vieja seg. rodillo	leva nueva seg. plano	leva nueva seg. rodillo
nvp := 0 .. 11	nvr := 0 .. 19	nnp := 0 .. 12	nnr := 0 .. 8

Factor de ajuste de levas debido a la geometría indicada en el manual de uso original

$$fvp := 0.913787781 \quad fvr := 0.938776939 \quad fnp := 1.105074962 \quad fnr := 2.86034281$$

$$\tan v_{nvp,1} := \tan v_{nvp,1} \cdot fvp$$

$$\tan v_{nvr,1} := \tan v_{nvr,1} \cdot fvr$$

$$\tan n_{nnp,1} := \tan n_{nnp,1} \cdot fnp$$

$$\tan n_{nnr,1} := \tan n_{nnr,1} \cdot fnr$$

Posicionamiento de la desplazamiento dentro de las otras graficas

$$\tan r(\theta_n) := sx5(\theta_n) - 25.4$$

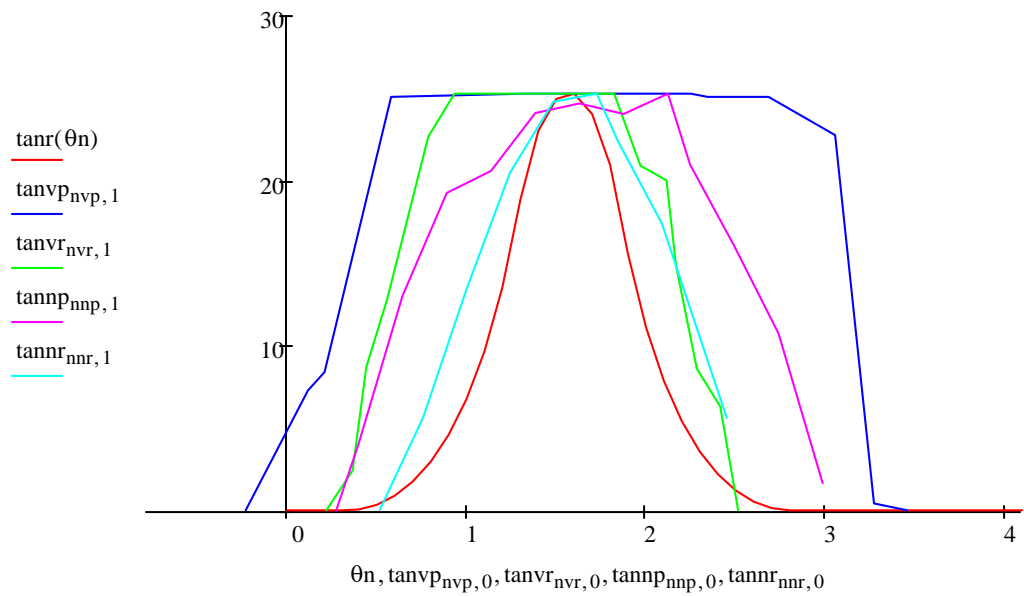
Posicionamiento de la los datos obtenidos en el rango de análisis

$$\tan v_{nvp,0} := \tan v_{nvp,0} - 0.9\pi$$

$$\tan n_{nnp,0} := \tan n_{nnp,0} - 1.05\pi$$

$$\tan v_{nvr,0} := \tan v_{nvr,0} - 1.2\pi$$

$$\tan n_{nnr,0} := \tan n_{nnr,0} - 1.22\pi$$



► Cálculo de correlaciones

leva vieja
seg. rodillo

$$c_{tr_{tvr}} = 0.75$$

leva vieja
seg. plano

$$c_{tr_{tvp}} = 0.466$$

leva nueva
seg. rodillo


$$c_{tr_{tnr}} = 0.947$$

leva nueva
seg. plano

$$c_{tr_{tnp}} = 0.733$$

Como podemos observar la correlación que existe entre el sistema nuevo y el sistema viejos es muy clara, no que nos lleva concluir que se ha mejorado.

Comparación entre geometría de leva y resultados obtenidos Leva Concava1

 Matrices de calculo

Número de muestras que se utilizan

leva vieja seg. plano	leva vieja seg. rodillo	leva nueva seg. plano	leva nueva seg. rodillo
nvp := 0 .. 45	nvr := 0 .. 23	nnp := 0 .. 10	nnr := 0 .. 11

Fator de ajuste de levas debido a la geometría indicada en el manual de uso original

$$fvp := 1.962128253 \quad fvr := 0.924500073 \quad fnp := 1.563535277 \quad fnr := 2.937116588$$

$$\text{convp}_{nvp,1} := \text{convp}_{nvp,1} \cdot fvp \qquad \text{convr}_{nvr,1} := \text{convr}_{nvr,1} \cdot fvr$$

$$\text{connp}_{nnp,1} := \text{connp}_{nnp,1} \cdot fnp \qquad \text{connr}_{nnr,1} := \text{connr}_{nnr,1} \cdot fnr$$

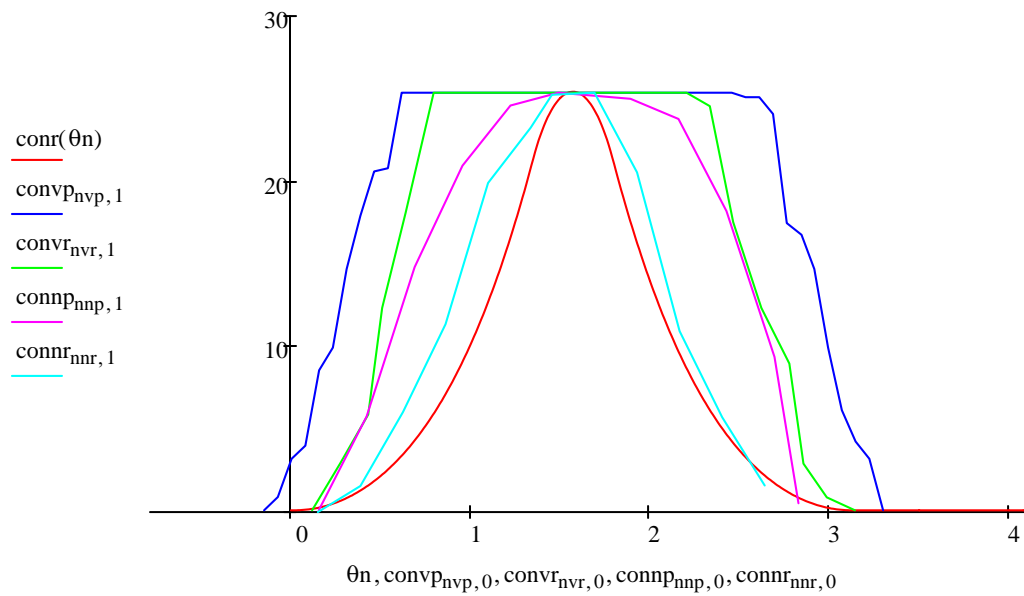
Posicionamiento de la desplazamiento dentro de las otras graficas

$$\text{conr}(\theta_n) := \text{sx5}(\theta_n) - 25.4$$

Posicionamiento de la los datos obtenidos en el rango de análisis

$$\text{convp}_{nvp,0} := \text{convp}_{nvp,0} - 0.95\pi \qquad \text{connp}_{nnp,0} := \text{connp}_{nnp,0} - 1.1\pi$$

$$\text{convr}_{nvr,0} := \text{convr}_{nvr,0} - 1\pi \qquad \text{connr}_{nnr,0} := \text{connr}_{nnr,0} - 1.16\pi$$




► Cálculo de correlaciones

leva vieja seg. rodillo	leva nueva seg. rodillo
$c_{tr_tvr} = 0.761$	$c_{tr_tnr} = 0.974$
leva vieja seg. plano	leva nueva seg. plano
$c_{tr_tvp} = 0.628$	$c_{tr_tnp} = 0.84$

Como podemos observar la coorelacion que existe entre el sistema nuevo y el sistema viejos es muy clara, no que nos lleva concluir que se ha mejorado.

Comparación entre geometría de leva y resultados obtenidos Leva Concava2

 Matrices de calculo

Número de muestras que se utilizan

leva vieja seg. plano	leva vieja seg. rodillo	leva nueva seg. plano	leva nueva seg. rodillo
nvp := 0 .. 16	nvr := 0 .. 21	nnp := 0 .. 15	nnr := 0 .. 13

Fator de ajuste de levas debido a la geometría indicada en el manual de uso original

$$fvp := 0.762685374 \quad fvr := 0.762851741 \quad fnp := 1.399435883 \quad fnr := 3.387303634$$

$$\text{convp}_{nvp,1} := \text{convp}_{nvp,1} \cdot fvp \qquad \text{convr}_{nvr,1} := \text{convr}_{nvr,1} \cdot fvr$$

$$\text{connp}_{nnp,1} := \text{connp}_{nnp,1} \cdot fnp \qquad \text{connr}_{nnr,1} := \text{connr}_{nnr,1} \cdot fnr$$

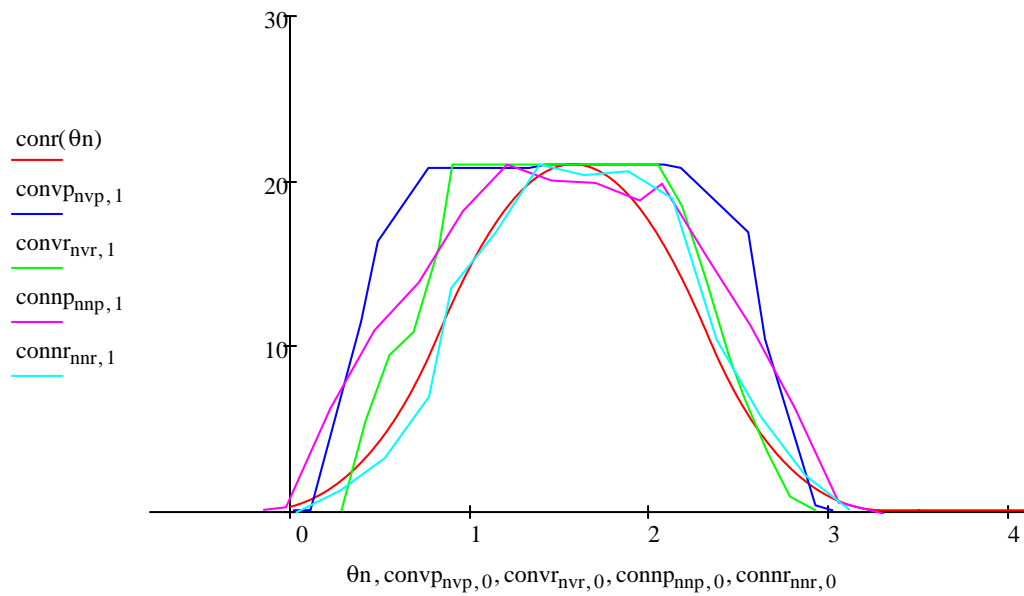
Posicionamiento de la desplazamiento dentro de las otras graficas

$$\text{conr}(\theta_n) := \text{sx5}(\theta_n) - 25.8$$

Posicionamiento de la los datos obtenidos en el rango de análisis

$$\text{convp}_{nvp,0} := \text{convp}_{nvp,0} - 1.04\pi \qquad \text{connp}_{nnp,0} := \text{connp}_{nnp,0} - 0.95\pi$$

$$\text{convr}_{nvr,0} := \text{convr}_{nvr,0} - 1.07\pi \qquad \text{connr}_{nnr,0} := \text{connr}_{nnr,0} - 1.01\pi$$



► Cálculo de correlaciones

leva vieja seg. rodillo	leva nueva seg. rodillo
$c_{tr_{tvr}} = 0.948$	$c_{tr_{tnr}} = 0.985$
leva vieja seg. plano	leva nueva seg. plano
$c_{tr_{tvp}} = 0.84$	$c_{tr_{tnp}} = 0.945$

Como podemos observar la correlación que existe entre el sistema nuevo y el sistema viejos es muy clara, no que nos lleva concluir que se ha mejorado.

Comparación entre geometría de leva y resultados obtenidos

Leva Convexa

 Matrices de calculo

Número de muestras que se utilizan

leva vieja	leva nueva
seg. rodillo	seg. rodillo
$nvr := 0..10$	$nnr := 0..10$

Fator de ajuste de levas debido a la geometria indicada en el manual de uso original

$$fvr := 0.772011532$$

$$fnr := 2.628527853$$

$$\text{connr}_{nnr,1} := \text{connr}_{nnr,1} \cdot fnr$$

$$\text{convr}_{nvr,1} := \text{convr}_{nvr,1} \cdot fvr$$

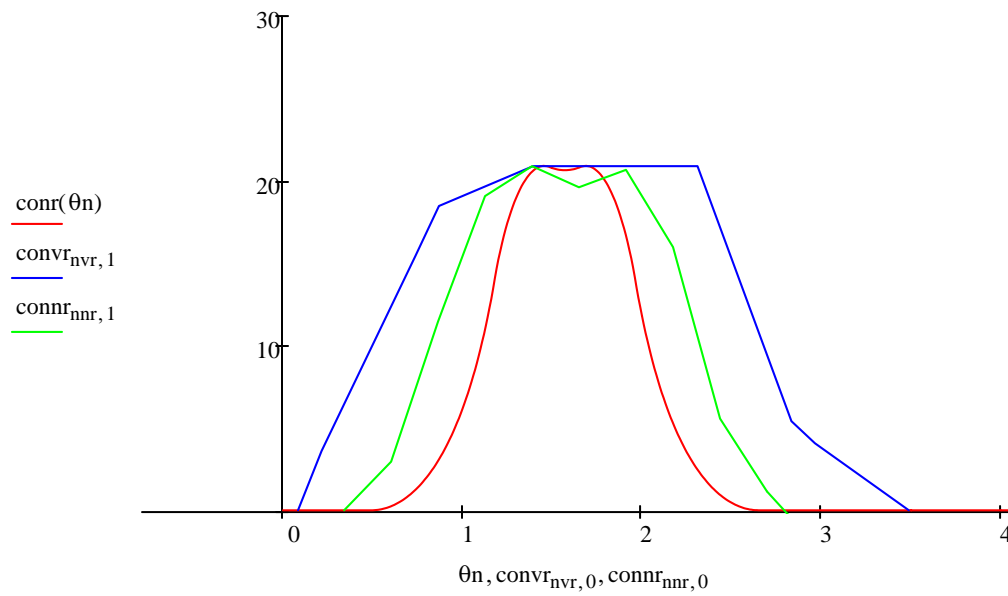
Posicionamiento de la desplazamiento dentro de las otras graficas

$$\text{conr}(\theta_n) := \text{sx6}(\theta_n) - 30.16$$

Posicionamiento de la los datos obtenidos en el rango de análisis

$$\text{convr}_{nvr,0} := \text{convr}_{nvr,0} - 0.89\pi$$

$$\text{connr}_{nnr,0} := \text{connr}_{nnr,0} - 1.1\pi$$



► Calculo de correlaciones

leva vieja
seg. rodillo

$$c_{tr_{tvr}} = 0.56$$

leva nueva
seg. rodillo

$$c_{tr_{tnr}} = 0.737$$

Como podemos observar la coorelacion que existe entre el sistema nuevo y el sistema viejos es muy clara, no que nos lleva concluir que se ha mejorado.

ANEXO F. Financiero

a. Facturas

- i. Comercial eléctrico**
- ii. Ferrisariato**
- iii. TecomPartes**
- iv. RadioCom.**
- v. Electro Comercial**
- vi. Indulec**
- vii. National Instrument**
- viii. Elementos mecánicos**

b. Cuadros Financieros

- i. Daq – Sensor**
- ii. Inversiones**
- iii. Honorarios Directores**
- iv. Imprevistos**
- v. Salario Proyectista**
- vi. TIR VAN**

Facturas Comercial Eléctrico			
	valor	Cant total	Costo
Absorvedor de suledas	13	1	\$13.00
baquelita	1	4	\$4.00
acido	0.6	5	\$3.00
operador 7808	0.6	4	\$2.40
2n2222a	0.2	4	\$0.80
socalos 4 in	0.1	5	\$0.50
4n25	1.1	6	\$6.60
resistencias	0.05	27	\$1.35
lm741cn	0.5	4	\$2.00
fusibles	0.1	13	\$1.30
zener	0.15	4	\$0.60
resistencia 1	0.3	2	\$0.60
lagartos	0.15	4	\$0.60
diodos	0.1	4	\$0.40
resistencia 2	0.45	1	\$0.45
ventilador	1.9	1	\$1.90
banana hembra	0.2	23	\$4.60
banana macho	0.2	17	\$3.40
rollo de suelda	1	2.5	\$2.50
LED	0.4	4	\$1.60
caja protectora	1	5.9	\$5.90
cable	0.45	6	\$2.70
jack	0.45	2	\$0.90
proto wish	14.5	1	\$14.50
marcador	1.5	1	\$1.50
Costo total Materiales			\$77.10

Ferrisariato			
	valor	Cant total	Costo
pintura 85g	2.51	2	5.02
brocas 1/16	1.49	1	1.49
pintura 340g	4.5	1	4.5
			11.01

TecomPartes			
	valor	Cant total	Costo
capasitores 1	0.13	2	0.26
capasitores 2	0.11	4	0.44
switch	0.34	1	0.34
			1.04

RadioCom			
	valor	Cant total	Costo
potenciometro 100	17.1	1	17.1
banana macho	0.25	3	0.75
relay	6.55	3	19.65
lagartos	0.3	2	0.6
resistencia	0.05	23	1.15
potenciometro 500	0.67	1	0.67
Fusible	0.09	1	0.09
LED	0.11	1	0.11
			40.12

Electro Comercial			
	valor	Cant total	Costo
fuentes llas3000	30.52	1	30.52
			30.52

Indulec			
	valor	Cant total	Costo
Sensor fotoeléctrico	91.01	1	91.01
			91.01

National Instruments			
	valor	Cant total	Costo
NI USB 6009	\$396.48	1	\$396.48
			\$396.48

Elementos Mecánicos			
	valor	Cant total	Costo
tornillo 6x 5/8	0.2	1	0.2
tornillo estufa 1/8x1		0	0
tronillos 5/32 x1	0.0175	8	0.14
tuercas 5/32	0.01	8	0.08
sierra	1.48	1	1.48
arandela 18mm	0.09	2	0.18
prisionero m5x6	0.09	2	0.18
machuelo	3.1	1	3.1
			5.36

Costo del Sensor Fotoeléctrico

	valor		Cant total	Costo
NI USB 6009	\$396.48	1	1	\$396.48
			TOTAL	\$396.48

Costo tarjeta DAQ

	valor		Cant total	Costo
Sensor fotoeléctrico	\$91.01	1	1	\$91.01
				\$91.01

Costo total inversiones

NI USB 6009	\$396.48	1	1	\$396.48
Sensor fotoeléctrico	\$91.01	1	1	\$91.01
Costo total inversiones				\$487.49

Costo del Sensor Fotoeléctrico

	valor		Cant total	Costo
NI USB 6009	\$396.48	1	1	\$396.48
			TOTAL	\$396.48

Costo tarjeta DAQ

	valor		Cant total	Costo
Sensor fotoeléctrico	\$91.01	1	1	\$91.01
				\$91.01

Costo total inversiones

NI USB 6009	\$396.48	1	1	\$396.48
Sensor fotoeléctrico	\$91.01	1	1	\$91.01
Costo total inversiones				\$487.49

Honorarios de los Directores de la PROYECTO

Cant.	Posición	Meses - H	Valor M - H	Valor total
2	Ingeniero encargado de laboratorio	5	150	750
				750

Honorarios (derechos de grado)	750
---------------------------------------	-----

Cálculo de costos de imprevistos

totales	\$652.64
Costo Total no profesional	\$1,142.86
Honorarios (derechos de grado)	\$750.00
Costo total inversiones	\$487.49
TOTAL COSTOS	\$3,032.99
IMPREVISTOS	\$303.30
TOTAL INVERSIÓN	\$3,336.29

Salario por ejecución del proyecto al realizador

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	15/02	15/03	15/04	15/05	15/06	15/07	15/08	15/09	15/10	15/11	15/12	
tiempo hora/día	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	
días trabajados	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
horas	0	0	80	80	80	80	80	80	80	80	0	
costo	\$0.00	\$0.00	\$142.86	\$142.86	\$142.86	\$142.86	\$142.86	\$142.86	\$142.86	\$142.86	\$0.00	\$1,142.86

Sueldo mensual \$300.00
horas/mes 168
Costo/hora \$1.79

Costo Total no profesional	\$1,142.86
-----------------------------------	-------------------

Cálculo de TIR y el VAN (al 12%)

