

INSTITUTO TECNOLOGICO DE TOLUCA

PROYECTO SABATICO 2009

ELABORACION DE PROTOTIPO
AUXILIAR PARA LA ENSEÑANZA
“OPTOELECTRONICA”

REPORTE FINAL

INTRODUCCION

Durante el desarrollo del proyecto se presenta el siguiente reporte el cual incluye un análisis de los antecedentes que existen en el medio educativo acerca de apoyos didácticos para reforzar los temas de cursos de optoelectrónica o materias que incluyen temas relacionados como óptica geométrica donde se consideran aspectos relacionados con la manipulación de haces luminosos así como conceptos de luz y unidades de medición como flujo luminoso, intensidad luminoso, ángulo sólido, emitancia, irradiancia y flujo luminoso incidente en alguna superficie dada. En el análisis de los antecedentes encontrados en literatura, información de algunas empresas dedicadas al diseño y fabricación de auxiliares didácticos y páginas de Internet para definir algunas de las características que tendrá el auxiliar y se realizan propuestas del sistema a desarrollar, se realizan propuestas del sistema y se eligen las mas apropiadas, después se realiza una descripción del sistema a desarrollar en forma global para después describir cada una de las partes que los componen e iniciar el diseño que implica primero considerar las funciones de cada uno de las secciones y la relación que existe entre cada una de ellas, los conceptos optoelectrónicos que se utilizan y su relación con los dispositivos a probar o demostrar su comportamiento, las especificaciones de los componentes para determinar las características eléctricas de alimentación a cada uno de ellos, las dimensiones del sistema y las condiciones de prueba de cada uno, así como las características del sistema de detección y despliegado de la información obtenida para que los estudiantes

visualicen y tengan una idea clara del comportamiento de cada dispositivo y su relación con los sistemas que los involucran en las diferentes áreas como sistemas de seguridad en el hogar, en la industria, sistemas de control, de posicionamiento para procesos industriales entre otros. Una vez determinadas las características y el diseño del sistema se desarrollan las pruebas iniciales de cada uno de las secciones del sistema para realizar las correcciones necesarias y los ajustes para después realizar la construcción final de cada sección y realizar las pruebas del sistema completo.

INDICE

- Introducción	2
- Objetivos	5
- Planteamiento del problema a resolver	6
- Investigación de Antecedentes	7
- Determinación de características y especificaciones	10
- Alternativas de solución	18
- Análisis Y Diseño	30
- Descripción Del Sistema	43
- Descripción De Funcionamiento	46
- Apéndice A	52
- Apéndice B	56
- Apéndice C	60
- Apéndice D	64
- Apéndice E	66
- Apéndice F	68
- Apéndice G	70

OBJETIVOS.

La elaboración del proyecto tiene como objetivo que el Instituto cuente con el prototipo de un equipo que permita a los profesores y estudiantes contar con refuerzo para mejorar el conocimiento y visualización del comportamiento de dispositivos optoelectrónicos vistos en el curso de Optoelectrónica, así como contar con un equipo que les permita además determinar las características de dispositivos y visualizar las aplicaciones de estos en su quehacer profesional.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A RESOLVER.

Al impartir en varios semestres la materia de Optoelectrónica se ha detectado la influencia que tienen algunos equipos desarrollados por el profesor para un mejor entendimiento del comportamiento de dispositivos optoelectrónicos, así como una mayor visualización de las aplicaciones reales de estos en la industria. En este proyecto se plantea el diseño y construcción de un prototipo que permita a los estudiantes a través de la manipulación de los parámetros que intervienen en la determinación de las características de los dispositivos optoelectrónicos y una aproximación de sistemas optoelectrónicos en la industria como: sistemas de seguridad, instrumentación asociada a la automatización de procesos entre otros.

INVESTIGACIÓN DE ANTECEDENTES.

En la actualidad no se tiene noticia de equipo de apoyo de apoyo a la materia de optoelectrónica que permita realizar pruebas de comportamiento y mostrar aplicaciones reales de los dispositivos optoelectrónicos en la industria.

Se realizó una investigación de dispositivos optoelectrónicos incluyendo fuentes luminosas de diferentes tipos, emisores optoelectrónicos incluyendo Diodos Emisores de Luz (LED) en sus diferentes tipos incluyendo formas como indicadores, transmisores de información, emisores para sistemas de control remoto, desplegados, diferentes tamaños, intensidades luminosas, color que implica el espectro de emisión, y sus aplicaciones además de detectores optoelectrónicos como fotorresistencias (LDR), fotodiodos, celdas solares entre otros así como sistemas de acoplamiento entre ellos como interruptores ópticos, detectores de velocidad (tacómetros entre otros), sistemas de posicionamiento, sistemas de detección de proximidad y aplicaciones en la industria como instrumentación asociada a la automatización de procesos entre otros.

Se obtuvo información de empresas como Edmund que desarrollan dispositivos ópticos como lentes para la industria y la educación como sistema de soporte, lentes, materiales con diferentes características de transmisión de luz, entre otros

A continuación se muestran algunos de los ensambles del fabricante.



Fig 1.- Sistema de soportes.

Empresas como PASCO proporcionan a los educadores de diferentes niveles equipo para demostrar el comportamiento de sistemas físicos entre otros, dentro del área de óptica tiene equipos como demostradores del comportamiento de óptica básica o espectrómetros,

Se muestran algunos de los ensambles del fabricante.



Fig 2.- Guía de pruebas ópticas y soportes asociados.



Fig 3.- Soporte giratorio.

También se tiene información de fabricantes de dispositivos optoelectrónicos como: VISHAY, SICK, PERKIN ELMER, HONEYWELL, MITSUBISHI, BURR – BROWN, ALEPH, HAMAMATSU, OMRON entre otros fabricantes de circuitos asociados como ALLEGRO, ADVANCED SEMICONDUCTORS, ANALOG DEVICES, EXAR, FAIRCHILD, HARRIS, INTERSIL, LINEAR SEMICONDUCTORS, MOTOROLA, NATIONAL SEMICONDUCTORS, ON SEMICONDUCTORS, PHILIPS, SHARP, TEXAS INSTRUMENTS, THOMSON, MAXIM, que publican para sus consumidores información de aplicaciones de sus dispositivos además de algunas de las pruebas que realizan a estos para determinar sus características que determinas sus especificaciones.

Dentro de la investigación realizada se encontró también información de pruebas realizadas a dispositivos optoelectrónicos realizadas en prácticas de laboratorio de algunas UNIVERSIDADES, INSTITUTOS y ESCUELAS DE EDUCACIÓN MEDIA Y SUPERIOR donde se describen las características de los dispositivos a comprobar, así como el procedimiento a seguir para la comprobación de estas de tal manera que sea ilustrativo para los estudiantes, pero no se tiene información de sistemas didácticos para tal efecto, además de aplicaciones de sus componentes en la industria, basándose en la información disponible se conjunta para el desarrollo del prototipo de este proyecto.

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES.

Para la determinación de las características del prototipo se toma en cuenta las especificaciones de funcionamiento de los dispositivos de los cuales se comprobará su funcionamiento, primero se definen los tipos de dispositivos:

- Sensores que involucran inicialmente fotodiodos y sus variantes en los cuales se comprueba su respuesta a diferentes niveles de iluminación o irradiancia para lo cual se propone que el prototipo disponga de un sistema posicionador lineal para colocar el dispositivo a diferentes distancias de la fuente luminosa, se comprueba también su respuesta angular para lo cual se propone que el prototipo disponga de un posicionador angular y de esta manera determinar el patrón de detección del dispositivo, además del sistema electrónico de alimentación, detección y desplegado.
- Emisores que involucran inicialmente LEDs en sus diferentes tipos para los cuales sus niveles de emisión, su patrón (angular) de emisión, las características de la luz emitida a diferentes distancias del emisor, su respuesta a diferentes tipos de alimentación por ejemplo alimentación por pulsos con diferentes ciclos de trabajo.
- Dispositivos de acoplamiento emisor-detector en sus diferentes tipos como opto interruptores, optoacopladores reflectivos para los cuales se comprueba su comportamiento variando la posición con los elementos asociados como distancia del reflector.

A continuación se muestran algunas de las especificaciones de dispositivos que se toman en cuenta para la determinación de las características del sistema.

Hoja de especificaciones del fotodiodo:



QSE773 PLASTIC SILICON PIN PHOTODIODE

Las hojas de especificaciones muestran lo siguiente:

ELECTRICAL / OPTICAL CHARACTERISTICS (T _A = 25°C unless otherwise specified)						
PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Reverse Voltage	I _R = 0.1 mA	V _R	32		—	V
Dark Reverse Current	V _R = 10 V	I _{R(D)}	—		30	nA
Peak Sensitivity	V _R = 5 V	λ _{PK}		920		nm
Reception Angle @ 1/2 Power		Θ		+/-60		Degrees
Photo Current	E _d = 1.0 mW/cm ² , V _{CE} = 5 V ⁽⁶⁾	I _{PH}	30		—	μA
Capacitance	V _R = 3 V	C		20		pF
Rise Time	V _R = 5 V, R _L = 1 K	t _r		50		ns
Fall Time	V _R = 5 V, R _L = 1 K	t _f		50		ns

Fig 4.- Hoja de especificaciones de fotodiodo.

Donde algunas de ellas se muestran de manera gráfica, como se muestra a continuación.

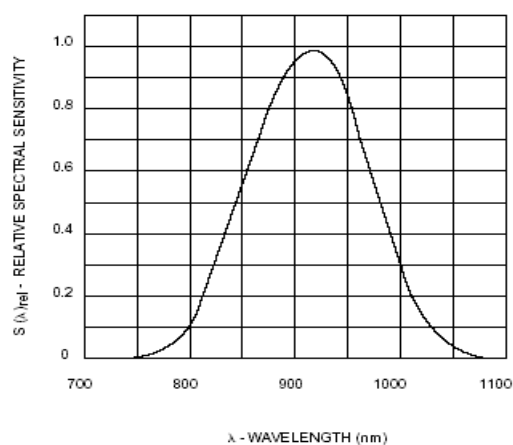


Fig. 1 Relative Spectral Sensitivity vs. Wavelength

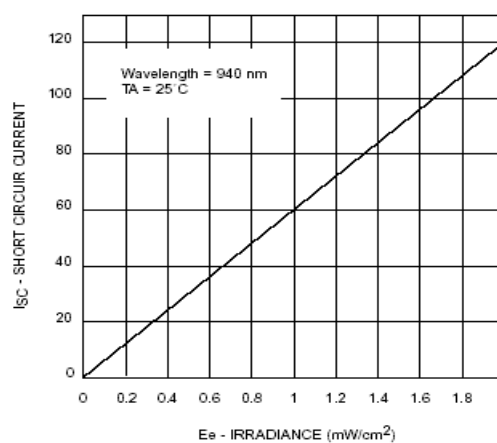


Fig. 2 Short Circuit Current vs. Irradiance

Fig 5.- Gráficas de comportamiento de fotodiodo.

Hojas de especificaciones de fototransistor:



Technical Data Sheet

1.5mm Side Looking Phototransistor

PT928-6C

Features

- Fast response time
- High sensitivity
- Small junction capacitance
- Pb free

Descriptions

PT928-6C is a phototransistor in miniature package which is molded in a water clear plastic with spherical top view lens. The device is spectrally matched to infrared emitting diode.



Fig 6.- Descripción técnica de fototransistor.

Las hojas de especificaciones muestran lo siguiente:

Electro-Optical Characteristics (Ta=25°C)

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C=2mA$ $E_e=1mW/cm^2$	---	---	0.4	V
Rise Time	t_r	$V_{CE}=5V$ $I_C=1mA$ $RL=1000\Omega$	---	15	---	μS
Fall Time	t_f		---	15	---	
Collector Dark Current	I_{CEO}	$E_e=0mW/cm^2$ $V_{CE}=20V$	---	---	100	nA
On State Collector Current	$I_{C(on)}$	$E_e=0.555mW/cm^2$ $V_{CE}=5V$	0.52		3.48	mA
Wavelength of Peak Sensitivity	λ_p	---	---	860	---	nm
Rang of Spectral Bandwidth	$\lambda_{0.5}$	---	400	---	1200	nm

Fig 7.- Características técnicas de fototransistor.

Donde algunas de ellas se muestran de manera gráfica, como se muestra a continuación.

Fig.4 Collector Current vs. Irradiance

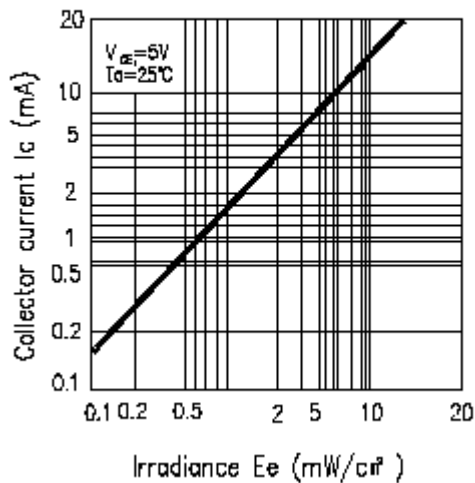


Fig.5 Spectral Sensitivity

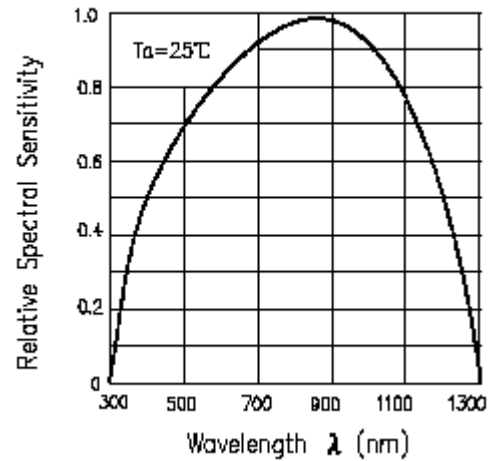


Fig 8.- Gráficas de comportamiento de fototransistor.

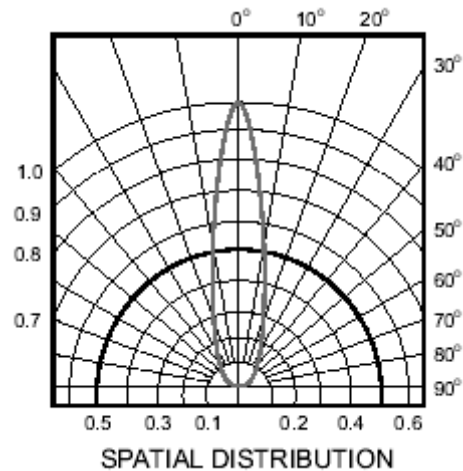


Fig 9.- Gráfica de comportamiento angular de fototransistor.

Hojas de especificaciones de LED



TLDR440.

Vishay Semiconductors

High Intensity LED, $\varnothing$ 3 mm Tinted Diffused

Description

This LED contains the double heterojunction (DH) GaAlAs on GaAs technology.

This deep red LED can be utilized over a wide range of drive current. It can be DC or pulse driven to achieve desired light output.

The device is available in a 3 mm tinted diffused package.

Features

- Exceptional brightness

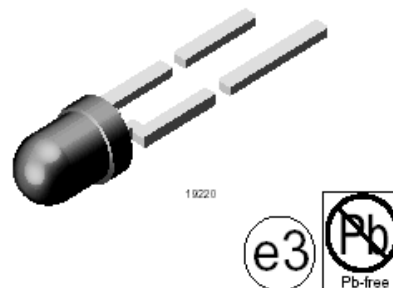


Fig 10.- Descripción técnica de LED.

Las hojas de especificaciones muestran lo siguiente:

TLDR440.

Parameter	Test condition	Part	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Luminous intensity ¹⁾	$I_F = 20 \text{ mA}$	TLDR4400	I_V	25	45		med
		TLDR4401	I_V	25		50	med
Luminous intensity	$I_F = 1 \text{ mA}$		I_V		2		med
Dominant wavelength	$I_F = 20 \text{ mA}$		λ_d		648		nm
Peak wavelength	$I_F = 20 \text{ mA}$		λ_p		650		nm
Spectral line half width	$I_F = 20 \text{ mA}$		$\Delta\lambda$		20		nm
Angle of half intensity	$I_F = 20 \text{ mA}$		ϕ		± 40		deg
Forward voltage	$I_F = 20 \text{ mA}$		V_F		1.8	2.2	V
Reverse current	$V_R = 6 \text{ V}$		I_R			10	μA
Junction capacitance	$V_R = 0, f = 1 \text{ MHz}$		C_j		30		pF

¹⁾ in one Packing Unit $I_{Vmin}/I_{Vmax} \leq 0.5$

Fig 11.- Especificaciones técnicas de LED.

Donde algunas de ellas se muestran de manera gráfica, como se muestra a continuación.

