



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO SEDE – LATACUNGA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA”

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA PARA UN
INDICADOR TAQUIMÉTRICO DE LOS HELICÓPTEROS GAZELLE DEL CENTRO
DE MANTENIMIENTO AÉREO Nº 15”**

CBOS. DE COM. CAMALLE P. SEGUNDO F.

CBOS. DE COM. SAFLA M. EDISON J.

**LATACUNGA – ECUADOR
2009**

CERTIFICACIÓN

Certificamos, que el presente proyecto de grado fue desarrollado en su totalidad por los señores CBOS. DE COM. CAMALLE PULUPA SEGUNDO FABIAN Y CBOS. DE COM. SAFLA MUÑOZ EDISON JUAN, previo a la obtención de su Título de Tecnólogo Electrónico.

Latacunga, Marzo del 2009

Ing. Galo Ávila
DIRECTOR

Ing. Nancy Guerrón
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga y a sus docentes, por los conocimientos impartidos en nuestra formación profesional, y especialmente a los Ingenieros Galo Ávila y Nancy Guerrón, por su acertada dirección y recomendaciones durante el desarrollo del proyecto.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado en primer lugar a Dios, por brindarme salud y bendiciones. A mí querida esposa y compañera Maritza, por su amor, comprensión, y brindarme todo el apoyo durante ésta etapa de mi vida. A mi adorado hijo Joseph Ariel quien con sus travesuras y sonrisas fue una gran fuente de inspiración. A mis padres quienes me enseñaron los más grandes valores honestidad, respeto, humildad.

Segundo Fabián

Este trabajo está dedicado a mis padres, que me dieron la vida y que inculcaron en mi los valores fundamentales de moral y honestidad pero por sobre todo me dieron amor de padres lo que me impulsa a seguir progresando en mi vida, además especial mención a mis dos queridos hermanos por su apoyo y preocupación en el transcurrir de esta etapa de mi vida, con quienes formamos una familia siempre unida en todo momento y así hacer frente a cualquier adversidad.

Edison Juan

INDICE

INTRODUCCION

CAPÍTULO I FUNDAMENTOS GENERALES

1.1. QUE SON LOS INDICADORES.....	- 1 -
1.2. IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES.....	- 2 -
1.3. MEDICIÓN, IMPORTANCIA.....	- 2 -
1.3.1. MEDICIÓN.....	- 2 -
1.3.2. Sistema Internacional (S.I.).....	- 3 -
1.3.3. IMPORTANCIA.....	- 4 -
1.4. PRECISIÓN	- 6 -
1.5. INDICADOR.....	- 6 -
1.5.1. OPERACIÓN	- 8 -
1.6. TRANSMISORES	- 10 -
1.6.1. TIPOS DE TRANSMISORES	- 12 -
1.6.1.1. Transmisores Neumáticos.....	- 12 -
1.6.1.2. Transmisores Electrónicos	- 14 -
1.6.1.3. Transmisores Inteligentes	- 15 -
1.6.2. TRANSMISIÓN ANALÓGICA	- 16 -
1.6.3. TRANSMISIÓN DIGITAL.....	- 17 -
1.6.4. PERTURBACIONES EN LA TRANSMISIÓN.....	- 18 -
1.6.4.1. Atenuación	- 18 -
1.6.4.2. Distorsión De Retardo	- 18 -
1.6.4.3. Ruido	- 18 -
1.6.4.4. Capacidad Del Canal	- 19 -
1.6.5. COMO CALIBRAR UN TRANSMISOR	- 20 -
1.6.5.1. Chequeo y Ajustes Preliminares:.....	- 20 -
1.6.5.2. Ajuste De Cero.....	- 20 -

1.6.5.3.	Ajuste De Multiplicación:	- 21 -
1.6.5.4.	Ajuste De Angularidad.....	- 21 -
1.6.6.	UTILIZACIÓN DE LOS TRANSMISORES	- 21 -
1.7.	MOTORES DC.....	- 22 -
1.7.1.	ESQUEMA DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINÚA	- 24 -
1.7.2.	CLASIFICACIÓN MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA	- 25 -
1.7.2.1.	Motores de corriente continua de imán permanente.....	- 25 -
1.7.2.2.	Excitación Independiente	- 26 -
1.7.2.3.	Autoexcitación.....	- 27 -
1.7.2.4.	Excitación Serie	- 27 -
1.7.2.5.	Excitación En Paralelo (Shunt).....	- 28 -
1.7.2.6.	Compuesta.....	- 28 -
1.7.3.	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	- 29 -
1.7.4.	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS MOTORES DC	- 30 -
2.1.	HISTORICIDAD Y GENERALIDADES	- 31 -
2.1.1.	COMPONENTES DE UN MICROCONTROLADOR	- 33 -
2.1.1.1.	El procesador o UCP.....	- 34 -
2.1.1.2.	Memoria	- 35 -
2.1.1.3.	Puertas de entrada y salida.....	- 37 -
2.1.1.4.	Reloj principal.....	- 37 -
2.1.1.5.	Recursos especiales	- 38 -
2.1.2.	VENTAJAS DE LOS MICROCONTROLADORES	- 41 -
2.1.3.	APLICACIONES DE LOS MICROCONTROLADORES.	- 42 -
2.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS MICROCONTROLADORES	- 42 -
2.2.1.	La gama enana: PIC12C (F) XXX de 8 PINES	- 42 -
2.2.2.	Gama baja o básica: PIC16C5X con instrucciones de 12 bits.....	- 43 -
2.2.3.	Gama media. PIC16CXXX con instrucciones de 14 bits	- 44 -
2.2.4.	Gama alta: PIC17CXXX con instrucciones de 16 bits.	- 45 -
2.3.	CLASIFICACIÓN DE LOS LCD`S	- 46 -
2.3.1.	LCD de texto.....	- 46 -

2.3.2.	LCD de gráficos	- 48 -
2.4.	ARQUITECTURA, DIAGRAMAS DE CONEXIÓN	- 48 -
2.4.1.	ARQUITECTURA VON NEUMANN	- 48 -
2.4.2.	ARQUITECTURA HARVARD	- 49 -
2.4.2.1.	Ventajas de esta arquitectura:	- 50 -
2.5.	LENGUAJES.....	- 51 -
2.5.1.	LENGUAJE ENSAMBLADOR, de bajo nivel.....	- 51 -
2.5.2.	LENGUAJE C, de alto nivel	- 51 -
2.5.3.	LENGUAJE BASIC, de alto nivel	- 52 -
2.6.	RECURSOS FUNDAMENTALES	- 52 -
2.6.1.	TEMPORIZADOR /CONTADOR TMRO	- 53 -
2.6.2.	EL PERRO GUARDIAN (WDT)	- 53 -
2.6.3.	LAS PUERTAS DE E/S	- 54 -
2.6.3.1.	La Puerta A	- 54 -
2.6.3.2.	La Puerta B	- 55 -
2.6.4.	LA MEMORIA EEPROM DE DATOS.....	- 55 -
3.1.	ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA	- 56 -
3.1.1.	SENSOR INDUCTIVO	- 56 -
3.1.1.1.	Estados de un sensor inductivo.....	- 57 -
3.1.1.2.	Histéresis	- 58 -
3.1.2.	PIC 16F628A	- 59 -
3.1.2.1.	Características principales	- 60 -
3.1.2.2.	Pines de I/O (Entrada/Salida).....	- 61 -
3.1.3.	FUENTE DE ALIMENTACION DC.....	- 62 -
3.1.3.1.	Transformador de entrada.....	- 63 -
3.1.3.2.	Rectificador a diodos.....	- 63 -
3.1.3.3.	El filtro	- 64 -
3.1.3.4.	El regulador.....	- 65 -
3.2.	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.....	- 66 -
3.3.	SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	- 67 -

3.3.1.	SELECCIÓN DEL SENSOR	- 68 -
3.3.2.	SELECCIÓN DEL ACOPLA	- 69 -
3.3.3.	SELECCIÓN DEL PIC	- 70 -
3.3.4.	SELECCIÓN DEL LCD	- 71 -
3.4.	DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL	- 72 -
3.5.	DISEÑO DEL HARDWARE DE APLICACIÓN	- 74 -
3.5.1.	MESA Y SOPORTE PARA EL MOTOR DC.....	- 74 -
3.5.2.	SOPORTE DEL SENSOR Y EL TRANSMISOR.	- 76 -
4.1.	DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA	- 77 -
4.2.	PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	- 78 -
4.2.1.	PRUEBA DEL MOTOR.....	- 79 -
4.2.2.	PRUEBAS CON EL ACOPLA	- 80 -
4.2.3.	PRUEBAS CON EL SENSOR	- 81 -
4.3.	ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.....	- 82 -
4.4.	ALCANCES Y LIMITACIONES.	- 83 -
4.4.1.	ALCANCES	- 83 -
4.4.2.	LIMITACIONES	- 84 -
5.1.	CONCLUSIONES	- 86 -
5.2.	RECOMENDACIONES	- 87 -
	ANEXO A.....	- 89 -
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	- 89 -
	ANEXO B.....	- 94 -
	MANUAL DE OPERACIÓN.....	- 94 -
	BIBLIOGRAFÍA.....	-89-

ANEXOS

<u>ANEXO A</u>	Glosario de términos
<u>ANEXO B</u>	Manual de Operación

INTRODUCCIÓN

Al finalizar una misión las aeronaves entran a un proceso de mantenimiento, llegando así a verificar o constatar los diferentes daños que pueden tener los accesorios e instrumentos que poseen dichas naves.

Algunas pruebas se las realiza manualmente utilizando técnicas sencillas que en muchos casos se necesitan del ser humano por lo que se requerirá de una precisión por aquellos que lo realizan dicha observación y estar al criterio no solo de una sino de varias personas que lo manipulen y, tener el criterio de que se está evaluando.

La finalidad de este proyecto es realizar un control electrónico que nos permita visualizar las revoluciones necesarias que genera un motor hacia un transmisor taquimétrico el cual necesita de estas para el funcionamiento de un indicador en los rangos que indica un manual de vuelo de pilotos de estas aeronaves, por tal motivo se necesitaba de un banco de pruebas con esas características ya expuestas.

Para cumplir con todo lo expuesto anteriormente, el presente proyecto está estructurado, en un documento escrito y en un prototipo diseñado e implementado, de varios capítulos, los cuales en una forma resumida contienen la siguiente información.

En el Capítulo I, se presenta marco teórico, donde se menciona los conceptos básicos de los elementos que formarán el proyecto.

En el Capítulo II, hace referencia de las características de los elementos de la parte electrónica del circuito a implementarse.

En el Capítulo III, se detallan el diseño e implementación así como los requisitos del sistema para la construcción del proyecto, así como también el diseño del software y hardware de este Banco de prueba.

En el Capítulo IV, se detalla la descripción física del sistema, pruebas, así como el análisis técnico-económico y los respectivos alcances y limitaciones.

Se registran al final conclusiones y recomendaciones, así como el manual de operación.

I. CAPITULO

FUNDAMENTOS GENERALES

1.1. QUE SON LOS INDICADORES

El indicador taquimétrico (figura 1.1) indica la proporción del giro de un artefacto en términos de vueltas por minuto; está conformado por: un generador de señales eléctricas que varía en función de la velocidad de rotación de un primer árbol; un motor eléctrico; un grupo indicador de velocidad controlado magnéticamente; un primer imán acoplado angularmente con el árbol del motor eléctrico y que coopera magnéticamente con el grupo indicador de velocidad; un segundo árbol generador de señales eléctricas dependientes de la velocidad de rotación del primer árbol y un circuito que tiene como entradas, las salidas del primer y segundo generador de señales, respectivamente; el segundo generador de señales comprende: un segundo imán permanente acoplado angularmente al árbol del motor y un devanado eléctrico fijado al cuerpo de dicho motor, y adaptado, por corrientes inducidas por efecto de la rotación de dicho segundo imán permanente.

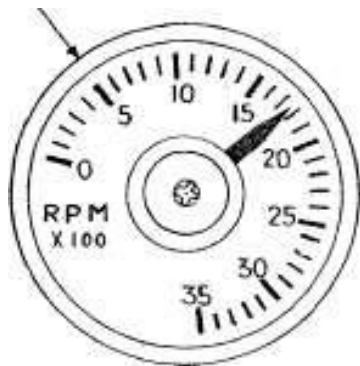


Fig. 1.1 Parte frontal de un Indicador Taquimétrico

1.2. IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES

Con este instrumento se puede visualizar el correcto funcionamiento de las diversas secciones del aparato; a través de la constatación de las velocidades de giro, que las secciones presentan, durante su normal desempeño, y cuando entra en funcionamiento con los diferentes componentes y partes del aparato; que en este caso es el helicóptero Gazelle.

1.3. MEDICIÓN, IMPORTANCIA

1.3.1. MEDICIÓN

La medición expresa una medida (unidad) en función de la magnitud de una señal. Es decir compara una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera.

Se debe medir evitando alterar el sistema que observamos. Por otro lado, no hemos de perder de vista que las medidas se realizan con algún tipo de error, debido a imperfecciones del instrumental o a limitaciones del medidor, errores experimentales, por eso, se ha de realizar la medida de forma que la alteración producida sea mucho menor que el error experimental que se pueda cometer.

En otras palabras, una medición es la determinación de la proporción entre la dimensión o suceso de un objeto y una determinada unidad de medida. Para posibilitar la medición, la dimensión del objeto y la unidad deben ser de la misma magnitud.

Al realizar una medición, se debe tener cuidado para no alterar el sistema que se observa. De todas formas, hay que considerar que siempre las medidas se realizan con algún tipo de error, ya sea por las imperfecciones del instrumental, las limitaciones del medidor o los errores experimentales.

Cuando una medición se concreta a través de un instrumento de medida, se habla de una medición directa. En cambio, en los casos en que no existe el instrumento adecuado (porque el valor a medir es muy grande o muy pequeño, por ejemplo), la medición se realiza a través de una variable que permite calcular otra distinta. En estos casos, se dice que la medición es indirecta.

Al patrón de medir le llamamos también Unidad de medida.

Debe cumplir estas condiciones:

1º.- Ser inalterable, esto es, no ha de cambiar con el tiempo ni en función de quién realice la medida.

2º.- Ser universal, es decir utilizada por todos los países.

3º.- Ha de ser fácilmente reproducible.

Reuniendo las unidades patrón que los científicos han estimado más convenientes, se han creado los denominados Sistemas de Unidades.

1.3.2. Sistema Internacional (S.I.)

Este nombre se adoptó en el año 1960 en la XI Conferencia General de Pesos y Medidas, celebrada en París buscando en él un sistema universal, unificado y coherente que toma como Magnitudes fundamentales: Longitud, Masa, Tiempo, Intensidad de corriente eléctrica, Temperatura termodinámica, Cantidad de sustancia, Intensidad luminosa. Toma además como magnitudes complementarias: ángulo plano y ángulo sólido.

Las medidas de magnitudes derivadas de estas fundamentales se ponen en función de éstas, y a veces se les da un nombre.

Por ejemplo:

Velocidad=longitud/tiempo=m/s

Aceleración=Velocidad/tiempo=m/s²

Fuerza=masa x aceleración=Kg x m/s² =Newton

Trabajo=Fuerza x long=Nw x m=Julio.

De esta forma se consigue que todo el mundo mida de la misma forma, si bien existen otros sistemas de medidas, como el sexagesimal.

Longitud-->centímetros

Masa-->gramos

Tiempo-->segundos.

1.3.3. IMPORTANCIA

Dentro del amplio y extenso espectro de las actividades que de alguna manera tienen que ver con dispositivos de medición, no es extraño encontrar personas que aún no tienen una idea clara de la importancia de la necesidad de medir.