MAQUINA NUEVA	7900.72
---------------	---------

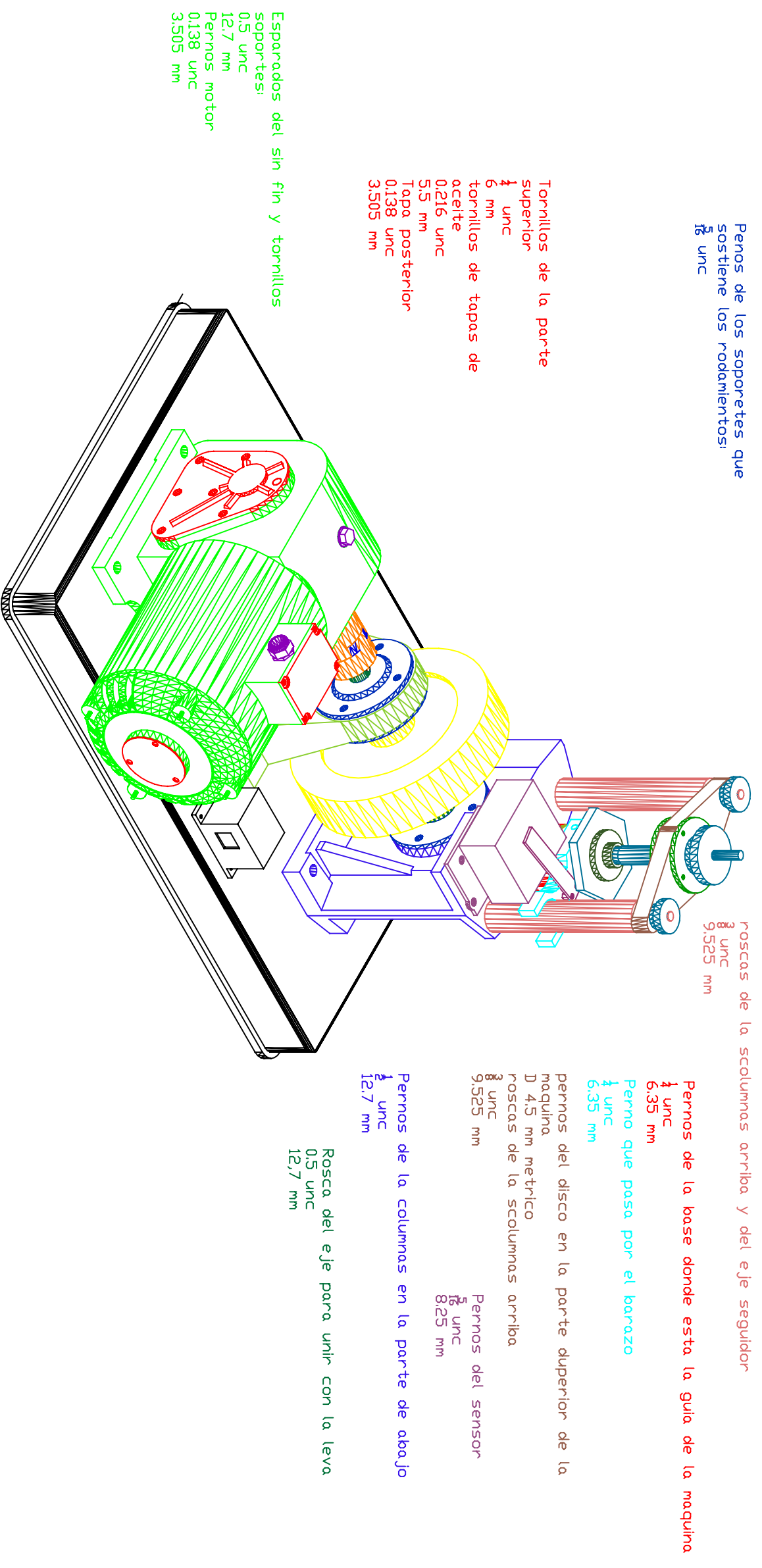
MEJORA DE MAQUINA	3336.29
-------------------	---------

	AÑO 0	AÑOS 1	AÑOS 2	AÑOS 3	AÑOS 4	AÑOS 5	SUMA
FLUJOS DE EFECTIVO	-3336.29	1580.14	1580.14	1580.14	1580.14	1580.14	4564.43
							TIR
							37.85%
							Flujos de efectivo a precios reales
							5696.06
Costo beneficio del proyecto				1.71			

ahorro en el mejoramiento en vez de comprar la máquina nueva

$$CB = \frac{\text{Flujo de efectivo a precios reales}}{\text{Mejoras de máquina}}$$

ANEXO G. Levantamiento del equipo



PROYECTADO	Fecha	Nombre	Firma	Material	Varios	Escala
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto		
REVISADO		Diego Salas		CONJUNTO MAQUINA		1/5
APROVADO		Diego, Echeverria Diego, Echeverria				

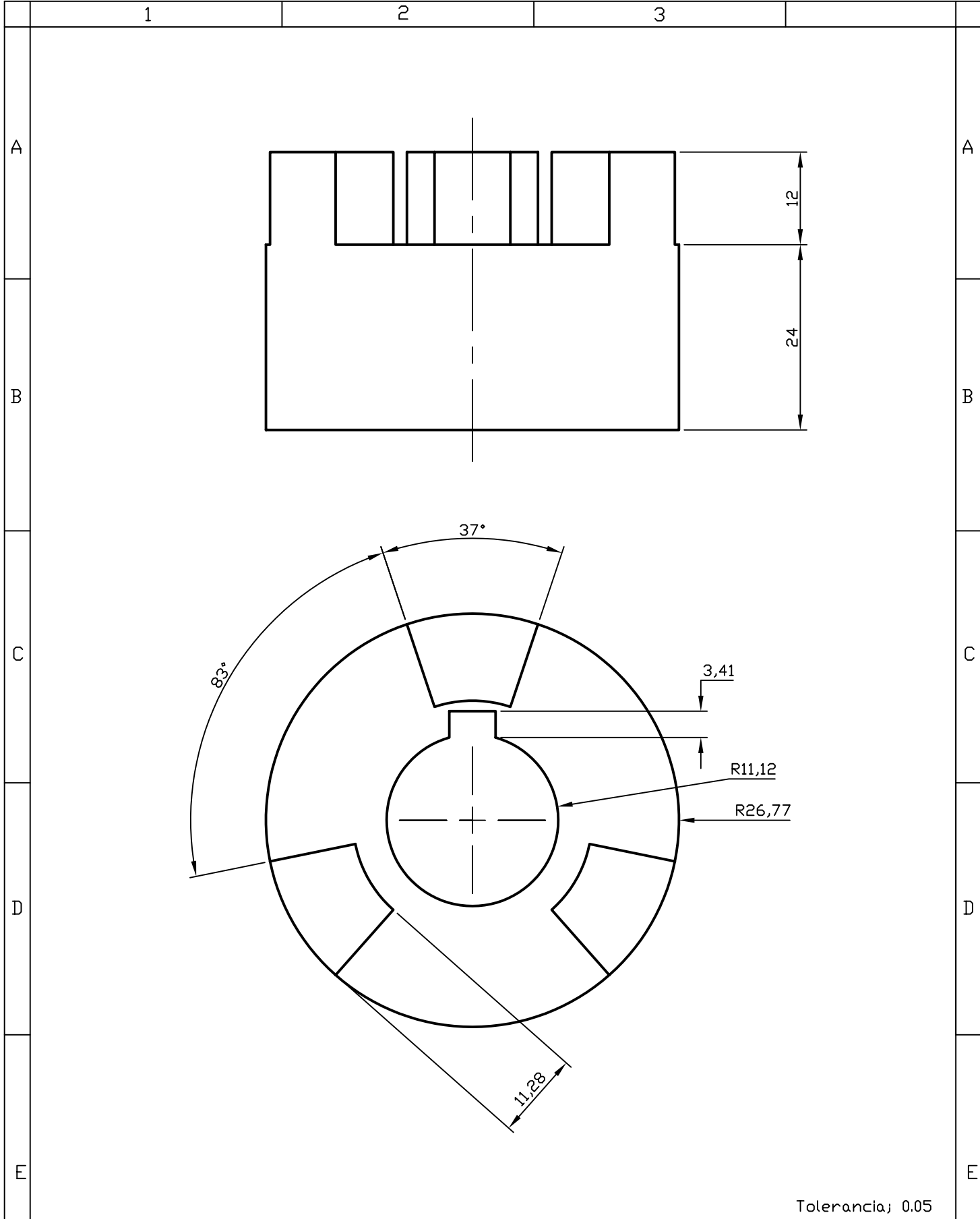
ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
Facultad de Ingenieria Mecanica

Código: TQ 21 - 00

Sustituye a: Anexo:

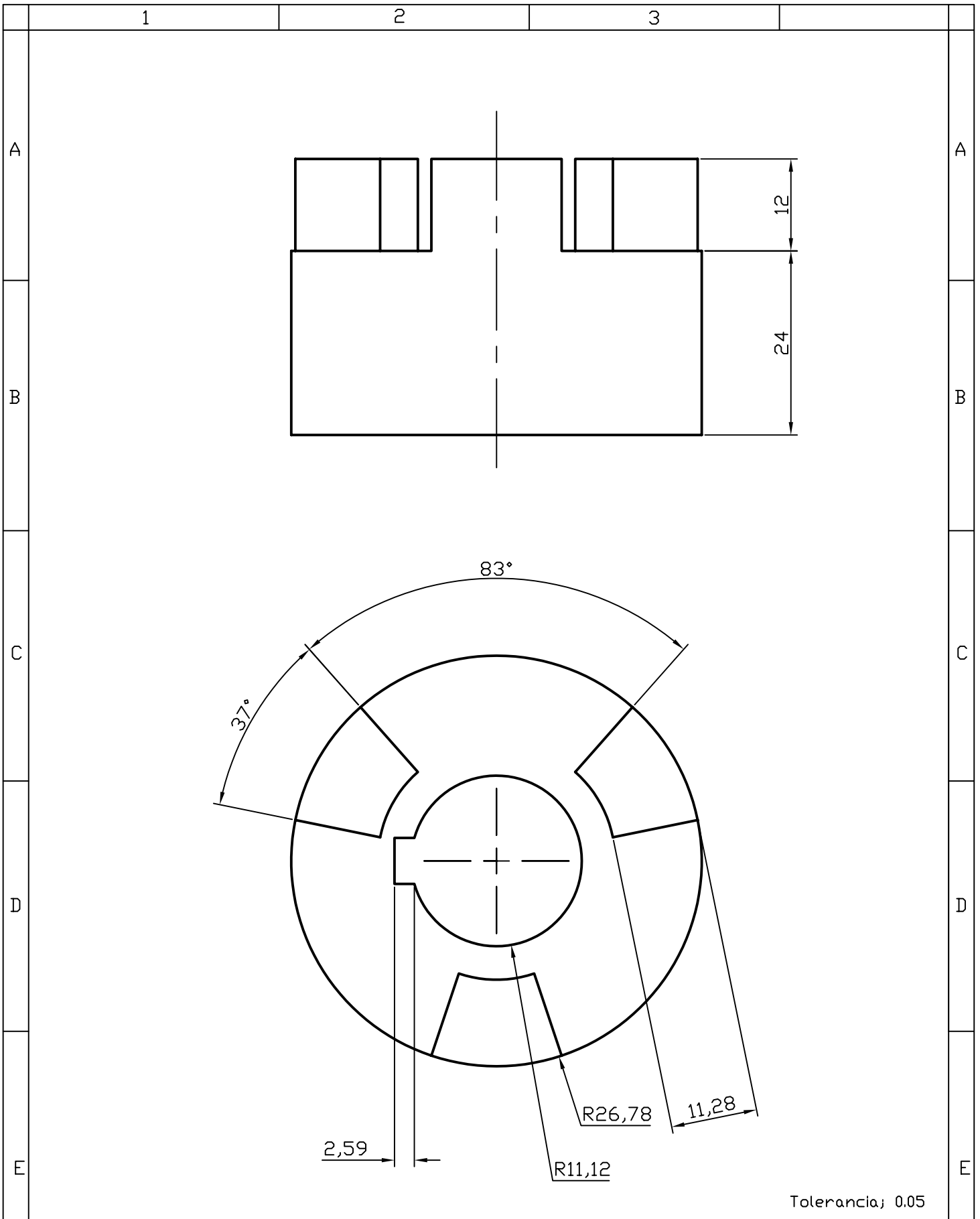
Hoja

1	2	3	4	5	6	7
A	B	C	D	E		



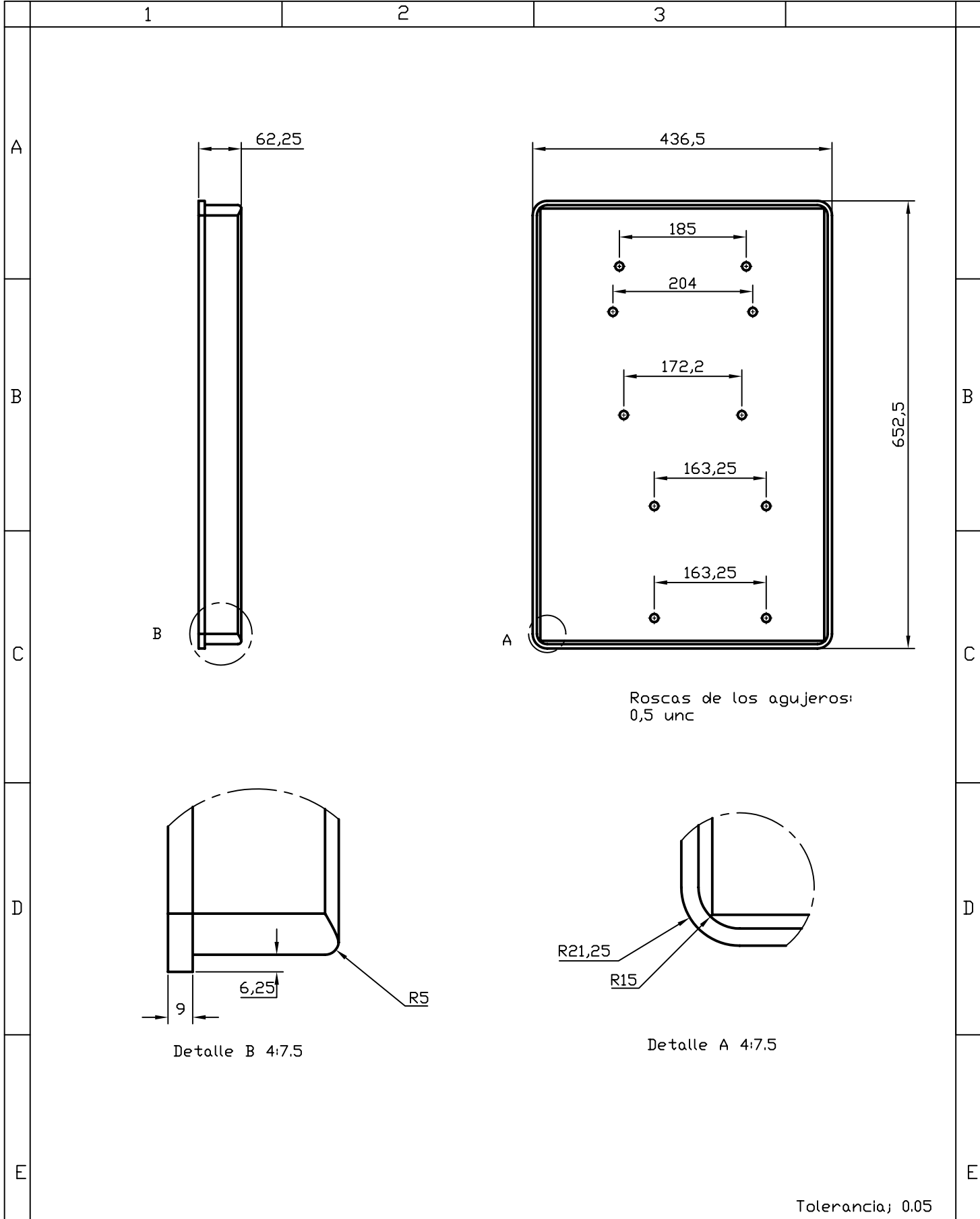
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		ACOPLE EJE PRINCIPAL	1.5:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 01	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

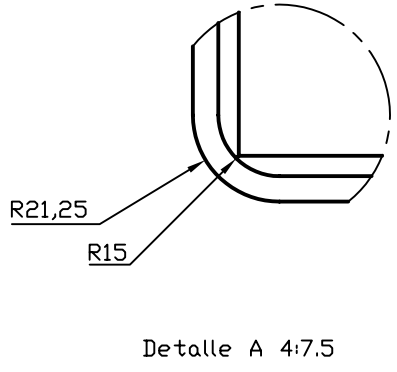
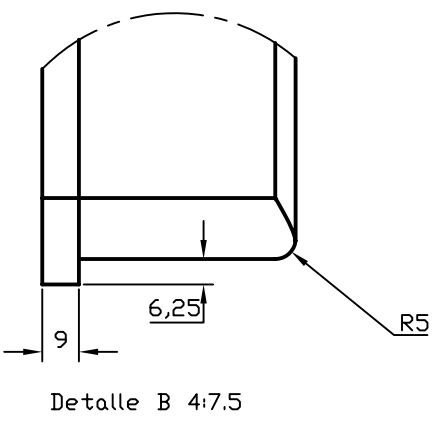


Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Olmedo, Echeverría		ACOPLE EJE MOTRIZ	1.5:1
APROVADO		Olmedo, Echeverría			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO				Código	
Facultad de Ingeniería Mecánica				TQ 21 - 02	
			Sustituye a:	Anexo:	Hoja

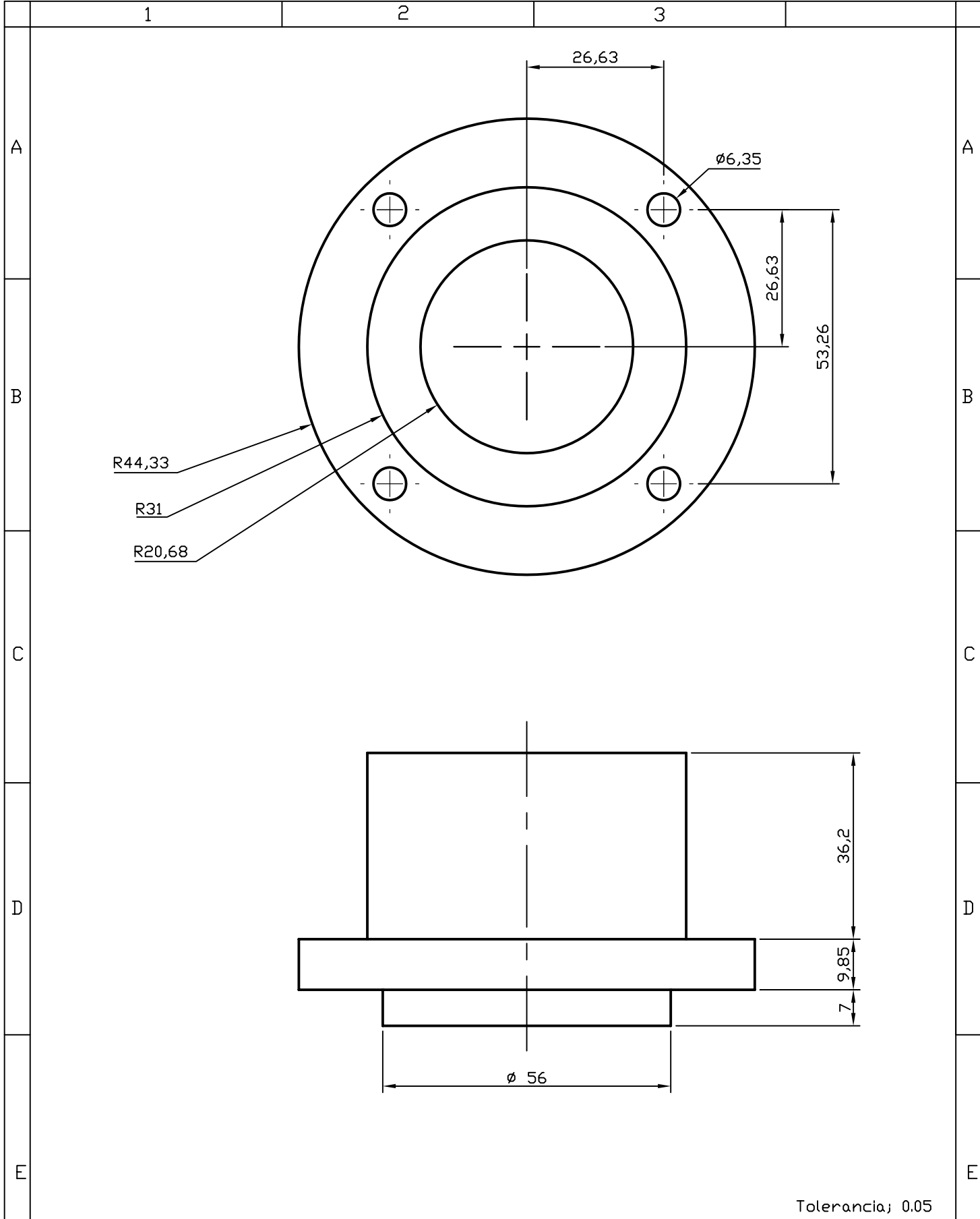


Roscas de los agujeros:
0,5 unc



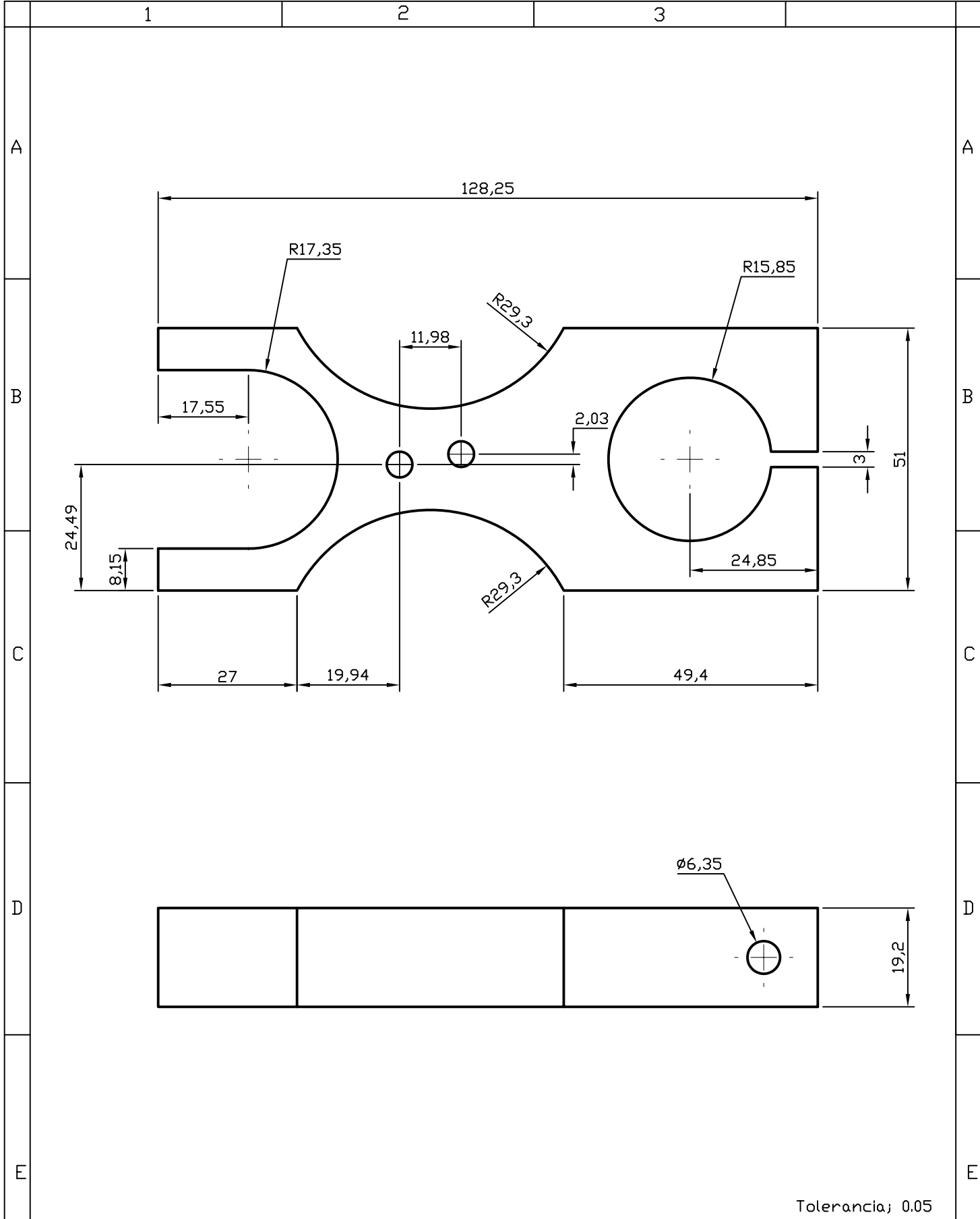
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Hierro fundido	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Ulmedo, Echeverria		BANCADA	1:7.5
APROVADO		Ulmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO				Código	
Facultad de Ingeniería Mecánica				TQ 21 - 03	
			Sustituye a:	Anexo:	Hoja