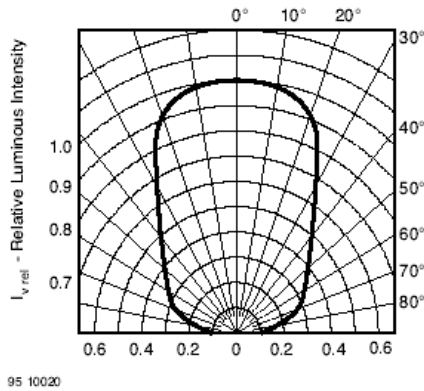


Figure 4. Rel. Luminous Intensity vs. Angular Displacement

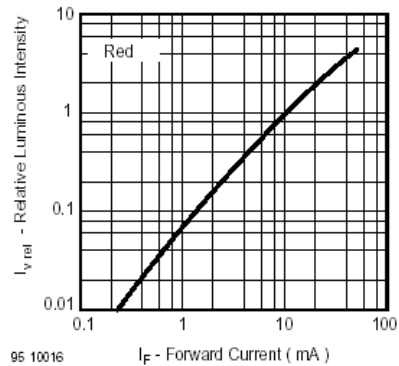


Figure 8. Relative Luminous Intensity vs. Forward Current

a

b

Fig 12.- Gráficas de comportamiento de LED.

a) Respuesta angular, b) relación de transferencia I_V / I_F

Considerando las características de los dispositivos optoelectrónicos de los cuales se comprobará el funcionamiento se determinas las características de los componentes del sistema:

Las especificaciones a tomarse en cuenta de los dispositivos son las siguientes:

Para los detectores:

- ◇ Intervalos de irradiancia en los fotodiodos y fototransistores.
- ◇ Intervalos de corriente que manejan a la salida de los dispositivos hacia el circuito que alimentan.
- ◇ Intervalos de los ángulos en los que mantienen una respuesta los dispositivos detectores.

Para los emisores:

- ◇ Voltaje de alimentación de las fuentes luminosas.
- ◇ Intervalos la intensidad luminosa que proporcionan los emisores.
- ◇ Intervalos de los ángulos en los que emiten energía luminosa los dispositivos emisores.

Para los dispositivos empleados como fuentes luminosas:

- ◇ Para lámparas incandescentes se emplean voltajes hasta 12 VCD.
- ◇ Para Diodos Emisores LEDs se emplean corrientes hasta de 50 mA.
- ◇ Los valores de Intensidad luminosa en caso de los LEDs muestra valores de 2 mcd hasta 50 mcd.
- ◇ Los ángulos de emisión están desde -90° hasta $+90^\circ$.

Para los dispositivos detectores ya sean fotodiodos o fototransistores se observa que:

- ◇ Los niveles de irradiancia en que operan los dispositivos están entre 0.1 mW/cm^2 y 10 mW/cm^2
- ◇ La corriente que proporciona al circuito está entre 30 μA y 10 mA.
- ◇ La respuesta angular en que operan los detectores está entre menos 90° y mas 90° .

Para el sistema de posicionamiento lineal deberá tener una longitud suficiente para que las variaciones de las características de la luz proveniente de las fuentes

luminosas mantengan niveles dentro de los niveles que los detectores utilizados son capaces de detectar. Estas distancias se determinan entre 10 cm y 100 cm.

Considerando el comportamiento angular de los dispositivos emisores y detectores, observando las gráficas de comportamiento se define para ángulos desde -90° hasta $+90^\circ$, entonces para el sistema de posicionamiento angular el sistema deberá variar la posición de los dispositivos emisores o detectores para ángulos desde -90° y $+90^\circ$.

Tomando en cuenta los dispositivos optoelectrónicos y circuitos electrónicos asociados que intervienen en el proceso de prueba en el sistema y sus características eléctricas se requiere voltajes de +5 VCD, +12 VCD, y -12 VCD, además de voltaje variable de 0 a 12 V.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

El auxiliar para la enseñanza “OPTOELECTRONICA” estará formado por un sistema mecánico de soportes de sujeción y posicionamiento lineal y angular variando los diferentes parámetros como distancia y ángulo de emisión y detección lo que determina la respuesta de cada uno de los dispositivos a comprobar, así como un sistema electrónico de alimentación, acondicionamiento de señales y sistema de desplegado de resultados numéricos y gráficos. Contará además con sistema de detección de velocidad y posicionamiento de sistemas físicos.

El sistema de posicionamiento lineal lo conforman una guía (perfil de aluminio) que por su forma permite la sujeción de las fuentes luminosas, detectores y elementos intermedios como lentes y polarizadores entre otros, además de permitir el desplazamiento controlado de los elementos para las diferentes pruebas que se realicen.

Lo conforman también:

- Soporte para fuentes luminosas que pueden ser lámparas incandescentes, LEDs en sus diferentes tipos.
- Soportes para elementos intermedios como, lentes, prismas, polarizadores, ventanas, atenuadores, dispersores, reflectores, entre otros.
- Soportes para detectores que permiten además la conexión al sistema de detección.

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO LINEAL Y SOPORTES.

El sistema de posicionamiento lineal estará formado por un soporte de acrílico con un riel de aluminio para montaje de los diferentes elementos como fuentes luminosas y detectores respectivamente. De acuerdo a las especificaciones de los dispositivos y pruebas realizadas se propone un intervalo de distancias entre emisor y detector desde 10 cm hasta 100 cm.

El sistema propuesto se muestra a continuación.

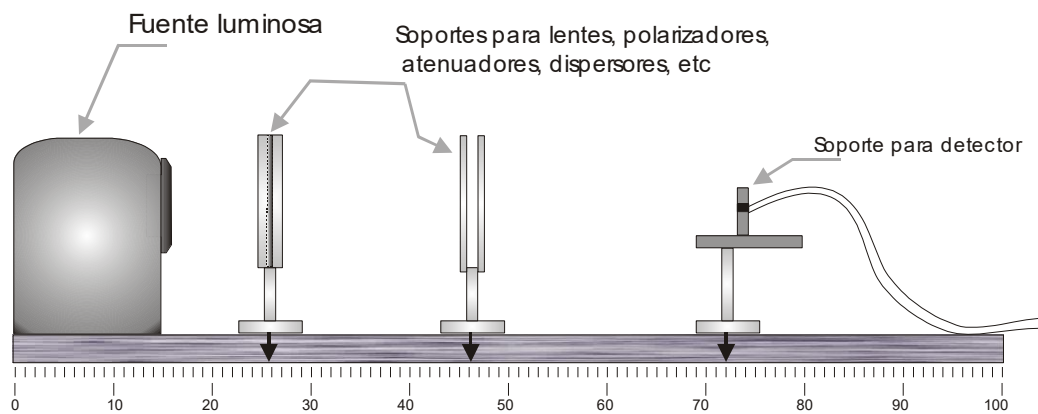


Fig 13.- Sistema de posicionamiento lineal y accesorios.

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO ANGULAR.

El sistema de posicionamiento angular lo conforman una cámara cilíndrica que por su forma permite variaciones angulares con su eje como referencia, cuenta también con soportes en las paredes del cilindro para las fuentes luminosas o detectores y un sistema interno giratorio con soporte para los dispositivos acoplado a sistema de posicionamiento controlado e indicadores del ángulo de posición con referencia a la posición inicial, además de las conexiones necesarias par alimentación y sistema de detección.

El sistema propuesto mostrando una vista lateral y vista superior se muestra a continuación.

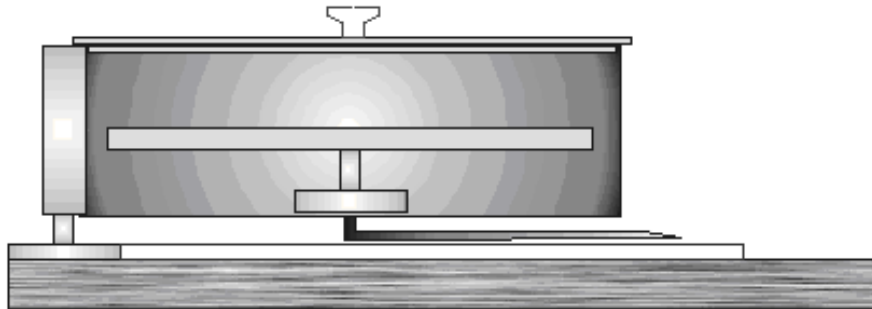


Fig 14.- Sistema de posicionamiento angular (vista lateral)

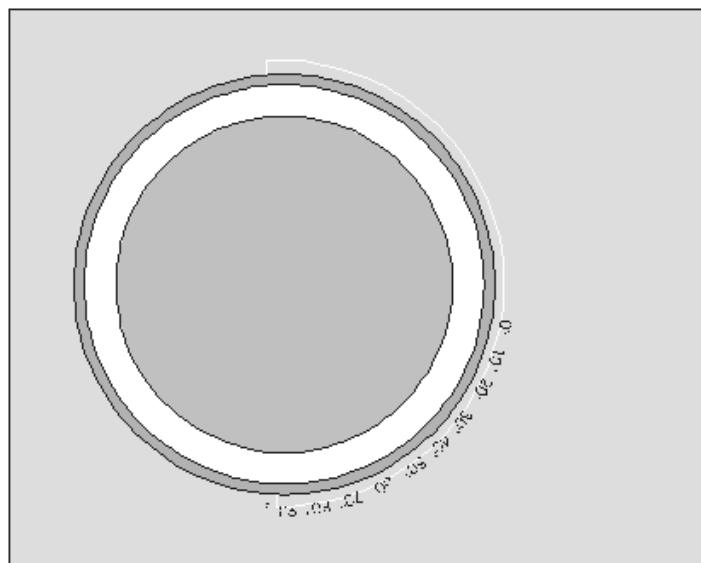


Fig 15.- Sistema de posicionamiento angular (vista superior)

SISTEMA DE DETECCIÓN DE VELOCIDAD Y POSICIONAMIENTO

A continuación se muestran dos opciones, una utilizando un sistema de emisor detector (interruptor óptico) y la otra utilizando un sistema de emisor detecto reflectivo, las cuales se muestran a continuación.

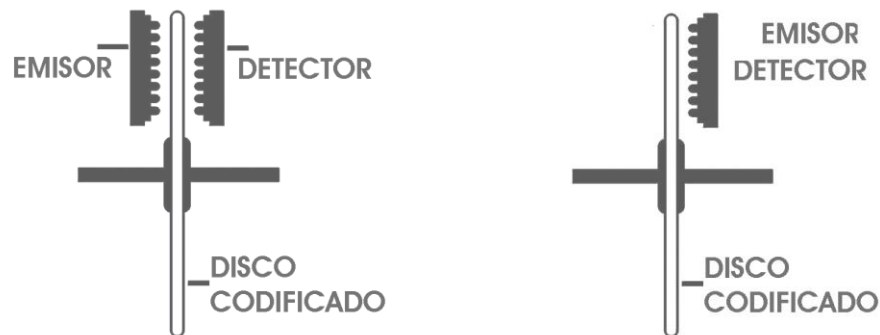


Fig 16.- Módulos de emisor detector.

El soporte y módulos de emisor detector estará formado por un soporte de discos compactos comerciales que permiten el acoplamiento rápido e intercambio de discos con los diferentes códigos asociados a procedimiento a realizar, además de un módulo de emisores y detectores ópticos asociado que proporciona señales eléctricas dependientes del código impreso en el disco, la posición del disco así como de su velocidad y dirección de giro.

Basado en la experiencia de elementos utilizados en prácticas de cursos anteriores se propone que los discos a utilizar sean Discos compactos comerciales (CDs) con etiquetas impresas con los diferentes códigos según las pruebas a realizar y un módulo conformado por emisores detectores reflectivos acoplados.

Para que en la práctica los estudiantes tengan la oportunidad de probar el sistema de emisión detección con diferentes tamaños de ranuras ópticas y diferente número de ranuras, se propone que los discos contengan solo ranuras ópticas, los cuales se muestran a continuación.

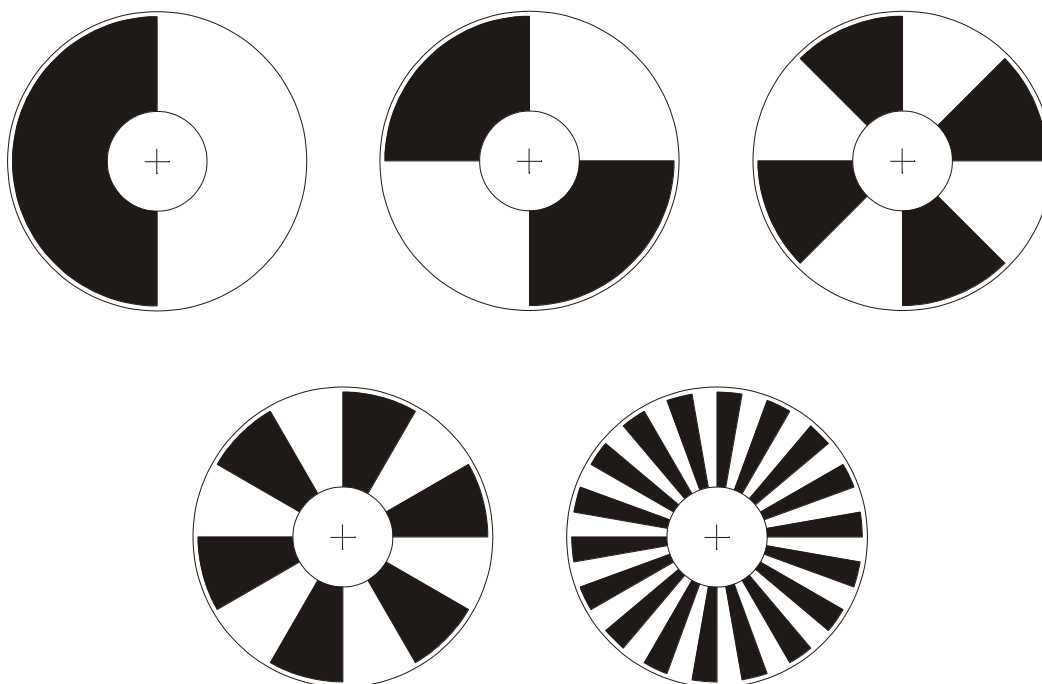
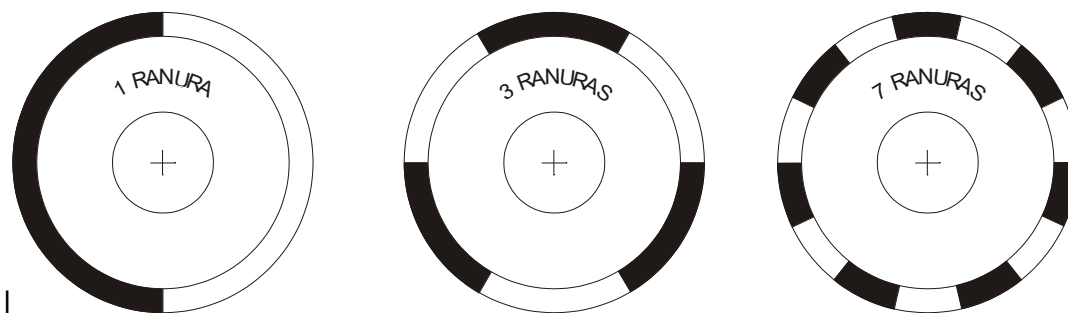


Fig 17.- Discos con ranuras ópticas

Para detector de velocidad (tacómetro) se proponen varios discos impresos con diferentes formas que permitan a los estudiantes determinar la velocidad de rotación bajo diferentes condiciones relacionando la frecuencia de repetición de las ranuras por unidad de tiempo, el tiempo que se presentan el conteo de ranuras y el número de ranuras por revolución en cada disco.

Ranuras ópticas con 1 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ,10, 16, 20 50, 64, 100 y 128 ranuras.

A continuación se muestran algunos discos rasurados.



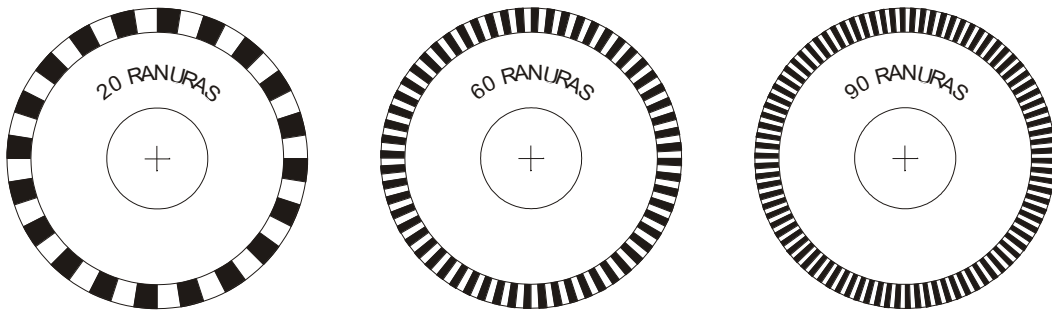


Fig 28.- Discos con ranuras ópticas para detector de velocidad.

Para sistema de posicionamiento incremental se propone tener varios discos impresos con diferentes ranuras, de esta manera los estudiantes podrán realizar posicionamientos con diferentes números de posiciones por revolución (resolución), entre otros:

Ranuras ópticas con 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 20, 32, 50, 64, 100 y 128 ranuras.