En algunos casos se llega incluso a pensar que medir es un gasto o un costo innecesario, actitud ésta que poco tiene que ver con los tiempos en que vivimos, con el desarrollo social y tecnológico alcanzado y con la necesidad de considerar a nuestros semejantes en cuanto a su protección personal, sus bienes y, en general, con el patrimonio de la comunidad.

Quien ha tenido la oportunidad de transitar por el campo de las mediciones, independientemente de la especialidad o disciplina de la ciencia y la técnica donde se haya desempeñado, en su gran mayoría le queda bastante claro que medir es aprender, es seguridad, es eficiencia y es desarrollo.

Medir es aprender: Si establecemos a modo de semejanza que el proceso de medición y el resultado final, el valor medido, es un medio de ampliar y complementar la capacidad sensorial del hombre y que esta capacidad está asociada con su actividad cerebral, podemos decir que medir es aprender.

Continuando con este razonamiento que medir es aprender o adquirir el conocimiento de alguna cosa, llegamos al saber que es conocer dicha cosa y, por lo tanto, entramos en una secuencia de acontecimientos vinculados entre sí que conducen al mejoramiento y constante crecimiento de nuestro entendimiento o, dicho de otra manera, inteligencia.

Medir es seguridad: Al transcurrir el tiempo, las sucesivas mediciones suministran una valiosa información permitiendo desarrollar proyectos más acertados, mejorar costos y satisfacer mejor las necesidades del cliente.

Medir es eficiencia: Las mediciones acertadas y en el momento oportuno evitan costos innecesarios y conducen hacia direcciones más correctas en el desarrollo de las tareas facilitando la toma de decisiones, tanto en el proyecto como durante la marcha de las obras o de los procesos involucrados.

Medir es desarrollo: No es muy desacertado pensar que el desarrollo de la humanidad está en cierta forma relacionado con los avances en materia de mediciones. Muchos fenómenos serían imposibles de analizar y, por consiguiente, de estudiar, si no existiera algún medio para observarlos o medirlos. En el terreno de la investigación, es permanente la búsqueda por encontrar nuevos sistemas o medios que permitan observar, registrar y relacionar con alguna magnitud de medición el objeto bajo estudio.

A modo de conclusión podemos decir que muchas de las decisiones desde las más sencillas y domésticas, hasta las más complejas dentro del ámbito de la

ciencia y la tecnología han sido y son posibles de tomar debido a la existencia de información aportada por quienes tienen presente la importancia de medir.

1.4. PRECISIÓN

En ingeniería, ciencia, industria y estadística, se denomina precisión a la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones. Esta cualidad debe evaluarse a corto plazo. No debe confundirse con exactitud ni con reproducibilidad.

La precisión es un parámetro relevante, especialmente en la investigación de fenómenos físicos, ámbito en el cual los resultados se expresan como un número más una indicación del error máximo estimado para la magnitud. Es decir, se indica una zona dentro de la cual está comprendido el verdadero valor de la magnitud.

En informática, se denomina precisión al número de bits usados para representar un valor. En general, en un sistema computacional la precisión está dada por el valor del dígito menos significativo de una palabra digital que representa un número con una escala y en un tipo de dato definido.

Visto desde otra perspectiva, equivale a la diferencia entre dos valores sucesivos representables en el tipo de dato y escala del número.

Precisión también se refiere a una gama de estaciones de trabajo de sobremesa y portátiles de la marca estadounidense DELL.

1.5. INDICADOR

También conocido como velocímetro, es un instrumento bastante común, que se utiliza en muchas otras máquinas además de los automóviles. La base de su

operación es el movimiento de giro del eje de un motor; este induce una corriente; misma que permite la deflexión de una aguja en forma proporcional a la velocidad del mismo. Esta información se da en revoluciones por minuto. Otros tipos de indicadores cuentan el volumen de la producción de generadores eléctricos, o cuentan las pulsaciones de un sistema de encendido.

Su origen es muy antiguo, el primero data del año 15 AC en la antigua Roma y fue diseñado para dejar caer una piedra en un contenedor por cada revolución de una rueda; lo cual permitía calcular la distancia recorrida.

Desde este comienzo, se hicieron muchos progresos. Chang Heng, creador del primer sismógrafo, hizo una especie de cuentakilómetros, al igual que Blaise Pascal, Thomas Savery, Ben Franklin y William Clayton.

Muchos de estos primeros Odómetros se hicieron de la misma manera, contando el número de revoluciones de la rueda. Este se convirtió en el tacómetro, que también tuvo en cuenta las revoluciones, pero no la distancia.

El indicador taquimétrico se compone de los siguientes subconjuntos.

Un doble de motor.

Una doble circulación.

Un casco de montaje provisto de auto-bloqueo de las tuercas para dar cabida a este instrumento de montaje tornillos.

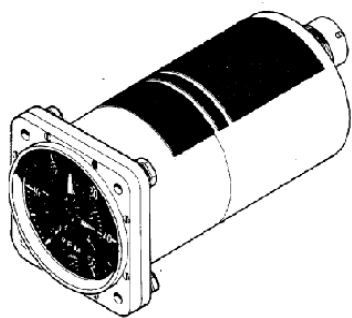


Fig.1.2 Indicador Taquimétrico

1.5.1. OPERACIÓN

El indicador se compone de dos grandes subconjuntos: un subconjunto de mecánica y subconjunto electrónico.

El imán permanente instalado en el extremo del eje del rotor, produce un campo magnético que pasa a través del tambor, para cerrar un circuito en anillo.

Este campo de acción induce las corrientes de Eddy en el tambor de medición, fabricado con material conductor, este desarrolla un par motor que es proporcional a la velocidad de flujo de variación y, por tanto, a la velocidad que debe medirse.

La espiral adscrita al anillo, se opone a la rotación de este último, de manera que su ángulo de desviación correspondiente a la de equilibrio posición, es igualmente proporcional a la velocidad de rotación del imán y por lo tanto, a la velocidad que debe medirse. El movimiento resultante es incorporado a la mecánica del puntero por medio del tren de engranajes.

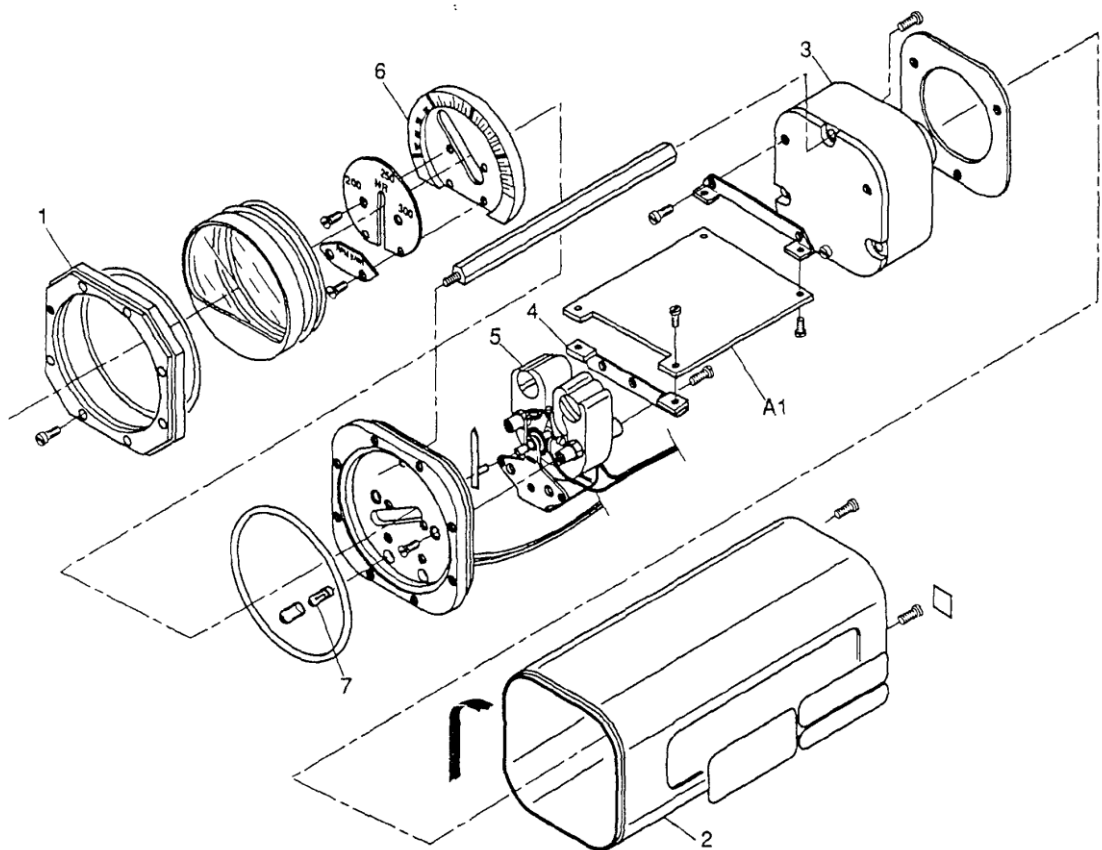


Fig. 1.3 Esquema tentativo de las partes de un indicador

1. Cara frontal constituida por un apilado que comprende un engaste, una arandela, un vidrio montado, una segunda arandela y un aro sellado.
2. Caja.
3. Conector de montaje constituido por un recipiente de 6 patillas está conectado a través del conector de 6 pines (J I) a la tarjeta A1.
4. Soportes de seguridad de la tarjeta A1 y del galvanómetro.
5. Galvanómetro de montaje; está equipado con el puntero y conectado a la tarjeta A1 a través de un conector de 3 pines (J2).
6. Impreso interior y exterior del dial.
7. Lámparas (2); está equipado con tapas e instalado en la brida completa que está conectada a través de un conector de 3-pines (J3) a la tarjeta A1.

8. A1: Tarjeta para PROCESAMIENTO NR, está conectada a través de dos conectores (P1 y P2) al conector de montaje (3), al galvanómetro de montaje (5) y a la brida completa.

1.6. TRANSMISORES

La definición clásica de transmisor nos dice que es un instrumento que capta la variable en proceso y la transmite a distancia a un instrumento indicador o controlador; pero en realidad es eso y mucho más, la función primordial de este dispositivo es tomar cualquier señal para convertirla en una señal estándar adecuada para el instrumento receptor, es así como un transmisor capta señales tanto de un sensor como de un transductor, aclarando siempre que todo transmisor es transductor más no un transductor puede ser un transmisor.

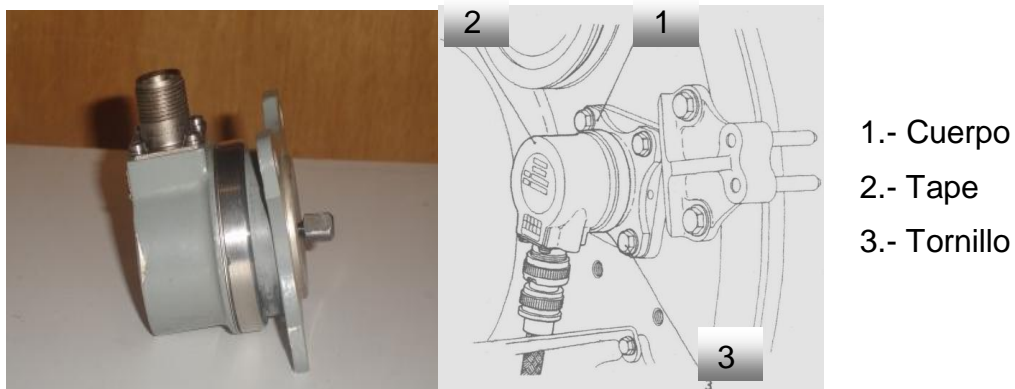


Fig.1.4 Transmisor del indicador taquimétrico.

Es un transmisor JAEGER 64550-105-1.

Asociado a un indicador, tiene por finalidad la medida permanente de la velocidad instantánea de rotación del motor.

Está accionado en rotación por una toma de movimiento de la palca de accesorios sobre la cual está montado.

El transmisor tacométrico cuenta con un cuerpo 1) y una tapa (2) ensamblados por medio de un anillo roscado.

La fijación en la placa de accesorios del motor está asegurada por cuatro tornillos (3).

Interiormente, el transmisor está formado por un rotor, imán permanente bipolar, solidario del eje de accionamiento y un estator compuesto por un circuito magnético sobre el cual están embobinados tres enrollamientos dispuestos en estrella.

El funcionamiento se da por medio del rotor accionado por rotación, produce una corriente alternativa cuya frecuencia está siempre en relación constante con la velocidad de rotación. Esta tensión está aplicada en la parte receptora del indicador.

Esto se puede ver o interpretar como control velocidad de rotación; este sistema se compone esencialmente de un transmisor conectado eléctricamente con un receptor situado sobre el panel.

El transmisor es un generador trifásico cuyo rotor es un imán permanente accionado mecánicamente por el motor.

El receptor se compone de un motor asíncrono y un cuadrante indicando la velocidad de rotación. Es graduado en porcentaje de velocidad.

El transmisor provee una alimentación eléctrica de tensión alternada trifásica de frecuencia proporcional a la velocidad de rotación. El motor del receptor recibe esta alimentación e indica la velocidad de rotación sobre el cuadrante.

1.6.1. TIPOS DE TRANSMISORES

1.6.1.1. Transmisores Neumáticos

Un transmisor neumático es un dispositivo mecánico que convierte un desplazamiento mecánico en variaciones proporcionales de presión.

Se utiliza para convertir una medida de cierta magnitud en una señal neumática representativa de esta medida y transmitirla a una cierta distancia a un elemento medidor, registrador o un controlador.

En el sistema de transmisión neumática se utiliza aire como elemento transmisor, la distinta presión de éste, es proporcional a las variaciones de la magnitud que se mide.

El desplazamiento mecánico o señal de entrada al transmisor la produce el elemento de medición, en respuesta a un cambio de la variable del proceso.

El transmisor responde a dicho movimiento produciendo una señal neumática proporcional, que varía de 3 a 15 lb/pulgada² (psi) (0.2 a 1 Kg/cm²) Cuando la variable cambia de 0 a 100% de la gama de medición, la señal transmitida varía de 3 a 15 lb/pulgada.

El sistema se completa con un instrumento receptor, situado a distancia, capaz de traducir la señal de 3 a 15 psi en una indicación del valor de la variable del proceso. Un sistema transmisor consiste generalmente en:

- a) Un elemento primario o detector de variaciones de la magnitud a medir
- b) El elemento transmisor, algunas veces lleva incorporado el elemento detector.

c) El elemento receptor de las distintas magnitudes de la variable a medir (indicador, registrador, totalizador, etc.)



Fig. 1.5 Transmisores Neumáticos

Se fundamentan en el principio que cumple el sistema tobera obturador que consiste en un tubo con un suministro constante de presión no superior a los 25 Psi que pasa por una restricción que reduce el diámetro alrededor de 0.1 mm y que en su otro extremo se torna en forma de tobera con un diámetro de 0.25 - 0.5 mm que está expuesto a la atmósfera ocasionando un escape que es regulado por un obturador el cual cumple la misión de controlar el escape proporcional a la separación entre él y la tobera.

La función de la tobera - obturador es que a medida que la lámina obturadora disminuya o aumente la distancia hacia la tobera ocasionará un efecto inversamente proporcional sobre la presión interna que es intermedia entre la presión atmosférica y la de suministro e igual a la señal de salida del transmisor que para la tobera totalmente cerrada equivale a 15 Psi y totalmente abierta a 3 Psi.

Para la obtención de una salida eficiente y a causa de diminutos volúmenes de aire que se obtienen del sistema se le acopla una válvula piloto que amplifica, formando un amplificador de dos etapas.