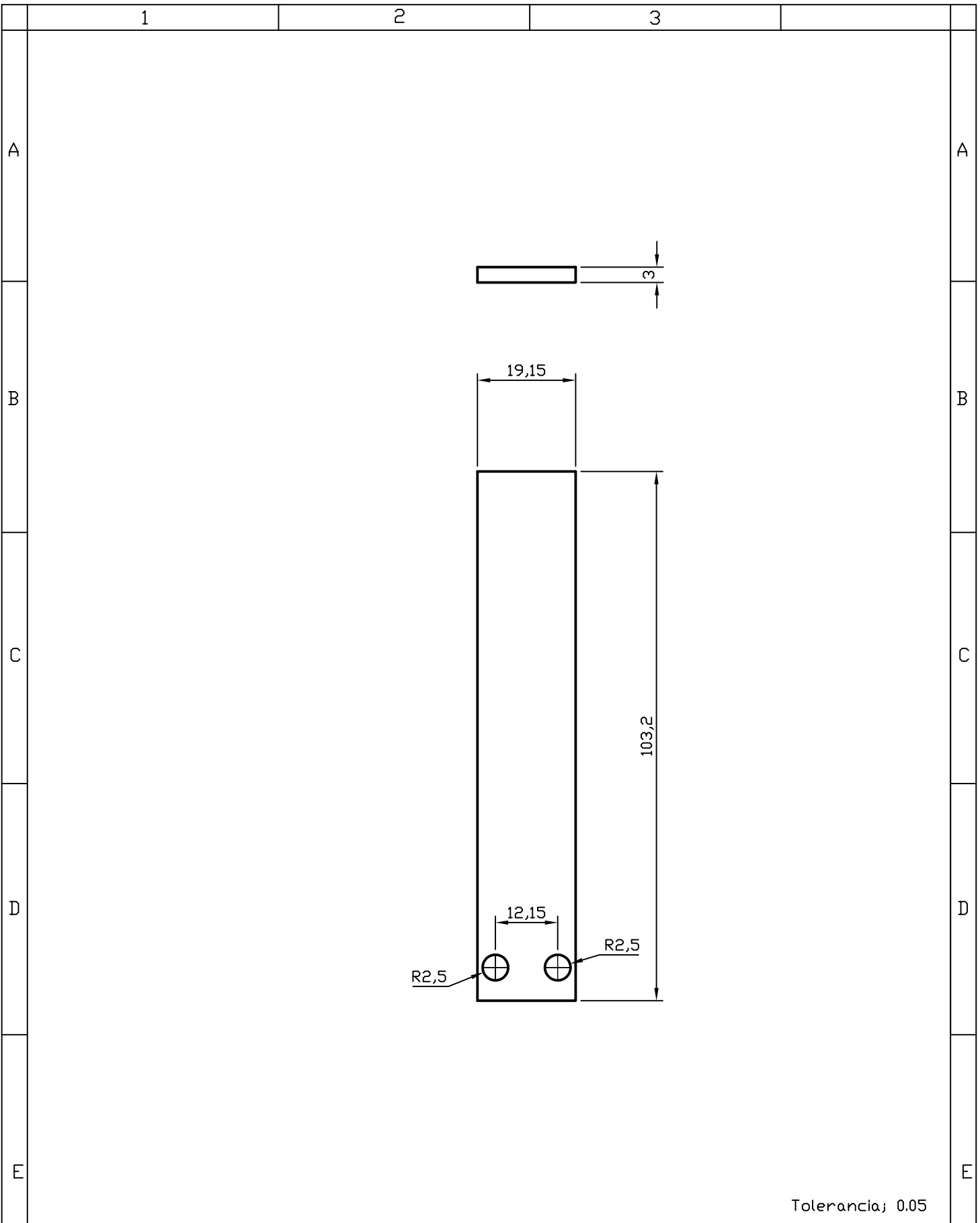
Tolerancia; 0,05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	Escala
DIBUJADO		Diego Salas			
REVISADO		Ulmedo, Echeverria		BASE	1:1
APROVADO		Ulmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO				Código	
Facultad de Ingeniería Mecánica				TQ 21 - 04	
			Sustituye a:	Anexo:	Hoja



Tolerancia; 0.05

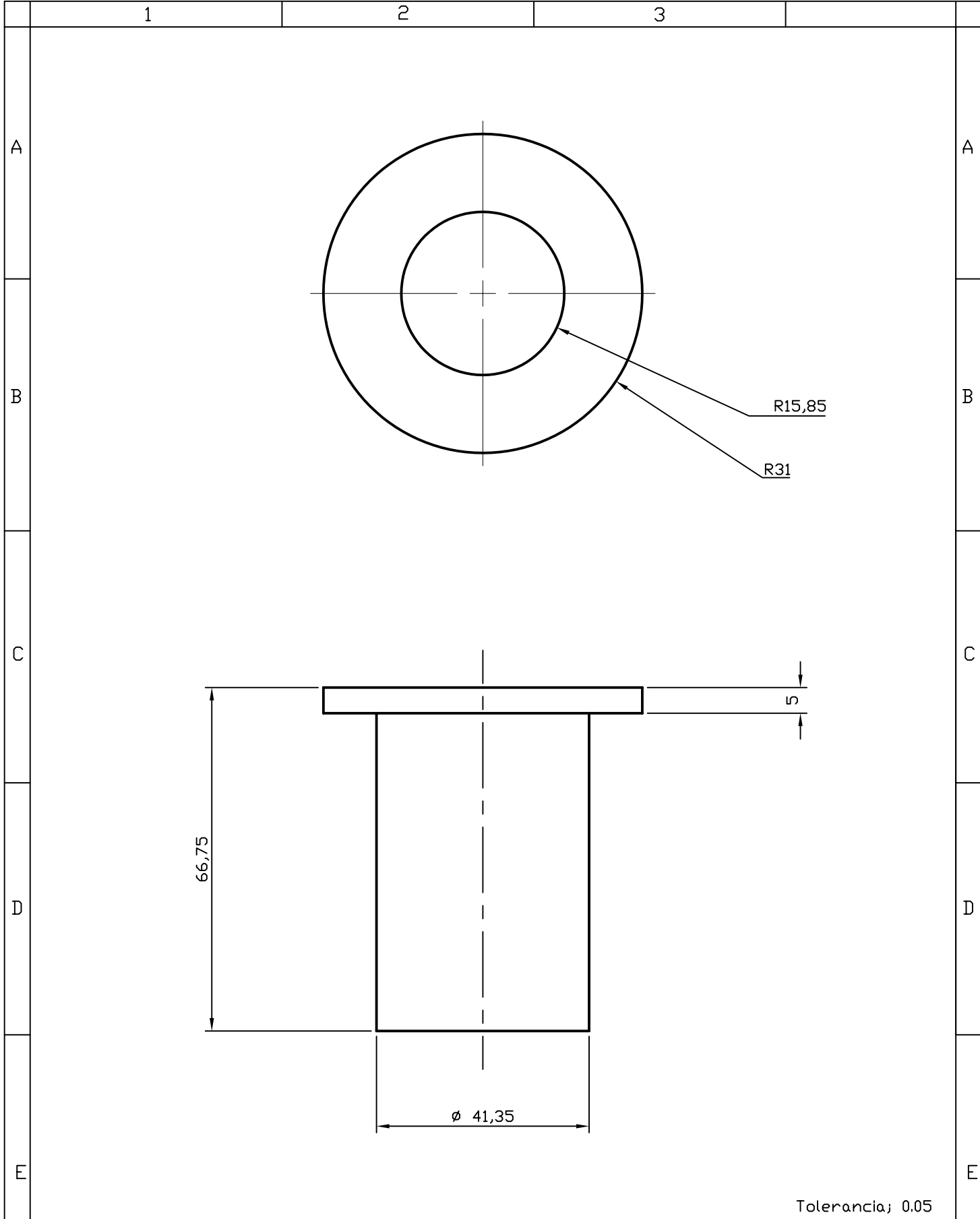
	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	Escala
DIBUJADO		Diego Salas			
REVISADO		Olmedo, Echeverria		BAZO	1:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 05	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



Tolerancia; 0.05

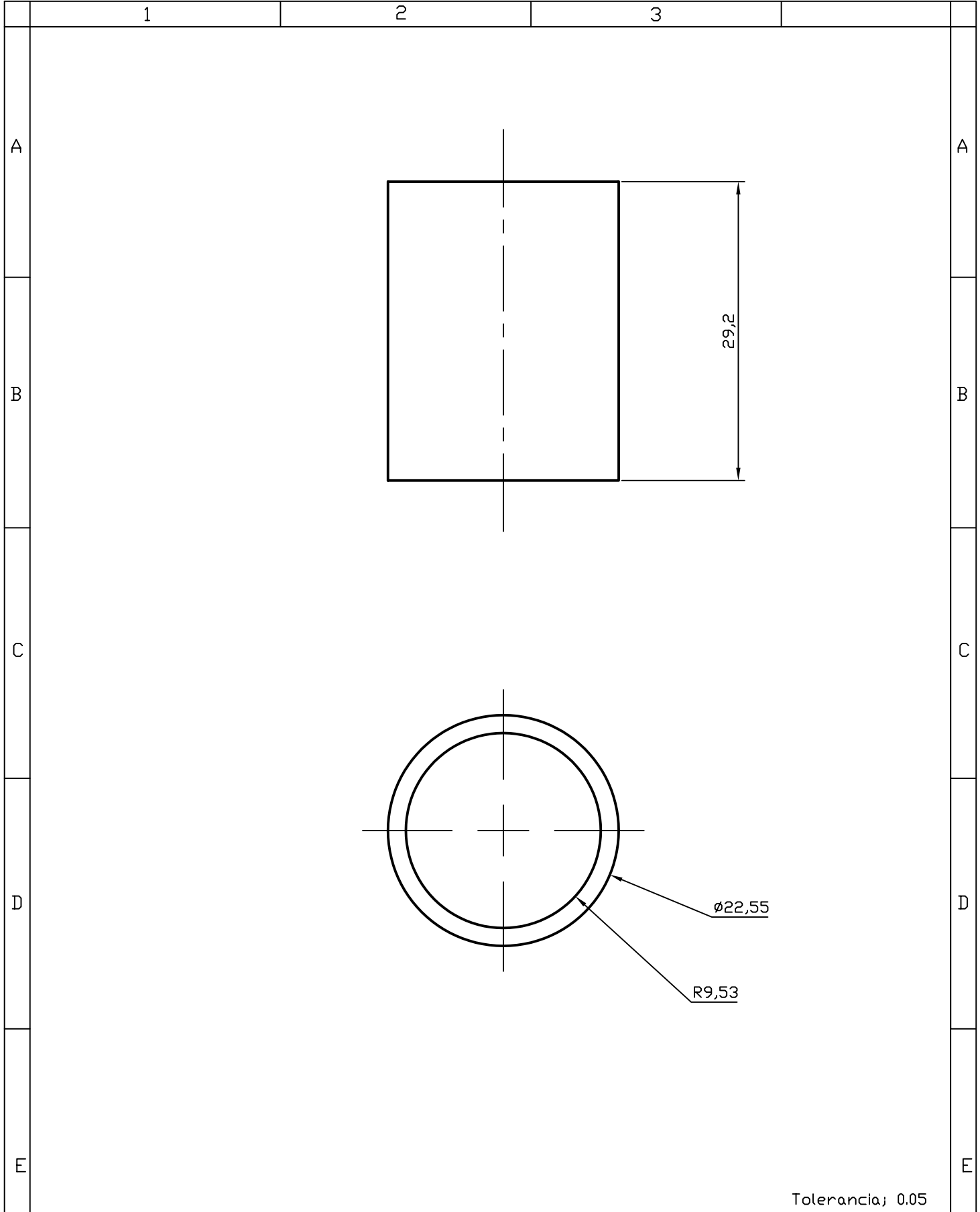
	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		FERROMAGNETICO	1:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 06	
			Sustituye a:	Anexo:	Hoja





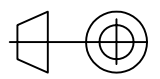
Tolerancia; 0.05

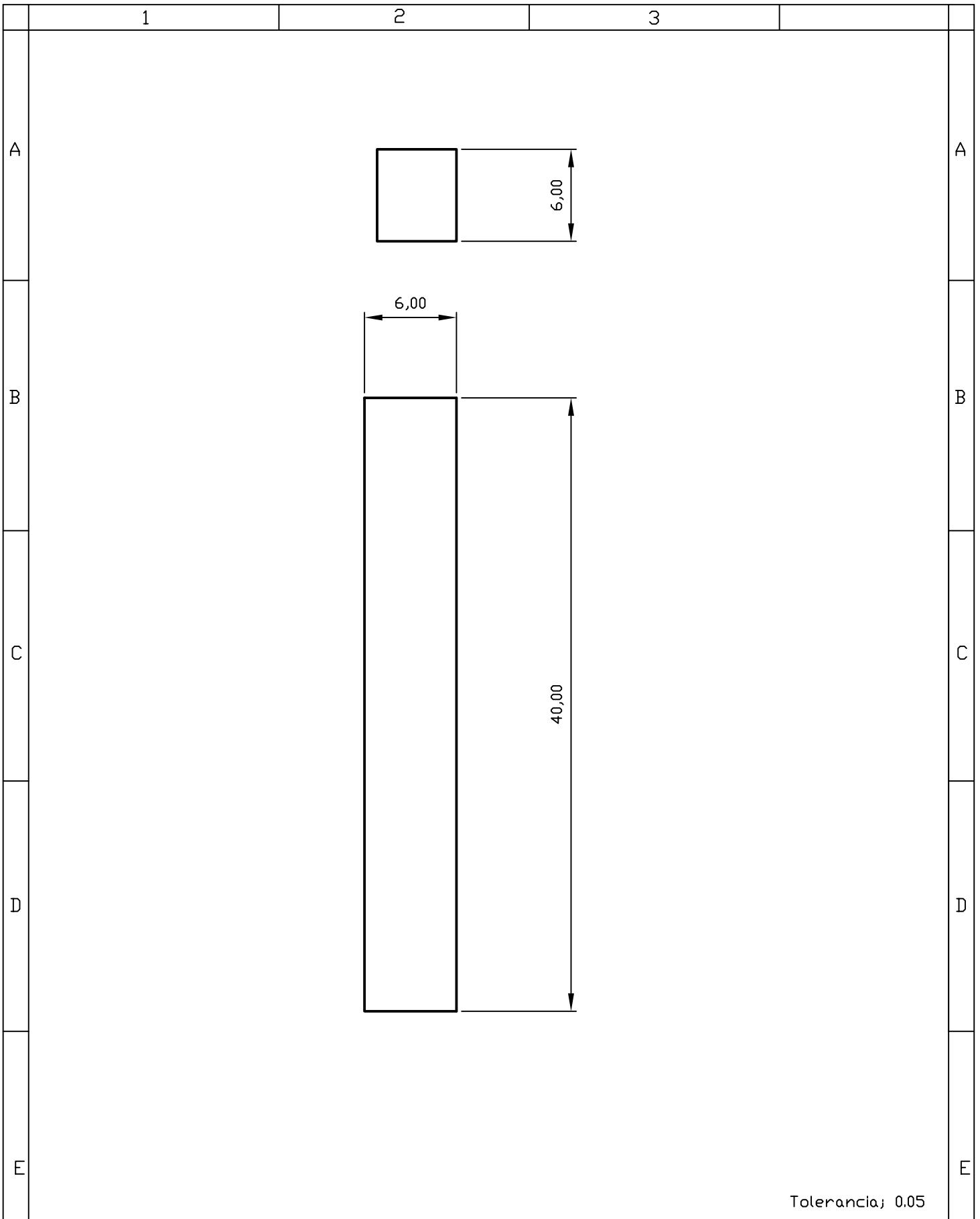
	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		BUJE	1:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO				Código	
Facultad de Ingeniería Mecánica				TQ 21 - 07	
			Sustituye a:	Anexo:	Hoja



Tolerancia; 0.05

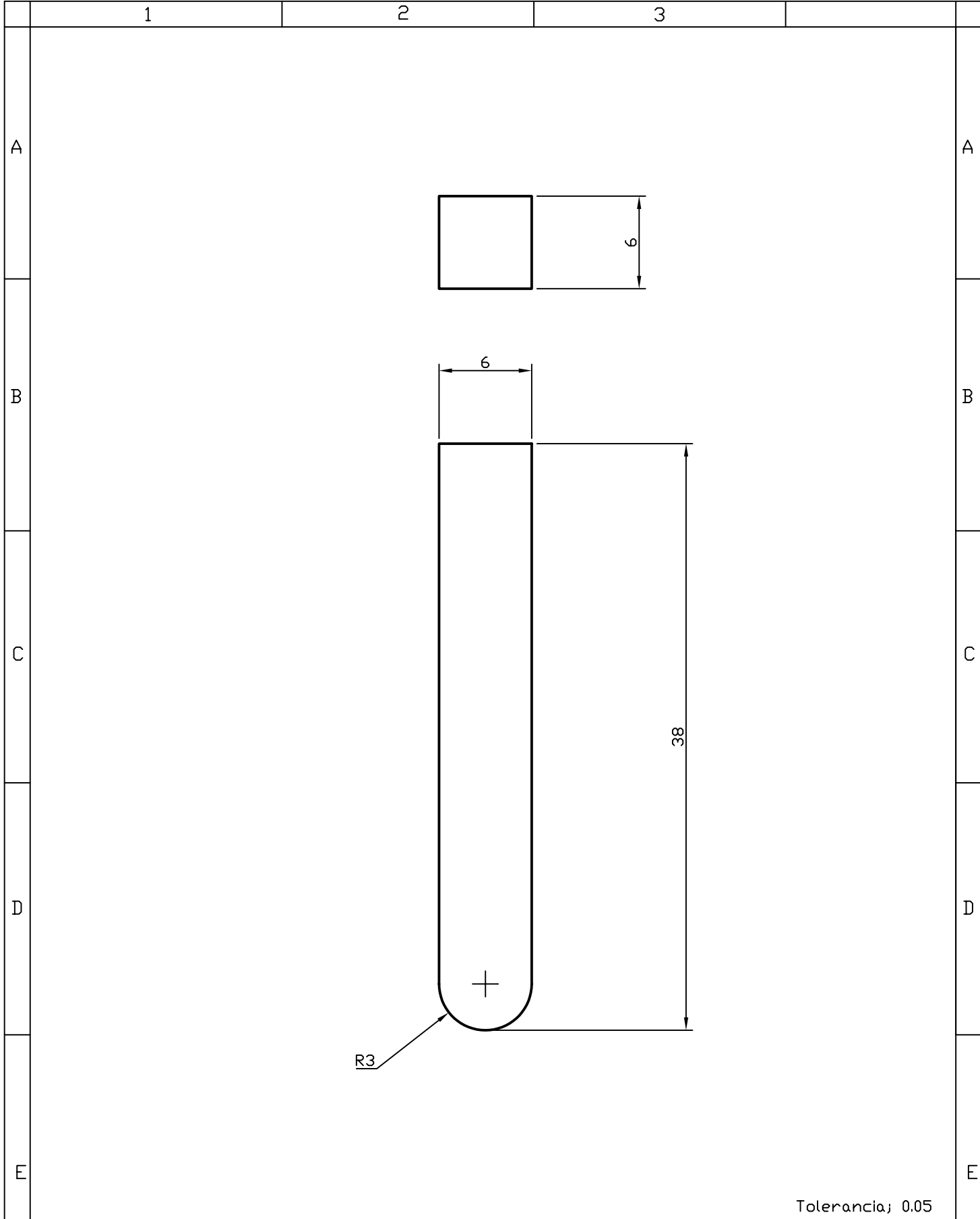
	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Bronce	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Olmedo, Echeverria		BUJE DE LA TAPA DEL SEGUIDOR	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 08	
			Sustituye a:	Anexo:	Hoja