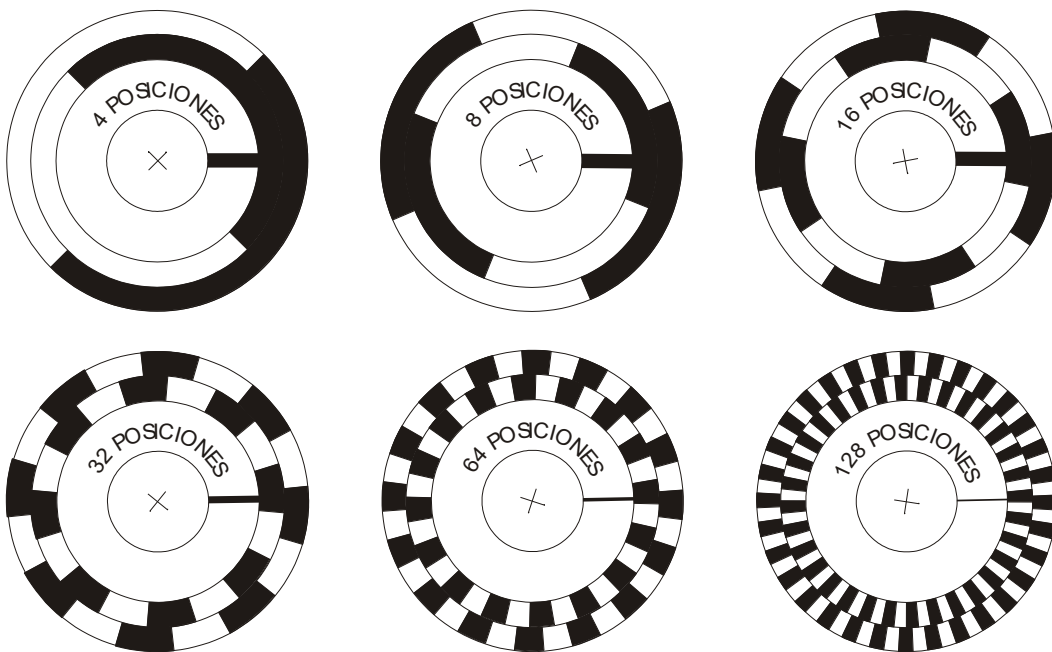


Fig 19.- Discos con ranuras ópticas en cuadratura

Para sistema de posicionamiento absoluto se propone tener varios discos impresos con diferentes códigos, entre otros:

Código Gray con 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 bits.

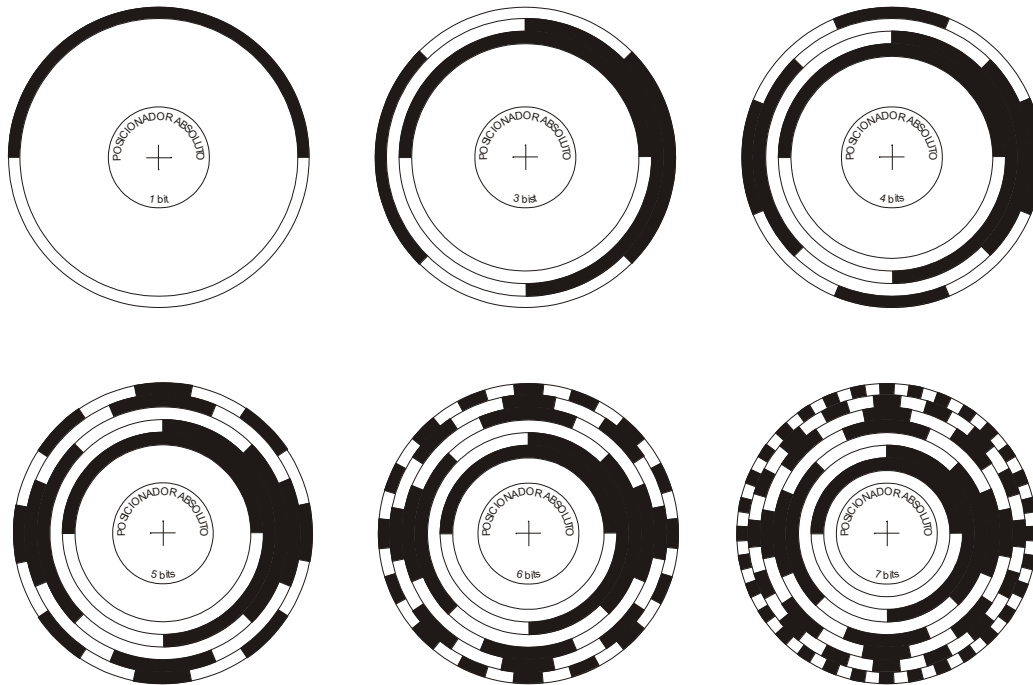


Fig 20.- Discos codificados en código Gray

Para sistema de posicionamiento lineal incremental o absoluto una estructura como se muestra y tener varias cintas impresas con diferentes ranuras, entre otros:

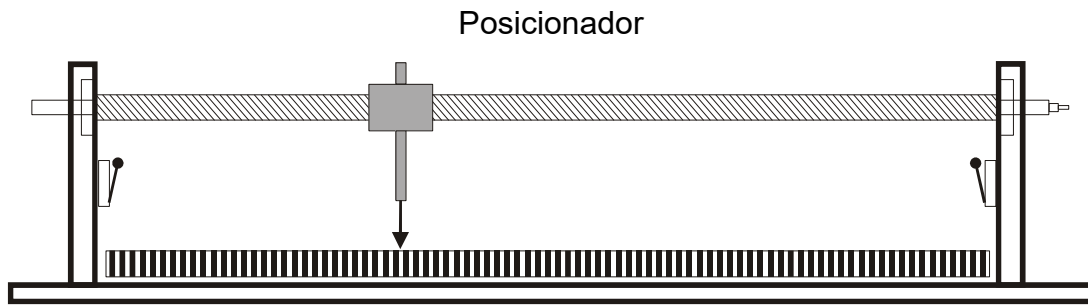


Fig 21.- Sistema de posicionamiento lineal

Cinta ranurada para posicionamiento incremental



Fig 22.- Cinta ranurada muestra

Para posicionamiento lineal de tipo incremental se proponen cintas ranuradas en cuadratura, a continuación se muestran algunas:

1 ranura, 4 posiciones



4 ranura, 16 posiciones



16 ranura, 64 posiciones



32 ranura, 128 posiciones

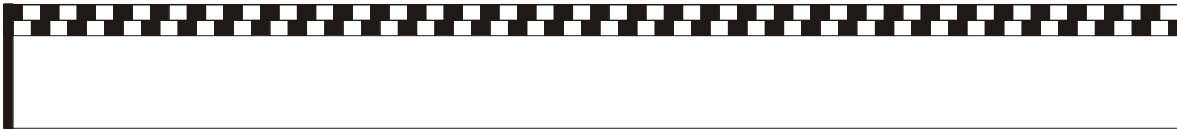


Fig 23.- Cinta codificada en cuadratura.

Para posicionamiento absoluto se proponen cintas ranuradas en código Gray, a continuación se muestran algunas:

1 bit, 2 posiciones



2 bits, 4 posiciones



7 bits, 128 posiciones



8 bits, 256 posiciones



Fig 24.- Cinta codificada en código Gray

El sistema de detección de velocidad y posicionamiento lo conformarán soportes para generadores de movimiento incluyendo motores de corriente directa, elementos de acoplamiento y elementos de detección de posición regularmente llamados encoders lineales y angulares.

A continuación se muestra el sistema detector de velocidad de rotación, posicionamiento angular y lineal de tipo incremental y absoluto.

Esta parte del prototipo contiene en la parte superior izquierda un soporte para discos que tienen impresos los diferentes códigos utilizados en el proceso de pruebas acoplado a un motor interno de velocidad variable, y un módulo de 8 detectores ópticos para enviar al circuito que procesa la información y muestra resultados de velocidad y posición.

En la parte superior derecha contiene una sección para colocar placas que tienen impresos los diferentes códigos utilizados en el proceso de pruebas, y un módulo de 8 detectores ópticos para enviar al circuito que procesa la información y muestra resultados de velocidad y posición.

En el interior contiene toda la circuitería asociada para procesar las señales provenientes de los detectores y mostrar resultados de velocidad y posicionamiento.

En la parte inferior contiene el tablero de control y desplegados de velocidad y posicionamiento angular y lineal así como posicionamiento de tipo incremental y posicionamiento absoluto.

En la siguiente figura se muestra el módulo completo.

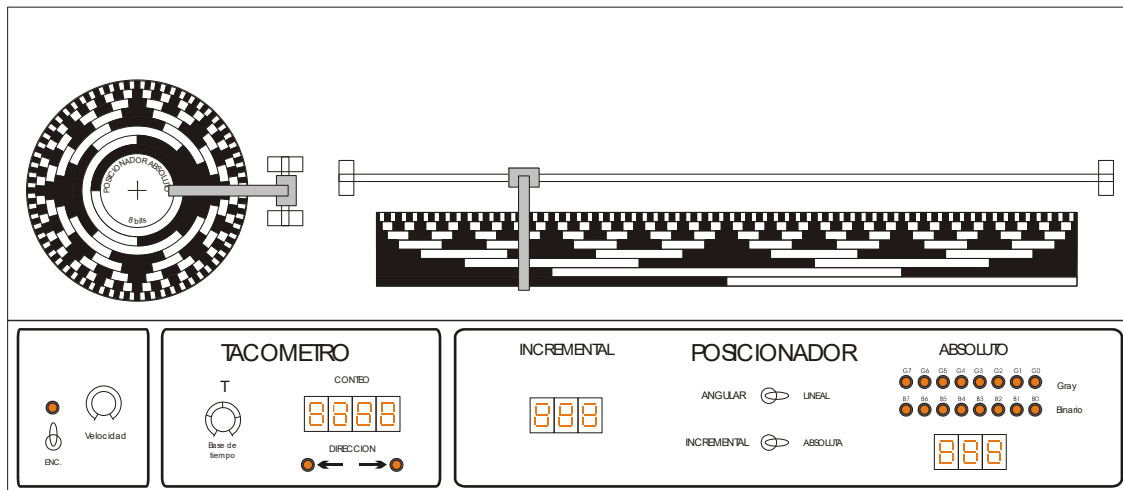


Fig 25.- Sistema de detección de velocidad y posicionamiento.

SISTEMA ELECTRONICO ASOCIADO

A continuaciones muestran los bloques de los circuitos propuestos del sistema.

CIRCUITOS PARA EMISION – DETECCION



Fig 26.- Diagrama de bloques de circuito emisor-detector

CIRCUITO DE DETECTOR DE POSICION

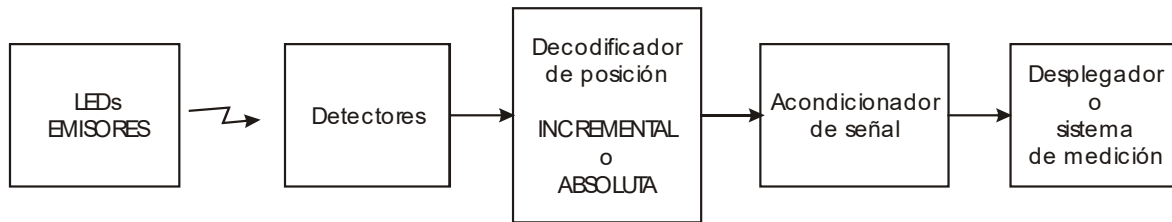


Fig 27.- Diagrama de bloques de sistema de posicionamiento

ANÁLISIS Y DISEÑO.

Una vez definidas las características del sistema se procedió a armar cada una de las secciones y realizar pruebas con dispositivos y equipo de laboratorio para determinar las posibles modificaciones y el armado final. Se muestran algunas de las secciones con que se cuenta:

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO LINEAL

Para el sistema de prueba de comportamiento de los dispositivos se cuenta con la barra de aluminio que permite soportar los diferentes elementos como fuente luminosas de diferentes tipos detectores y elementos intermedios para realizar pruebas a diferentes distancias entre la fuente óptica emisora y el elemento receptor o detector óptico, a continuación se muestra el elemento inicial que sirvió de base para realizar modificaciones definitivas.



Fig 28.- Sistema de posicionamiento lineal.

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO ANGULAR

Para el sistema de prueba de comportamiento de su respuesta angular de los dispositivos se cuenta con una cámara que permite colocación de los dispositivos emisor o detector y la variación del ángulo de emisión o detección de los elementos como fuente luminosas de diferentes tipos detectores, a continuación se muestra el elemento inicial que sirvió de base para realizar modificaciones definitivas.

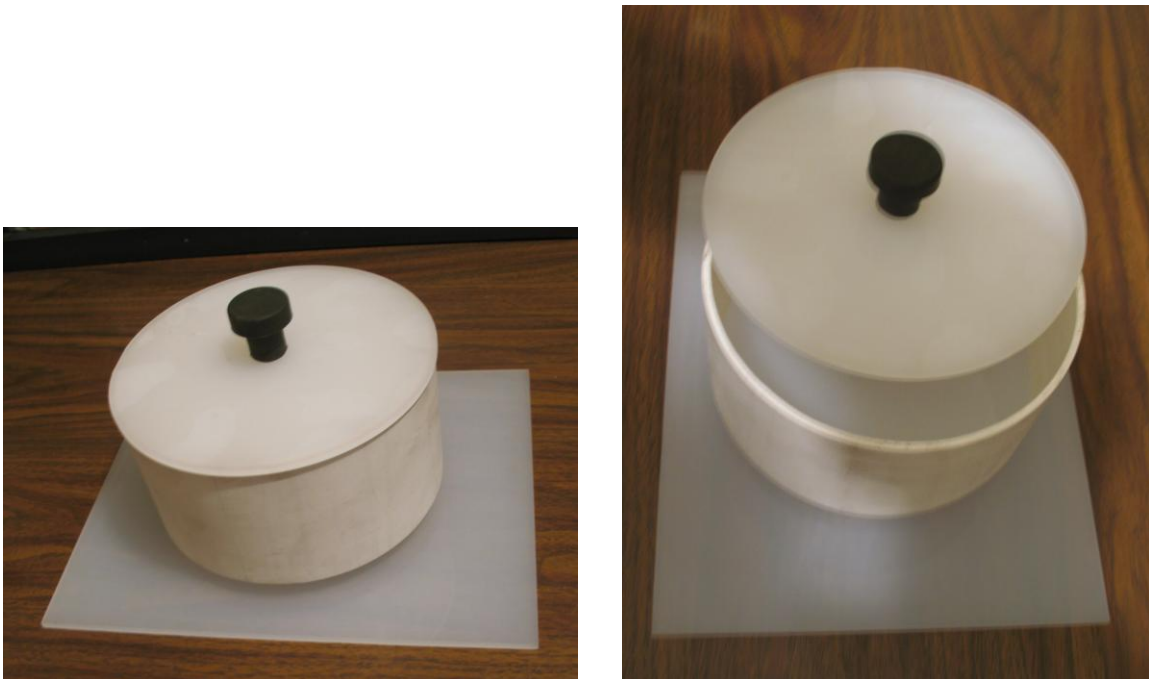


Fig 29.- Sistema de posicionamiento angular

SISTEMA DE DETECCIÓN DE VELOCIDAD Y POSICIONAMIENTO

Para la realización de pruebas de detección de velocidad y posicionamiento se realizaron pruebas iniciales con los dispositivos que se muestran a continuación, con diferentes tipos sistema de acoplamiento para detectar la posición de un sistema además de las variaciones que permiten determinar su velocidad y dirección de giro, a continuación se muestra el elemento inicial que sirvió de base para realizar modificaciones definitivas.

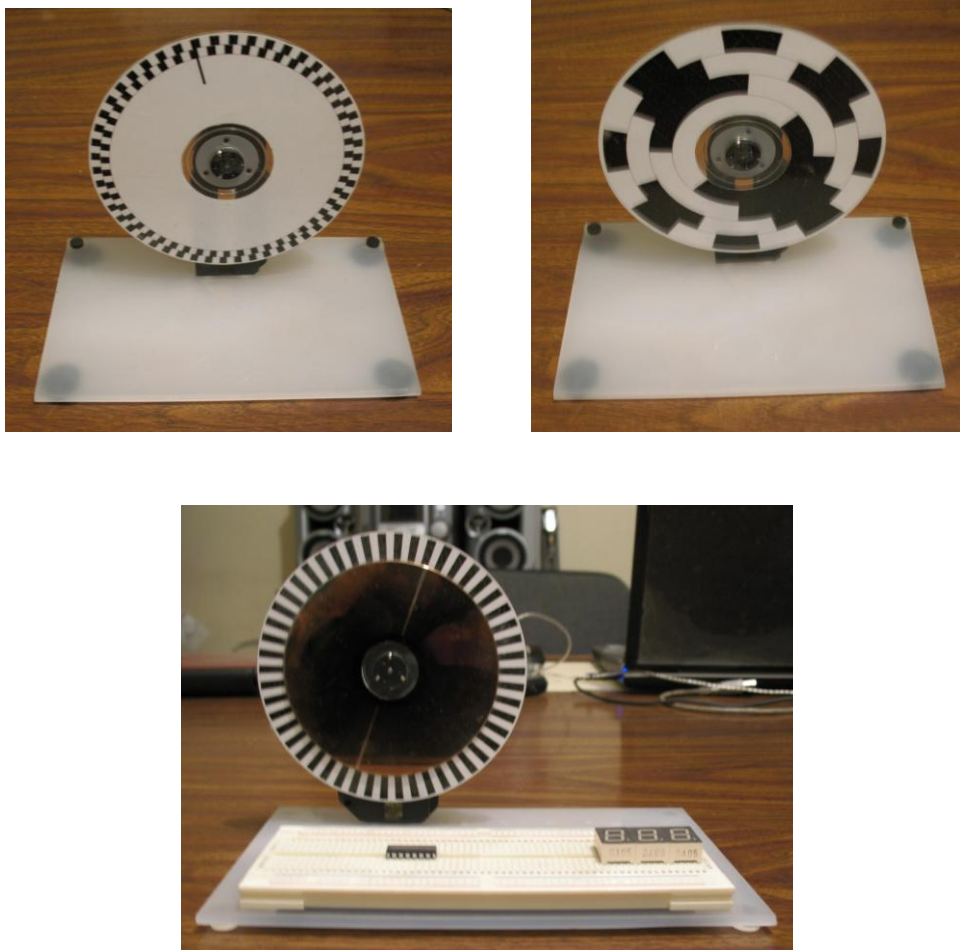


Fig 30.- Elementos iniciales para determinar posición y velocidad

SISTEMA ELECTRONICO ASOCIADO

El sistema electrónico asociado se muestra a continuación describiendo cada sección.