La válvula servo piloto consiste en un obturador que permite el paso de dos caudales de aire los cuales nos determinan la salida mediante los diferenciales de presión entre las superficies uno y dos logrando vencer el resorte que busca sostener la válvula cerrada, aunque realmente existe una mínima abertura que lo que nos determina los 3 Psi como salida mínima. Las funciones de la válvula son:

Aumento del caudal suministrado o del caudal de escape para conseguir tiempos de respuesta inferiores al segundo.

Amplificación de presión (ganancia), de cuatro a cinco para obtener la señal neumática de 3 - 15 Psi.

Los transmisores neumáticos presentan las siguientes características:

Un consumo de aire más bajo para el caudal nulo de salida.

Un caudal mayor de salida hacia el receptor.

Una zona muerta de presiones de salida.

Son de equilibrio de fuerzas.

Son de acción directa.

1.6.1.2. Transmisores Electrónicos

Generalmente utilizan el equilibrio de fuerzas, el desequilibrio da lugar a una variación de posición relativa, excitando un transductor de desplazamiento tal como un detector de inductancia o un transformador diferencial. Un circuito oscilador asociado con cualquiera de estos detectores alimenta una unidad magnética y es así como se complementa un circuito de realimentación variando la corriente de salida en forma proporcional al intervalo de la variable en proceso. Su precisión es de 0.5 - 1% en una salida estándar de 4 - 20mA. Se caracterizan por el rango de entrada del sensor.



Fig.1.6 Transmisores Electrónicos

1.6.1.3. Transmisores Inteligentes

Son instrumentos capaces de realizar funciones adicionales a la de la transmisión de la señal del proceso; debido a un microprocesador incorporado. Existen dos modelos básicos de transmisores inteligentes:

a.- capacitivo: que consiste en un condensador compuesto de un diafragma interno que separa las placas y que cuando se abren las placas es porque se realiza una presión este diafragma se llena de aceite lo cual hace variar la distancia entre placas en no más de 0.1 mm. luego esta señal es amplificada por un oscilador y un demodulador que entregan una señal análoga para ser convertida a digital y así ser tomada por el microprocesador.



Fig. 1.7 Transmisor Inteligente de Nivel de Líquido por Capacitancia RF

b.- El semiconductor: sus cualidades permiten que se incorpore un puente de wheaston al que el microprocesador linealiza las señales y entrega la salida de 4 - 20mA.

Los transmisores inteligentes permiten leer valores, configurar el transmisor, cambiar su campo de medida y diagnosticar averías, calibración y cambio de margen de medida. Algunos transmisores gozan de auto calibración, auto diagnóstico de elementos electrónicos; su precisión es de 0.075%. Monitorea las temperaturas, estabilidad, campos de medida amplios, posee bajos costes de mantenimiento pero tiene desventajas como su lentitud, frente a variables rápidas puede presentar problemas y para el desempeño en las comunicaciones no presenta dispositivos universales, es decir, no intercambiable con otras marcas.

1.6.2. TRANSMISIÓN ANALÓGICA

- Los datos analógicos toman valores continuos
- Una señal analógica es una señal continua que se propaga por ciertos medios.
- La transmisión analógica es una forma de transmitir señales analógicas (que pueden contener datos analógicos o datos digitales). El problema de la transmisión analógica es que la señal se debilita con la distancia, por lo que hay que utilizar amplificadores de señal cada cierta distancia.

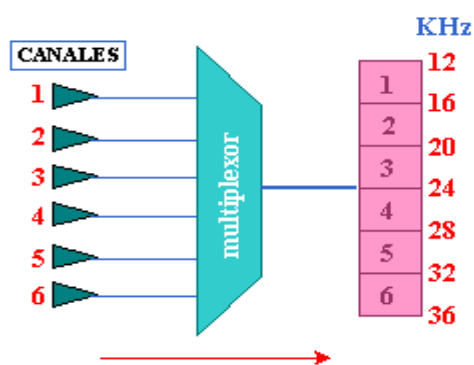


Fig.1.8 Transmisión analógica

1.6.3. TRANSMISIÓN DIGITAL

- Los datos digitales toman valores discretos
- Los datos digitales se suelen representar por una serie de pulsos de tensión que representan los valores binarios de la señal.
- La transmisión digital tiene el problema de que la señal se atenúa y distorsiona con la distancia, por lo que cada cierta distancia hay que introducir repetidores de señal.

Últimamente se utiliza mucho la transmisión digital debido a que: La tecnología digital se ha abaratado mucho.

Al usar repetidores en vez de amplificadores, el ruido y otras distorsiones no es acumulativo.

La utilización de banda ancha es más aprovechada por la tecnología digital.

Los datos transportados se pueden encriptar y por tanto hay más seguridad en la información.

Al tratar digitalmente todas las señales, se pueden integrar servicios de datos analógicos (voz, vídeo, etc.) con digitales como texto y otros.

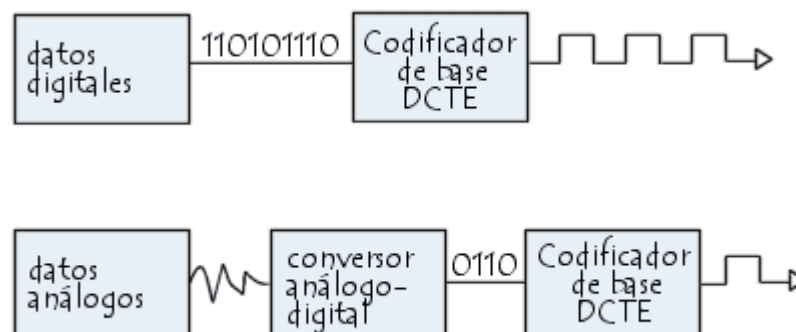


Fig.1.9 Transmisión digital

1.6.4. PERTURBACIONES EN LA TRANSMISIÓN

1.6.4.1. Atenuación

La energía de una señal decae con la distancia, por lo que hay que asegurarse que llegue con la suficiente energía como para ser captada por la circuitería del receptor y además, el ruido debe ser sensiblemente menor que la señal original (para mantener la energía de la señal se utilizan amplificadores o repetidores).

Debido a que la atenuación varía en función de la frecuencia, las señales analógicas llegan distorsionadas, por lo que hay que utilizar sistemas que le devuelvan a la señal sus características iniciales (usando bobinas que cambian las características eléctricas o amplificando más las frecuencias más altas).

1.6.4.2. Distorsión De Retardo

Debido a que en medios guiados, la velocidad de propagación de una señal varía con la frecuencia, hay frecuencias que llegan antes que otras dentro de la misma señal y por tanto las diferentes componentes en frecuencia de la señal llegan en instantes diferentes al receptor. Para atenuar este problema se usan técnicas de ecualización.

1.6.4.3. Ruido

El ruido es toda aquella señal que se inserta entre el emisor y el receptor de una señal dada. Hay diferentes tipos de ruido: ruido térmico debido a la agitación térmica de electrones dentro del conductor, ruido de intermodulación cuando distintas frecuencias comparten el mismo medio de transmisión, diafonía se produce cuando hay un acoplamiento entre las líneas que transportan las señales y el ruido impulsivo se trata de pulsos discontinuos de poca duración y de gran amplitud que afectan a la señal.

1.6.4.4. Capacidad Del Canal

Se llama capacidad del canal a la velocidad a la que se pueden transmitir los datos en un canal de comunicación de datos.

La velocidad de los datos es la velocidad expresada en bits por segundo a la que se pueden transmitir los datos.

El ancho de banda es aquel ancho de la señal transmitida y que está limitado por el transmisor y por la naturaleza del medio de transmisión (en hertzios).

La tasa de errores es la razón a la que ocurren errores.

Para un ancho de banda determinado es aconsejable la mayor velocidad de transmisión posible pero de forma que no se supere la tasa de errores aconsejable. Para conseguir esto, el mayor inconveniente es el ruido.

La formulación de Nyquist nos dice que aumentando los niveles de tensión diferenciables en la señal, es posible incrementar la cantidad de información transmitida.

$$C = 2W \log_2 M \quad (1.1)$$

Donde:

C= capacidad del canal.

W= ancho de banda.

M= número de señales discretas o niveles de tensión.

El problema de esta técnica es que el receptor debe de ser capaz de diferenciar más niveles de tensión en la señal recibida, cosa que es dificultada por el ruido.

Cuanto mayor es la velocidad de transmisión, mayor es el daño que puede ocasionar el ruido.

Shannon propuso la fórmula que relaciona la potencia de la señal (S), la potencia del ruido (N), la capacidad del canal (C) y el ancho de banda (W).

$$C = W \log_2 (1+S/N) \quad (1.2)$$

Esta capacidad es la capacidad máxima teórica de cantidad de transmisión, pero en la realidad, es menor debido a que no se ha tenido en cuenta nada más que el ruido térmico.

1.6.5. COMO CALIBRAR UN TRANSMISOR

1.6.5.1. Chequeo y Ajustes Preliminares:

Observar el estado físico del equipo, desgaste de piezas, limpieza y respuesta del equipo.

Determine los errores de indicación del equipo comparado con un patrón adecuado (según el rango y la precisión).

Llevar ajustes de cero, multiplicación, angularidad y otros adicionales a los márgenes recomendados para el proceso o que permita su ajuste en ambas direcciones. Lo cual reducirá al mínimo el error de angularidad.

1.6.5.2. Ajuste De Cero

Colocar la variable en un valor bajo de cero a 10% del rango o en la primera división representativa a excepción de los equipos que tienen supresión de cero o cero vivo, para ello se debe simular la variable con un mecanismo adecuado, según rango y precisión lo mismo que un patrón adecuado.

Si el instrumento que se está calibrando no indica el valor fijado anteriormente, se debe ajustar del mecanismo de cero (un puntero, un resorte, reóstato, tornillo micrométrico, etc.).

Si el equipo tiene ajustes adicionales con cero variable, con elevaciones o supresiones se debe hacer después del punto anterior de ajuste de cero.

1.6.5.3. Ajuste De Multiplicación:

- Colocar la variable en un valor alto del 70 al 100%.
- Si el instrumento no indica el valor fijado, se debe ajustar el mecanismo de multiplicación o span (un brazo, palanca, reóstato o ganancia).

1.6.5.4. Ajuste De Angularidad

- Colocar la variable al 50% del span.
- Si el incremento no indica el valor del 50% ajustar el mecanismo de angularidad según el equipo.

Nota: Después de terminar el procedimiento se debe levantar un acta de calibración, aproximadamente en cuatro puntos: Valores teóricos contra valores reales (lo más exactamente posible), tanto ascendente como descendente para determinar si tiene histéresis.

1.6.6. UTILIZACIÓN DE LOS TRANSMISORES

Transmisores de presión y temperatura para:

- La extrusión de plástico
- El moldeo de plástico
- La industria en general

Transmisores de flujo másico para gases, interruptores de nivel y flujo bajo el principio de dispersión térmica.

Transmisores de presión y nivel neumáticos y electrónicos.

- Para la industria del papel
- Para la industria en general

Transmisores e interruptores de nivel por el principio de radio frecuencia.

- Transmisores de señal
- Alarmas
- Convertidores I/P, P/I
- Transmisores de temperatura
- Sistemas de comunicación de datos.

1.7. MOTORES DC



Fig.1.10 Motor DC

El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, principalmente mediante el movimiento rotatorio. En la actualidad existen nuevas aplicaciones con motores eléctricos que no producen movimiento rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel: Estos motores se conocen como motores lineales.

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 su uso ha disminuido en gran medida, 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 los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micros motores, etc.).

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

Los Motores de Corriente Directa (CD) o Corriente Continua (CC) se utilizan en casos en los que es importante el poder regular continuamente la velocidad del motor, además, se utilizan en aquellos casos en los que es imprescindible utilizar corriente directa, como es el caso de motores accionados por pilas o baterías. Este tipo de motores debe de tener en el rotor y el estator el mismo número de polos y el mismo número de carbones.

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, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre núcleo de hierro. El rotor es generalmente de

forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas.

1.7.1. ESQUEMA DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINÚA

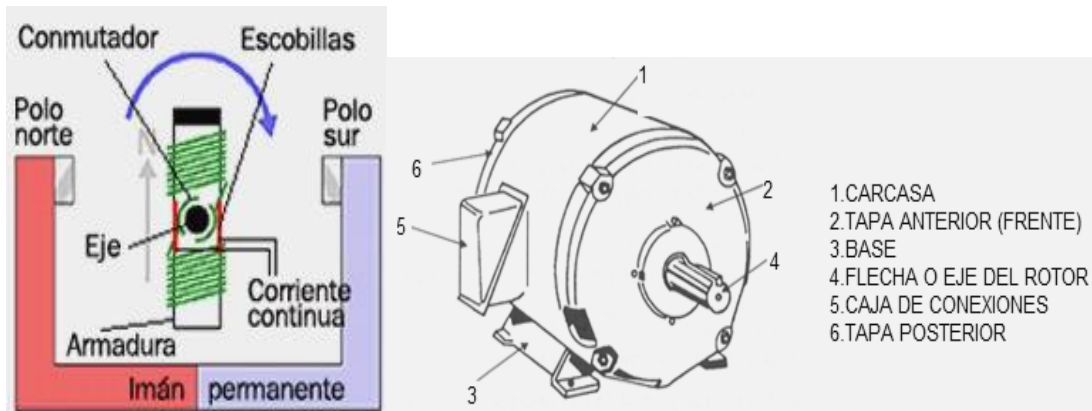


Fig.1.11 Esquema de un motor de corriente continúa

Además internamente está conformado por:

- Inductor.
- Polo inductor.
- Inducido, al que va arrollado un conductor de cobre formando el arrollamiento.
- Núcleos polares, va arrollando, en forma de hélice al arrollamiento de excitación.
- Cada núcleo de los polos de conmutación lleva un arrollamiento de conmutación.
- Conmutador o colector, que está constituido por varias láminas aisladas entre sí.

El arrollamiento del inducido está unido por conductores con las láminas del colector. Sobre la superficie del colector rozan unos contactos a presión mediante unos muelles. Dichas piezas de contacto se llaman escobillas. El espacio libre entre las piezas polares y el inducido se llama entrehierro.

1.7.2. CLASIFICACIÓN MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA



Fig.1.12 Cuadro sinóptico de los motores DC

1.7.2.1. Motores de corriente continua de imán permanente

Existen motores de imán permanente, en diferentes tamaños. Tienen varias ventajas respecto a los del tipo de campo devanado. No se necesitan las alimentaciones de energía eléctrica para excitación ni el devanado asociado. Se mejora la confiabilidad, ya que no existen bobinas excitadoras del campo que fallen y no hay probabilidad de que se presente una sobre velocidad debida a pérdida del campo. Se mejoran la eficiencia y el enfriamiento por la eliminación de pérdida de potencia en un campo excitador. Así mismo, la característica par contra corriente se aproxima más a lo lineal. Un motor de imán permanente (PM) se puede usar en donde se requiere un motor por completo encerrado para un ciclo de servicio de excitación continua.



Fig.1.13 Motor DC con imán permanente

1.7.2.2. Excitación Independiente

Los motores de excitación independiente tienen como aplicaciones industriales el torneado y taladrado de materiales, extrusión de materiales plásticos y goma, ventilación de horno, retroceso rápido en vacío de ganchos de grúas, desenrollado de bobinas y retroceso de útiles para serrar. El motor de excitación independiente es el más adecuado para cualquier tipo de regulación, por la independencia entre el control por el inductor y el control por el inducido. El sistema de excitación más fácil de entender es el que supone una fuente exterior de alimentación para el arrollamiento inductor. En la siguiente figura, se representa el inducido por un círculo; la flecha recta interior representa el sentido de la corriente principal y la flecha curva, el sentido de giro del inducido; el arrollamiento inductor o de excitación, se representa esquemáticamente, y el sentido de la corriente de excitación, por medio de una flecha similar.