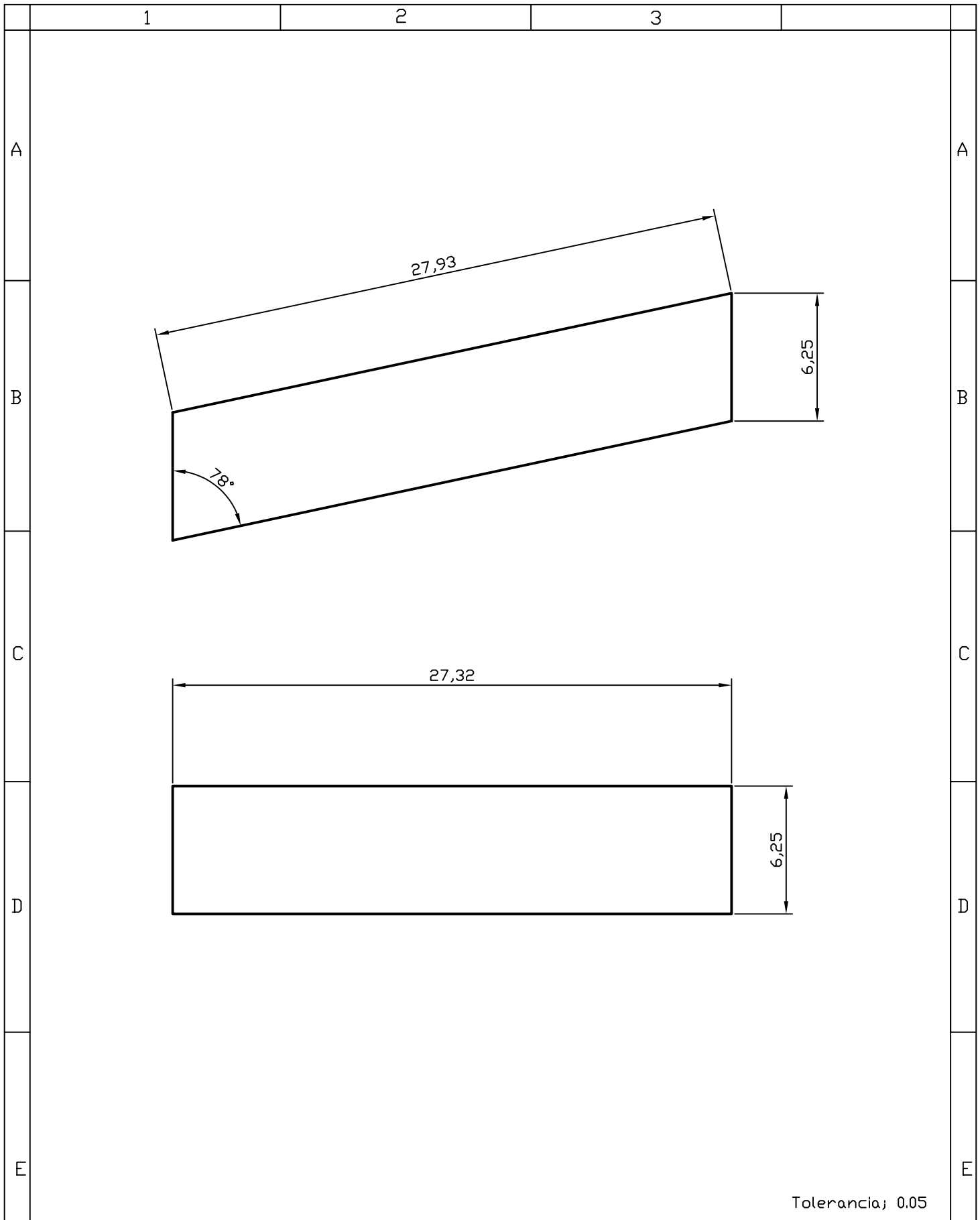
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		CHAVETA AL EJE MOTRIZ	3:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 09	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



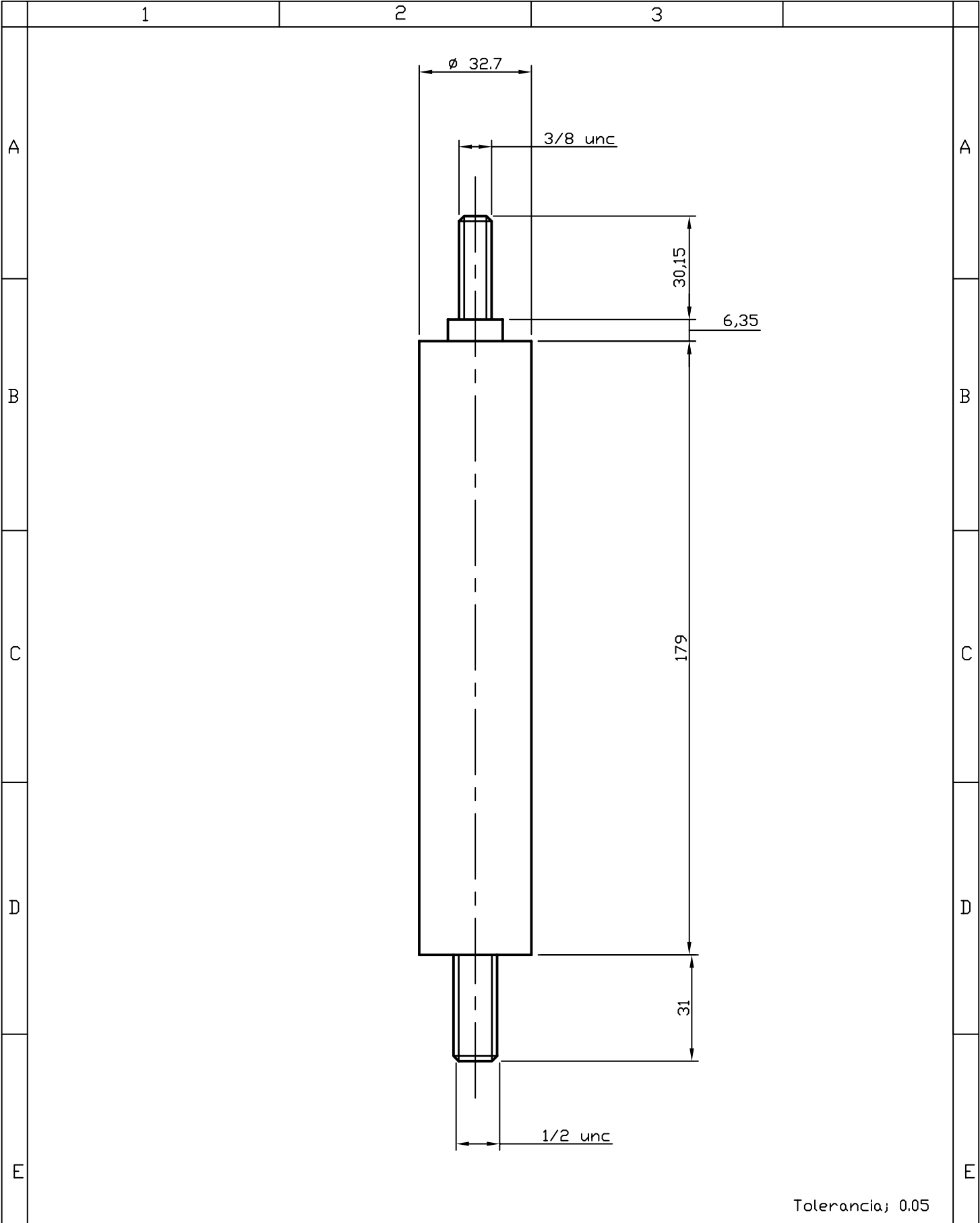
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		CHAVETA DEL EJE PRINCIPAL	3:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 10	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



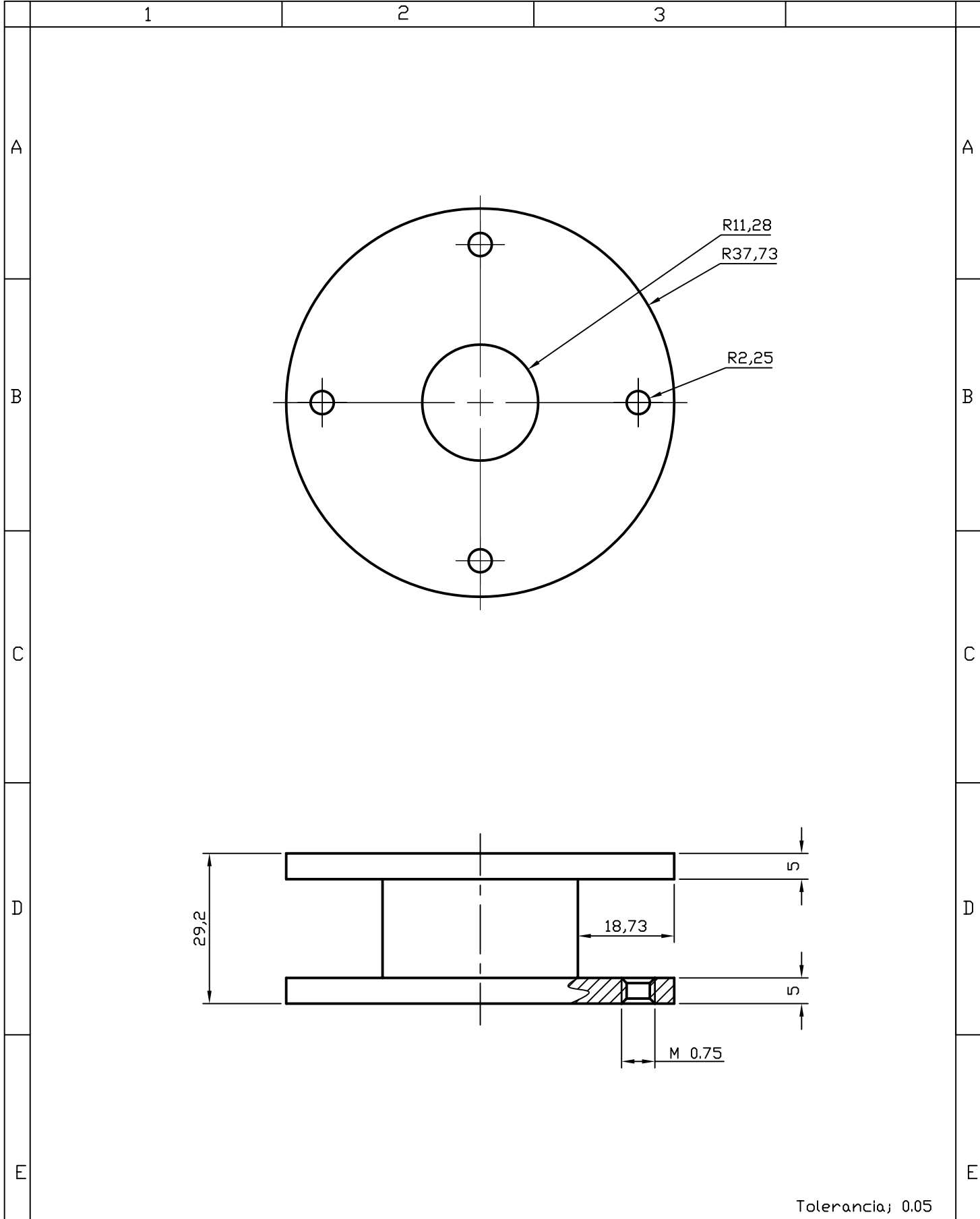
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Olmedo, Echeverria		CHAVETA DE ACOUPLE DE LEVA	4:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 11	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



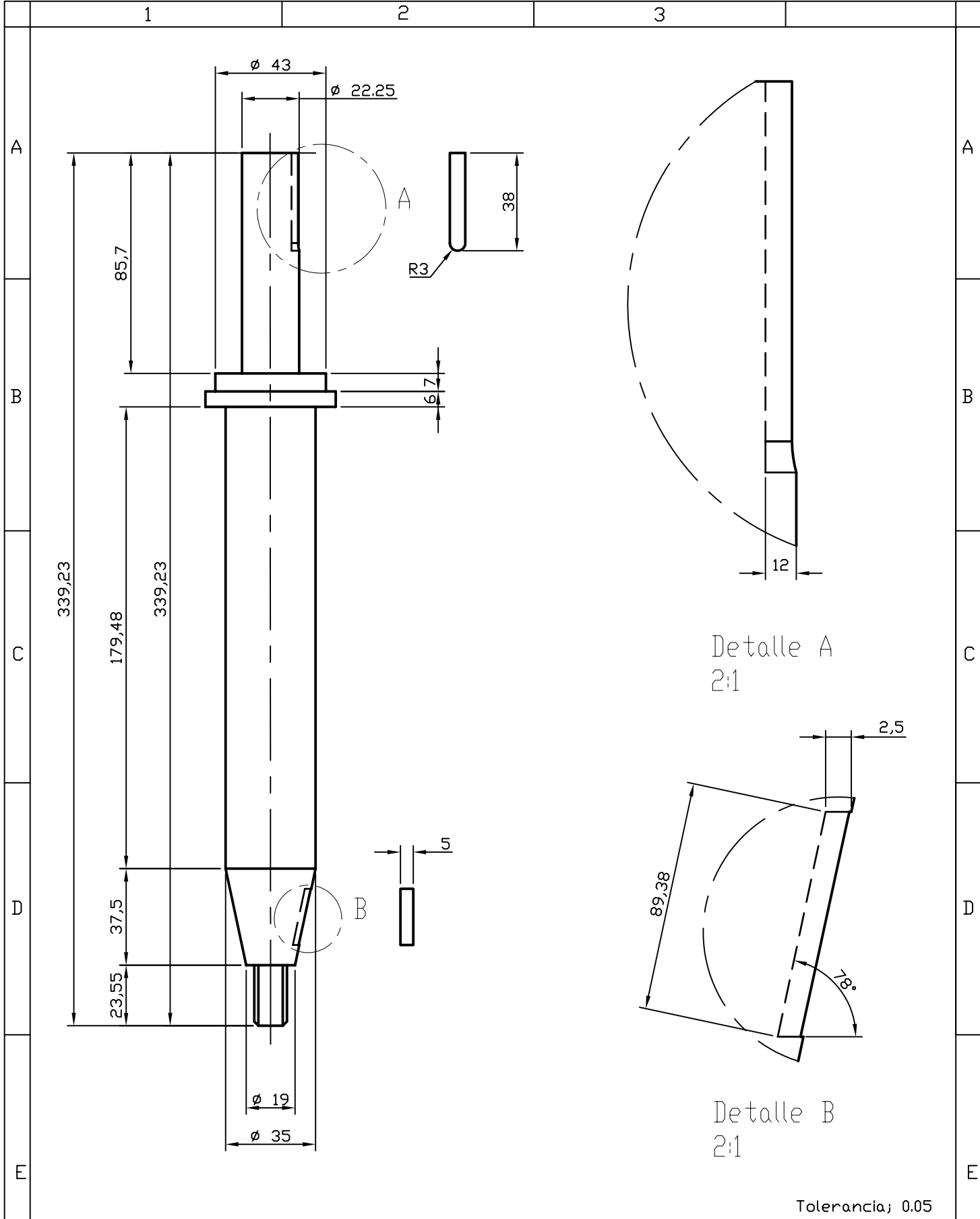
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	2
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		COLUMNA DE SOPORTE	1:1.5
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO				Código	
Facultad de Ingenieria Mecánica				TQ 21 - 12	
			Sustituye a:	Anexo:	Hoja



Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero Varios	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		ELEMENTO GUIA DE EJE DEL SEGUIDOR	1:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 13	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

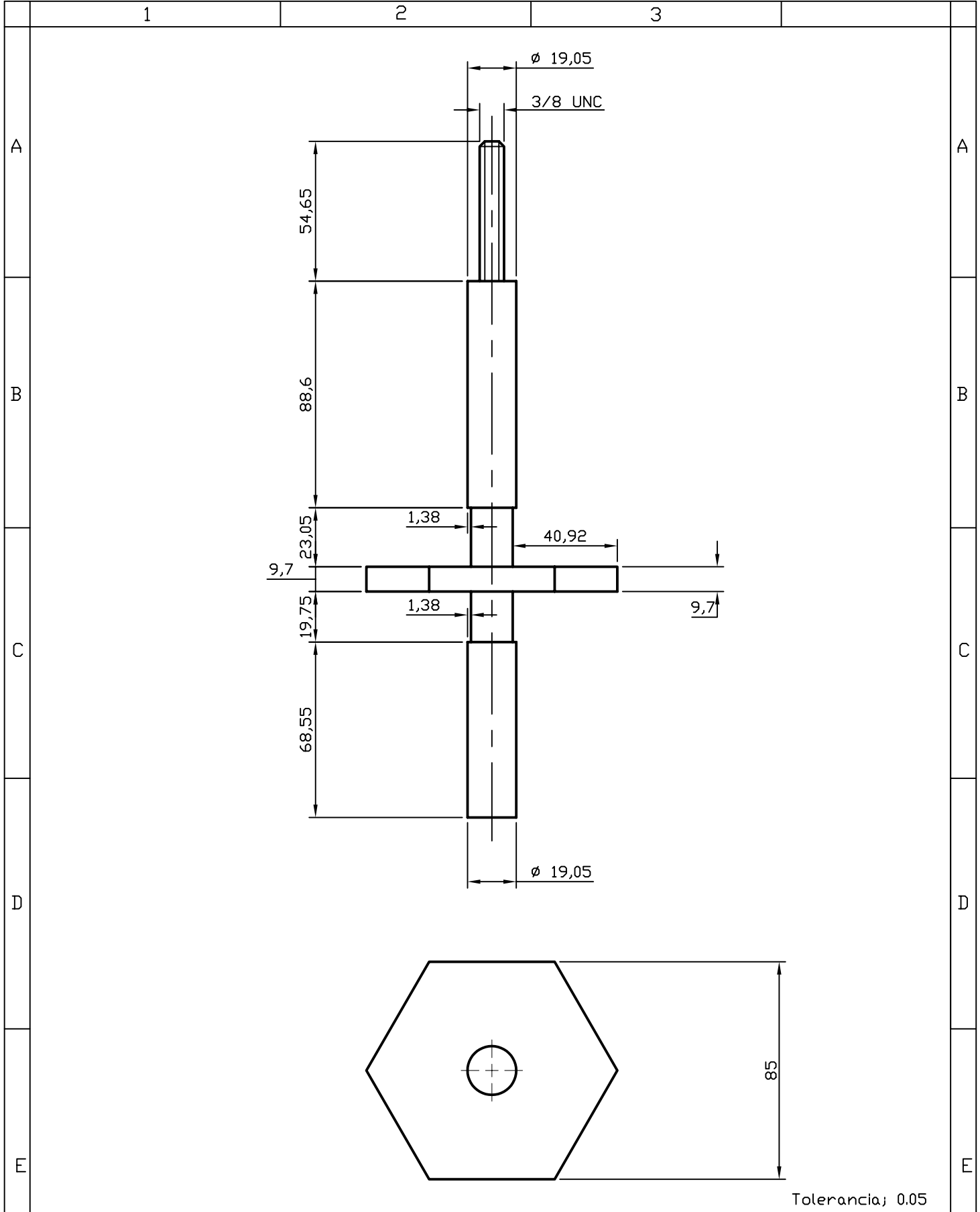


Detalle A
2:1

Detalle B
2:1

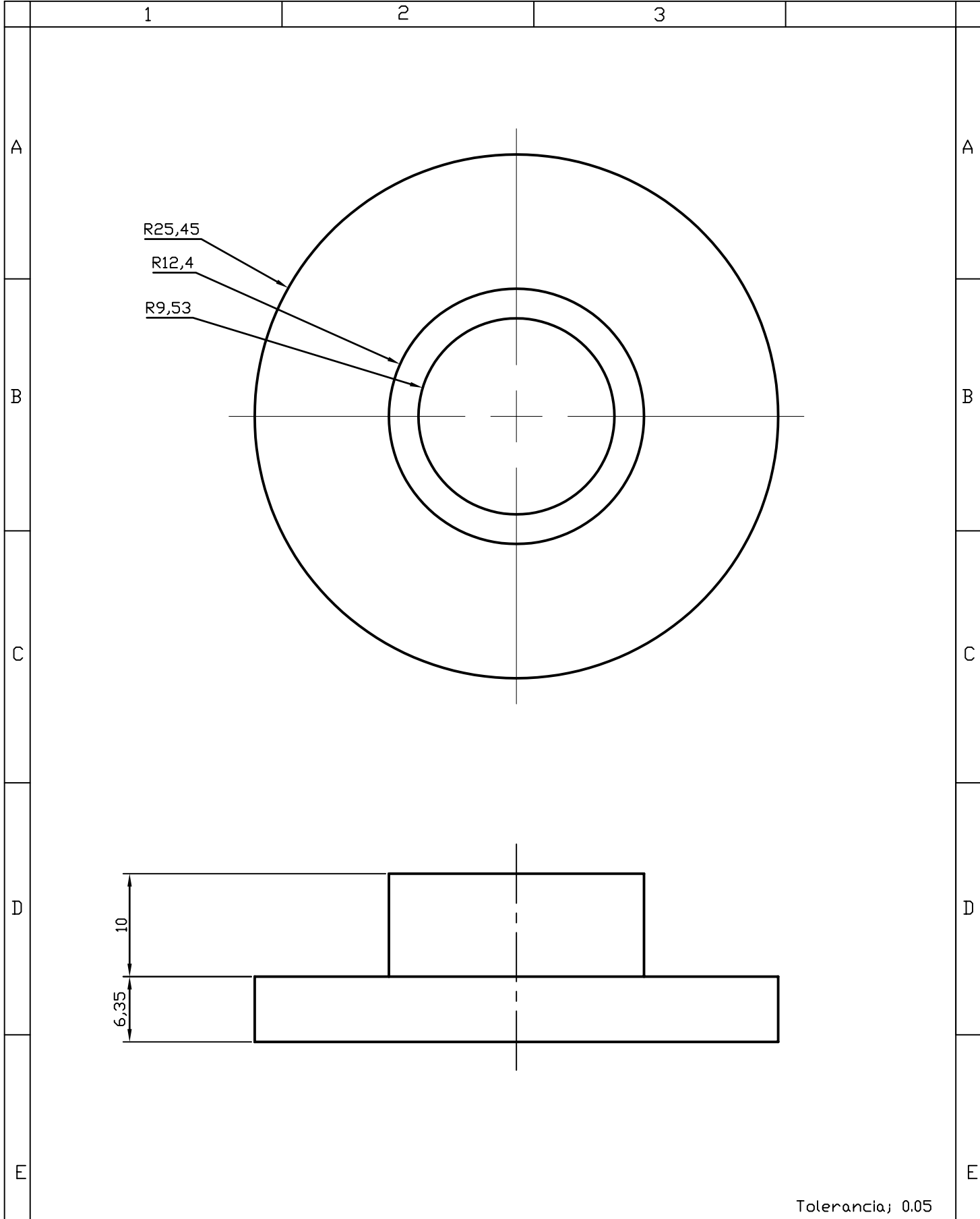
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Ulmedo, Echeverria		EJE PRINCIPAL	1:2
APROVADO		Ulmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 14	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