Para el módulo de prueba de dispositivos en el cual se comprobarán las características de funcionamiento de los dispositivos optoelectronicos emisores y detectores se desarrollan los siguientes circuitos:

Para el circuito emisor detector:



Fig 31.- Circuito electrónico para prueba de dispositivos.

El circuito para alimentar a la fuente luminosa está formado: según el caso, si se utiliza una fuente luminosa de tipo incandescente la fuente de alimentación controla el voltaje necesario para que las características de la luz emitida tenga las características apropiadas, el circuito utilizado es un regulador de voltaje variable y se muestra a continuación.

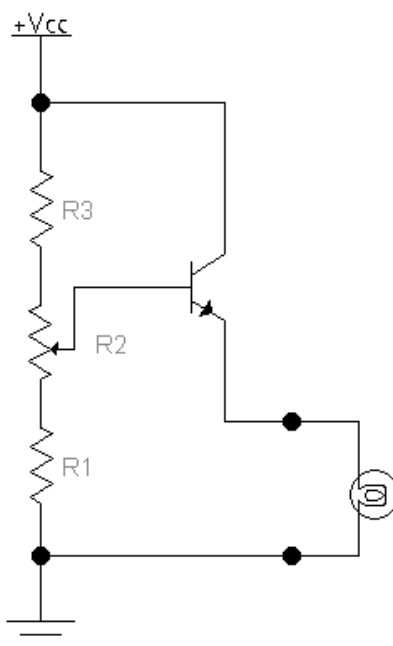


Fig 32.- Circuito eléctrico de fuente de alimentación para lámpara incandescente.

Si se utiliza una fuente luminosa de tipo LED la fuente de alimentación controla la corriente necesaria para que la intensidad de la luz emitida tenga las características apropiadas, el circuito utilizado es un regulador de corriente variable y se muestra a continuación.

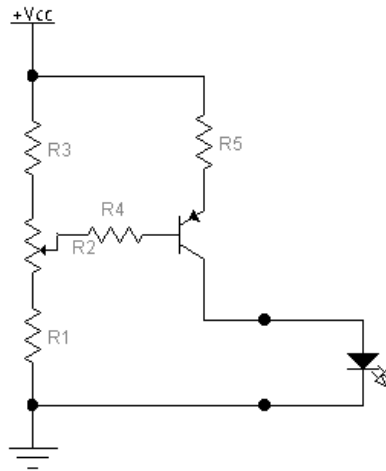


Fig 33.- Circuito eléctrico de fuente de alimentación para LEDs.

El circuito detector está formado inicialmente por el dispositivo detector elegido que puede ser un fotodiodo o un fototransistor, considerando que la señal de salida en estos dispositivos es una corriente que es proporcional a la irradiancia aplicada se utiliza un convertidor de corriente a voltaje para que esta pueda ser leído por los usuarios con un medidor de voltaje, el circuito utilizado se muestra a continuación en sus dos versiones ya sea que se utilice el fotodiodo en modo fotoconductor o en modo fotovoltaico.

Para modo fotoconductor.

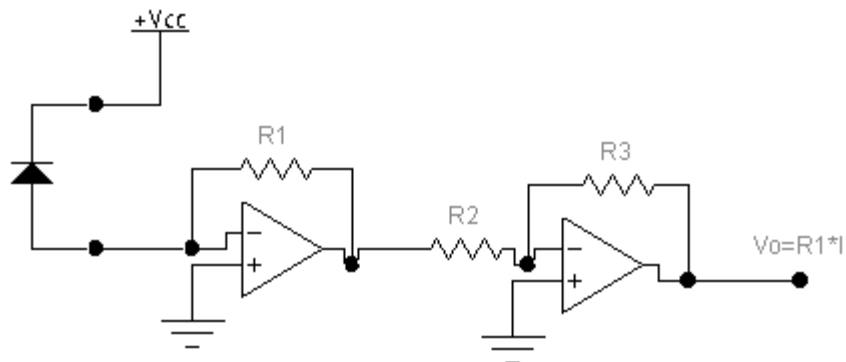


Fig 34.- Circuito eléctrico de convertidor corriente voltaje.

Para modo fotovoltaico.

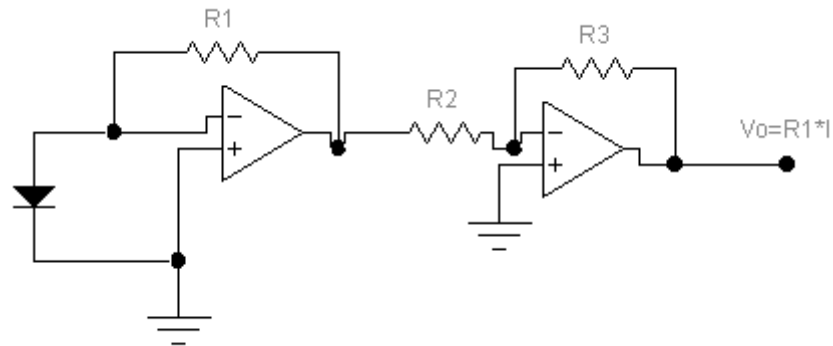


Fig 35.- Circuito eléctrico de convertidor corriente voltaje.

Para el módulo detector de velocidad y posicionamiento que lo conforman primero un sistema de emisores detectores seguido de la circuitería dependiendo de las pruebas a realizar, se desarrollan los siguientes circuitos:

Para el circuito emisor detector:

CIRCUITO DE DETECTOR DE VELOCIDAD Y POSICION

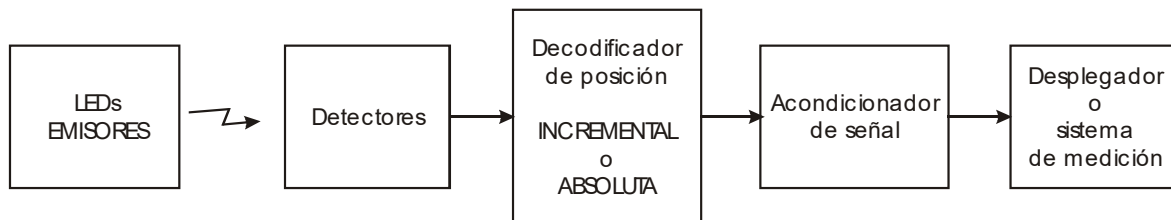


Fig 36.- Circuito de detector de velocidad y posición

En esta sección se utiliza primeramente un sistema de emisión detección de luz asociado a un sistema de ranuras que permite el paso de luz de emisor a detector dependiendo del comportamiento del sistema ya sea dependiendo de su velocidad o de su posición, en este caso se tienen dos posibilidades, una de emisor detector en donde el sistema de ranuras interrumpe el paso de luz o un sistema reflectivo en donde el sistema de ranuras refleja o no la luz proveniente del emisor hacia el receptor. Considerando el aspecto práctico de construcción se eligió en sistema reflectivo el cual utiliza arreglos de LED y fototransistor, el sistema está formado por un conjunto de ocho detectores reflectivos con matricula HOA 97-002 de los cuales se utilizan solamente el o los necesarios según la prueba a desarrollarse.

Para este caso se utiliza un arreglo de ocho detectores de los cuales se usan los necesarios dependiendo de la resolución deseada, esta en el sistema se usa desde un detector hasta los ocho mencionados.

El circuito usado se muestra en varias secciones, primero el arreglo de detectores cuyo circuito se muestra a continuación.

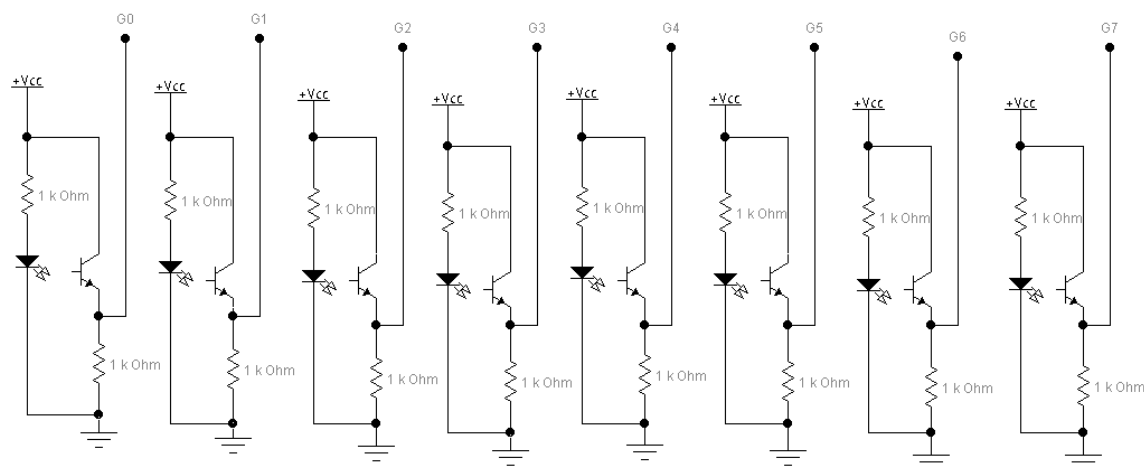


Fig 37.- Circuito eléctrico de sistema de detectores.

CIRCUITO DE DETECTOR DE VELOCIDAD (TACOMETRO)

Para el detector de velocidad (tacómetro) se utiliza un solo módulo detector y un circuito que cuenta el número de interrupciones que se presentan en el haz de luz de emisor al detector provocado por el giro del disco óptimamente ranurado en un tiempo determinado, este conteo permite determinar la velocidad la cual depende del número de la velocidad de giro del disco, del número de ranuras del disco y del tiempo de conteo determinado por el circuito. El circuito utilizado se muestra a continuación.

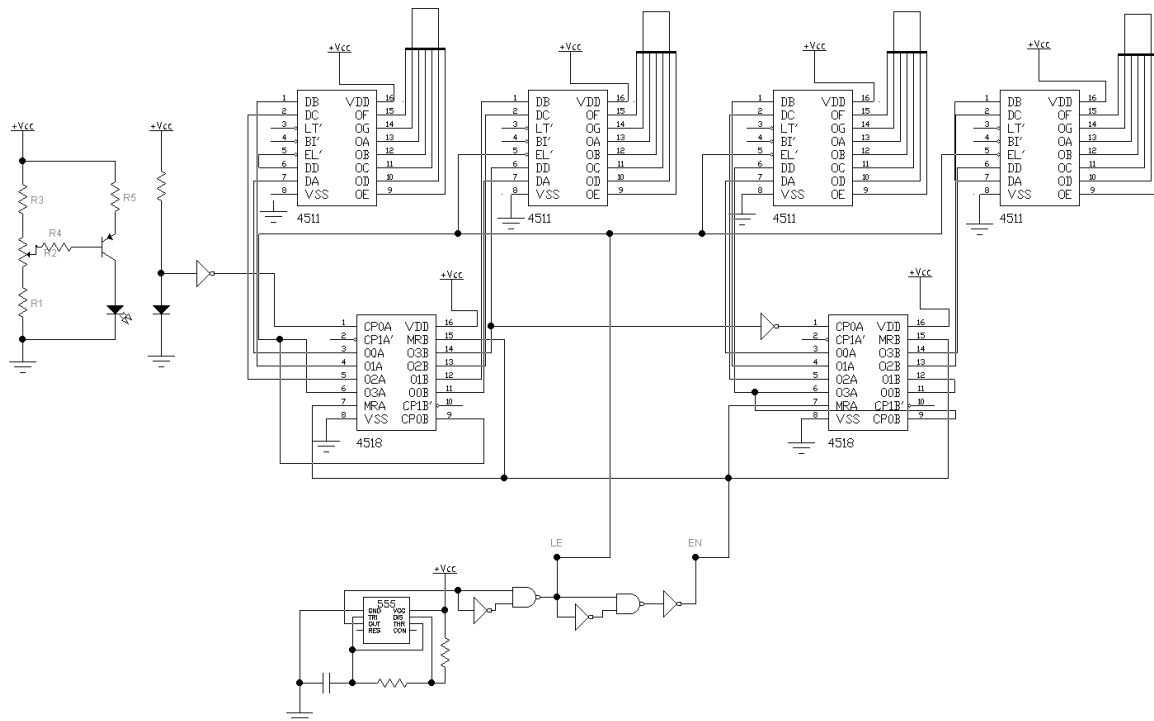


Fig 38.- Circuito eléctrico de detector de velocidad (tacómetro).

El circuito medidor de velocidad puede mostrar también la dirección de giro del sistema, para lo cual se requiere de utilizar un segundo detector con un arreglo en cuadratura el cual permite con el siguiente circuito mostrar la dirección de giro.

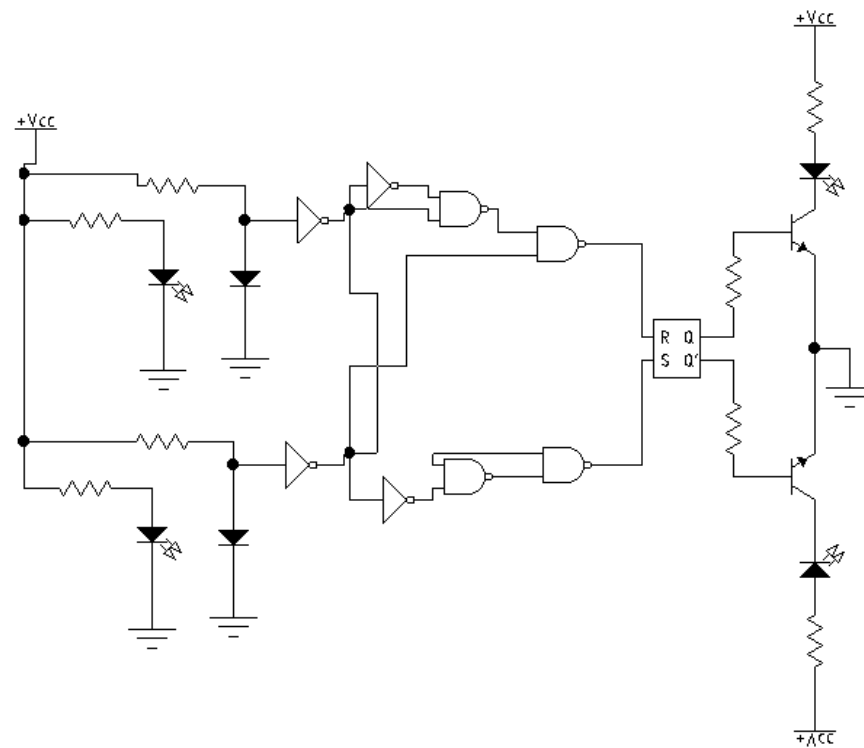


Fig 39.- Circuito eléctrico de detector de dirección de giro.

CIRCUITO DE DETECTOR DE POSICION INCREMENTAL

El sistema de posicionamiento de tipo incremental está basado en una posición de referencia llamada origen, un sistema de conteo ascendente–descendente que realizaría el conteo de acuerdo a las señales en arreglo de cuadratura provenientes de un disco o cinta ópticamente ranurada que permite definir la dirección de movimiento, el circuito utilizado se muestra a continuación.

En el sistema se mostrará usando LEDs la posición en código GRAY, además se utiliza un circuito convertidor de códigos de GRAY a Binario dado que de esta manera se puede procesar la información y mostrarla a partir de despletores numéricos, a continuación se muestra el convertidor de códigos.