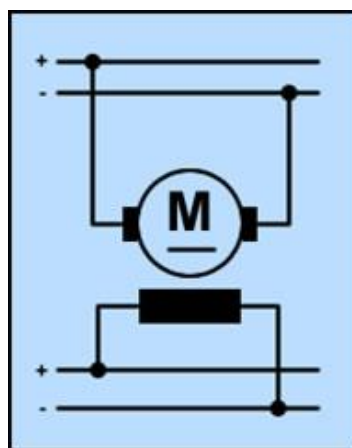


Fig.1.14 Motor DC Excitación Independiente

1.7.2.3. Autoexcitación

El sistema de excitación independiente, solamente se emplea en la práctica en casos especiales debido, sobre todo, al inconveniente de necesitar una fuente independiente de energía eléctrica. Este inconveniente puede eliminarse con el denominado principio dinamoeléctrico o principio de autoexcitación, que ha hecho posible el gran desarrollo alcanzado por las máquinas eléctricas de corriente continua en el presente siglo.

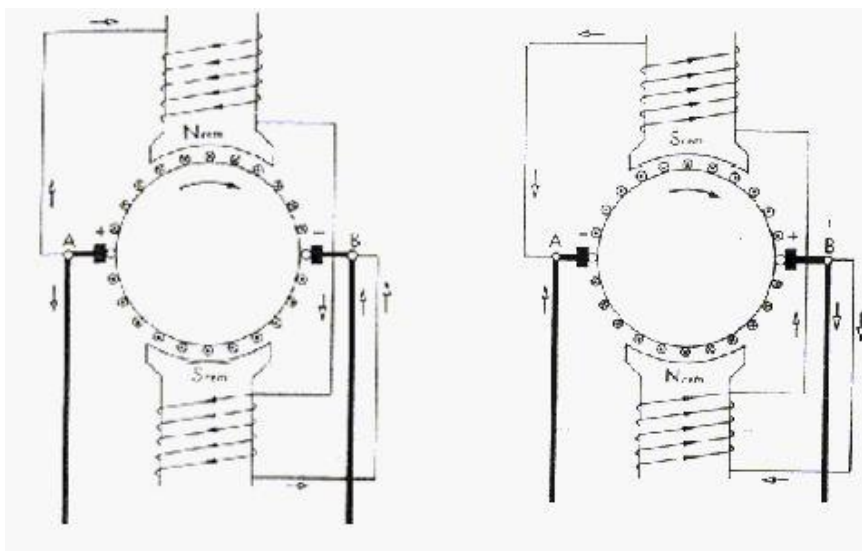


Fig.1.15 Autoexcitación

1.7.2.4. Excitación Serie

Es el motor cuya velocidad disminuye sensiblemente cuando el par aumenta y cuya velocidad en vacío no tiene límite teóricamente.

Los motores con excitación en serie son aquellos en los que el inductor está conectado en serie con el inducido. El inductor tiene un número relativamente pequeño de espiras de hilo, que debe ser de sección suficiente para que se pase por él la corriente de régimen que requiere el inducido. En los motores serie, el flujo depende totalmente de la intensidad de la corriente del inducido. Si el hierro

del motor se mantiene a saturación moderada, el flujo será casi directamente proporcional a dicha intensidad.

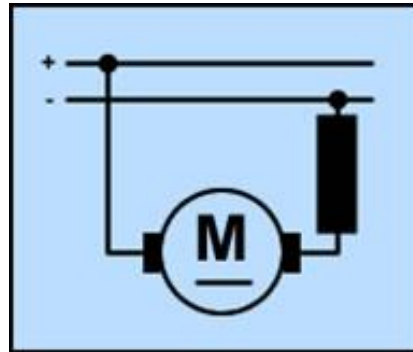


Fig.1.16 Motor DC Excitación Serie

1.7.2.5. Excitación En Paralelo (Shunt)

El generador con excitación shunt suministra energía eléctrica a una tensión aproximadamente constante, cualquiera que sea la carga, aunque no tan constante como en el caso del generador con excitación independiente. Cuando el circuito exterior está abierto, la máquina tiene excitación máxima porque toda la corriente producida se destina a la alimentación del circuito de excitación; por lo tanto, la tensión en bornes es máxima. Cuando el circuito exterior está cortocircuitado, casi toda la corriente producida pasa por el circuito del inducido y la excitación es mínima, la tensión disminuye rápidamente y la carga se anula. Por lo tanto, un cortocircuito en la línea no compromete la máquina, que se desexcita automáticamente, dejando de producir corriente. Esto es una ventaja sobre el generador de excitación independiente en donde un cortocircuito en línea puede producir graves averías en la máquina al no existir éste efecto de desexcitación automática.

1.7.2.6. Compuesta

Es el motor cuya velocidad disminuye cuando el par aumenta y cuya velocidad en vacío es limitada. Las características del motor Compuesta están comprendidas

entre las del motor de derivación y las del motor en serie. Los tipos de motor Compuesta son los mismos que para los generadores, resumiéndose el aditivo y el diferencial. El motor en Compuesta es un término medio entre los motores devanados en serie y los de en derivación. En virtud de la existencia del devanado en serie, que ayuda al devanado en derivación, el flujo magnético por polo aumenta con la carga, de modo que el par se incrementa con mayor rapidez y la velocidad disminuye más rápidamente que si no estuviera conectado el devanado en serie; pero el motor no se puede desbocar con cargas ligeras, por la presencia de la excitación en derivación.

También se construyen motores de CC con el rotor de imanes permanentes para aplicaciones especiales.

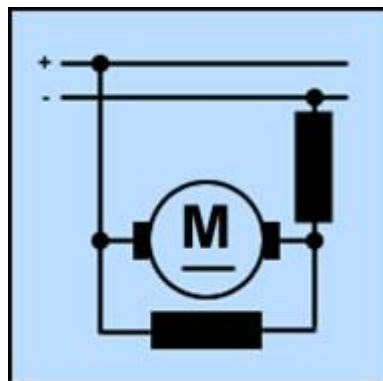


Fig.1.17 Motor DC Compuesta

1.7.3. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Como su nombre lo indica, un motor eléctrico de corriente continua, funciona con corriente continua. En estos motores, el inductor es el estator y el inducido es el rotor. Fueron los primeros en utilizarse en vehículos eléctricos por sus buenas características en tracción y por la simplicidad de los sistemas de control de la electricidad desde las baterías. Presentan desventajas en cuanto al mantenimiento de algunas de sus piezas (escobillas y colectores) y a que deben ser motores grandes si se buscan potencias elevadas, pues su estructura (y en

concreto el rozamiento entre piezas) condiciona el límite de velocidad de rotación máxima.

1.7.4. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS MOTORES DC

Clase NEMA	Par de arranque	Corriente de Arranque	Regulación de Velocidad (%)	Nombre de clase Del motor
A	1.5-1.75	5-7	2-4	Normal
B	1.4-1.6	4.5-5	3.5	De propósito general
C	2-2.5	3.5-5	4-5	De doble jaula alto par
D	2.5-3.0	3-8	5-8 , 8-13	De alto par alta resistencia
F	1.25	2-4	mayor de 5	De doble jaula.

Tabla. 1.1 parámetros de los motores

II. CAPITULO

MICROCONTROLADORES Y LCD's

2.1. HISTORICIDAD Y GENERALIDADES

a. Microcontroladores

En 1971 Intel fabrica el primer microprocesador (4004) de tecnología PMOS, a petición de Datapoint Corporation. Este dispositivo fabricado resultó más lento de lo requerido. El 4004 era un microprocesador de 4 bits, contenía 2,300 transistores con una velocidad de 108 KHz; podía direccionar sólo 4096 (4k) localidades de memoria de 4 bits, reconocía 45 instrucciones y podía ejecutar una instrucción en 20 μ s. en promedio. Este procesador se utilizó en las primeras calculadoras de escritorio.

En 1972; Intel desarrolló una versión más poderosa (el 8008), el cual podía manipular bytes completos, por lo cual fue un microprocesador de 8 bits. La memoria que este podía manejar se incrementó a 16 kbytes, sin embargo, la velocidad de operación continuó igual.

En 1973 Intel lanza al mercado el 8080 el primer microprocesador de tecnología NMOS, lo cual permite superar la velocidad de su predecesor (el 8008) por un factor de diez, es decir, puede realizar 500 000 operaciones por segundo, además se incrementó la capacidad de direccionamiento de memoria a 64 Kbyte. A partir del 8080 de Intel se produjo una revolución en el diseño de microcomputadoras y varias compañías fabricantes de circuitos integrados comenzaron a producir microprocesadores. Algunos ejemplos de los primeros microprocesadores son: el

IMP-4 y el SC/MP de National Semiconductors, el PPS-4 y PPS-8 de Rockwell International, el MC6800 de Motorola, el F-8 de Fairchild.

En 1975 Zilog lanza al mercado el Z80, uno de los microprocesadores de 8 bits más poderosos. En ese mismo año, Motorola reduce los costos de sus microprocesadores 6501 y 6502 (este último adoptado por APPLE para su primera microcomputadora personal). Estos microprocesadores se comercializan en \$20 y \$25 respectivamente. Esto provoca un auge en el mercado de microcomputadoras de uso doméstico y un caos en la proliferación de lenguajes, sistemas operativos y programas (ningún producto era compatible con el de otro fabricante).

En 1976 surgen las primeras microcomputadoras de un sólo chip, que más tarde se denominarán microcontroladores. Dos de los primeros microcontroladores, son el 8048 de Intel y el 6805R2 de Motorola.

En 1980 comienza la ruptura entre la evolución tecnológica de los microprocesadores y la de los microcontroladores, porque los primeros han ido incorporando cada vez más y mejores capacidades para las aplicaciones en donde se requiere el manejo de grandes volúmenes de información y por otro lado, los segundos han incorporado más capacidades que les permiten la interacción con el mundo físico en tiempo real, además de mejores desempeños en ambientes de tipo industrial.

b. LCD's

En la mayoría de los dispositivos electrónicos modernos se necesita visualizar valores, modificar parámetros, representar estados o barras de avance, etc.

Si bien existen desde hace mucho tiempo los display de siete segmentos, en sus diferentes versiones, en aplicaciones donde sea necesario mostrar valores que exceden los 4 dígitos, ya conviene utilizar un display LCD.

La razón primaria al realizar esta elección es simple, utilizar displays de segmentos exige en la mayoría de los casos utilizar técnicas de multiplexación en el microcontrolador, de forma de reducir líneas de entrada / salida aplicadas al manejo de los displays porque de otra forma estos se necesitarían de 8 pines de salida por cada dígito.

Las técnicas de multiplexación nos permiten manejarlos con menos pines, pero como nada es gratis, se pierden numerosos recursos de memoria para manejar la multiplexación dentro del micro, además de "robar tiempo" al programa principal. A veces, con programas complejos, se torna difícil mantener bien compensados los tiempos, y ni hablar de los problemas que pueden aparecer cuando hay que manejar interrupciones de otros periféricos.

Todas estas razones hacen que el display LCD, que además consume menos energía que un sistema de displays de segmentos, se torne una excelente opción al momento de elegir el modo de mostrar información en un proyecto.

2.1.1. COMPONENTES DE UN MICROCONTROLADOR

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo).
- CAD: Conversores Analógico/Digital.
- CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

- Recursos especiales.

2.1.1.1. El procesador o UCP

Es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software.

Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código OP de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica la instrucción, así como la búsqueda de los operandos y el almacenamiento del resultado. Existen tres orientaciones en cuanto a la arquitectura y funcionalidad de los procesadores actuales.

CISC: Un gran número de procesadores usados en los microcontroladores están basados en la filosofía CISC (Computadores de Juego de Instrucciones Complejo). Disponen de más de 80 instrucciones máquina en su repertorio, algunas de las cuales son muy sofisticadas y potentes, requiriendo muchos ciclos para su ejecución.

Una ventaja de los procesadores CISC es que ofrecen al programador instrucciones complejas que actúan como macros.

RISC: Tanto la industria de los computadores comerciales como la de los microcontroladores están decantándose hacia la filosofía RISC (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido). En estos procesadores el repertorio de instrucciones máquina es muy reducido y las instrucciones son simples y, generalmente, se ejecutan en un ciclo. La sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador.

SISC: En los microcontroladores destinados a aplicaciones muy concretas, el juego de instrucciones, además de ser reducido, es “específico”, o sea, las instrucciones se adaptan a las necesidades de la aplicación prevista. Esta filosofía se ha bautizado con el nombre de SISC (Computadores de Juego de Instrucciones Específico).

2.1.1.2. Memoria

En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y se destina a guardar las variables y los datos.

2.1.1.2.1. Tipos de memorias de un microcontrolador

Según el tipo de memoria ROM que dispongan los microcontroladores, la aplicación y utilización de los mismos es diferente. Se describen las cinco versiones de memoria no volátil que se pueden encontrar en los microcontroladores del mercado.

a.- ROM con máscara

Es una memoria no volátil de sólo lectura cuyo contenido se graba durante la fabricación del chip.

b.- OTP

El microcontrolador contiene una memoria no volátil de sólo lectura “programable una sola vez”. Es el usuario quien puede escribir el programa en el chip mediante un sencillo grabador controlado por un programa desde un PC.

La versión OTP es recomendable cuando es muy corto el ciclo de diseño del producto, o bien, en la construcción de prototipos y series muy pequeñas. Tanto en este tipo de memoria como en la EPROM, se suele usar la encriptación para proteger el código contenido.

c.- EPROM

Los microcontroladores que disponen de memoria EPROM pueden borrarse y grabarse muchas veces. La grabación se realiza, como en el caso de los OTP, con un grabador gobernado desde un PC. Si, posteriormente, se desea borrar el contenido, disponen de una ventana de cristal en su superficie por la que se somete a la EPROM a rayos ultravioleta durante varios minutos. Las cápsulas son de material cerámico y son más caros que los microcontroladores con memoria OTP que están hechos con material plástico.

d.- Memoria EEPROM

Se trata de memorias de sólo lectura, programables y borrables eléctricamente EEPROM. Tanto la programación como el borrado, se realizan eléctricamente desde el propio grabador y bajo el control programado de un PC. Es muy cómoda y rápida la operación de grabado y la de borrado. No disponen de ventana de cristal en la superficie.

El número de veces que puede grabarse y borrarse una memoria EEPROM es finito, por lo que no es recomendable una reprogramación continua. Son muy idóneos para la enseñanza y la Ingeniería de diseño.

Este tipo de memoria es relativamente lenta.

e.- Memoria FLASH

Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar. Funciona como una ROM y una RAM pero consume menos y es más pequeña. A diferencia de la ROM, la memoria FLASH es programable en el circuito. Es más rápida y de mayor densidad que la EEPROM.

La alternativa FLASH está recomendada frente a la EEPROM cuando se precisa gran cantidad de memoria de programa no volátil. Es más veloz y tolera más ciclos de escritura/borrado.

Las memorias EEPROM y FLASH son muy útiles al permitir que los microcontroladores que las incorporan puedan ser reprogramados “en circuito”, es decir, sin tener que sacar el circuito integrado de la tarjeta. Así, un dispositivo con este tipo de memoria incorporado al control del motor de un automóvil permite que pueda modificarse el programa durante la rutina de mantenimiento periódico, compensando los desgastes y otros factores tales como la compresión, la instalación de nuevas piezas.

2.1.1.3. Puertas de entrada y salida

La principal utilidad de las patitas que posee la cápsula que contiene un microcontrolador es soportar las líneas de E/S que comunican al computador interno con los periféricos exteriores.