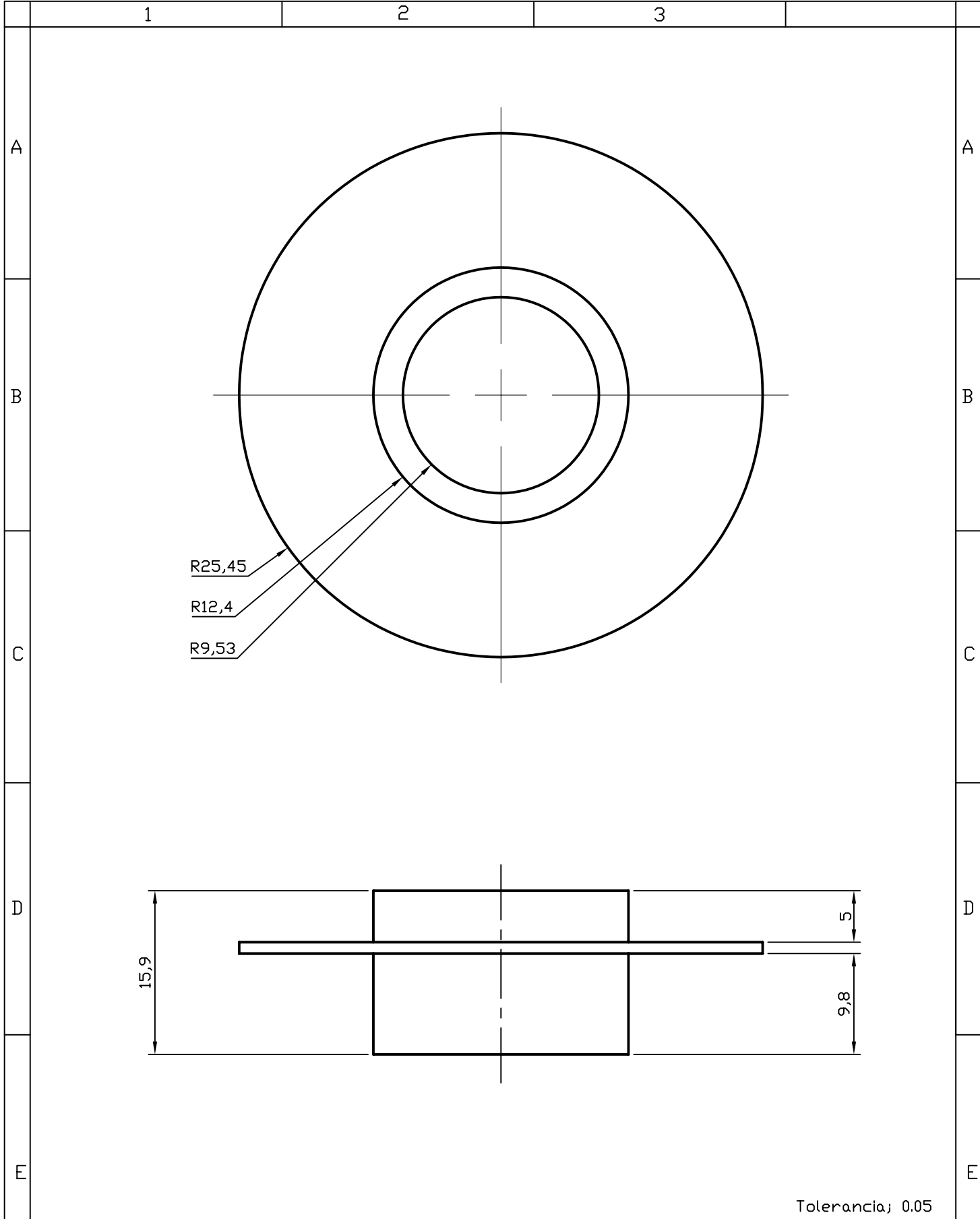
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		EJE SEGUIDOR	1:2
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 15	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



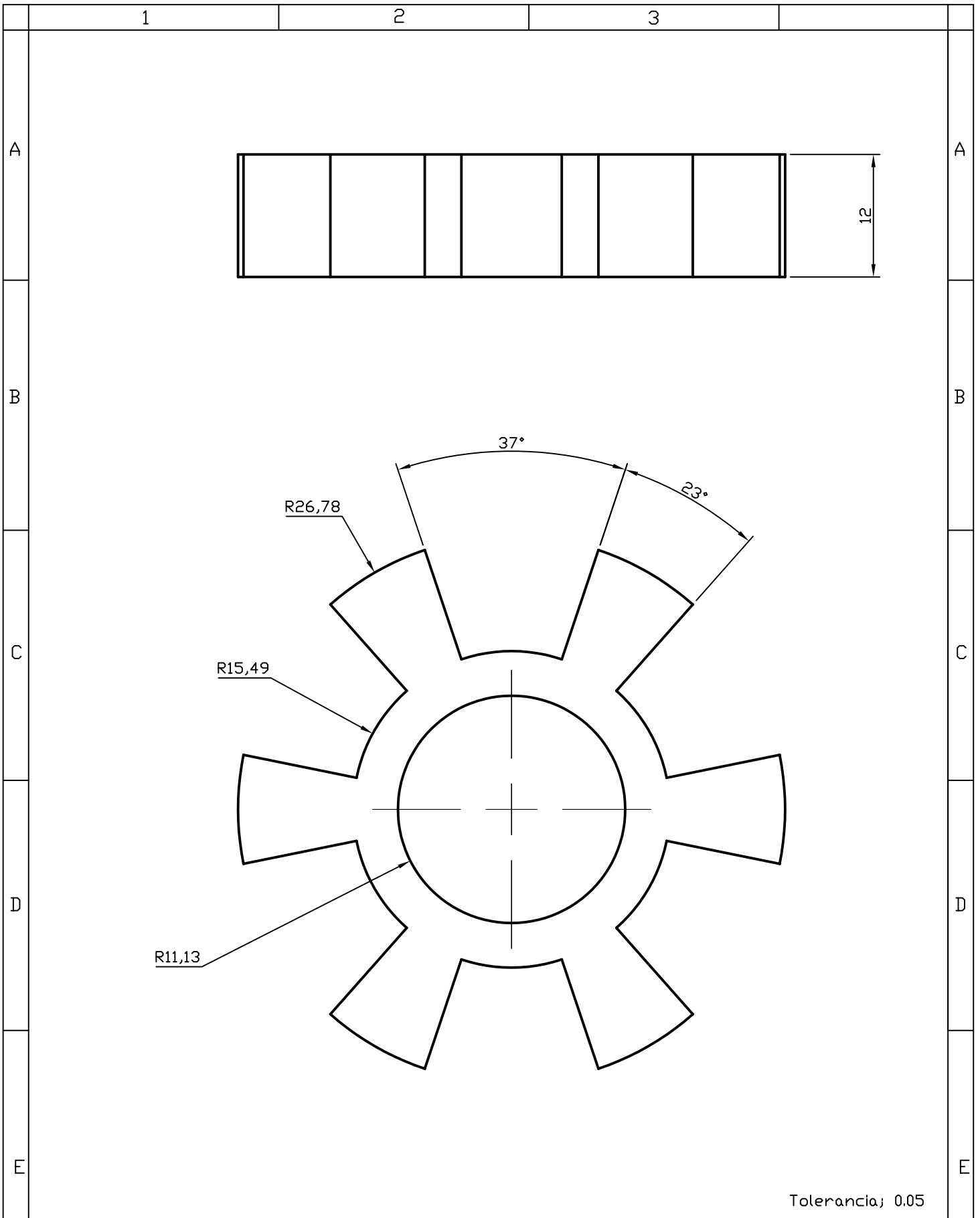
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverría		GUIA INFERIOR DEL EJE SEGUIDOR	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverría			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingeniería Mecánica				Código	
				TQ 21 - 16	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



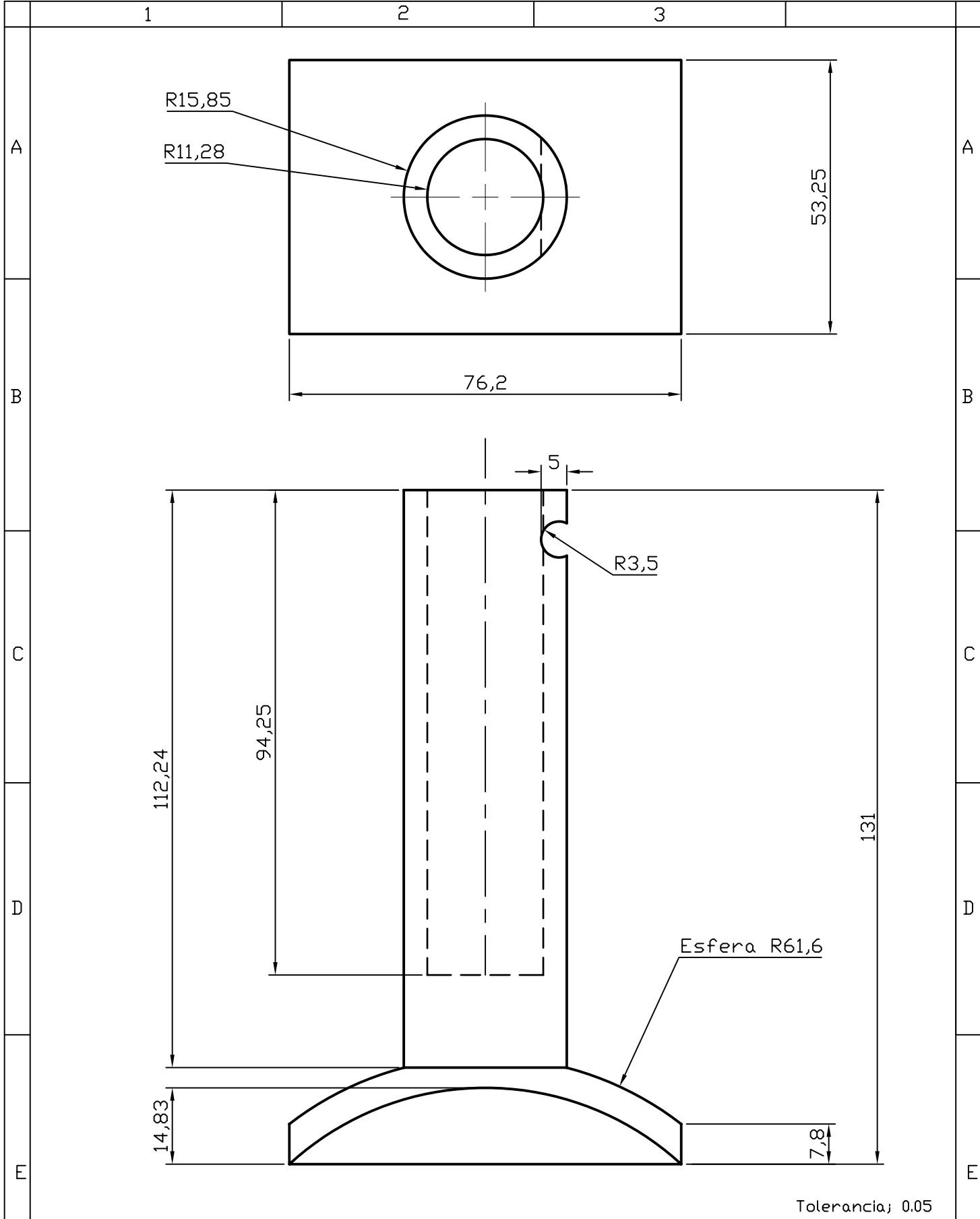
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Olmedo, Echeverria		GUIA SUPERIOR DEL EJE SEGUIDOR	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 17	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



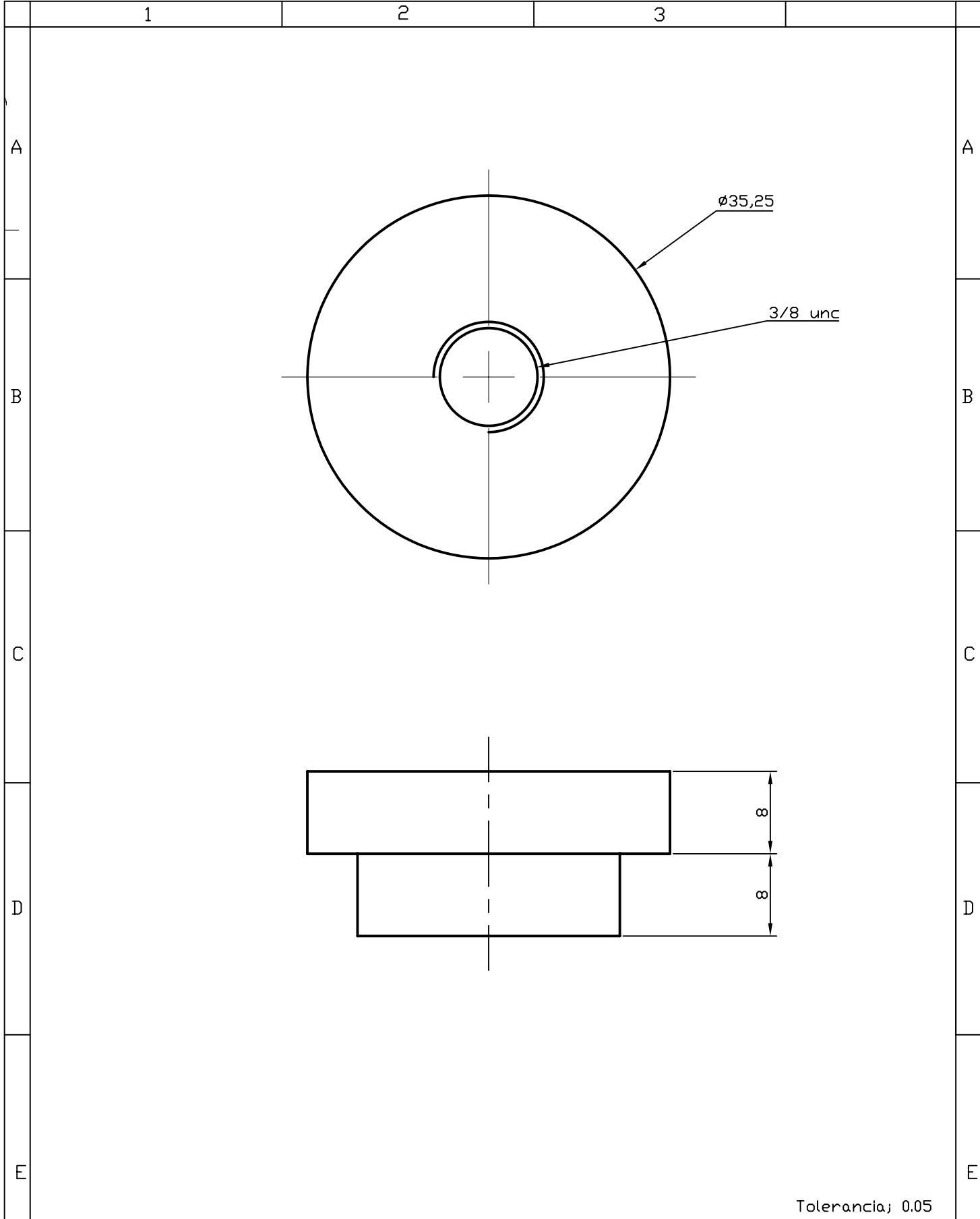
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Plastico	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Olmedo, Echeverria		DAMPER DE AMORTUGUACION	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 18	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



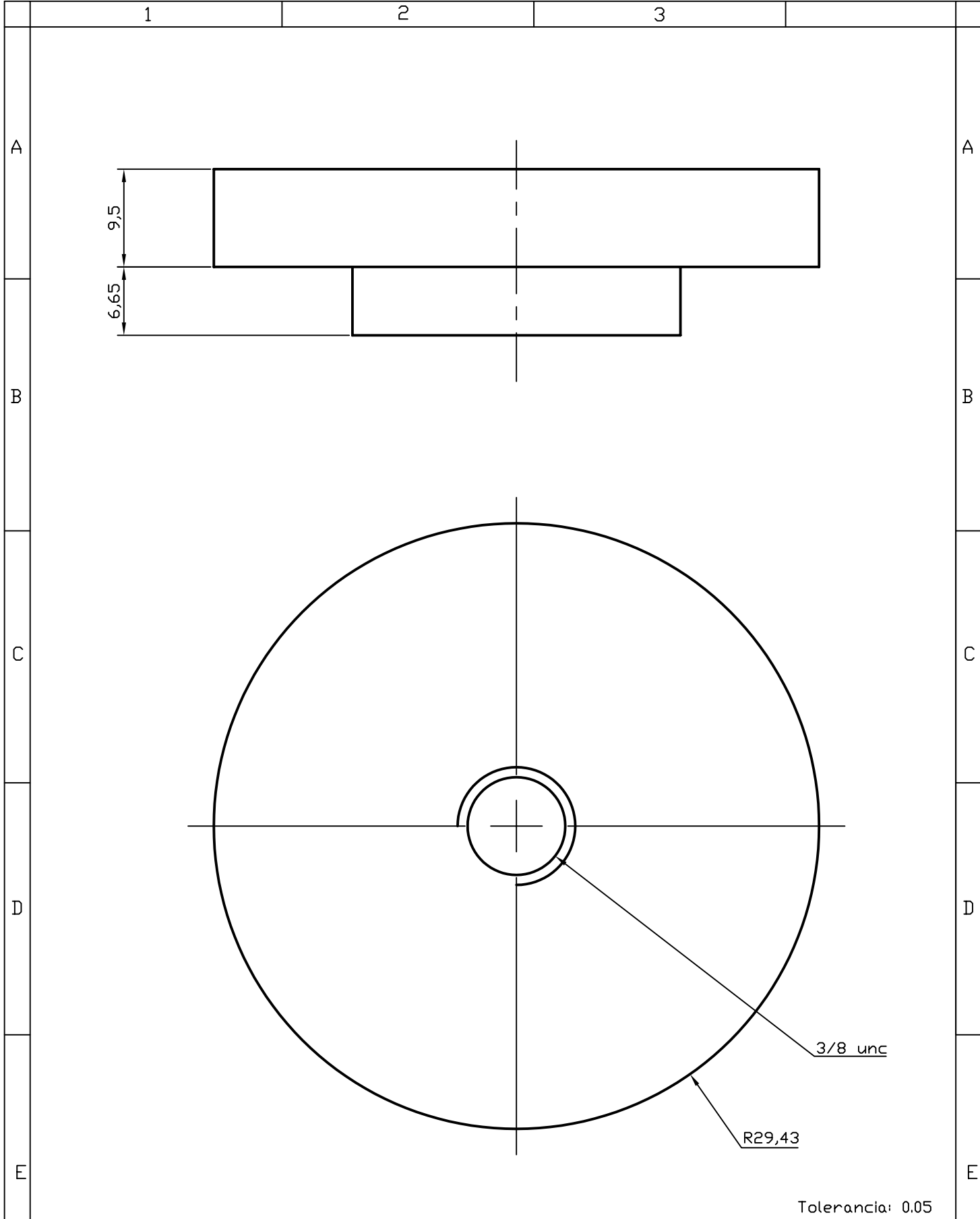
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Olmedo, Echeverria		SEGUIDOR DE CARA PLANA	1:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO				Código	
Facultad de Ingeniería Mecánica				TQ 21 - 19	
			Sustituye a:	Anexo:	Hoja