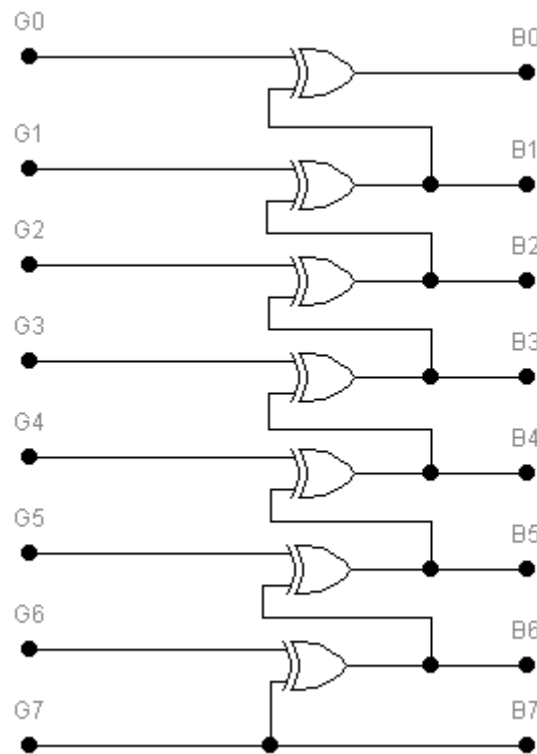


Fig 41.- Circuito eléctrico de convertidor de código Gray a código binario.

Una vez obtenido el dato de posición en código binario este se convierte en código BCD para ser mostrado en despletores, a continuación se muestra el circuito.

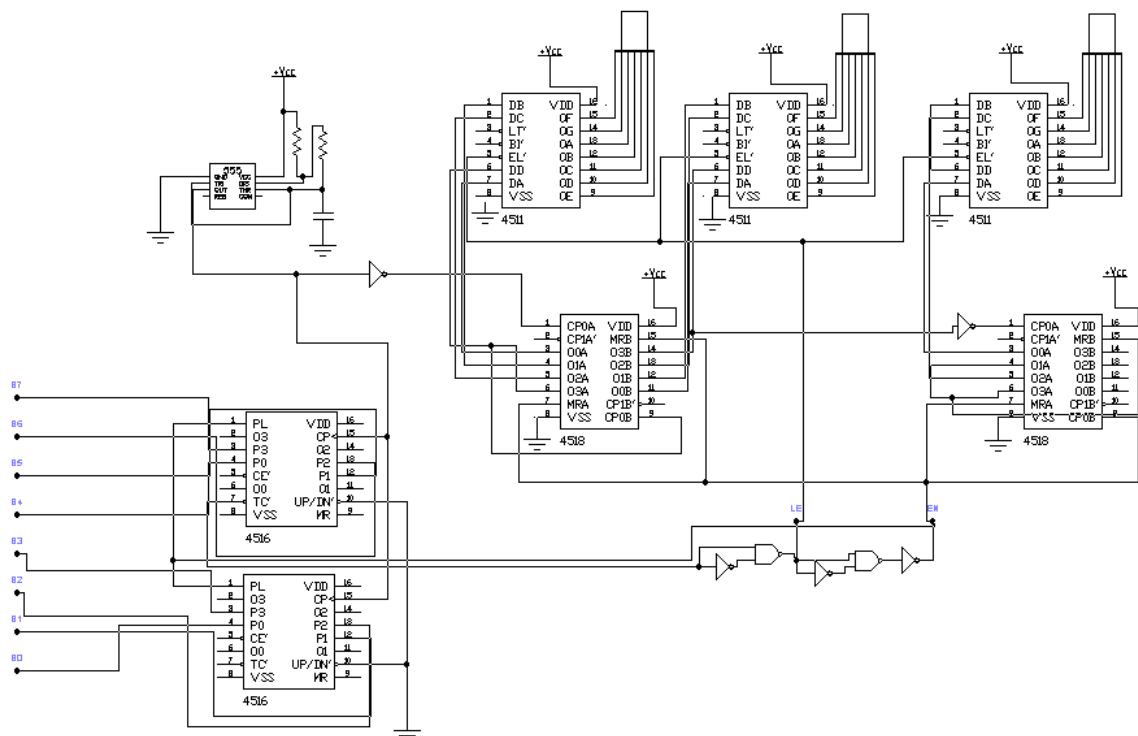


Fig 42.- Circuito eléctrico de sistema de despliegado de posicionamiento absoluto.

Todos los discos y cintas ópticamente ranurados se muestran en apéndices.

DESCRIPCION DEL SISTEMA

Después de realizar el los pasos anteriores que permitieron la definición y construcción del sistema definitivo se describe a continuación las secciones que lo conforman.

MÓDULO POSICIONAMIENTO LINEAL

El módulo de posicionamiento lineal está formado por un cuerpo base de acrílico sobre el cual está montado un riel de aluminio que sirve de soporte a los diferentes elementos que se utilizan en las pruebas de los dispositivos como fuentes luminosas, detectores y elementos intermedios, en la parte interna contiene los circuitos electrónicos para variar el voltaje o la corriente de la fuente luminosa según se utilice, contiene perillas para determinar las condiciones de operación de las fuentes luminosas, contiene conectores para que el circuito sea alimentado por medio de una fuente de alimentación de laboratorio y puntos para conectar un medidor de voltaje.

En la siguiente imagen se muestra el elemento principal de módulo de posicionamiento lineal.



Fig 43.- Módulo de posicionamiento lineal.

MÓDULO POSICIONAMIENTO ANGULAR

El módulo de posicionamiento angular está formado por un cuerpo base de PVC sobre el cual están montados los soportes para la fuente luminosa y sensores que permiten posicionamiento con variaciones en el ángulo de emisión o detección de los diferentes elementos que se utilizan en las pruebas de los dispositivos como fuentes luminosas, detectores, en la parte interna contiene los circuitos electrónicos para variar el voltaje o la corriente de la fuente luminosa según se utilice, contiene perillas para determinar las condiciones de operación de las fuentes luminosas, contiene conectores para que el circuito sea alimentado por medio de una fuente de alimentación de laboratorio y puntos para conectar un medidor de voltaje.

En la siguiente imagen se muestra el elemento principal de módulo de posicionamiento angular.

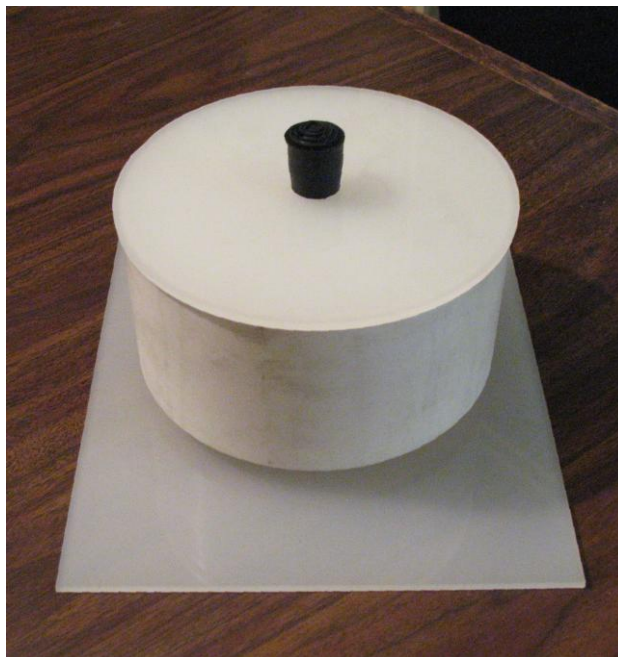


Fig 44.- Módulo de posicionamiento angular

MÓDULO DE DETECTOR DE VELOCIDAD Y POSICIONAMIENTO INCREMENTAL Y ABSOLUTO.

El módulo de detector de velocidad y Posicionamiento incremental y absoluto está conformado por un cuerpo base en donde se encuentran en la parte superior izquierda un sistema de soporte de los discos que permite el intercambio rápido de los discos acoplado a un motor interno para permitir el giro de los discos a diferentes velocidades, en el frente se encuentra una perilla de control de velocidad del disco además de perilla que permite cambiar la base de tiempo para la determinación de la velocidad del disco que se encuentre montado.

Contiene además acoplado al sistema de soporte el módulo de acoplamiento óptico que contiene ocho sensores reflectivos que se conectan al circuito dependiendo de las pruebas a desarrollar.

El sistema de montaje de los discos y el acoplamiento óptico permite también a través del acoplamiento de los sensores al módulo interno para determinar el posicionamiento del disco de tipo incremental o absoluto.

En la parte superior derecha un sistema de soporte de placas que tienen impresos líneas con códigos asociados a la posición del módulo detector óptico. Contiene además acoplado al sistema de soporte el módulo de acoplamiento óptico que contiene ocho sensores reflectivos que se conectan al circuito dependiendo de las pruebas a desarrollar.

En la parte interna contiene los circuitos electrónicos para determinar la velocidad de giro de los discos, la posición de los discos del sistema y el desplegado de la información.

En el tablero muestra además en la sección derecha la posición de los discos para posicionamiento angular o del sensor para posicionamiento lineal ya sea con un método de posicionamiento incremental o posicionamiento absoluto.

El módulo se muestra en la siguiente imagen.



Fig 45.- Módulo de detector de velocidad y Posicionamiento incremental y absoluto.

A continuación se muestran algunos de los discos utilizados por el sistema.



Fig 46.- Conjunto de discos codificados.

DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Para la descripción del funcionamiento de prototipo se describirán algunas de las pruebas que se le realizan a dispositivos, a continuación se describen algunos de estos.

PRUEBA DE RESPUESTA DE UN FOTODIODO

- 1.- Se elige la fuente a utilizar, en este caso elegimos un diodo emisor LED.
- 2.- determinar la corriente a la cual estará operando el emisor.
- 3.- De las hojas de especificaciones determinar la intensidad luminosa que emite en la dirección de máxima emisión.
- 4.- Con el dato de intensidad luminosa y aplicando la ley del cuadrado inverso, determinar la irradiancia que presenta a diferentes distancias, en este caso a 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm.
- 5.- De las hojas de especificaciones del fotodiodo a utilizar determinar las corrientes que proporciona para cada una de las irradiancias encontradas.
- 6.- Colocar el fotodiodo en las posiciones correspondientes a las distancias mencionadas y tomar la medición de voltajes correspondientes.
- 7.- De acuerdo a la relación de conversión de corriente a voltaje del equipo obtener las corrientes que proporciona el fotodiodo.
- 8.- Comparar los valores en forma numérica y en forma gráfica con los valores esperados anteriormente.

PRUEBA DE RESPUESTA DE UN FOTODIODO PARA EL POSICIONADOR ANGULAR

- 1.- Se elige la fuente a utilizar, en este caso elegimos un diodo emisor LED.
- 2.- determinar la corriente a la cual estará operando el emisor.

- 3.- De las hojas de especificaciones determinar la intensidad luminosa que emite en la dirección de máxima emisión.
- 4.- Con el dato de intensidad luminosa y aplicando la ley del cuadrado inverso, determinar la irradiancia que presenta a la distancia determinada por el equipo entre emisor y detector.
- 5.- De las hojas de especificaciones del fotodiodo a utilizar determinar las corrientes que proporciona para la irradiancia determinada.
- 6.- Colocar el fotodiodo en posición de máxima sensibilidad y variar el ángulo de detección cada 10° hacia cada lado y tomar la medición de voltajes correspondientes.
- 7.- De acuerdo a la relación de conversión de corriente a voltaje del equipo obtener las corrientes que proporciona el fotodiodo.
- 8.- Comparar los valores en forma numérica y en forma grafica con los valores esperados anteriormente.

DETECCION DE VELOCIDAD

Para el sistema de detección de velocidad se siguen los siguientes pasos.

- 1.- Se coloca el disco correspondiente con el número de ranuras elegido.
- 2.- Determinar la base tiempo con el selector designado para ese propósito.
- 3.- Definir la velocidad del motor y a la vez del disco con el selector designado para ese propósito.
- 4.- Tomar la lectura de conteo en el desplegador de conteo.
- 5.- Determinar la velocidad de giro que será igual al conteo obtenido entre el número de ranuras ópticas y entre el tiempo seleccionado.

DETECCIÓN DE POSICIÓN

Para el sistema de detección se siguen los siguientes pasos:

- 1.- Se coloca el disco correspondiente con el código correspondiente (posicionamiento incremental o absoluto) y número de ranuras elegido y el emisor y detector por transmisión recepción o por reflexión.
- 2.- Seleccionar los sensores a utilizar de acuerdo a la resolución elegida y la posición de las ranuras ópticas impresas el disco elegido.
- 3.- tomar la lectura de posición mostrada en el desplegador correspondiente.
- 4.- Variar la posición tantas veces como se desee y tomar las lecturas correspondientes.

FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADA.

La bibliografía aplicada a este proyecto será la aplicable al curso en la parte de funcionamiento de dispositivos optoelectrónicos, además de hojas de especificaciones desarrolladas por los fabricantes de dispositivos, Páginas de INTERNET correspondientes a dispositivos industriales de aplicación como: elementos de detección, sensores de proximidad de aplicación industrial, sistemas sensores de presencia y movimiento, sistemas de seguridad, sistemas de control en líneas de producción, cortinas ópticas, entre otros.

- OPTOELECTRONIC DEVICES AND PRINCIPLES
William J. Money
Ed. Prentice Hall
- MANUALES DE OPTOELECTRONICA sobre: LED's, fototransistores, LCD, optoacopladores, PhotoMOS Relays , fibras ópticas, celdas solares y todos los dispositivos optoelectrónicos.

CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DISCRETOS E INTEGRADOS
Schilling, Donald
Ed. McGraw Hill

- ENCICLOPEDIA DE LA SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO
- MANUAL DE ALUMBRADO
WESTINGHOUSE
- Páginas de INTERNET

http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/alfonso_perez_garcia/optoelectronica/practicas/OPTO_prog_practicas.pdf

<http://www.elai.upm.es/spain/Asignaturas/Optoelectronica/practicas/Practica3-Fotoemisores.pdf>

<http://www.etsit.upv.es/programasnuevo/Quinto/Electronica/Optoelectronica.pdf>

<http://www.umh.es/asignaturas/fichasignatura.asp?asi=6367&ARE=0647>

<http://www.itlalaguna.edu.mx/Academico/Carreras/electronica/optoelectronica.pdf>

<http://www.elai.upm.es/spain/Asignaturas/Optoelectronica/practicas/Practica2-Fotodetectores.pdf>

<http://www.umh.es/asignaturas/fichasignatura.asp?asi=6086&ARE=0785>

<http://www.fices.unsl.edu.ar/~optoelec/>

http://www2.eie.ucr.ac.cr/~lmarin/docs/Optoelectronica_2005.pdf

<http://eps.uib.es/documents/programes/pdfs/Curs07-08/30270708.pdf>

<http://e-spacio.uned.es/ingenieriaindustrial/taee/2000/papers/2000S1D01.pdf>

<http://www.webelectronica.com.ar/news10/nota014/optoelectronica2.htm>

<http://www.screens.ru/es/2007/10.html>

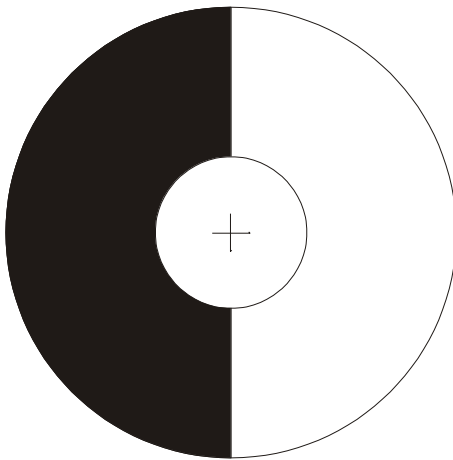
<http://www.pasco.com/home.cfm>}

http://www.mabuchi-motor.co.jp/en_US/product/index.html

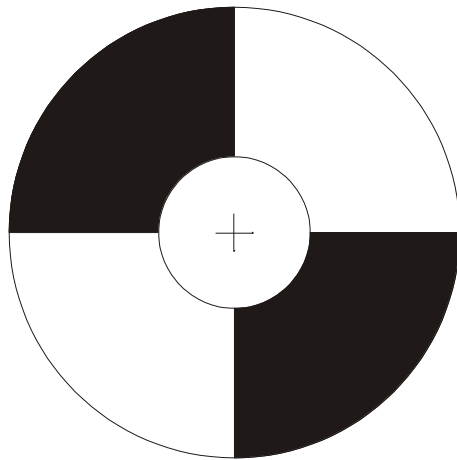
APENDICE A

Discos codificados para prueba de sistema.