Según los controladores de periféricos que posea cada modelo de microcontrolador, las líneas de E/S se destinan a proporcionar el soporte a las señales de entrada, salida y control.

2.1.1.4. Reloj principal

Todos los microcontroladores disponen de un circuito oscilador que genera una onda cuadrada de alta frecuencia, que configura los impulsos de reloj usados en la sincronización de todas las operaciones del sistema. Generalmente, el circuito de reloj está incorporado en el microcontrolador y sólo se necesitan unos pocos componentes exteriores para seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo. Dichos componentes suelen consistir en un cristal de cuarzo junto a elementos pasivos o bien un resonador cerámico o una red R-C. Aumentar la frecuencia de

reloj supone disminuir el tiempo en que se ejecutan las instrucciones pero lleva aparejado un incremento del consumo de energía.

2.1.1.5. Recursos especiales

Cada fabricante oferta numerosas versiones de una arquitectura básica de microcontrolador. En algunas amplía las capacidades de las memorias, en otras incorpora nuevos recursos, en otras reduce las prestaciones al mínimo para aplicaciones muy simples, etc.

Los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- Temporizadores o “Timers”.
- Perro guardián o “Watchdog”.
- Protección ante fallo de alimentación o “Brownout”.
- Estado de reposo o de bajo consumo.
- Conversor A/D.
- Conversor D/A.
- Comparador analógico.
- Modulador de anchura de impulsos o PWM.
- Puertas de E/S digitales.
- Puertas de comunicación.

2.1.1.5.1. Temporizadores o “Timers”

Se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores).

Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o decrementando al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso.

Cuando se desean contar acontecimientos que se materializan por cambios de nivel o flancos en alguna de las patitas del microcontrolador, el mencionado registro se va incrementando o decrementando al ritmo de dichos impulsos.

2.1.1.5.2. Perro guardián o “Watchdog”

Cuando el computador personal se bloquea por un fallo del software u otra causa, se pulsa el botón del reset y se reinicializa el sistema. Pero un microcontrolador funciona sin el control de un supervisor y de forma continuada las 24 horas del día. El Perro guardián consiste en un temporizador que, cuando se desborda y pasa por 0, provoca un reset automáticamente en el sistema.

Se debe diseñar el programa de trabajo que controla la tarea de forma que refresque o inicialice al Perro guardián antes de que provoque el reset. Si falla el programa o se bloquea, no se refrescará al Perro guardián y, al completar su temporización, “dará una alerta” hasta provocar el reset.

2.1.1.5.3.- Protección ante fallo de alimentación o “Brownout”

Se trata de un circuito que resetea al microcontrolador cuando el voltaje de alimentación (VDD) es inferior a un voltaje mínimo (“brownout”). Mientras el voltaje de alimentación sea inferior al de brownout el dispositivo se mantiene reseteado, comenzando a funcionar normalmente cuando sobrepasa dicho valor.

2.1.1.5.4.- Estado de reposo o de bajo consumo

Son abundantes las situaciones reales de trabajo en que el microcontrolador debe esperar, sin hacer nada, a que se produzca algún acontecimiento externo que le ponga de nuevo en funcionamiento. Para ahorrar energía, (factor clave en los aparatos portátiles), los microcontroladores disponen de una instrucción especial (SLEEP en los PIC), que les pasa al estado de reposo o de bajo consumo, en el cual los requerimientos de potencia son mínimos. En dicho estado se detiene el

reloj principal y se “congelan” sus circuitos asociados, quedando sumido en un profundo “sueño” el microcontrolador.

2.1.1.5.5.- Conversor A/D (CAD)

Los microcontroladores que incorporan un Conversor A/D (Analógico/Digital) pueden procesar señales analógicas, tan abundantes en las aplicaciones. Suelen disponer de un multiplexor que permite aplicar a la entrada del CAD diversas señales analógicas desde las patitas del circuito integrado.

2.1.1.5.6.- Conversor D/A (CDA)

Transforma los datos digitales obtenidos del procesamiento del computador en su correspondiente señal analógica que saca al exterior por una de las patitas de la cápsula. Existen muchos efectores que trabajan con señales analógicas.

2.1.1.5.7.- Comparador analógico

Algunos modelos de microcontroladores disponen internamente de un Amplificador Operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable que se aplica por una de las patitas de la cápsula. La salida del comparador proporciona un nivel lógico 1 ó 0 según una señal sea mayor o menor que la otra.

También hay modelos de microcontroladores con un módulo de tensión de referencia que proporciona diversas tensiones de referencia que se pueden aplicar en los comparadores.

2.1.1.5.8.- Modulador de anchura de impulsos o PWM

Son circuitos que proporcionan en su salida impulsos de anchura variable, que se ofrecen al exterior a través de las patitas del encapsulado.

2.1.1.5.9.- Puertas de E/S digitales

Todos los microcontroladores destinan algunas de sus patitas a soportar líneas de E/S digitales. Por lo general, estas líneas se agrupan de ocho en ocho formando Puertas.

Las líneas digitales de los Puertos pueden configurarse como Entrada o como Salida cargando un 1 ó un 0 en el bit correspondiente de un registro destinado a su configuración.

2.1.1.5.10.- Puertos de comunicación

Con objeto de dotar al microcontrolador de la posibilidad de comunicarse con otros dispositivos externos, buses de otros microprocesadores, buses de sistemas, buses de redes y poder adaptarlos con otros elementos bajo otras normas y protocolos; se dispone de otros puertos de comunicación.

2.1.2. VENTAJAS DE LOS MICROCONTROLADORES

Los productos que incorporan un microcontrolador disponen de las siguientes ventajas:

- **Aumento de prestaciones:** un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.
- **Aumento de la fiabilidad:** al reemplazar el microcontrolador por un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.
- **Reducción del tamaño en el producto acabado:** La integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.
- **Mayor flexibilidad:** las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

2.1.3. APLICACIONES DE LOS MICROCONTROLADORES.

Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y coste, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo.

Los microcontroladores están siendo empleados en multitud de sistemas presentes en nuestra vida diaria, como pueden ser juguetes, horno microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, el sistema de arranque de nuestro coche, etc. Existen otras aplicaciones menos comunes, como en instrumentación electrónica, control de sistemas en una nave espacial, etc.

Una aplicación típica podría emplear varios microcontroladores para controlar pequeñas partes del sistema. Estos pequeños controladores podrían comunicarse entre ellos y con un procesador central, probablemente más potente, para compartir la información y coordinar sus acciones, como, de hecho, ocurre ya habitualmente en cualquier PC.

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS MICROCONTROLADORES

2.2.1. La gama enana: PIC12C (F) XXX de 8 PINES

Se trata de un grupo de PIC de reciente aparición que ha acaparado la atención del mercado. Su principal característica es su reducido tamaño, al disponer todos sus componentes de 8 patitas. Se alimentan con un voltaje de corriente continua comprendido entre 2,5 V y 5,5 V, y consumen menos de 2 mA cuando trabajan a 5 V y 4 MHz. El formato de sus instrucciones puede ser de 12 ó de 14 bits y su repertorio es de 33 ó 35 instrucciones, respectivamente.

Aunque los PIC enanos sólo tienen 8 patitas, pueden destinar hasta 6 como líneas de E/S para los periféricos porque disponen de un oscilador interno R-C.

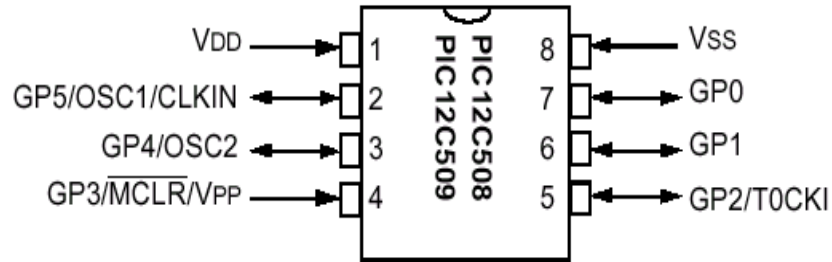


Fig. 2.1 Diagrama de conexiones de los PIC12Cxxx de la gama enana

2.2.2. Gama baja o básica: PIC16C5X con instrucciones de 12 bits.

Se trata de una serie de PIC de recursos limitados, pero con una de la mejores relaciones costo/prestaciones. Sus versiones están encapsuladas con 18 y 28 patitas y pueden alimentarse a partir de una tensión de 2,5 V, lo que les hace ideales en las aplicaciones que funcionan con pilas teniendo en cuenta su bajo consumo (menos de 2 mA a 5 V y 4 MHz). Tienen un repertorio de 33 instrucciones cuyo formato consta de 12 bits. No admiten ningún tipo de interrupción y la Pila sólo dispone de dos niveles.

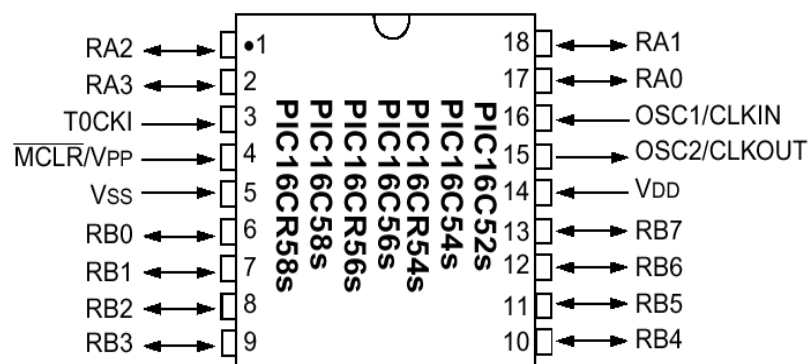


Fig. 2.2 Diagrama de pines de los PIC de la gama baja

2.2.3. Gama media. PIC16CXXX con instrucciones de 14 bits

Es la gama más variada y completa de los PIC. Abarca modelos con encapsulado desde 18 patitas hasta 68, cubriendo varias opciones que integran abundantes periféricos. Dentro de esta gama se halla el fabuloso PIC16X84 y sus variantes.

En esta gama sus componentes añaden nuevas prestaciones a las que poseían los de la gama baja, haciéndoles más adecuados en las aplicaciones complejas. Admiten interrupciones, poseen comparadores de magnitudes analógicas, convertidores A/D, puertos serie y diversos temporizadores.

El repertorio de instrucciones es de 35, de 14 bits cada una y compatible con el de la gama baja. Sus distintos modelos contienen todos los recursos que se precisan en las aplicaciones de los microcontroladores de 8 bits. También dispone de interrupciones y una Pila de 8 niveles que permite el anidamiento de subrutinas.

Encuadrado en la gama media también se halla la versión PIC14C000, que soporta el diseño de controladores inteligentes para cargadores de baterías, pilas pequeñas, fuentes de alimentación ininterrumpibles y cualquier sistema de adquisición y procesamiento de señales que requiera gestión de la energía de alimentación. Los PIC 14C000 admiten cualquier tecnología de las baterías como Li-Ion, NiMH, NiCd, Ph y Zinc.

El temporizador TMR1 que hay en esta gama tiene un circuito oscilador que puede trabajar asincrónicamente y que puede incrementarse aunque el microcontrolador se halle en el modo de reposo ("sleep"), posibilitando la implementación de un reloj en tiempo real.

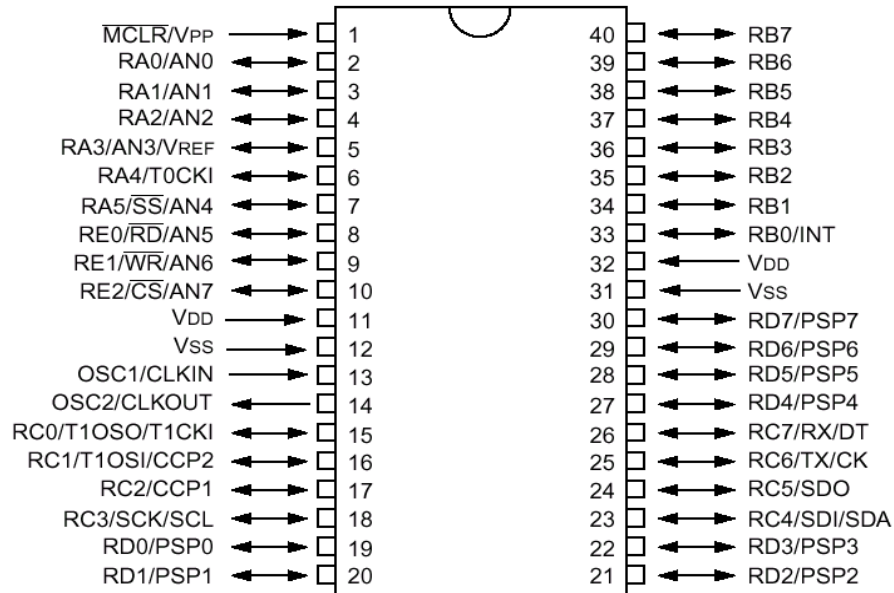


Fig. 2.3. Diagrama de pines del PIC16C74, uno de los modelos más representativos de la gama media.

2.2.4. Gama alta: PIC17CXXX con instrucciones de 16 bits.

Se alcanzan las 58 instrucciones de 16 bits en el repertorio y sus modelos disponen de un sistema de gestión de interrupciones vectorizadas muy potente.

También incluyen variados controladores de periféricos, puertas de comunicación serie y paralelo con elementos externos, un multiplicador hardware de gran velocidad y mayores capacidades de memoria, que alcanza los 8 k palabras en la memoria de instrucciones y 454 bytes en la memoria de datos.

Quizás la característica más destacable de los componentes de esta gama es su arquitectura abierta, que consiste en la posibilidad de ampliación del microcontrolador con elementos externos. Para este fin, las patitas sacan al exterior las líneas de los buses de datos, direcciones y control, a las que se conectan memorias o controladores de periféricos. Esta facultad obliga a estos componentes a tener un elevado número de patitas comprendido entre 40 y 44.

Esta filosofía de construcción del sistema es la que se empleaba en los microprocesadores y no suele ser una práctica habitual cuando se emplean microcontroladores.

2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS LCD'S

Existen dos tipos de pantallas LCD en el mercado: pantallas de texto y pantallas gráficas.

El funcionamiento de estas pantallas se fundamenta en sustancias que comparten las propiedades de sólidos y líquidos a la vez. Cuando un rayo de luz atraviesa una partícula de estas sustancias tiene necesariamente que seguir el espacio vacío que hay entre sus moléculas como lo haría atravesar un cristal sólido pero a cada una de estas partículas se le puede aplicar una corriente eléctrica que cambie su polarización dejando pasar a la luz o no.

Una pantalla LCD está formada por 2 filtros polarizados colocados perpendicularmente de manera que al aplicar una corriente eléctrica al segundo de ellos dejaremos pasar o no la luz que ha atravesado el primero de ellos. Para conseguir el color es necesario aplicar tres filtros más para cada uno de los colores básicos rojo, verde y azul y para la reproducción de varias tonalidades de color se deben aplicar diferentes niveles de brillo intermedios entre luz y no luz lo, cual consigue con variaciones en el voltaje que se aplicaba los filtros.

2.3.1. LCD de texto

Permiten visualizar mensajes cortos de texto. Existen algunos modelos estandarizados en la industria, en función de su tamaño medido en número de líneas y columnas de texto. Existen modelos de una, dos y cuatro filas únicamente.

El número de columnas típico es de ocho, dieciséis, veinte y cuarenta caracteres.



Fig. 2.4 LCD de texto

Los LCD de texto tienen un mejor funcionamiento con el controlador Hitachi HD44780 que se ha convertido en un estándar de industria cuyas especificaciones funcionales son imitadas por la mayoría de los fabricantes.