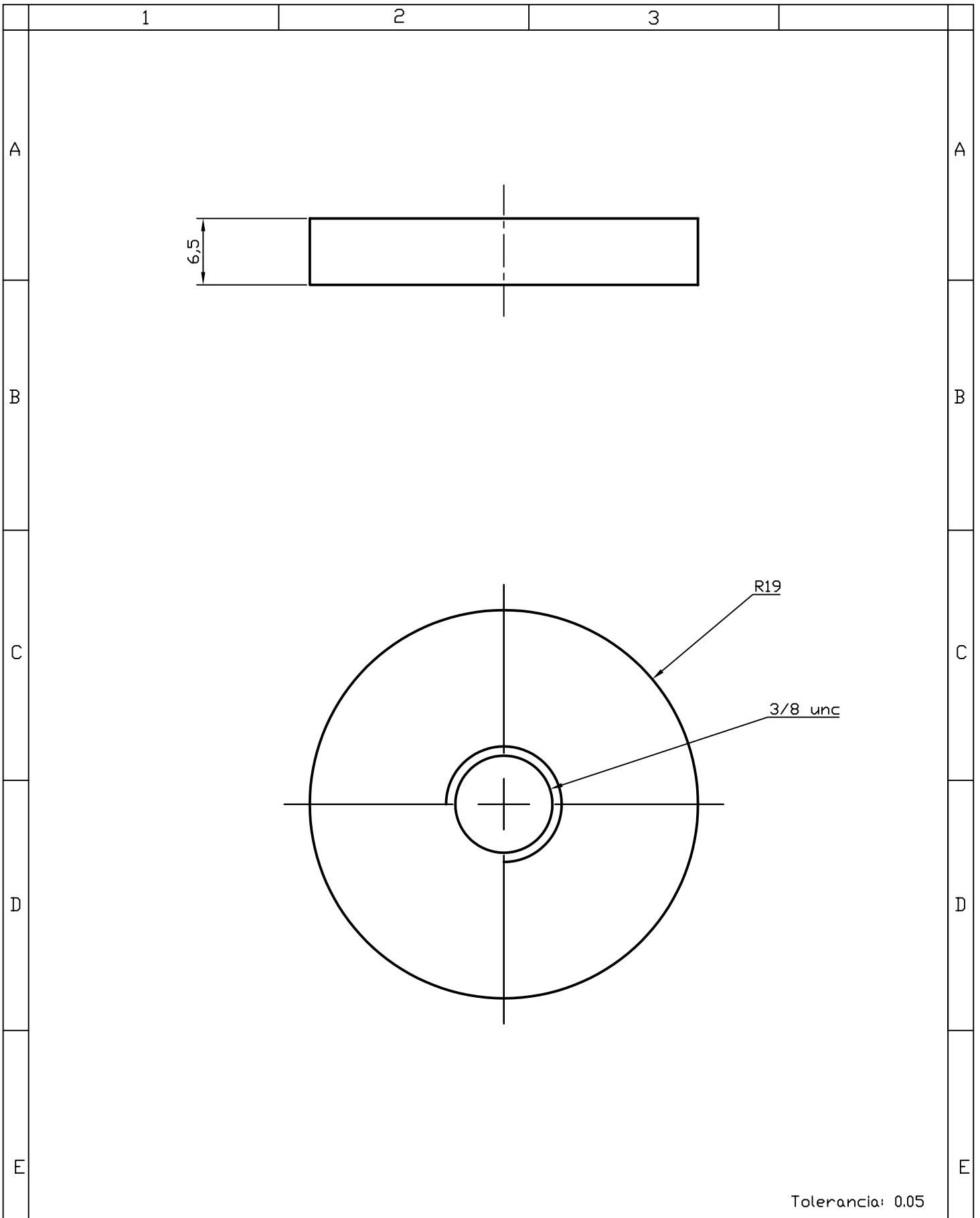
Tolerancia; 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	2
PROYECTADO		Diego Salas		Aluminio	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		SEGURO DE LA COLUMNA CON LA TAPA	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 20	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

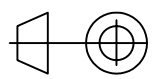


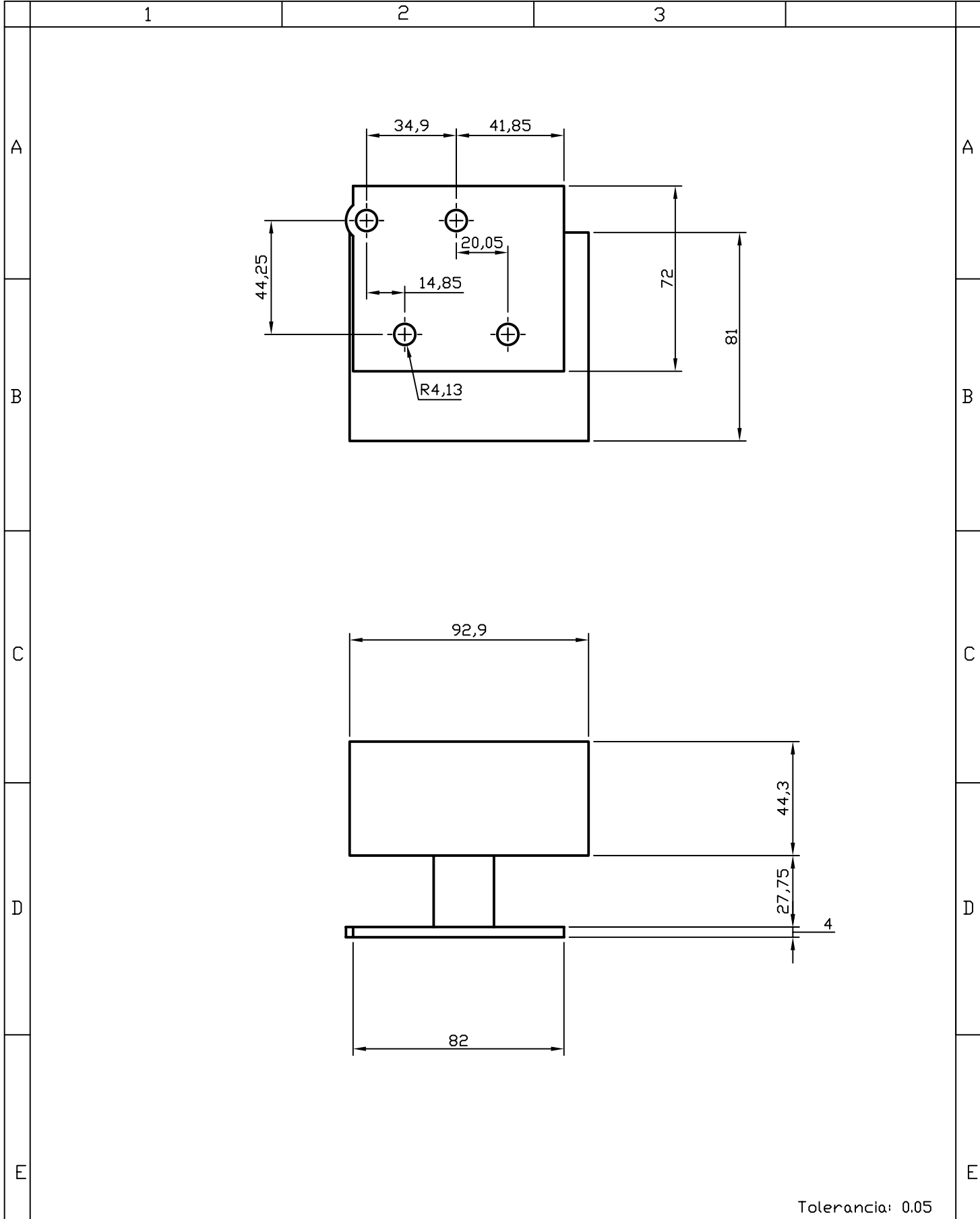
Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Aluminio	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Olmedo, Echeverria		SEGURO SUPERIOR DEL EJE SEGUIDOR	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 21	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



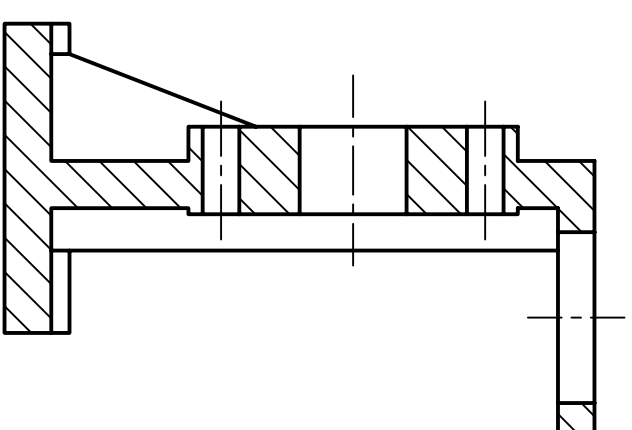
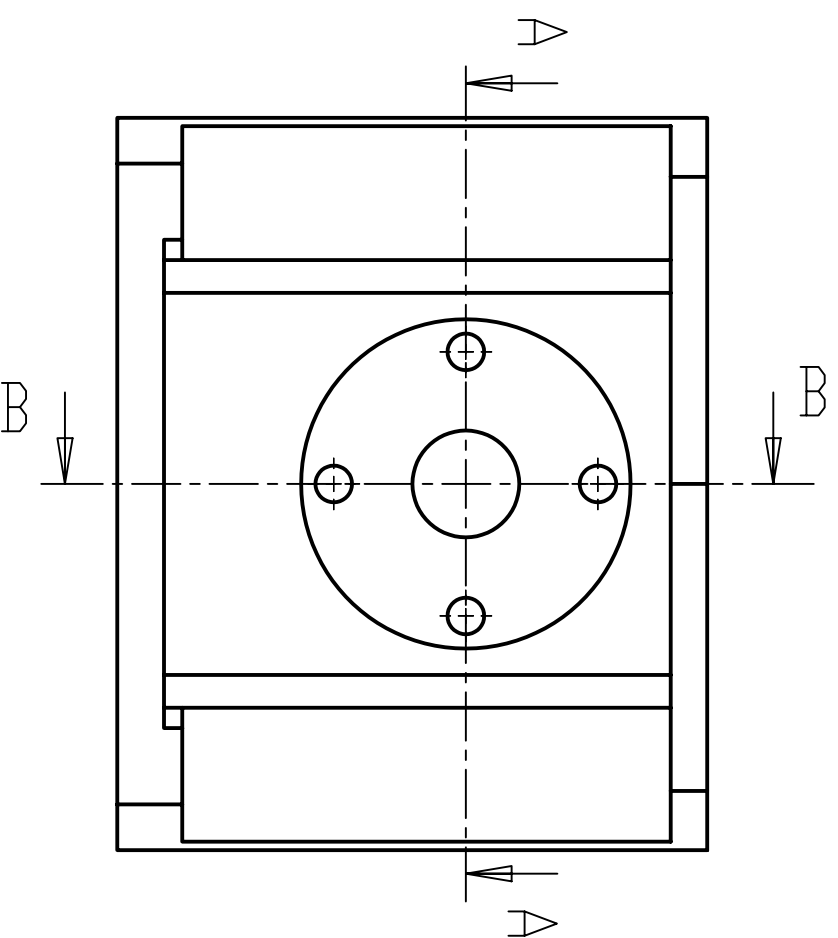
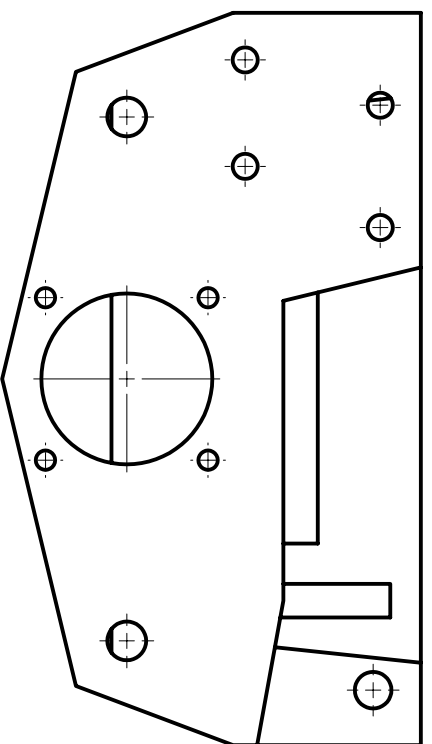
Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Aluminio	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		SEGURO INFERIOR DEL EJE SEGUIDOR	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 22	
		Sustituye a:	Anexo:		
				Hoja	

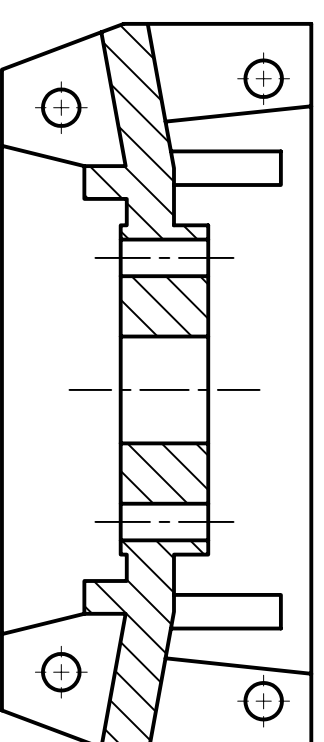


Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Varios	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		SENSOR INDUCTIVO	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO				Código	
Facultad de Ingeniería Mecánica				TQ 21 - 23	
			Sustituye a:	Anexo:	Hoja



Corte B-B



Corte A-A

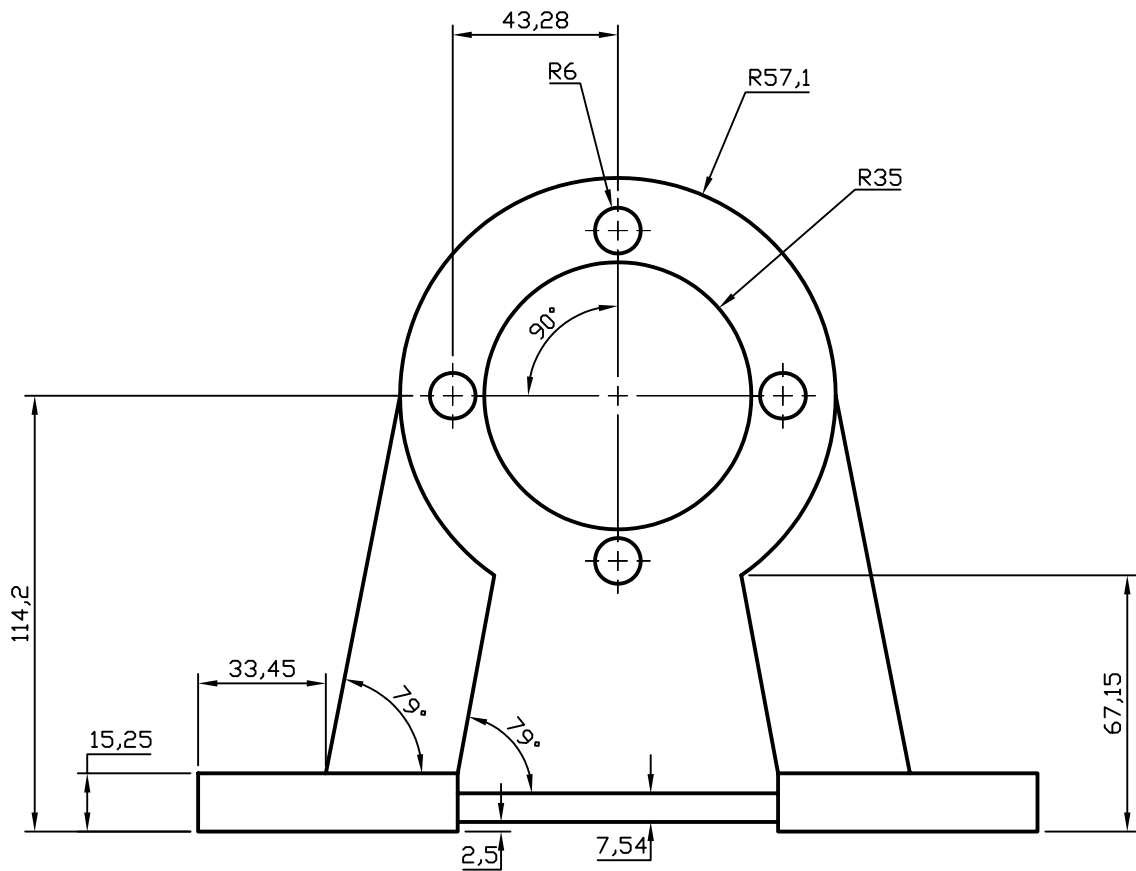
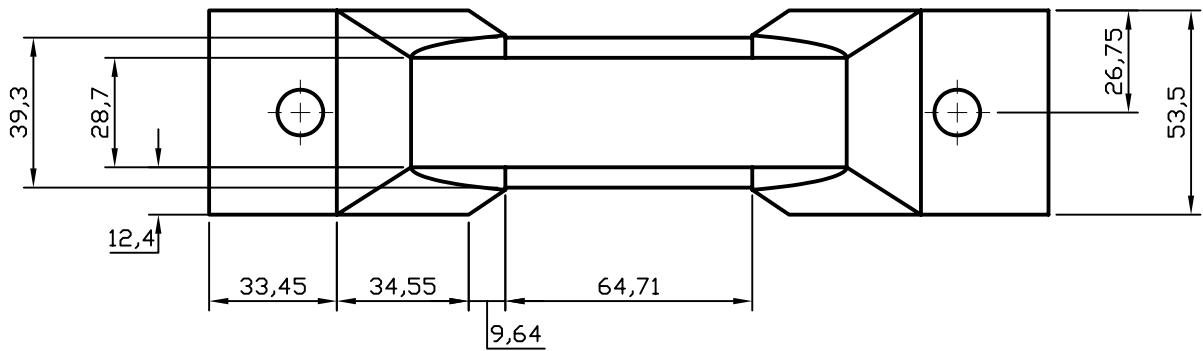
Tolerancia: 0,05

PROYECTADO	Fecha	Nombre	Firma	Material	Acero
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	SOPORTE DE LEVA
REVISADO		Dimedo, Echeverria		Código	1:2,5
APROVADO		Dimedo, Echeverria			

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
Facultad de Ingenieria Mecanica

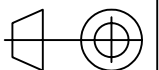
Sustituye a: SUSTITUYE	Anexo: ANEXO	Hoja	HUJA
TQ 21 - 24			