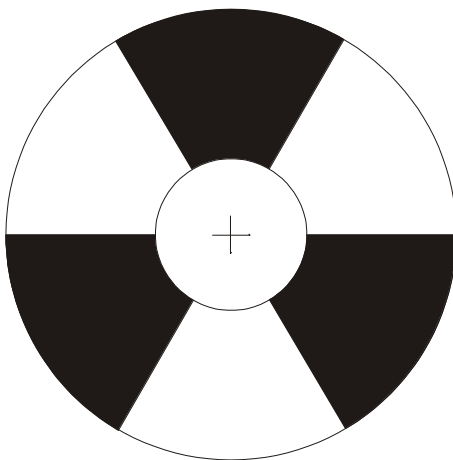
1 ranura



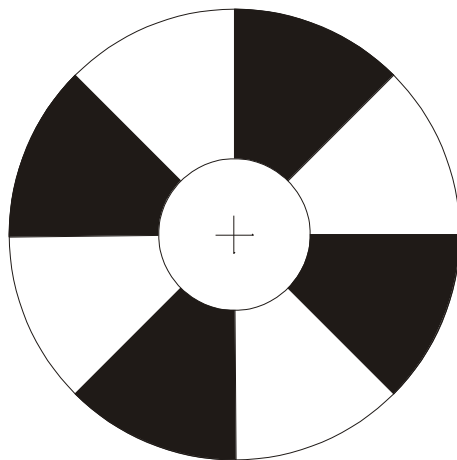
2 ranuras



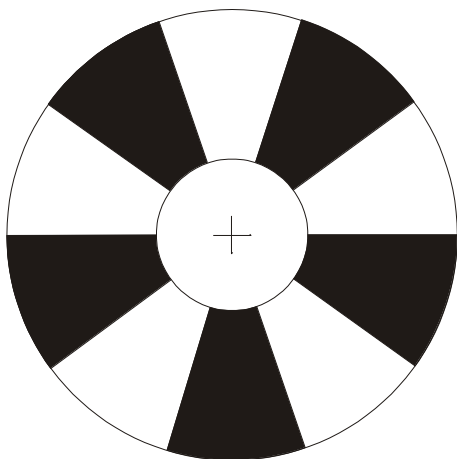
3 ranuras



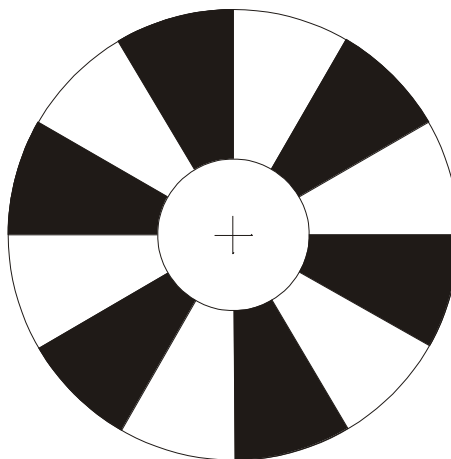
4 ranuras



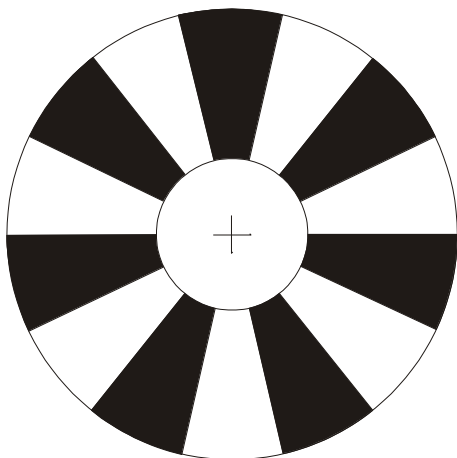
5 ranuras



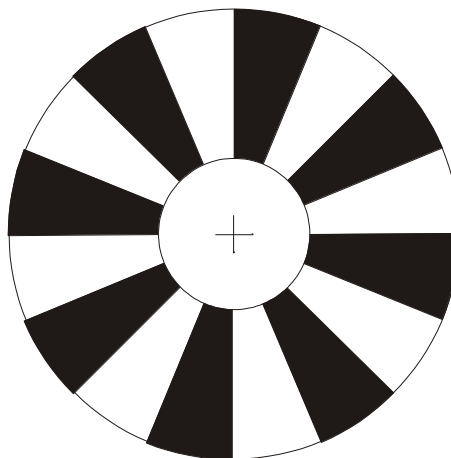
6 ranuras



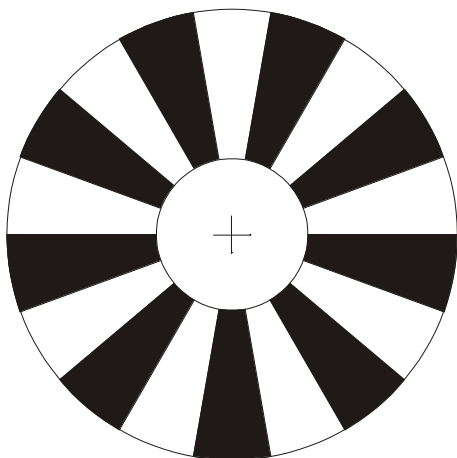
7 ranuras



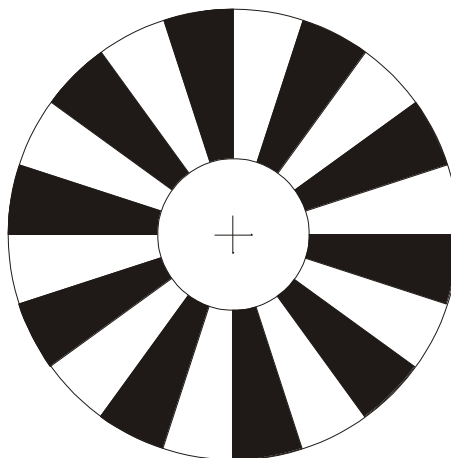
8 ranuras



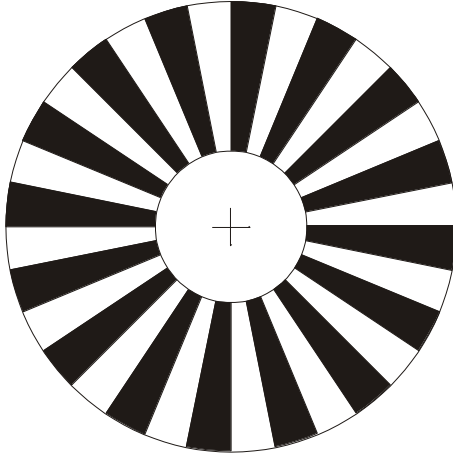
9 ranuras



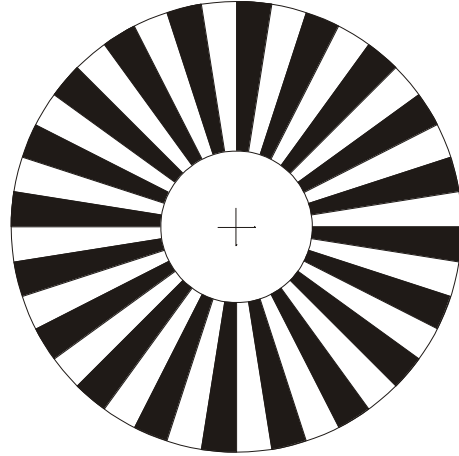
10 ranuras



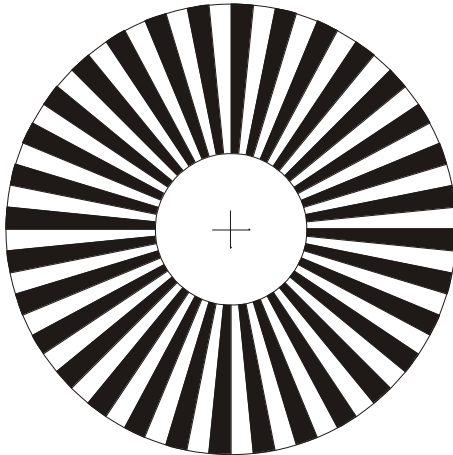
16 ranuras



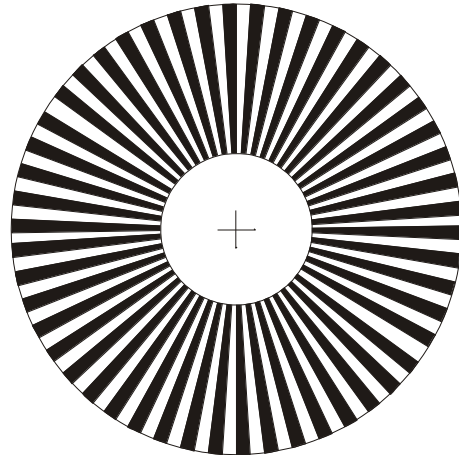
20 ranuras



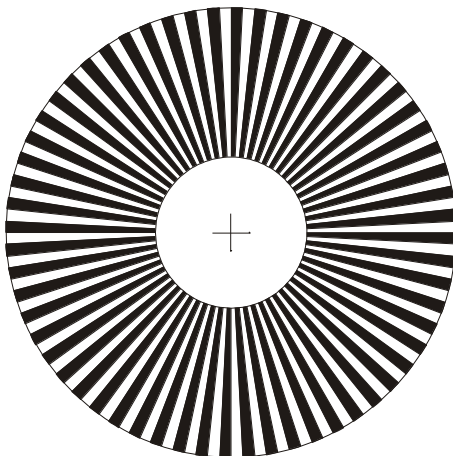
32 ranuras



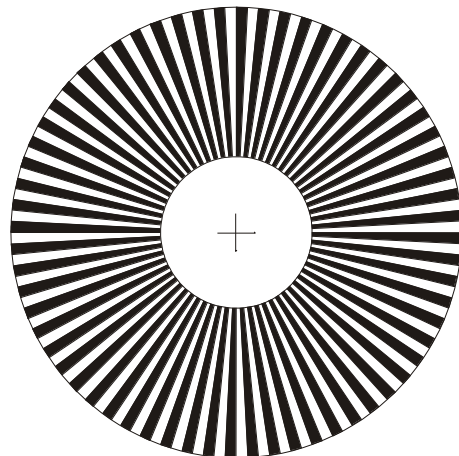
50 ranuras



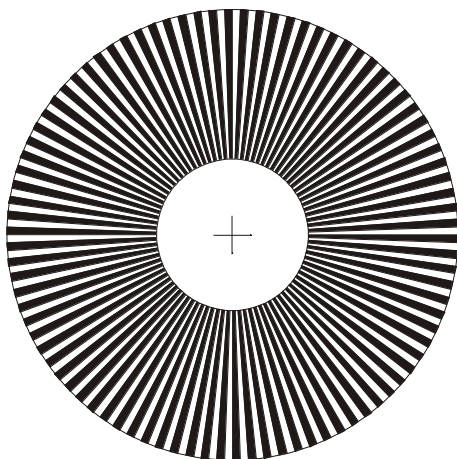
60 ranuras



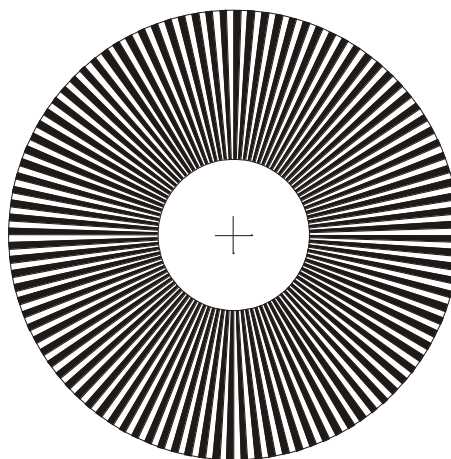
64 ranuras



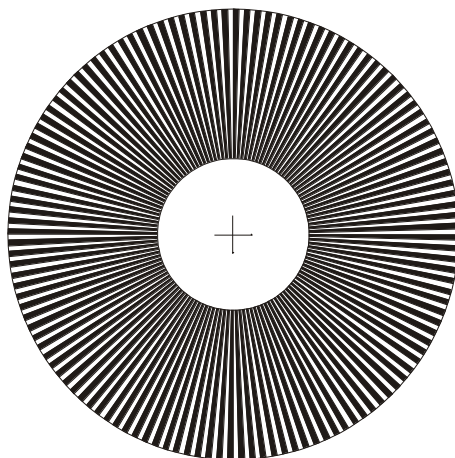
90 ranuras



100 ranuras



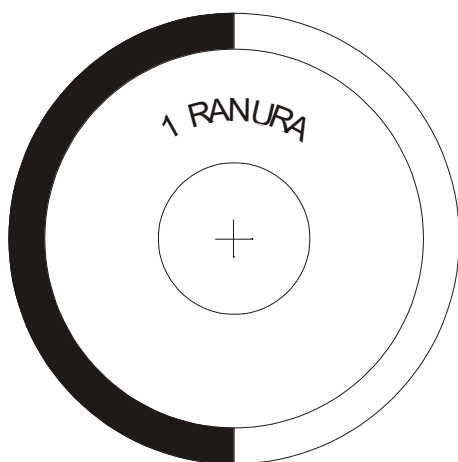
128 ranuras



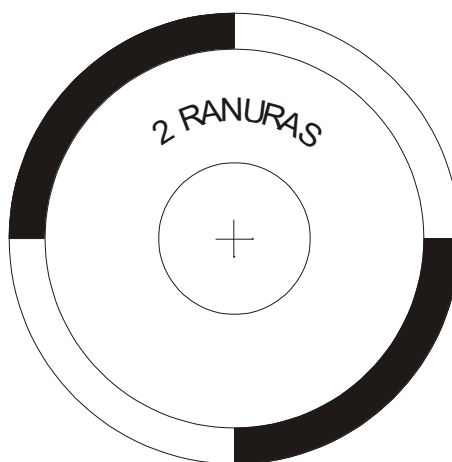
APENDICE B

Discos codificados para determinación de velocidad angular.