Este controlador cuenta con los siguientes interfaces eléctricos:

D0-D7: ocho señales eléctricas que componen un bus de datos.

R/W: una señal que indica si se desea leer o escribir en la pantalla (generalmente solamente se escribe).

RS: una señal que indica si los datos presentes en D0-D7 corresponden bien a una instrucción, bien a sus parámetros.

E: una señal para activar o desactivar la pantalla.

V0: señal eléctrica para determinar el contraste de la pantalla. Generalmente en el rango de cero a cinco voltios. Cuando el voltaje es de cero voltios se obtienen los puntos más oscuros.

Vss y Vdd: señales de alimentación. Generalmente a cinco voltios.

Estas señales son fácilmente controladas desde un ordenador a través de un interfaz paralelo, típicamente a través del interfaz IEEE 1284, también conocido como "Centronics". El mismo que se utiliza para conectar impresoras.

2.3.2. LCD de gráficos

Las pantallas LCD gráficas permiten encender y apagar individualmente píxeles de la pantalla. De esta manera es posible mostrar gráficos en blanco y negro, no solamente texto. Los controladores más populares son el Hitachi HD61202 y el Samsung KS0108. Los tamaños también están estandarizados y se miden en filas y columnas de píxeles. Algunos tamaños típicos son 128x64 y 96x60. Naturalmente algunos controladores también permiten la escritura de texto de manera sencilla.



Fig.2 5 LCD de gráficos

2.4. ARQUITECTURA, DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

2.4.1. ARQUITECTURA VON NEUMANN

La arquitectura tradicional de computadoras y microprocesadores está basada en la arquitectura Von Neumann, en la cual la unidad central de proceso (CPU), está conectada a una memoria única donde se guardan las instrucciones del programa y los datos.

El tamaño de la unidad de datos o instrucciones está fijado por el ancho del bus que comunica la memoria con la CPU. Así un microprocesador de 8 bits con un bus de 8 bits, tendrá que manejar datos e instrucciones de una o más unidades

de 8 bits (bytes) de longitud. Si tiene que acceder a una instrucción o dato de más de un byte de longitud, tendrá que realizar más de un acceso a la memoria.

Y el tener un único bus hace que el microprocesador sea más lento en su respuesta, ya que no puede buscar en memoria una nueva instrucción mientras no finalicen las transferencias de datos de la instrucción anterior.

Resumiendo todo lo anterior, las principales limitaciones que nos encontramos con la arquitectura Von Neumann son:

La limitación de la longitud de las instrucciones por el bus de datos, que hace que el microprocesador tenga que realizar varios accesos a memoria para buscar instrucciones complejas.

La limitación de la velocidad de operación a causa del bus único para datos e instrucciones que no deja acceder simultáneamente a unos y otras, lo cual impide superponer ambos tiempos de acceso.

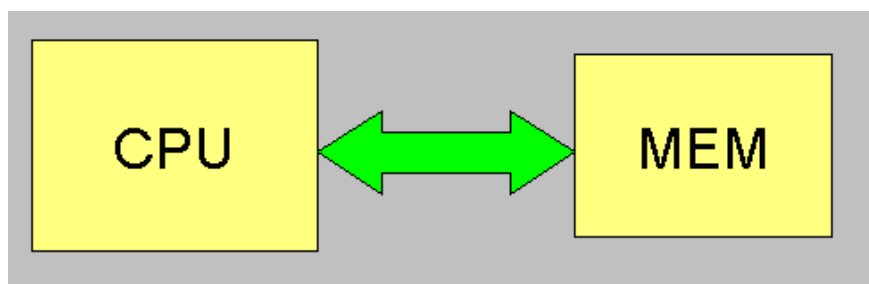


Fig.2.6 Arquitectura Von Neumann

2.4.2. ARQUITECTURA HARVARD

La arquitectura Harvard tiene la unidad central de proceso (CPU) conectada a dos memorias (una con las instrucciones y otra con los datos) por medio de dos buses diferentes.

Una de las memorias contiene solamente las instrucciones del programa (Memoria de Programa), y la otra sólo almacena datos (Memoria de Datos).

Ambos buses son totalmente independientes y pueden ser de distintos anchos. Para un procesador de Set de Instrucciones Reducido, o RISC (Reduced Instrucción Set Computer), el set de instrucciones y el bus de memoria de programa pueden diseñarse de tal manera que todas las instrucciones tengan una sola posición de memoria de programa de longitud.

Además, al ser los buses independientes, la CPU puede acceder a los datos para completar la ejecución de una instrucción, y al mismo tiempo leer la siguiente instrucción a ejecutar.

2.4.2.1. Ventajas de esta arquitectura:

El tamaño de las instrucciones no está relacionado con el de los datos, y por lo tanto puede ser optimizado para que cualquier instrucción ocupe una sola posición de memoria de programa, logrando así mayor velocidad y menor longitud de programa.

El tiempo de acceso a las instrucciones puede superponerse con el de los datos, logrando una mayor velocidad en cada operación.

Una pequeña desventaja de los procesadores con arquitectura Harvard, es que deben poseer instrucciones especiales para acceder a tablas de valores constantes que pueda ser necesario incluir en los programas, ya que estas tablas se encontrarán físicamente en la memoria de programa (por ejemplo en la EPROM de un microprocesador).

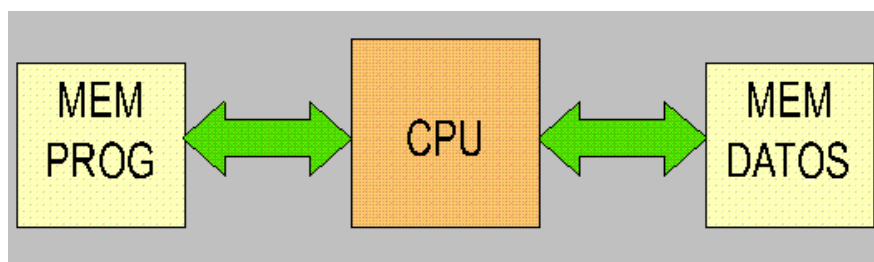


Fig.2.7. Arquitectura Harvard

2.5. LENGUAJES

Uno de los factores que más importancia tiene a la hora de seleccionar un microcontrolador entre todos los demás es el soporte tanto software como hardware de que dispone. Un buen conjunto de herramientas de desarrollo puede ser decisivo en la elección, porque suponen una ayuda inestimable en el desarrollo del proyecto.

Para construir los programas de los microcontroladores se usan tres lenguajes:

2.5.1. LENGUAJE ENSAMBLADOR, de bajo nivel

El lenguaje se dice que es de bajo nivel porque sus instrucciones son exactamente las que el procesador sabe interpretar y ejecutar. En realidad, el computador digital solo acepta instrucciones en código binario y el Ensamblador facilita su escritura al programador permitiendo expresarlas mediante nemónicos, que son tres o cuatro letras significativas que se refieren a la operación que conlleva la instrucción. Por ejemplo, una instrucción que mueve un dato de un sitio (A) a otro (B), en Ensamblador se escribe MOV A, B.

El problema de este lenguaje es la poca potencia de las instrucciones que puede ejecutar el procesador; el desarrollar programas exige un conocimiento profundo de la arquitectura interna del procesador. Las instrucciones de bajo nivel realizan operaciones directamente con los elementos existentes en el interior del procesador.

2.5.2. LENGUAJE C, de alto nivel

Los lenguajes de alto nivel tienen instrucciones más potentes: saben multiplicar, sacar raíz cuadrada y realizar funciones y operaciones mucho más complicadas que las que pueden hacer las instrucciones de la máquina. Cada instrucción de alto nivel se convierte en un programa de instrucciones de bajo nivel. Por eso

para que el procesador pueda ejecutar las instrucciones de un lenguaje de alto nivel precisa otro programa que las descomponga en las instrucciones de bajo nivel correspondientes. A estos programas se los llama compiladores.

Los compiladores se encargan de traducir un programa confeccionado con instrucciones de alto nivel a otro equivalente con instrucciones de bajo nivel.

El lenguaje C es de tipo profesional, muy completo y potente, pero su manejo exige una buena formación en Informática. También es muy conveniente conocer la arquitectura interna del procesador y en muchas ocasiones hay que combinarlo con el lenguaje Ensamblador.

2.5.3. LENGUAJE BASIC, de alto nivel

El lenguaje BASIC consiste en una sucesión ordenada de las instrucciones que debe ejecutar el computador para ir procesando los datos hasta alcanzar el resultado deseado. En Basic las instrucciones coinciden con el nombre en inglés de la operación que se debe llevar a cabo.

El lenguaje BASIC tiene potentes instrucciones que se escriben igual que se denominan en inglés y su manejo no requiere conocimientos de arquitectura de procesadores, de Electrónica y tampoco de Informática.

2.6. RECURSOS FUNDAMENTALES

A pesar que los microcontroladores poseen una gran variedad de recursos dentro de su arquitectura, es necesario conocer los recursos más importantes de los PIC que son:

2.6.1. TEMPORIZADOR /CONTADOR TMRO

Una de las labores más habituales en los programas de control de dispositivos suele ser determinar intervalos concretos de tiempo, y recibe el nombre de temporizador (timer) el elemento encargado de realizar esta función. También suele ser frecuente contar los impulsos que se producen en el exterior del sistema, y el elemento destinado a este fin se denomina contador.

Si las labores del temporizador o contador la asignamos al programa principal robarían mucho tiempo al procesador en detrimento de actividades más importantes. Por este motivo se diseñan recursos específicamente orientados a estas misiones:

Los PIC poseen un temporizador/contador de 8 bits, llamado TMRO, que actúa de dos maneras diferentes:

- 1.- Como contador de sucesos, que están representados por los impulsos que se aplican a la patita RA4/TOCK. Al llegar al valor FF H se desborda el contador y, con el siguiente impulso, pasa a 00 H, advirtiendo esta circunstancia activando un señalizador y provocando una interrupción.
- 2.- Como temporizador, cuando se carga en el registro que implementa al recurso un valor inicial se incrementa con cada ciclo de instrucción ($F_{osc}/4$) hasta que se desborda, o sea, pasa de FF a 00 H, y avisa poniendo a 1 un bit señalizador y provocando una interrupción.

2.6.2. EL PERRO GUARDIAN (WDT)

Se trata de un contador interno de 8 bits que origina un Reset cuando se desborda. Su control de tiempos es independiente del TMRO y está basado en una simple red R-C. Su actuación es opcional y puede bloquearse para que no funcione programando el bit WDTE de la palabra de configuración.

Para evitar que se desborde el Perro Guardián hay que refrescarlo, previamente este refresco consiste en ponerle a cero mediante las instrucciones `clrwdt` y `sleep`. El programador debe analizar las instrucciones de la tarea y situar alguna de esas dos en sitios estratégicos por los que pase el flujo de control antes de que transcurra el tiempo asignado al WDT. De esta manera si, el programa se cuelga no se refresca al Perro Guardián y se produce la reinicialización del sistema.

2.6.3. LAS PUERTAS DE E/S

Los PIC sólo disponen de dos puertas de E/S. La Puerta A posee 5 líneas, RA0-RA4, y una de ellas soporta dos funciones multiplexadas. Se trata de RA4/TOCKI, que puede actuar como líneas de E/S o como patita por la que se reciben los impulsos que debe contar TRMO. La Puerta B tiene 8 líneas, RBO-RB7, y también tiene una con funciones multiplexadas, la RBO/INT, que, además de línea típica de E/S, también sirve como patita por la que se reciben los impulsos externos que provocan una interrupción.

Cada línea de E/S puede configurarse independientemente como entrada o como salida, según se ponga a 1 ó a 0, respectivamente, el bit asociado del registro de configuración de cada puerta (TRIS A Y TRISB). Se llaman PUERTA A y PUERTA B los registros que guardan la información que entra o sale por la puerta y ocupan las direcciones 5 y 6 del banco 0 de la memoria de datos.

2.6.3.1. La Puerta A

Las líneas RA3-RA0 admiten niveles de entrada TTL y de salida CMOS. La línea RA4/TOCKI dispone de un circuito Schmitt Trigger que proporciona una buena inmunidad al ruido y la salida tiene drenador abierto. RA4 multiplexa su función de E/S con la entrada de impulsos externos para TMRO.

Cuando se lee una línea de la Puerta A se recoge el nivel lógico que tiene en ese momento. Las líneas cuando actúan como salidas están lacheadas, lo que

significa que sus patitas sacan el nivel lógico que se haya cargado por última vez en el registro.

2.6.3.2. La Puerta B

Consta de 8 líneas bidireccionales de E/S, RB7-RB0, cuya información se almacena en el registro PUERTA B, que ocupa La dirección 6 del banco 0. El registro de configuración TRISB ocupa la misma dirección en el banco 1.

La línea RBO/INT tiene dos funciones multiplexadas. Además de patita de E/S, actúa como patita para la petición de una interrupción externa, cuando se autoriza esta función mediante la adecuada programación del registro INTCON.

2.6.4. LA MEMORIA EEPROM DE DATOS

Los PIC tienen 64 bytes de memoria EEPROM de datos, donde se pueden almacenar datos y variables, para que no se pierdan cuando se desconecta la alimentación al sistema. Soporta 1.000.000 de ciclos de escritura/borrado y es capaz de guardar la información sin alterarla más de 40 años.

La memoria EEPROM no está mapeada en la zona de memoria de datos donde se ubican los registros SRF y GPR. Para poder leerla y escribirla durante el funcionamiento normal del microcontrolador hay que utilizar 4 registros del banco SFR.

III. CAPÍTULO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SISTEMA

En este capítulo, se describe como se implementó el banco de prueba del indicador taquimétrico. Este banco de prueba se puede desglosar en las siguientes partes:

Sensor inductivo.

PIC 16f628A.

Fuente de alimentación DC.

3.1.1. SENSOR INDUCTIVO



Fig.3.1 sensor inductivo

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos en áreas de exploración generalmente muy pequeñas. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado contexto (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo). El diámetro del sensor es el factor decisivo para la distancia de sensado, que con frecuencia es de sólo unos cuantos milímetros. Por otra parte, los sensores inductivos son rápidos, precisos y extremadamente resistentes. En este proyecto lo utilizamos para determinar el número de vueltas que da el motor, a través de la detección de un disco de material ferroso que contiene un agujero de 12mm a un costado, este sensor está localizado a una distancia de 4mm del disco debidamente asegurado al soporte.

3.1.1.1. Estados de un sensor inductivo

1.- Objeto a detectar ausente.

- Amplitud de oscilación al máximo, sobre el nivel de operación.
- La salida se mantiene inactiva (OFF)

2.- Objeto a detectar acercándose a la zona de detección.

- Se producen corrientes de Foucault -> “Transferencia de energía”.
- El circuito de detección detecta una disminución de la amplitud, la cual cae por debajo del nivel de operación.
- La salida es activada (ON)

3.- Objeto a detectar se retira de la zona de detección.

- Eliminación de corrientes de Foucault.

- El circuito de detección detecta el incremento de la amplitud de oscilación.
- Como la salida alcanza el nivel de operación, la misma se desactiva (OFF).