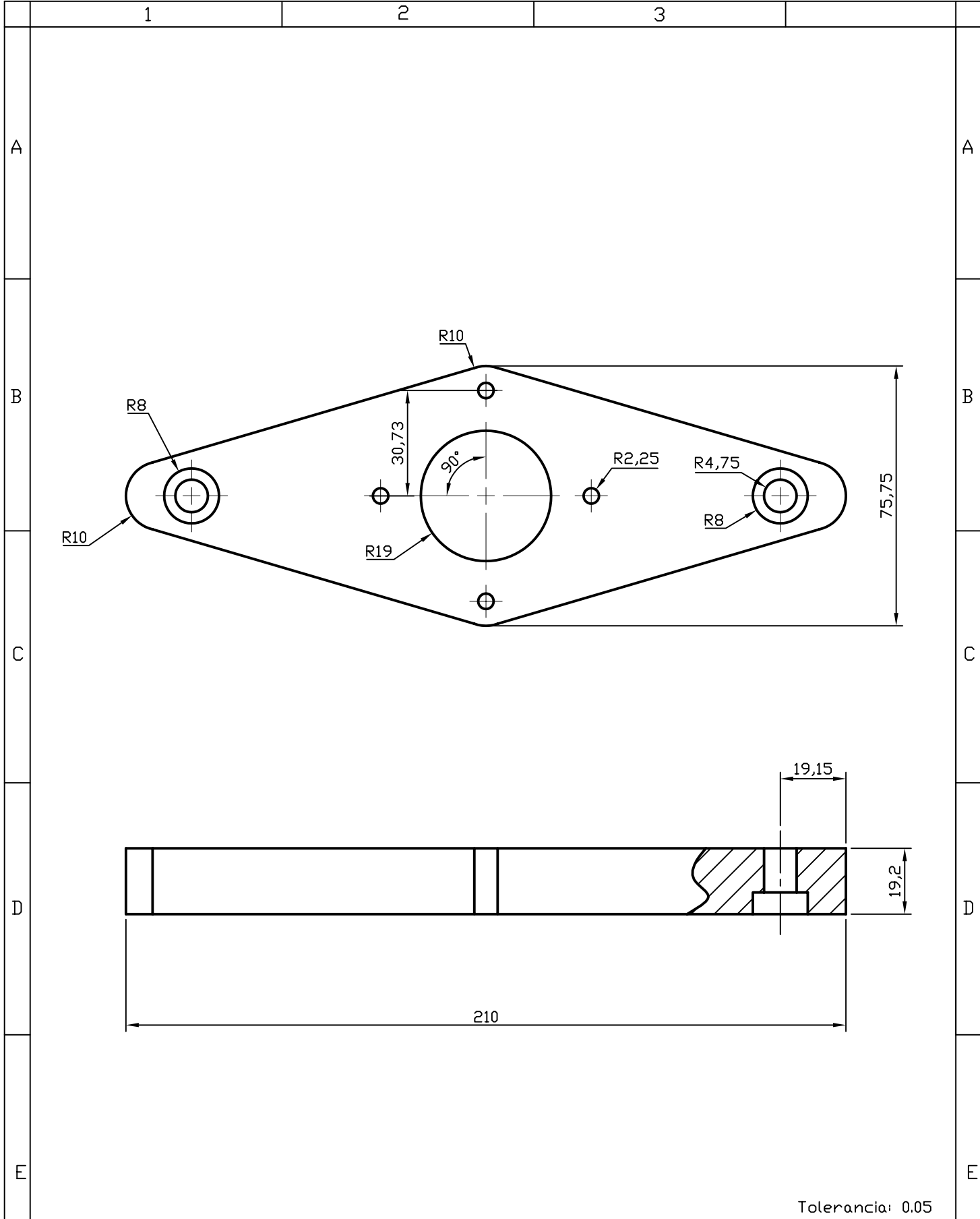
1	2	3	4
A	B	C	D
E	F		



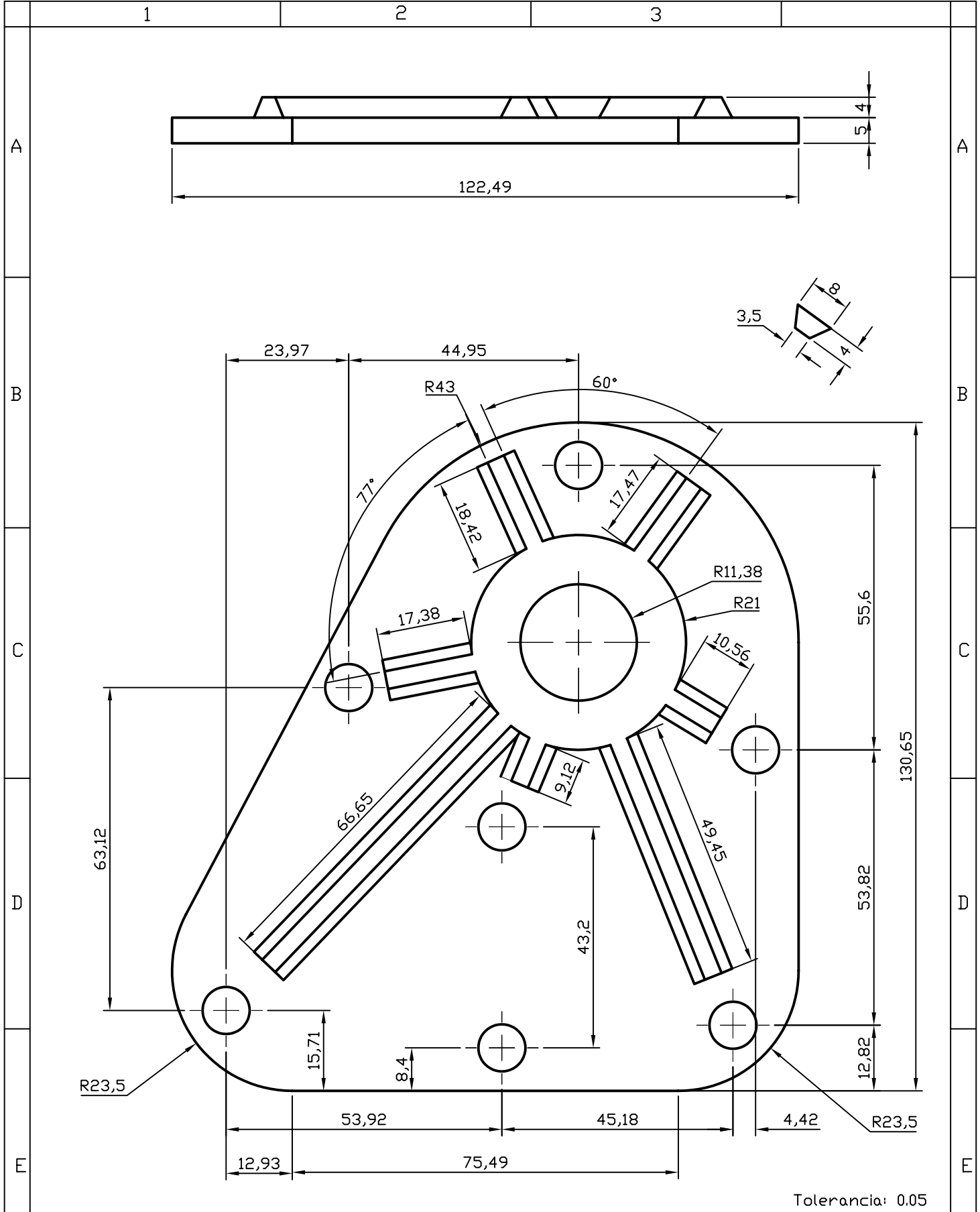
Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Ulmedo, Echeverria		SOPORTE	1:2
APROVADO		Ulmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 25	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

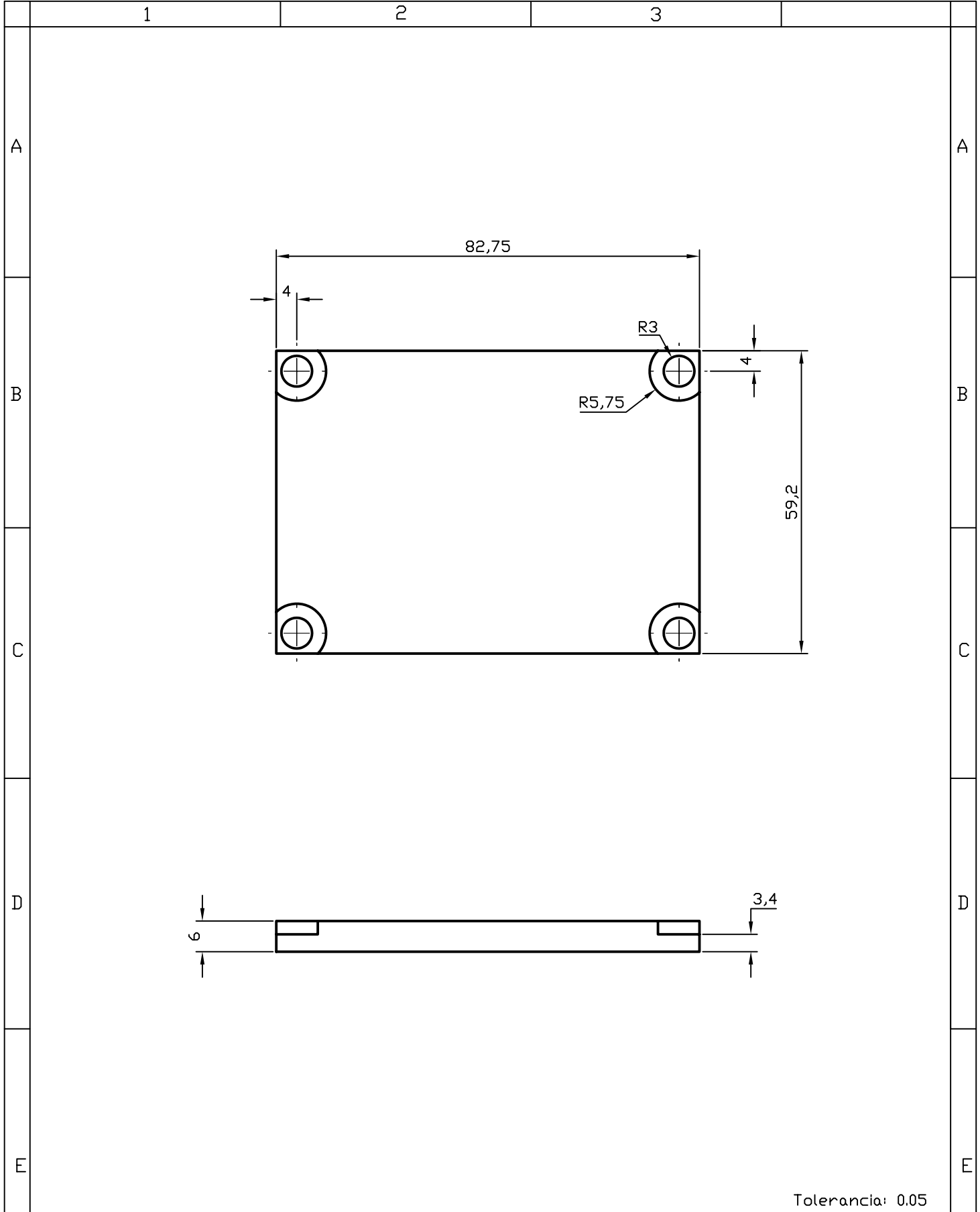




	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Ulmedo, Echeverria		TAPA DEL EJE SEGUDOR Y COLUMNAS	1:1.5
APROVADO		Ulmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 26	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

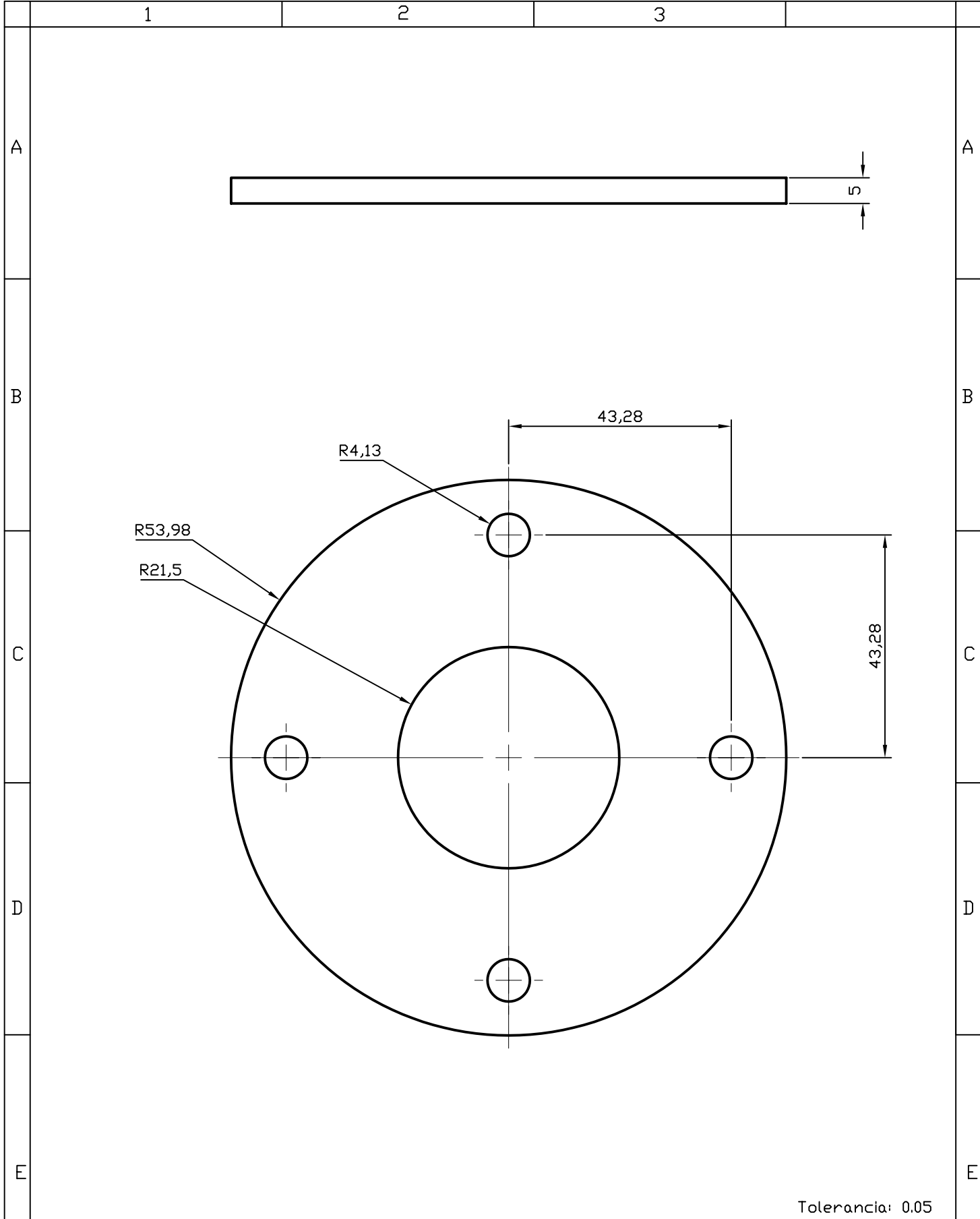


	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Ulmedo, Echeverría		TAPA DEL SINFIN (EJE)	1:1
APROVADO		Ulmedo, Echeverría			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingeniería Mecánica				Código	
				TQ 21 - 27	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



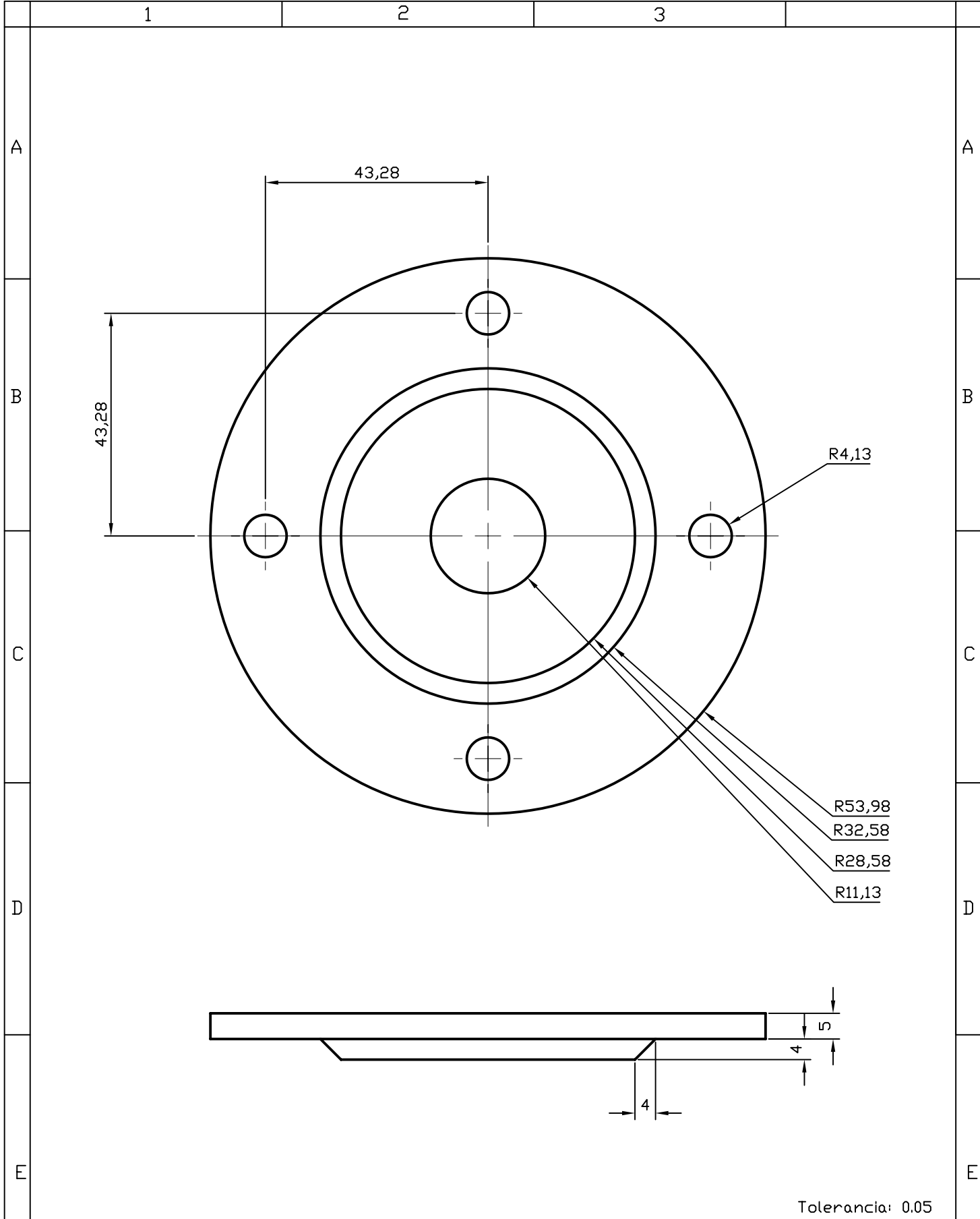
Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		TAPA DE CIRCUITOS	1:1
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingenieria Mecánica				Código	
				TQ 21 - 28	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



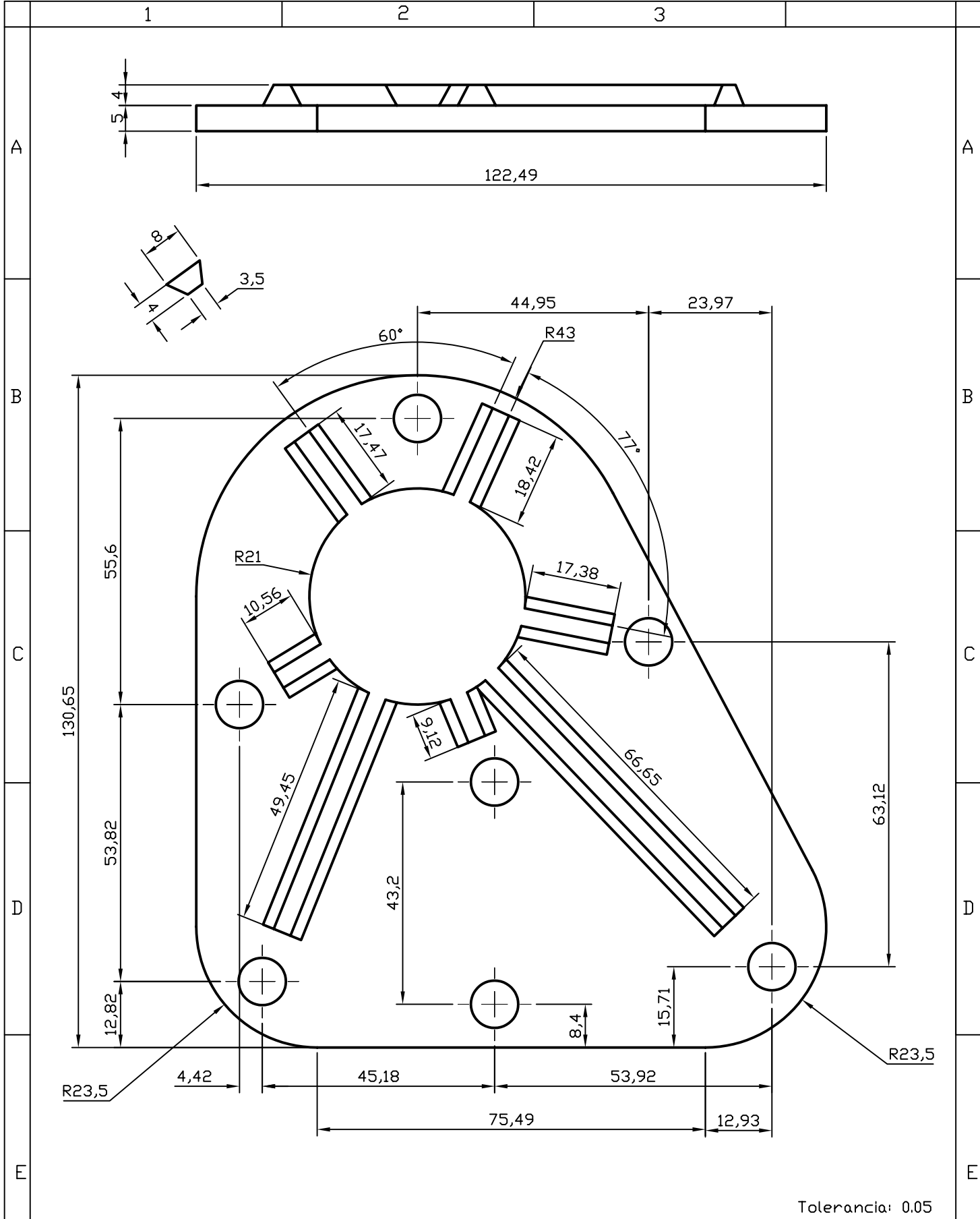
Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	3
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverría		TAPA PARA RODAMIENTOS SOPORTE LEVA	1:1
APROVADO		Olmedo, Echeverría			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingeniería Mecánica				Código	
				TQ 21 - 29	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