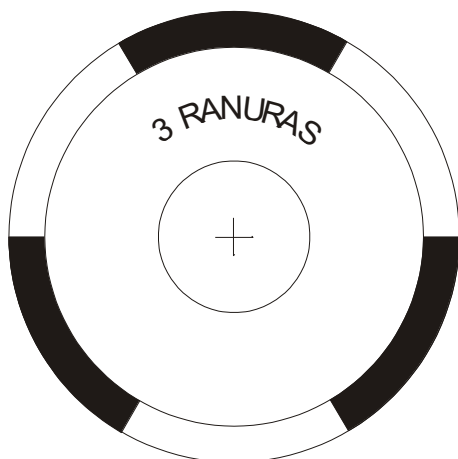
1 ranura



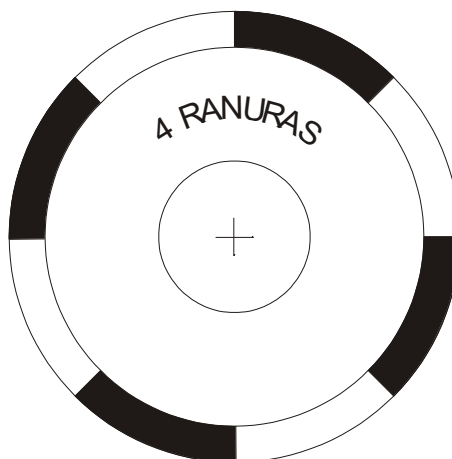
2 ranuras



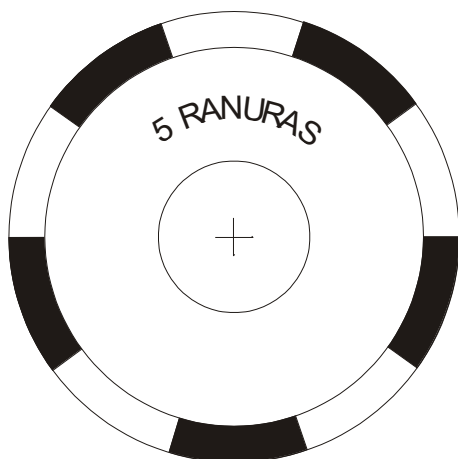
3 ranuras



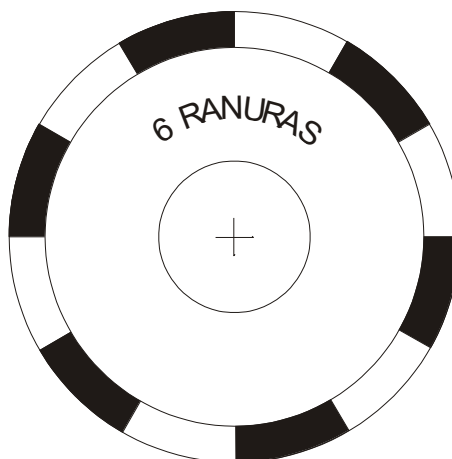
4 ranuras



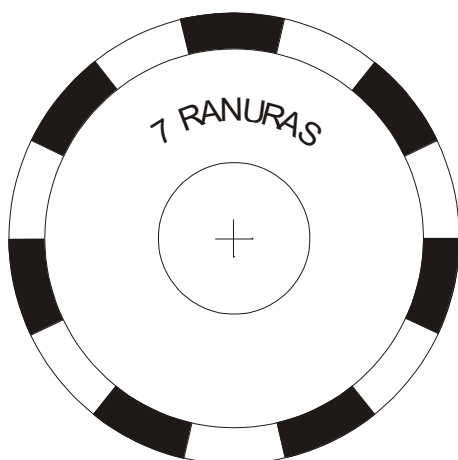
5 ranuras



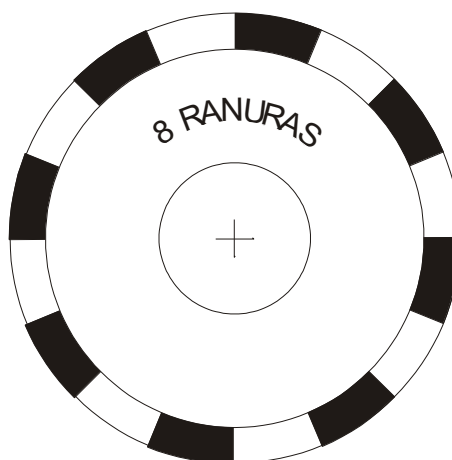
6 ranuras



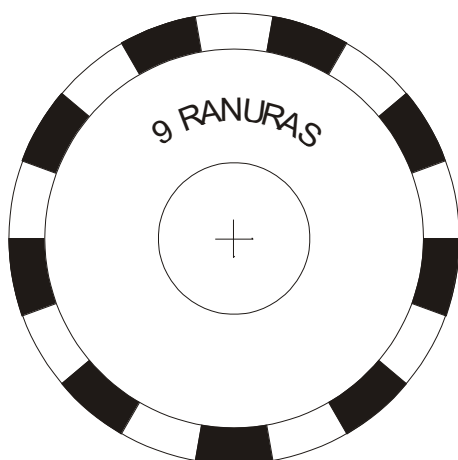
7 ranuras



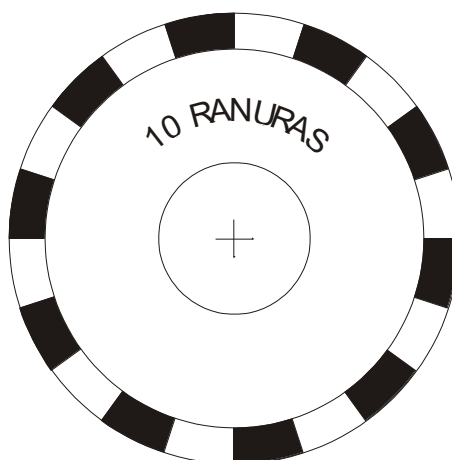
8 ranuras



9 ranuras

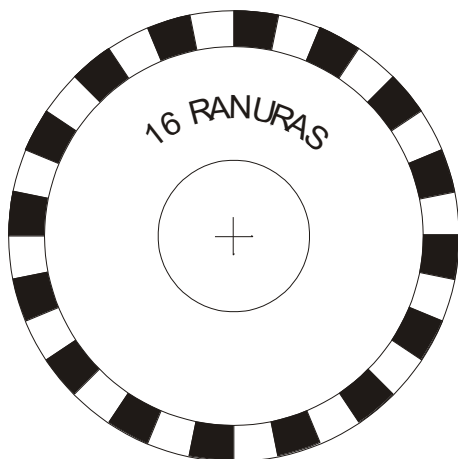


10 ranuras

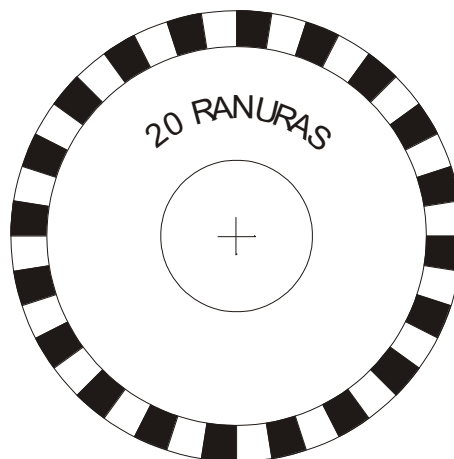


16 ranuras

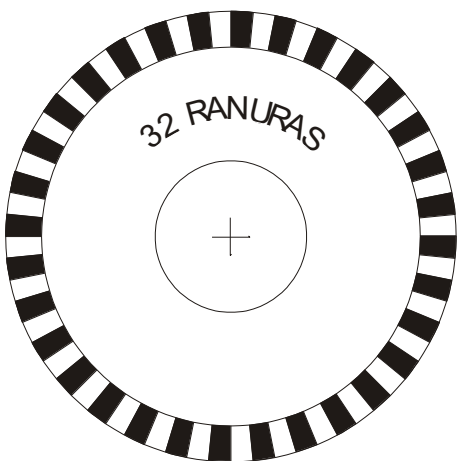
20 ranuras



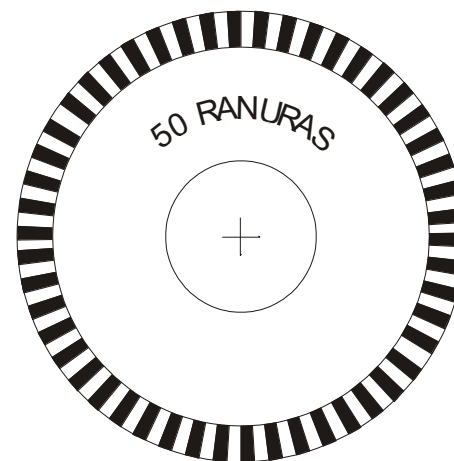
32 ranuras



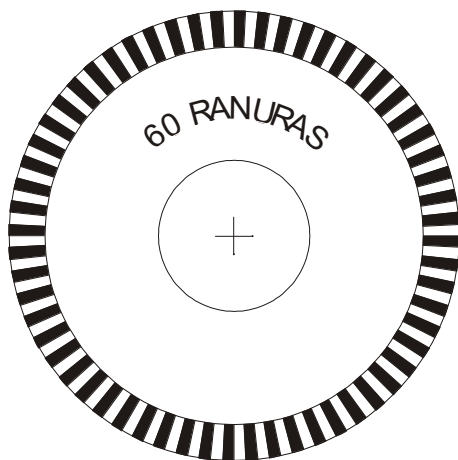
50 ranuras



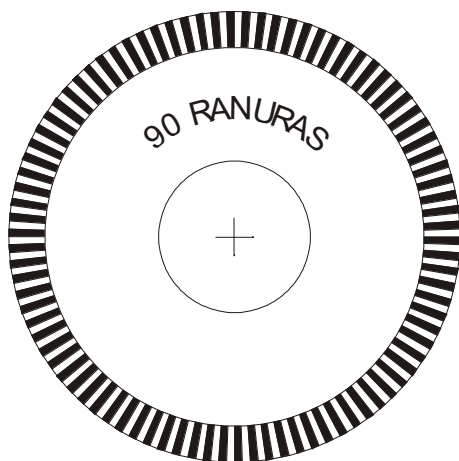
60 ranuras



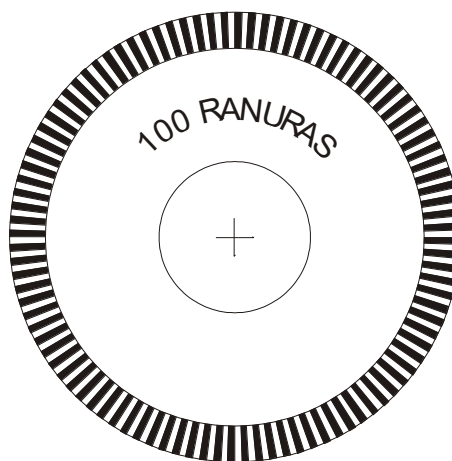
64 ranuras



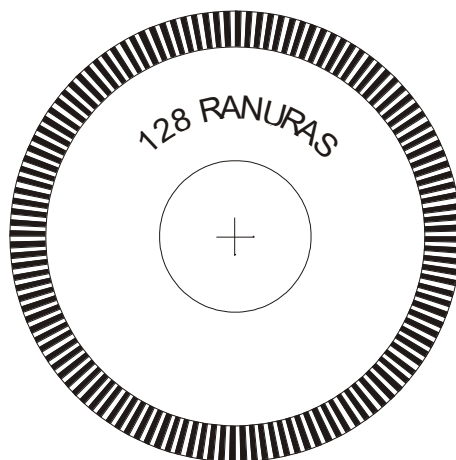
90 ranuras



20 ranuras



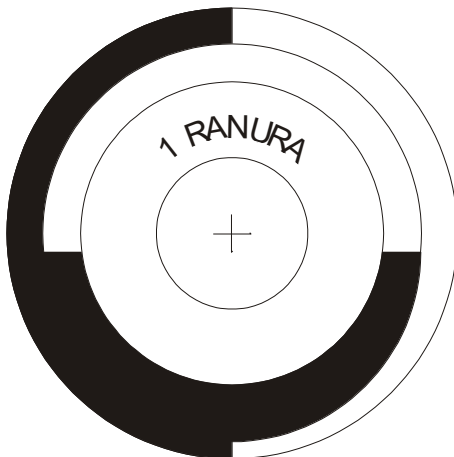
128 ranuras



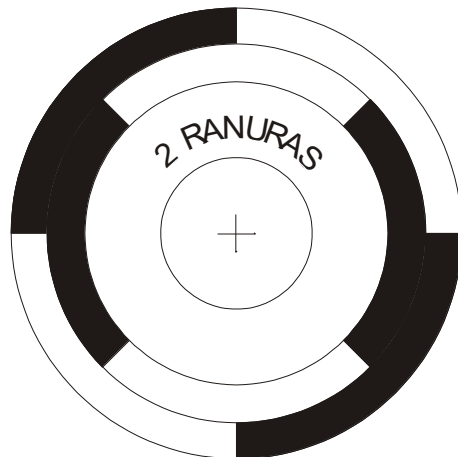
APENDICE C

Discos con ranuras en cuadratura para determinación de velocidad angular y dirección de rotación.