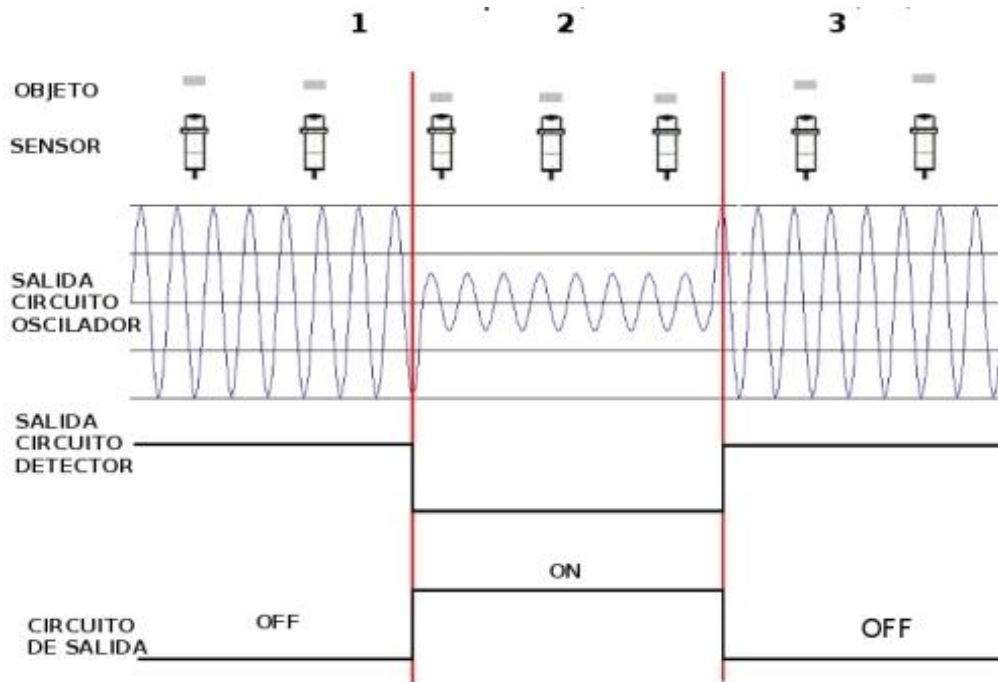


Fig. 3.2 Estado de un sensor inductivo

3.1.1.2. Histéresis

Se denomina histéresis a la diferencia entre la distancia de activación y desactivación. Cuando un objeto metálico se acerca al sensor inductivo, éste lo detecta a la "distancia de detección" o "distancia de sensado". Cuando el mismo objeto es alejado, el sensor no lo deja de detectar inmediatamente, si no cuando alcanza la "distancia de reset", que es igual a la "distancia de detección" más la histéresis propia del sensor.

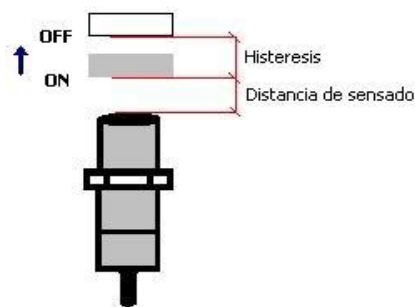


Fig. 3.3 histéresis

3.1.2. PIC 16F628A

Uno de los microcontroladores más populares en la actualidad es el PIC16F628, soporta 1000 ciclos de escritura en su memoria FLASH, y 1'000.000 ciclos en su memoria EEPROM que reemplazó rápidamente al popular PIC16F84A pues incorpora tres características importantes que son:



Fig.3.4 PIC 16F628A

- Procesador tipo RISC (Procesador con un Conjunto Reducido de instrucciones).
- Procesador segmentado.
- Arquitectura HARVARD.

Con estos recursos el PIC es capaz de ejecutar instrucciones solamente en un ciclo de instrucción. Con la estructura segmentada se pueden realizar simultáneamente las dos fases en que se descompone cada instrucción, ejecución de la instrucción y búsqueda de la siguiente.

La separación de los dos tipos de memoria son los pilares de la arquitectura Harvard, esto permite acceder en forma simultánea e independiente a la memoria de datos y a la de instrucciones. El tener memorias separadas permite que cada

una tenga el ancho y tamaño más adecuado. Así en el PIC 16F628 el ancho de los datos es de un byte, mientras que la de las instrucciones es de 14 bits.

3.1.2.1. Características principales

- Conjunto reducido de instrucciones (RISC). Solamente 35 instrucciones que aprender a utilizar.
- Oscilador interno de 4MHz.
- Las instrucciones se ejecutan en un sólo ciclo de máquina excepto los saltos (goto y call), que requieren 2 ciclos. Aquí hay que especificar que un ciclo de máquina se lleva 4 ciclos de reloj, si se utiliza el reloj interno de 4MHz, los ciclos de máquina se realizarán con una frecuencia de 1MHz, es decir que cada instrucción se ejecutará en 1µs (microsegundo).
- Opera con una frecuencia de reloj de hasta 20 MHz (ciclo de máquina de 200 ns)
- Memoria de programa: 2048 locaciones de 14 bits.
- Memoria de datos: Memoria RAM de 224 bytes (8 bits por registro).
- Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro).
- Stack de 8 niveles.
- 16 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA.
- 3 Temporizadores.
- Módulos de comunicación serie, comparadores, PWM.

Otra característica de los PICs es el manejo de los bancos de registros. En línea general, los registros se clasifican como de uso general (GPR) y de uso específico o de funciones especiales (SFR).

- Los registros de uso general pueden ser usados directamente por el usuario, sin existir restricciones. Pueden servir para almacenar resultados que se reciben desde el registro W (acumulador), datos que provienen de las puertas de entradas, etc.

- Los registros de uso específicos no pueden ser usados directamente por el usuario. Estos registros controlan prácticamente todo el funcionamiento del microcontrolador, pues toda la configuración necesaria para funcionamiento del microcontrolador es hecho a través de algún tipo de SFR.

3.1.2.2. Pines de I/O (Entrada/Salida)

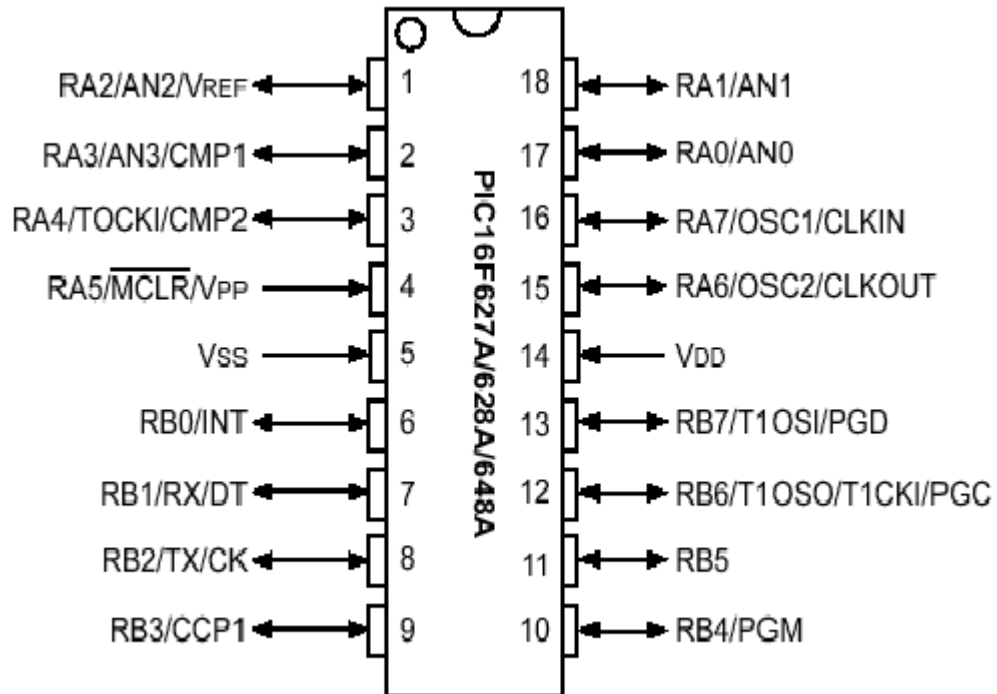


Fig. 3.5 diagrama del PIC 16F628A

PORTA: RA0-RA7:

- Los pines RA0-RA4 y RA6-RA7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- El pin RA5 es una entrada Schmitt Trigger que sirve también para entrar en el modo de programación cuando se aplica una tensión igual a V_{pp} (13,4V mínimo).
- El terminal RA4 puede configurarse como reloj de entrada para el contador TMR0.
- Los pines RA0-RA3 sirven de entrada para el comparador analógico.

PORTB: RB0-RB7:

- Los pines RB0-RB7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- Por software se pueden activar las resistencias de pull-up internas, que evitan el uso de resistencias externas en caso de que los terminales se utilicen como entrada (permite, en algunos casos, reducir el número de componentes externos).
- El pin RB0 se puede utilizar como entrada de pulsos para provocar una interrupción externa.
- Los pines RB4-RB7 están diseñados para detectar una interrupción por cambio de estado. Esta interrupción puede utilizarse para controlar un teclado matricial.

Otros pines

- VSS: Pin de alimentación negativa. Se conecta a tierra o a 0 Vcc.
- MCLR: Master Clear (Reset). Si el nivel lógico de este terminal es bajo (0 Vcc), el VDD: Pin de alimentación positiva. De 2 a 5,5 Vcc.
- microcontrolador permanece inactivo. Este Reset se controla mediante la palabra de configuración del PIC.
- OSC1/CLKIN: Entrada de oscilador externo.
- OSC2/CLKOUT: Salida del oscilador. El PIC 16F628 dependiendo de cómo se configure puede proporcionar una salida de reloj por medio de este pin.

3.1.3. FUENTE DE ALIMENTACION DC

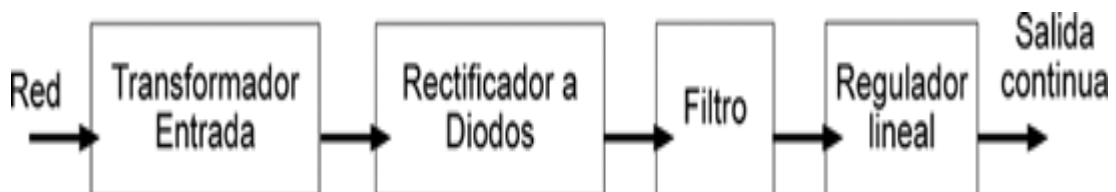


Fig.3.6 diagrama bloques de una fuente dc.

3.1.3.1. Transformador de entrada

El transformador de entrada reduce la tensión de red (generalmente 220 ó 120 V) a otra tensión más adecuada para ser tratada. Solo es capaz de trabajar con corrientes alternas. Esto quiere decir que la tensión de entrada será alterna y la de salida también.

Consta de dos arrollamientos sobre un mismo núcleo de hierro, ambos arrollamientos, primario y secundario, son completamente independientes y la energía eléctrica se transmite del primario al secundario en forma de energía magnética a través del núcleo.

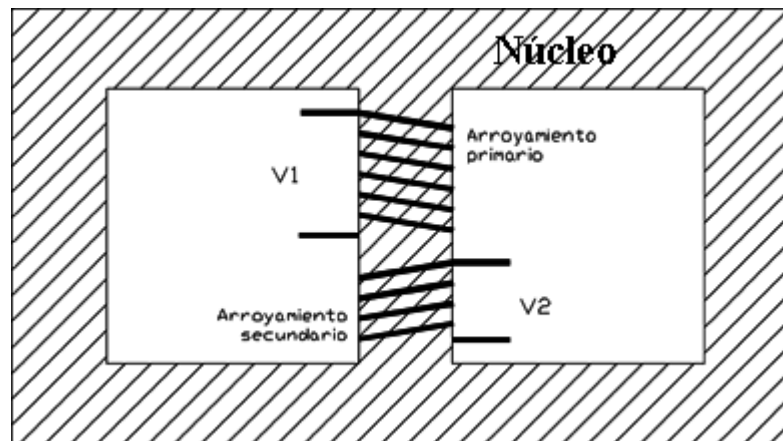


Fig. 3.7 esquema de un transformador

3.1.3.2. Rectificador a diodos

El rectificador es el que se encarga de convertir la tensión alterna que sale del transformador en tensión continua. Para ello se utilizan diodos. Un diodo conduce cuando la tensión de su ánodo es mayor que la de su cátodo. Es como un interruptor que se abre y se cierra según la tensión de sus terminales:

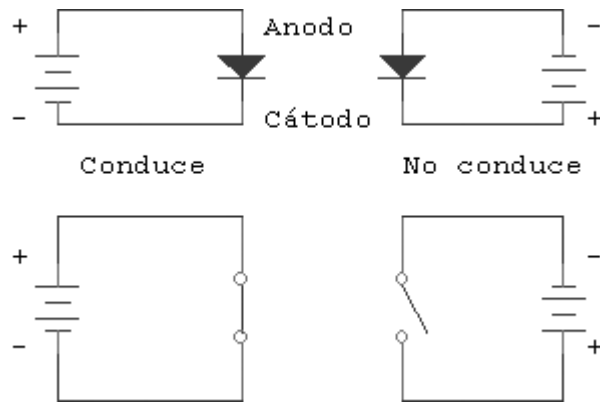


Fig.3.8.rectificador a diodos

El rectificador se conecta después del transformador, por lo tanto le entra tensión alterna y tendrá que sacar tensión continua, es decir, un polo positivo y otro negativo:

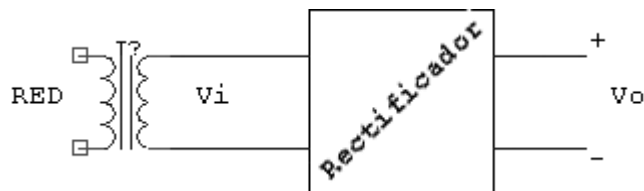


Fig.3.9.rectificador después del transformador

3.1.3.3. El filtro

La tensión en la carga que se obtiene de un rectificador es en forma de pulsos. En un ciclo de salida completo, la tensión en la carga aumenta de cero a un valor de pico, para caer después de nuevo a cero. Esta no es la clase de tensión continua que precisan la mayor parte de circuitos electrónicos. Lo que se necesita es una tensión constante, similar a la que produce una batería. Para obtener este tipo de tensión rectificada en la carga es necesario emplear un filtro.

El tipo más común de filtro es el del condensador a la entrada, en la mayoría de los casos perfectamente válido. Sin embargo en algunos casos puede no ser suficiente y tendremos que echar mano de algunos componentes adicionales.

3.1.3.3.1.- Filtro con condensador a la entrada:

Este es el filtro más común y seguro, basta con añadir un condensador en paralelo con la carga (RL), de esta forma:

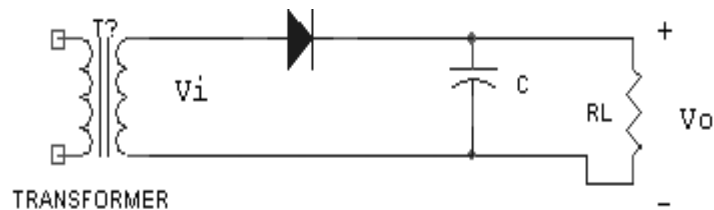


Fig.3.10.filtro RL

Cuando el diodo conduce el condensador se carga a la tensión de pico V_{max} . Una vez rebasado el pico positivo el condensador se abre.

3.1.3.4. El regulador

Un regulador o estabilizador es un circuito que se encarga de reducir el rizado y de proporcionar una tensión de salida de la tensión exacta que queremos. Se utilizarán reguladores integrados de tres terminales que son los más sencillos y baratos que hay, en la mayoría de los casos son la mejor opción.

Este es el esquema de una fuente de alimentación regulada con uno de estos reguladores:

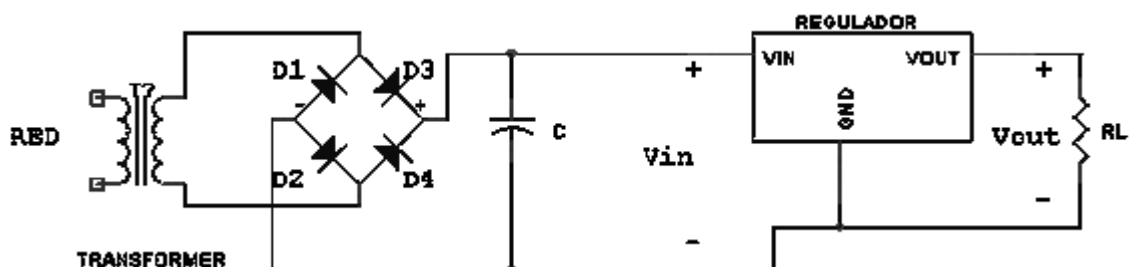


Fig.3.11.esquema de una fuente con reguladores.