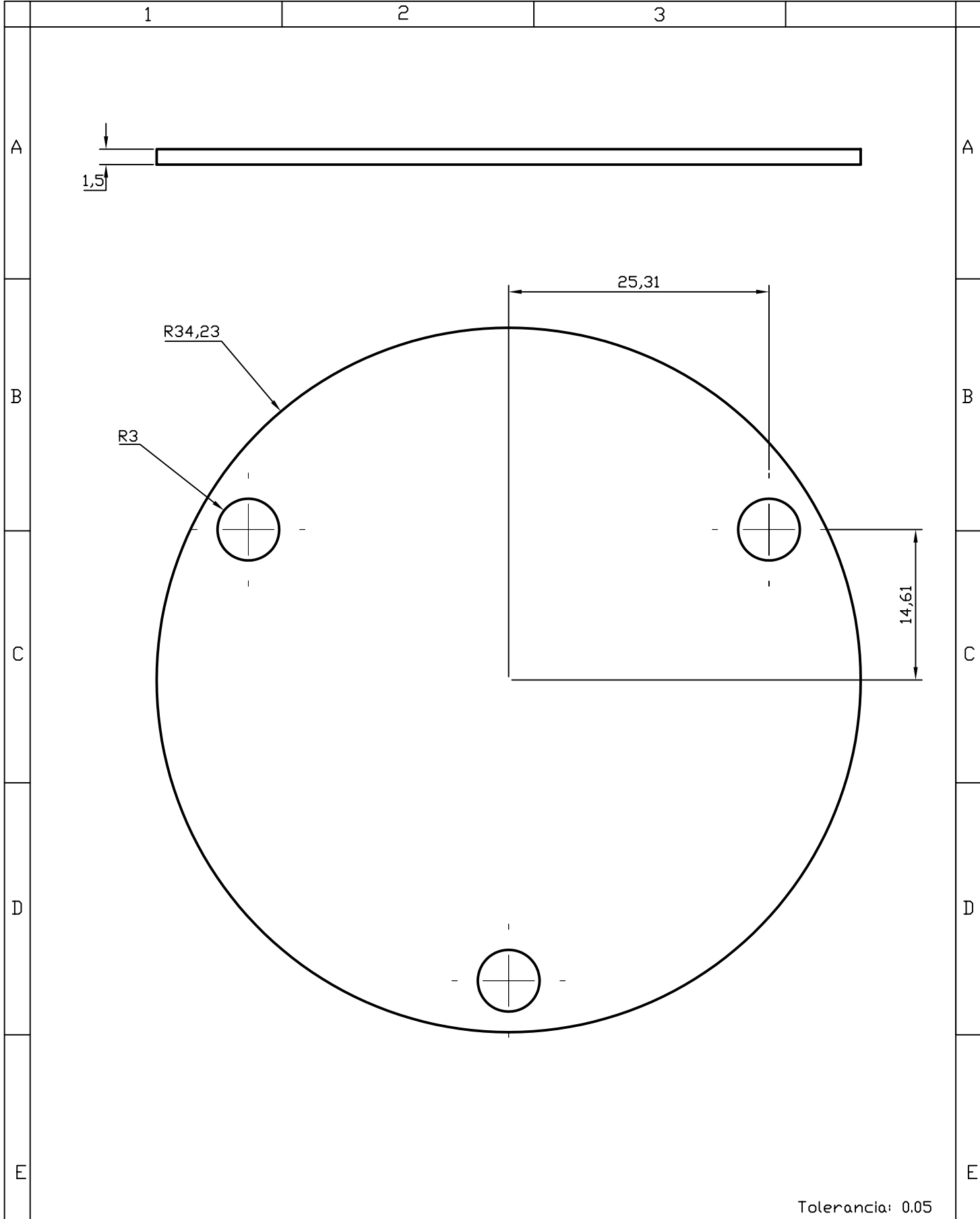
Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverría		TAPA DE RODAMIENTOS PARA EL SOPORTE	1:1
APROVADO		Olmedo, Echeverría			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingeniería Mecánica				Código	
				TQ 21 - 30	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



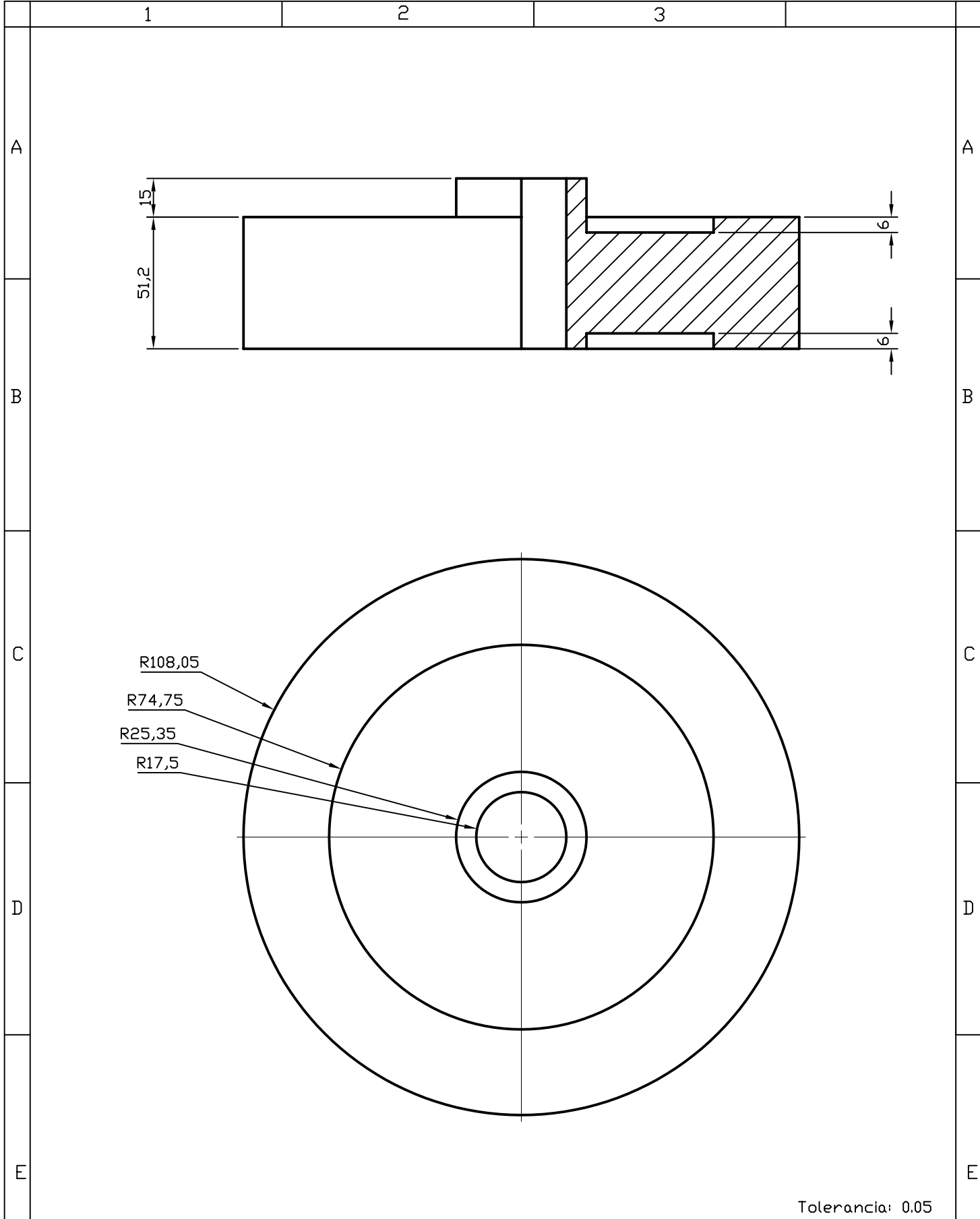
Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas			Proyecto
REVISADO		Ulmedo, Echeverría		TAPA DEL SINFIN	1:1
APROVADO		Ulmedo, Echeverría			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingeniería Mecánica				Código	
				TQ 21 - 31	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja



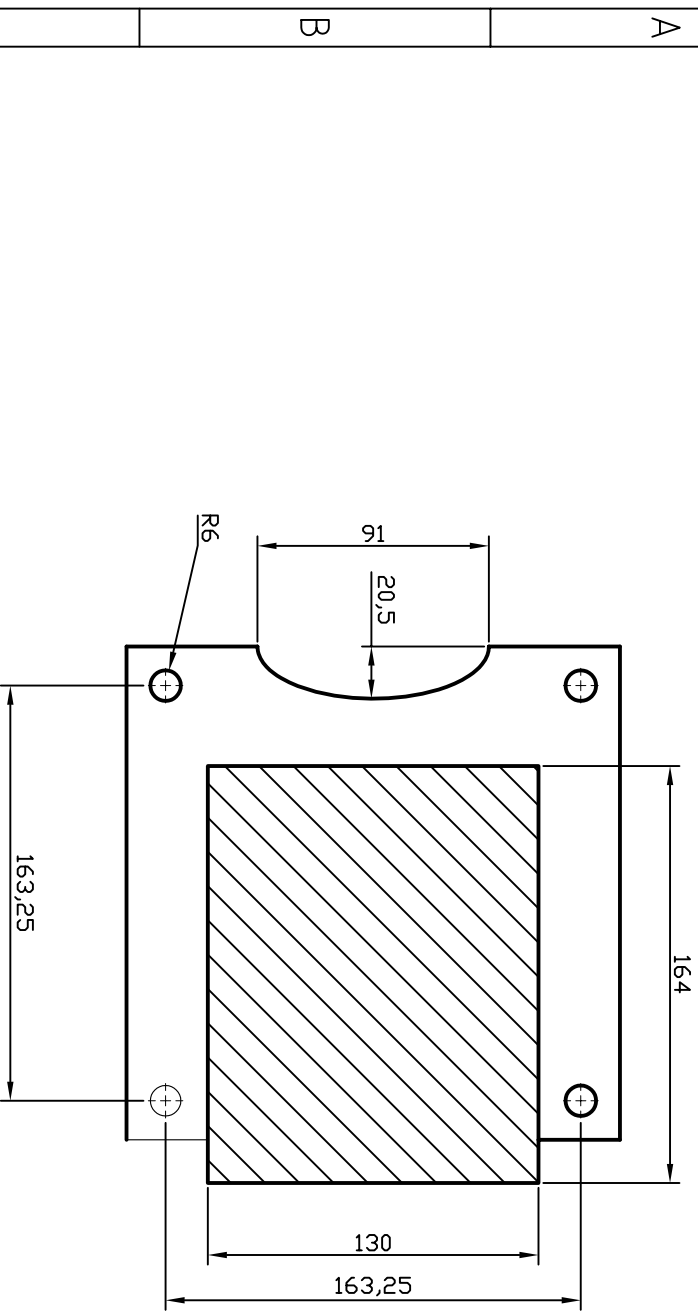
Tolerancia: 0.05

	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverría		TAPA DEL MOTOR DEL SINFIN	2:1
APROVADO		Olmedo, Echeverría			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO Facultad de Ingeniería Mecánica				Código	
				TQ 21 - 32	
				Sustituye a:	Anexo:
					Hoja

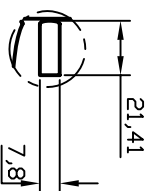
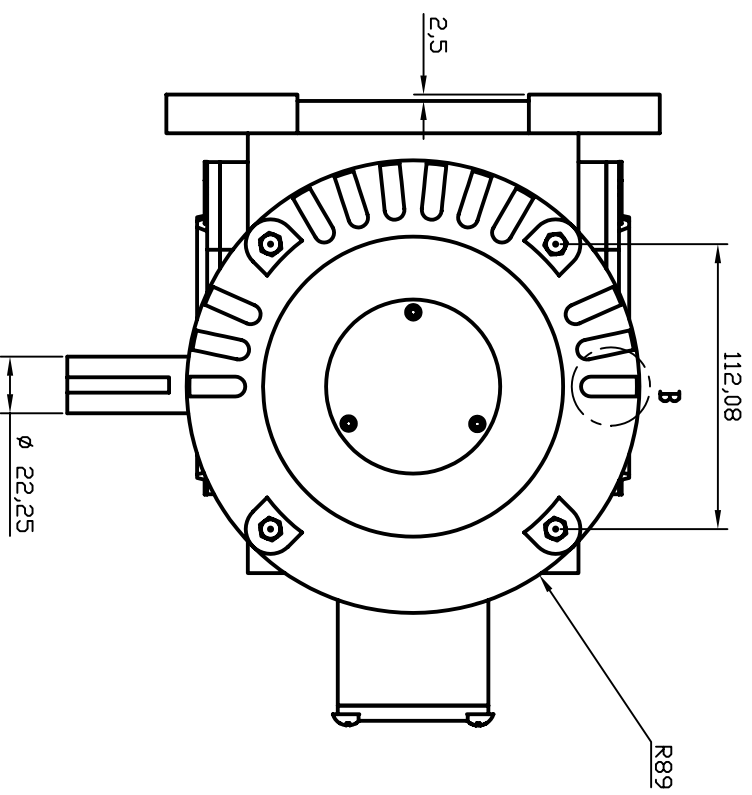


Tolerancia: 0.05

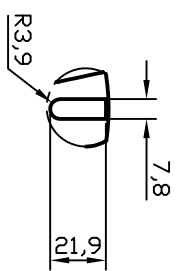
	Fecha	Nombre	Firma	Material	
PROYECTADO		Diego Salas		Acero	
DIBUJADO		Diego Salas		Proyecto	Escala
REVISADO		Olmedo, Echeverria		VOLANTE DE INERCIA	1:2
APROVADO		Olmedo, Echeverria			
ESCUELA POLITECNIA DEL EJERCITO				Código	
Facultad de Ingeniería Mecánica				TQ 21 - 33	
			Sustituye a:	Anexo:	Hoja



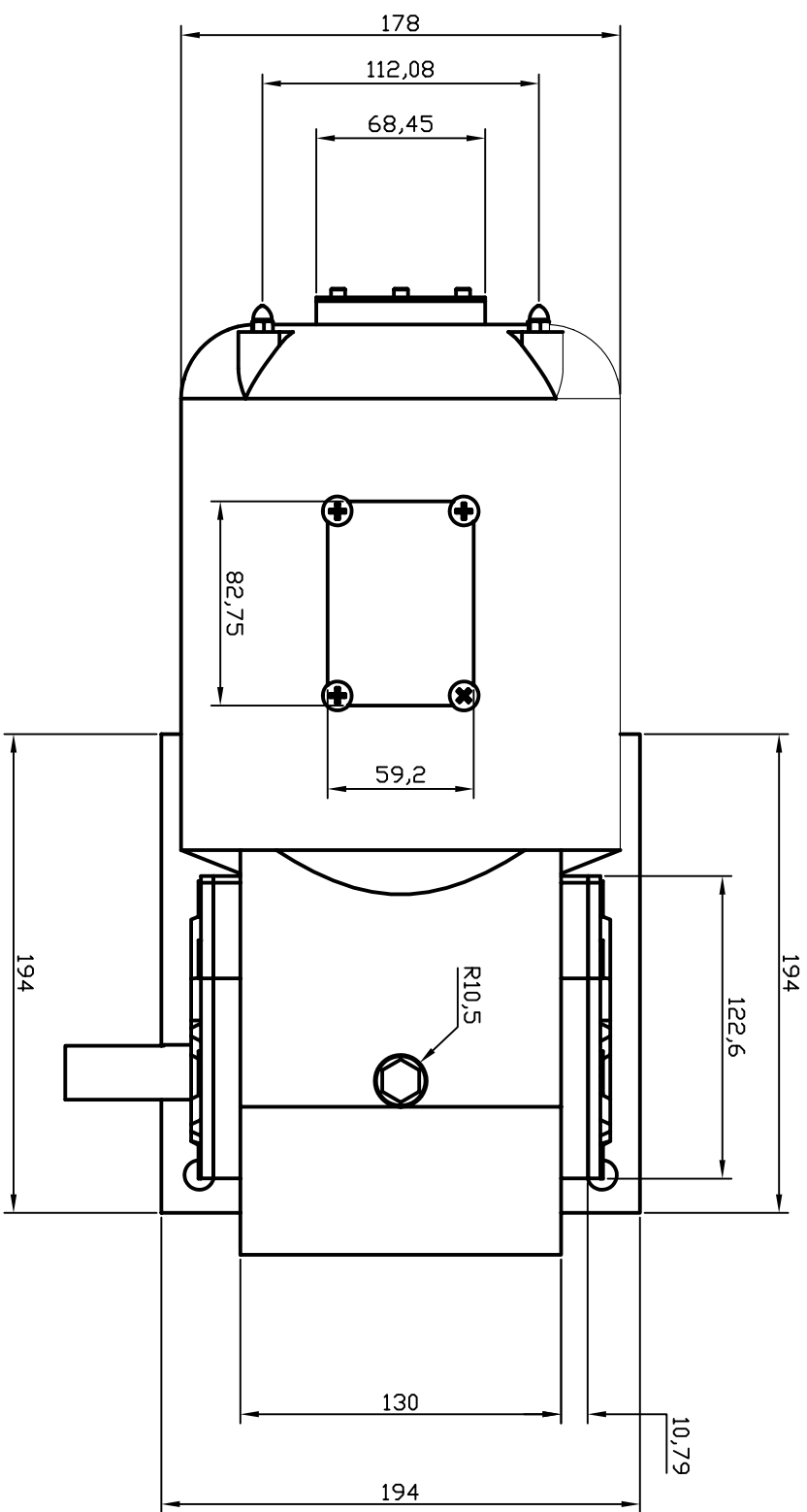
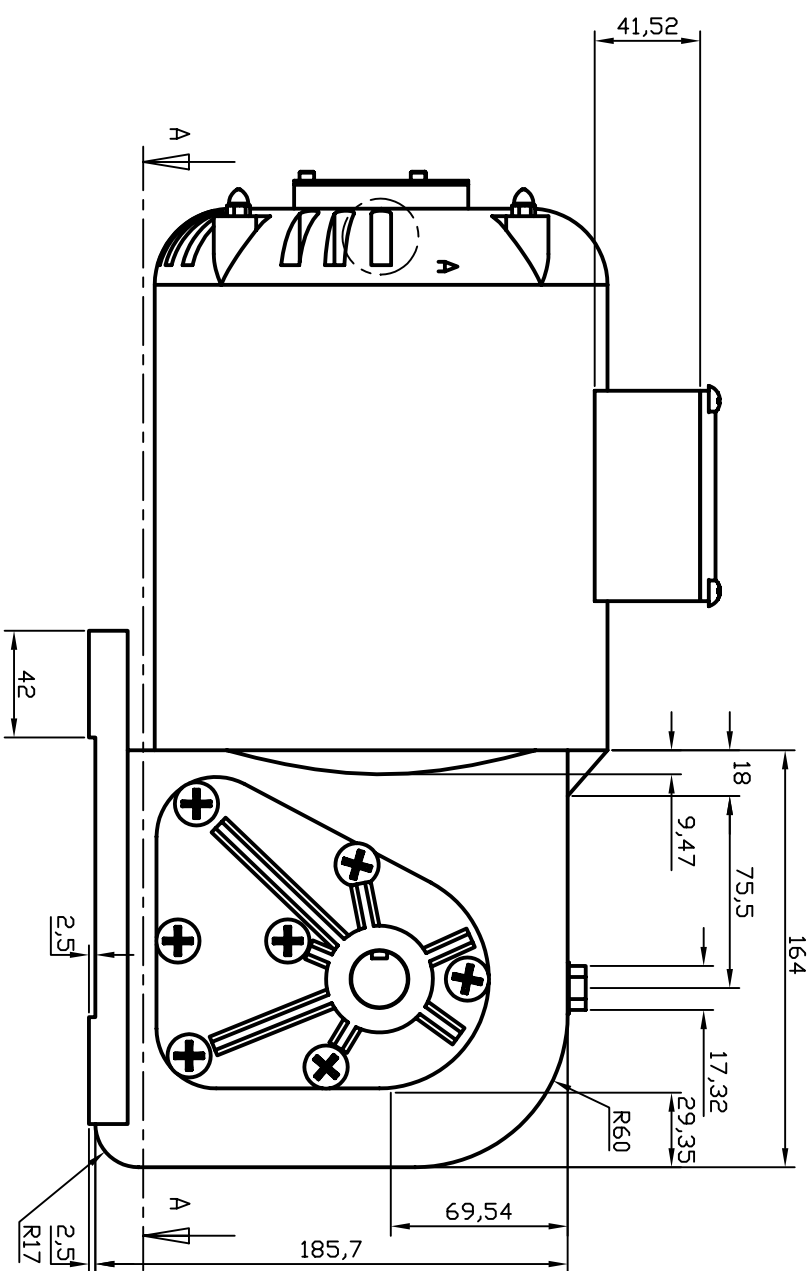
Seccion A-A



Detalle A



Detalle B

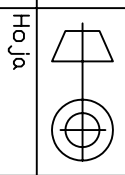


Tolerancia: 0,05

PROYECTADO	Fecha	Nombre	Firma	Material	
DIBUJADO		Diego Salas		Acero	
REVISADO		Diego Salas		Proyecto	
APROVADO		Diego Salas		CONJUNTO SINFIN-CORONA-MOTOR	
		Olmedo, Echeverria, Olmedo, Echeverria		Código	
		Echeverria		TQ 21 - 34	
ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO				Sustituye a:	Anexo:
Facultad de Ingenieria Mecanica					

Escala

1:3



Hoja