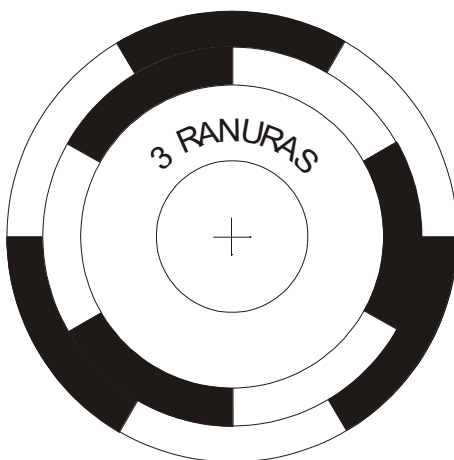
1 ranura



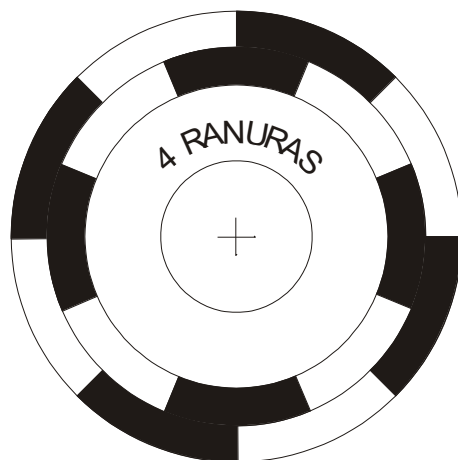
2 ranuras



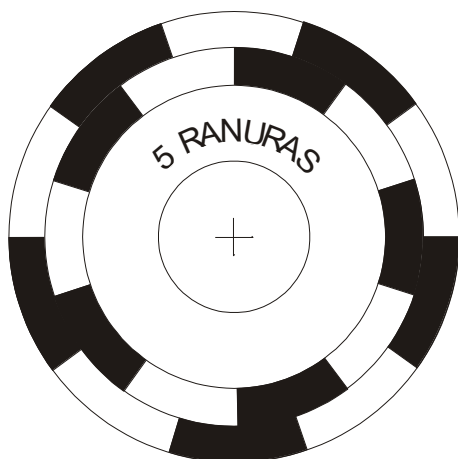
3 ranuras



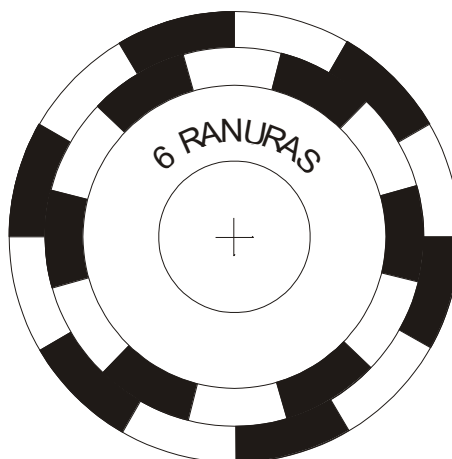
4 ranuras



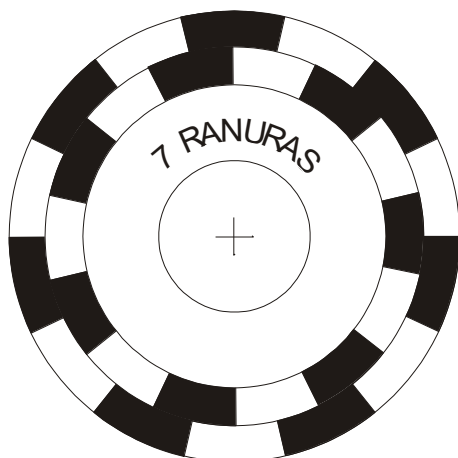
5 ranuras



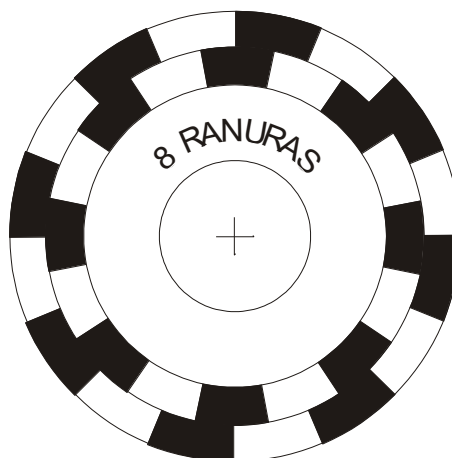
6 ranuras



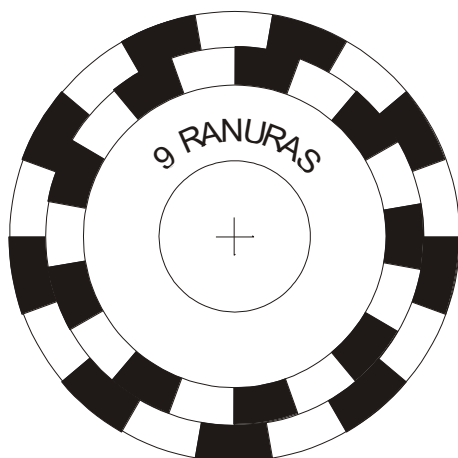
7 ranuras



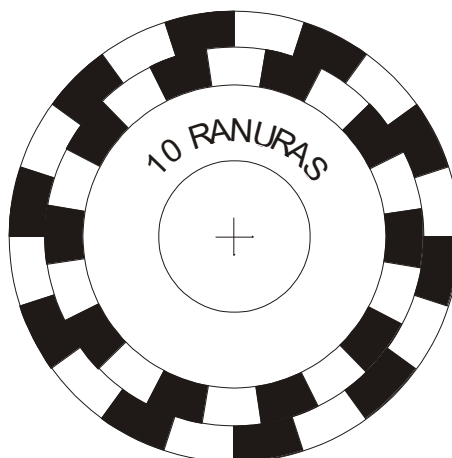
8 ranuras



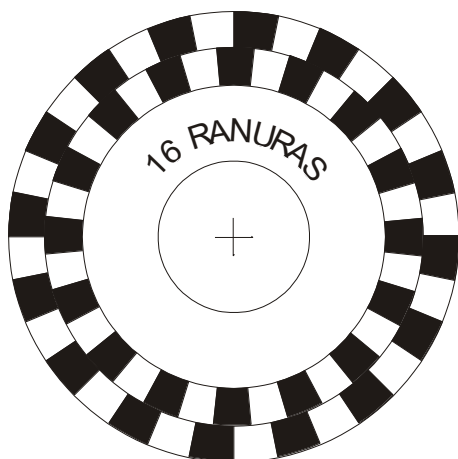
9 ranuras



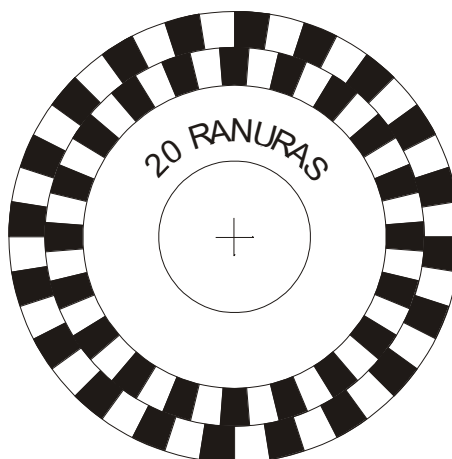
10 ranuras



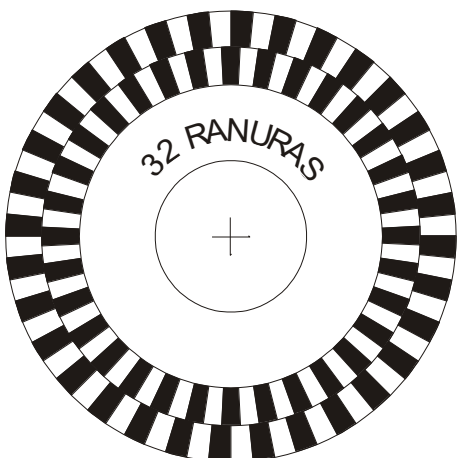
16 ranuras



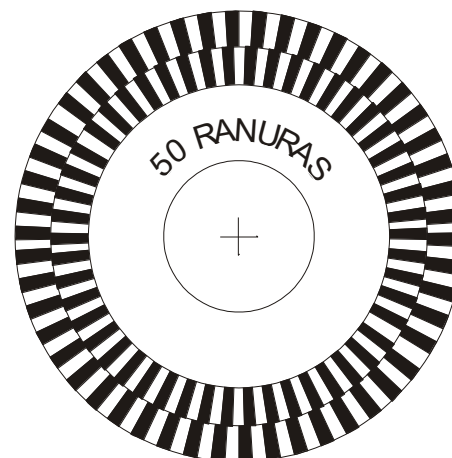
20 ranuras



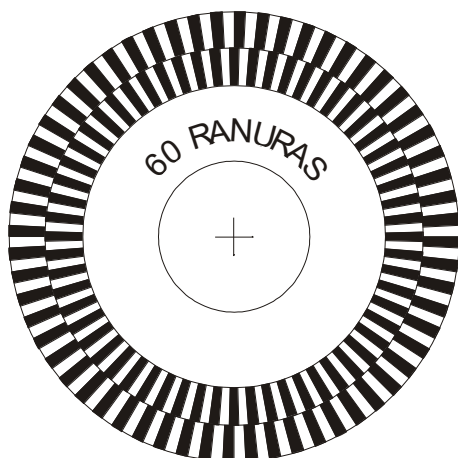
32 ranuras



50 ranuras



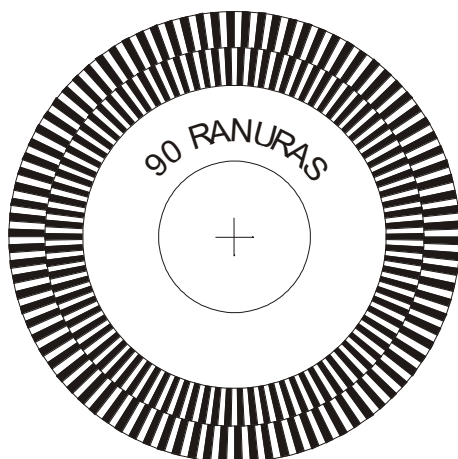
60 ranuras



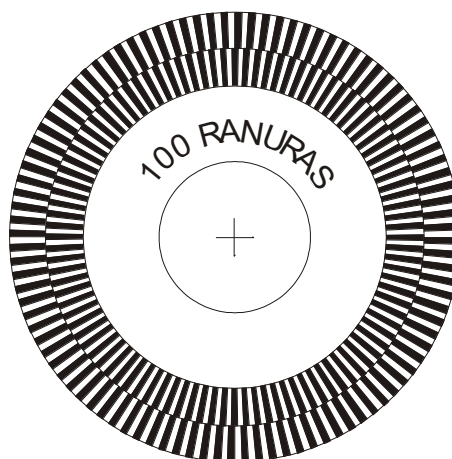
64 ranuras



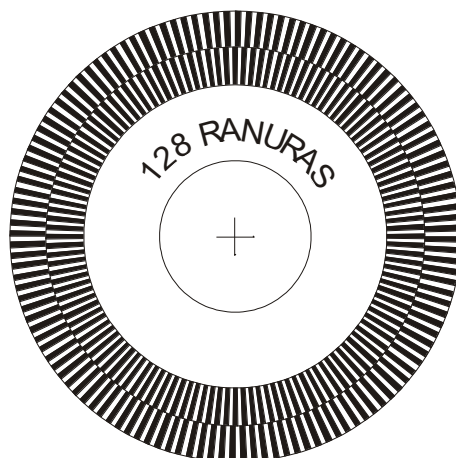
90 ranuras



20 ranuras

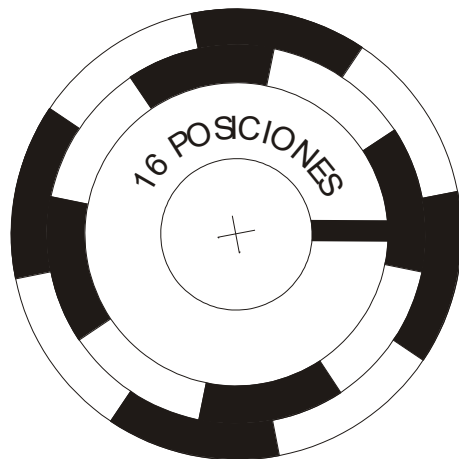
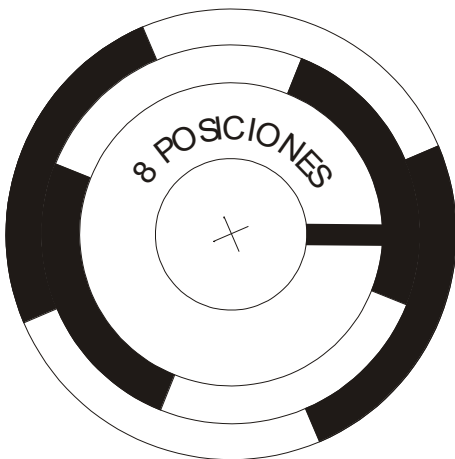
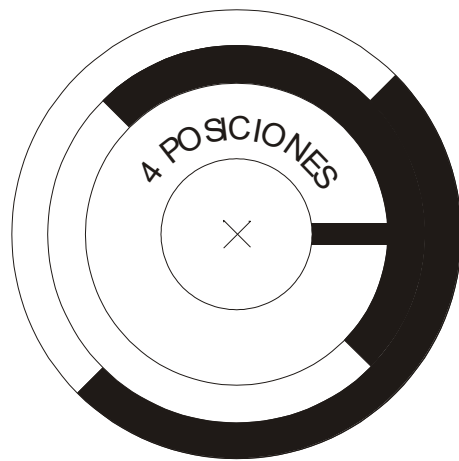
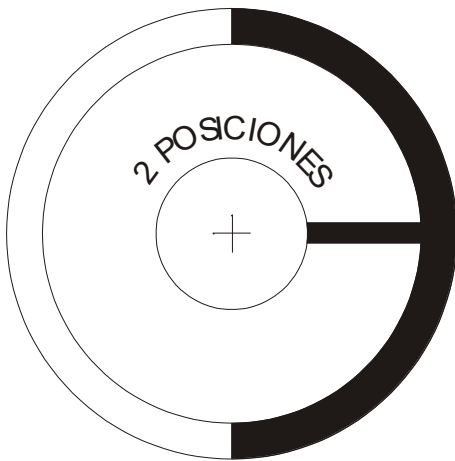


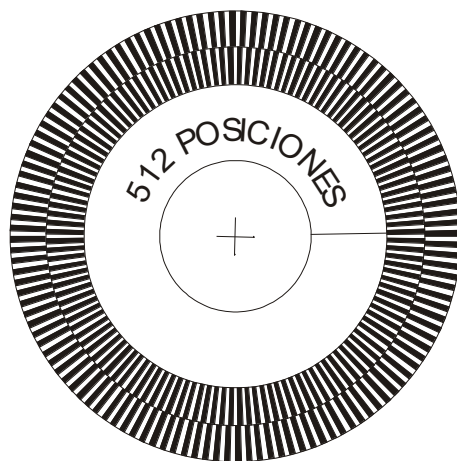
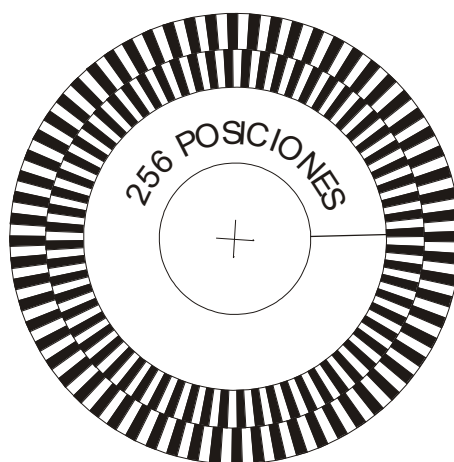
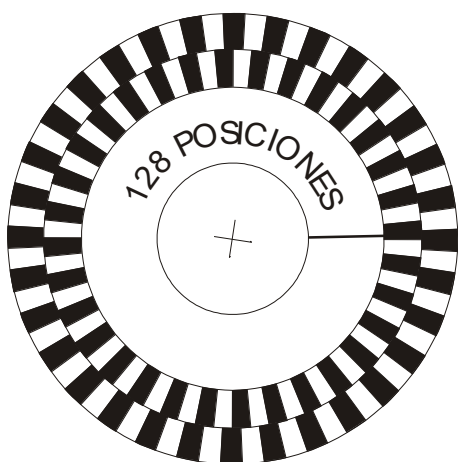
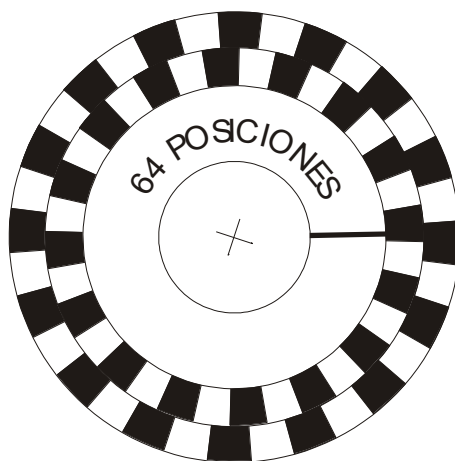
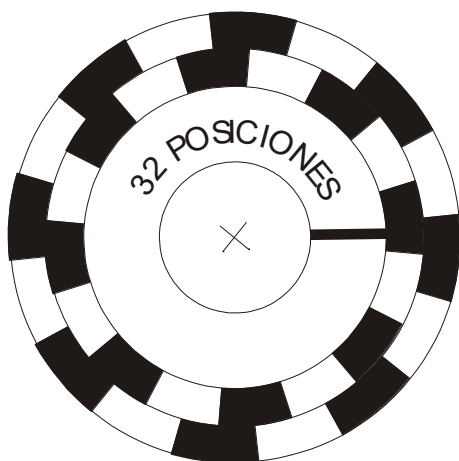
128 ranuras



APENDICE D

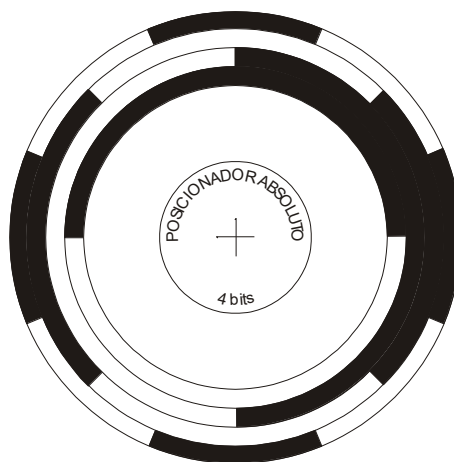
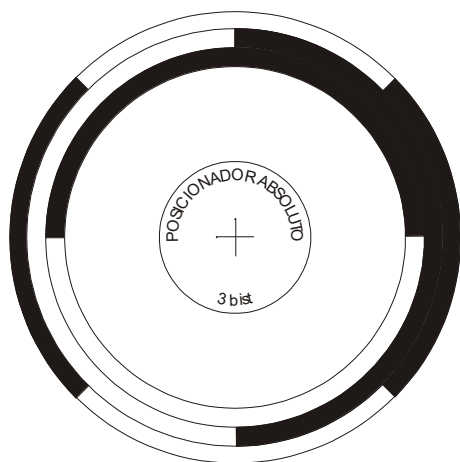
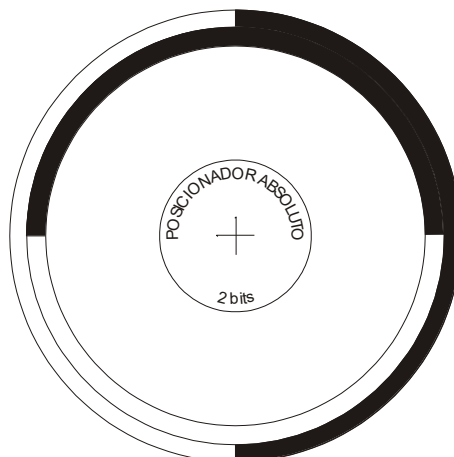
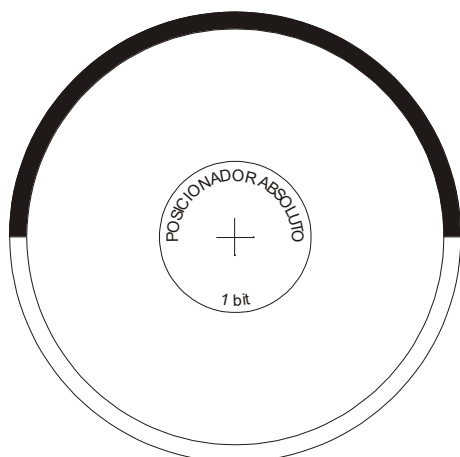
Discos codificados para determinación de posicionamiento angular tipo incremental.

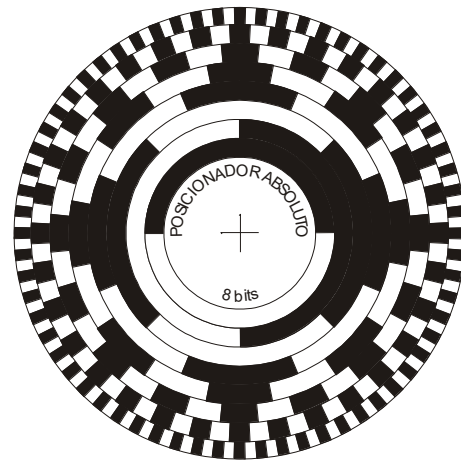
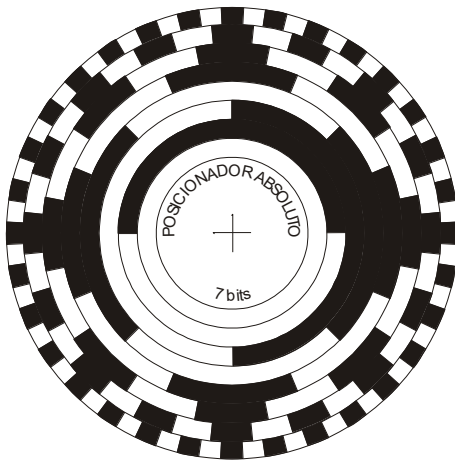
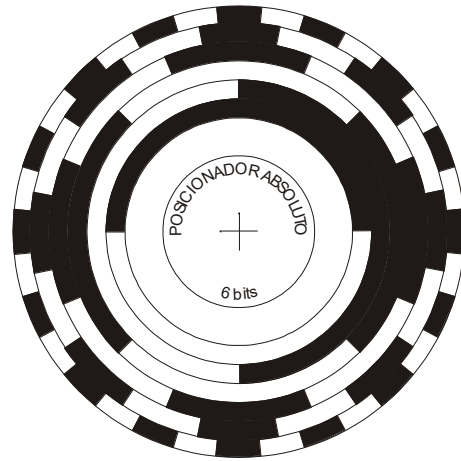
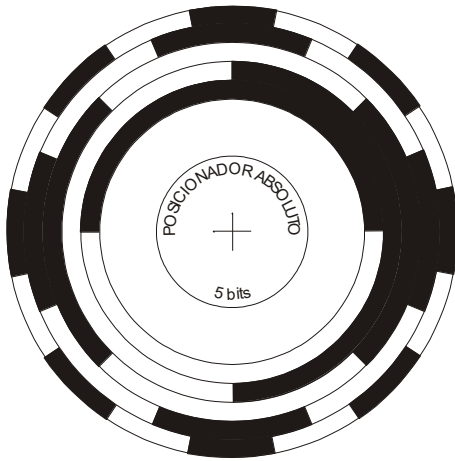




APENDICE E

Discos codificados para determinación de posicionamiento angular tipo absoluto.





APENDICE F

Placa codificada para determinación de posicionamiento lineal tipo absoluto.

1 ranura
4 posiciones



2 ranura
8 posiciones



4 ranura
16 posiciones



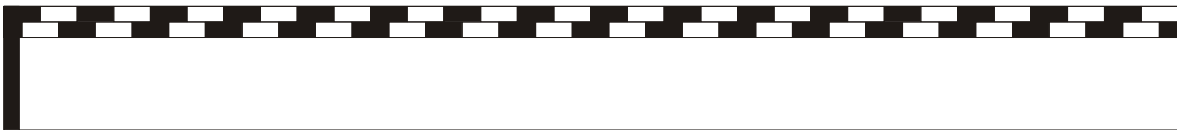
8 ranura
32 posiciones



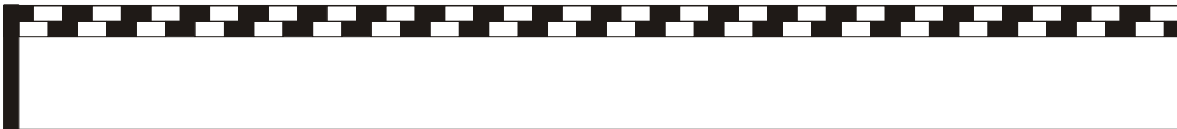
10ranura
40posiciones



16 ranura
64 posiciones



20 ranura
80 posiciones



32 ranura
128 posiciones



APENDICE G

Placa codificada para determinación de posicionamiento lineal tipo absoluto con resolución hasta 256 posiciones.

1 bit
2 posiciones



2 bits
4 posiciones



3 bits
8 posiciones



4 bits
16 posiciones



5 bits
32 posiciones



6 bits
64 posiciones



7 bits
128 posiciones



8 bits
256 posiciones