Las ideas básicas de funcionamiento de un regulador de este tipo son:

La tensión entre los terminales Vout y GND es de un valor fijo, no variable, que dependerá del modelo de regulador que se utilice.

La corriente que entra o sale por el terminal GND es prácticamente nula y no se tiene en cuenta para analizar el circuito de forma aproximada. Funciona simplemente como referencia para el regulador.

La tensión de entrada Vin deberá ser siempre unos 2 ó 3 V superior a la de Vout para asegurarnos el correcto funcionamiento.

3.2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

En la figura 3.12 se puede observar el diagrama de bloques el cual muestra de una forma ya detallada el funcionamiento del Banco de Pruebas que se instaló en el CEMAE-15

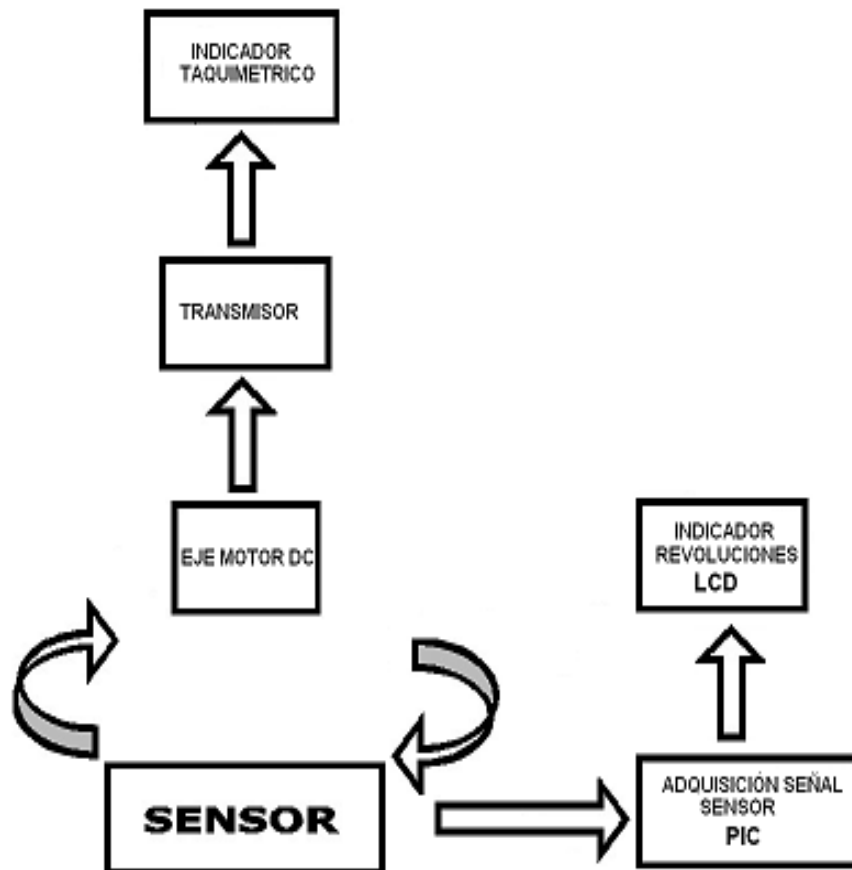


Fig. 3.12. Diagrama de Bloques

3.3. SELECCIÓN DE COMPONENTES

En este apartado, se explicará qué tipo de elementos se ha escogido para la elaboración del proyecto. Esta decisión es trascendental a la hora de obtener un buen funcionamiento y evitar que existan errores en la lectura de r.p.m., por lo cual el éxito del proyecto depende en gran parte de esta elección.

3.3.1. SELECCIÓN DEL SENSOR

De acuerdo a las necesidades del proyecto a implementarse se ha procedido a utilizar un sensor inductivo. Por tal razón se ha escogido el sensor de la marca Baumer el cual es de tipo industrial, y que nos permite detectar el material metálico utilizado en el acople al eje del motor y así obtener el conteo de r.p.m.

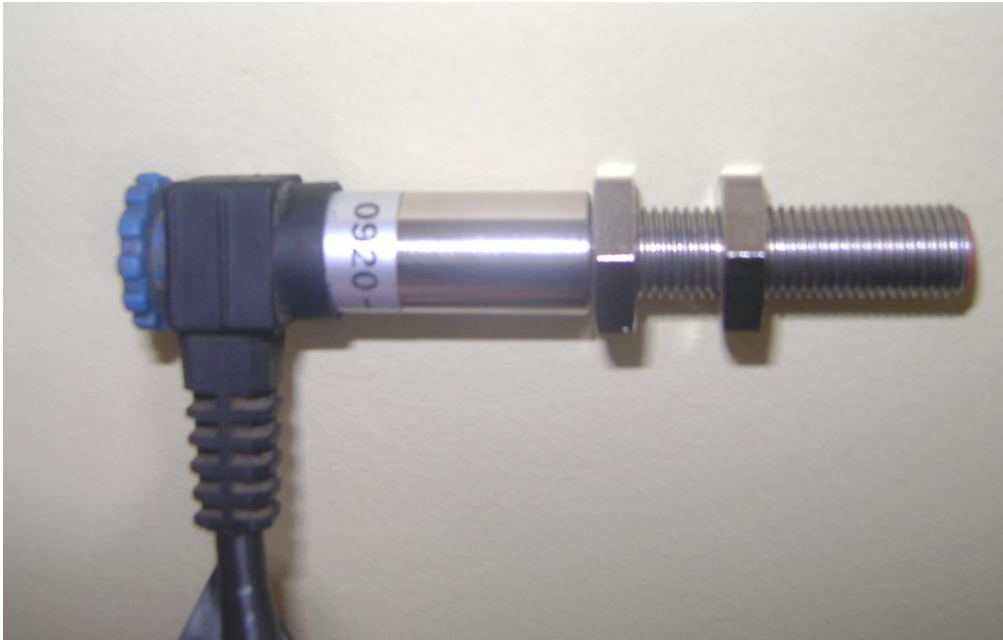


Fig. 3.13. Sensor Baumer

a.- Datos generales

De montaje de tipo blindado

Tipo especial de tornillo con la banca

Distancia de detección nominal S_n 0,4 mm

Histéresis 3 ... 20% de S_r

4 puertos de salida de indicador LED rojo

b.- Datos eléctricos

De conmutación de frecuencia: <5 kHz

Rango de voltaje de suministro: + Vs. 10... 30 VDC

Consumo de corriente máx: 18 mA

Vd. caída de tensión: <2,5 VCC

Corriente de salida: <100 mA

Cortocircuito: Sí

Inversión de polaridad: Sí

c.- Datos mecánicos

De rosca cilíndrica

Material (la cara de detección) PBT

Envoltura de material de acero / acero

Dimensión de 8 mm

Envoltura de 56 mm de longitud

Tipos de conexión del conector M8

Condiciones ambientales de temperatura de funcionamiento -25... +75 ° C

Clase de protección IP 67

3.3.2. SELECCIÓN DEL ACOUPLE

Para el buen funcionamiento del sensor inductivo se procedió a realizar un acople de material ferroso de un diámetro de 10cm. Con un eje capaz de acoplarse de igual forma al eje del motor que nos proporcionará las r.p.m. a medirse y posteriormente a visualizarse.

Este acople posee al lado extremo un orificio de 8mm, que servirá de referencia para que el sensor pueda realizar las mediciones correspondientes, ya que en ese punto detectará la presencia o ausencia del material ferroso.

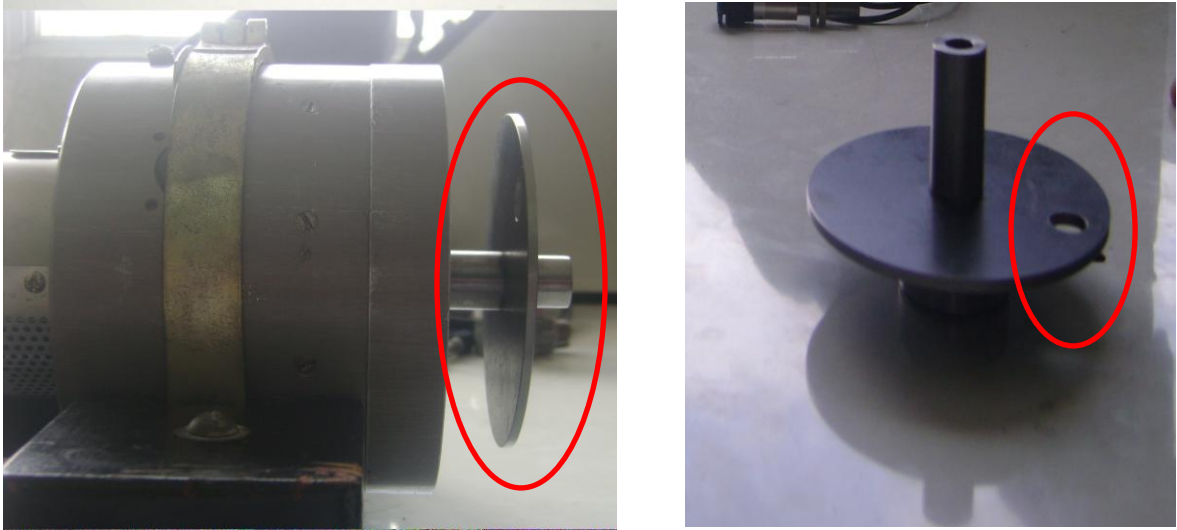


Fig. 3.14. Acople de ejes

3.3.3. SELECCIÓN DEL PIC

La utilización del Microcontrolador es muy eficiente debido a la gran variedad, gran velocidad, bajos costos, bajo consumo de potencia, y gran disponibilidad de herramientas para su programación. Ya que es capaz de realizar la tarea de muchos circuitos por lo que puede realizar desde un simple parpadeo de un led hasta una sofisticada automatización de una fábrica.

La realización de este proyecto, consiste en contar el número de pulsos que ingresan por un pin en un determinado periodo, dicho tren de pulsos es generado por el giro de un motor el cual transmite movimiento al acople de ejes el cual es detectado por el sensor de tal forma la señal podemos conectarlo al PIC y visualizarlo en un LCD.

Como se indicó anteriormente, debido a la gran versatilidad que tiene un PIC y la facilidad en cuanto a la programación se refiere, se optó por el PIC16f628A,

utilizando el mismo principio que se emplea en los marcadores de kilometraje de los autos y los tacómetros de estos.



Fig.3.15. PIC 16F628A

3.3.4. SELECCIÓN DEL LCD

Los módulos LCD son utilizados para mostrar mensajes que indican al operario el estado de la máquina, o para dar instrucciones de manejo, mostrar valores, etc. Por tal este módulo permite la comunicación entre las máquinas y los humanos, este puede mostrar cualquier caracter ASCII, y consumen mucho menos que los displays de 7 segmentos.

El LCD consta de 14 pines, para realizar el manejo o control del módulo y 2 pines adicionales para controlar el backlight que posee, existen LCDs que no poseen la función de backlight o que no poseen luz de fondo, y constan solamente de 14 pines para utilizarlos en la parte de control.

Para este proyecto se utilizará el módulo LCD alfanumérico 16*2 con backlight azul. Este tipo de LCD, permite visualizar datos de hasta 16 caracteres por 2 líneas, cada caracter está compuesto por una matriz de leds 7*5, permitiendo formar cualquier letra que se le asigne desde el microcontrolador. Y por lo tanto este elemento permite que la presentación tenga como fondo una luz azul y las letras sean blancas.

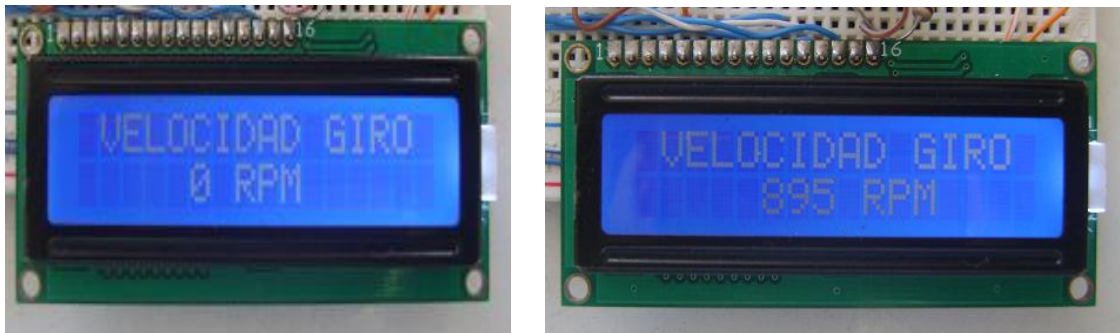


Fig. 3.16 LCD

3.4. DISEÑO DEL SOFTWARE DE CONTROL

Una vez seleccionado el PIC, se procede a la programación en el mismo mediante el manejo del programa MicroCode Studio.

Microcode es un programa editor de texto como el Bloc de notas de Windows, pero con la diferencia que este está hecho exclusivamente para facilitar la programación de los microcontroladores PIC, el procedimiento y programación son muy sencillos, como se dijo anteriormente, primero seleccionamos el modelo del PIC, escribimos el programa y lo guardamos bajo un nombre, en este caso lo guardamos como "tesis" y por último presionamos el botón compilar, si el programa está bien escrito y sin fallas compilará y mostrará en la parte inferior izquierda el espacio que requiere en el PIC, y enseguida se creará automáticamente tres archivos: tesis.mac, tesis.asm y tesis.hex, este último es el más importante para el PIC y es el que se grabará dentro del microcontrolador.

```

;Configuracion del LCD-----
DEFINE LCD_DREG    PORTB
DEFINE LCD_DBIT    4
DEFINE LCD_RSREG   PORTB
DEFINE LCD_RSBIT   3
DEFINE LCD_EREG    PORTB
DEFINE LCD_EBIT    2

;Registros lcd-----
th    VAR    WORD
tl    VAR    WORD
p     VAR    WORD
RPM   VAR    WORD

;-----Tacometro-----
inicio:
PULSIN portb.0,1,th
PULSIN portb.0,0,tl
tres:
LCDOUT $fe,1, " VELOCIDAD GIRO"
p=(th+tl)/100
IF p=0 THEN
LCDOUT $FE,$c0, "      0 RPM"
PULSIN portb.0,1,th
PULSIN portb.0,0,tl
GOTO tres
ENDIF
dos:
LCDOUT $fe,1, " VELOCIDAD GIRO"
RPM=60000/p
PAUSE 50
LCDOUT $fe,$c0, "      ",DEC RPM, " RPM"
PULSIN portb.0,1,th
PULSIN portb.0,0,tl
p=(th+tl)/100
IF p=0 THEN
GOTO tres
ENDIF
GOTO dos

```

Una vez realizado la programación es necesario realizar las simulaciones y pruebas correspondientes, para esto nos valemos del programa Proteus, que

permite distribuir los elementos que se van a utilizar en la implementación del circuito, rectificar errores en el diseño y evitar daños en los elementos reales. Como se muestra en la figura 3.16; durante la simulación se puede observar que el programa desarrollado y las conexiones en sus respectivos pines nos dá una idea más clara de lo que deseamos se visualice en nuestro proyecto.

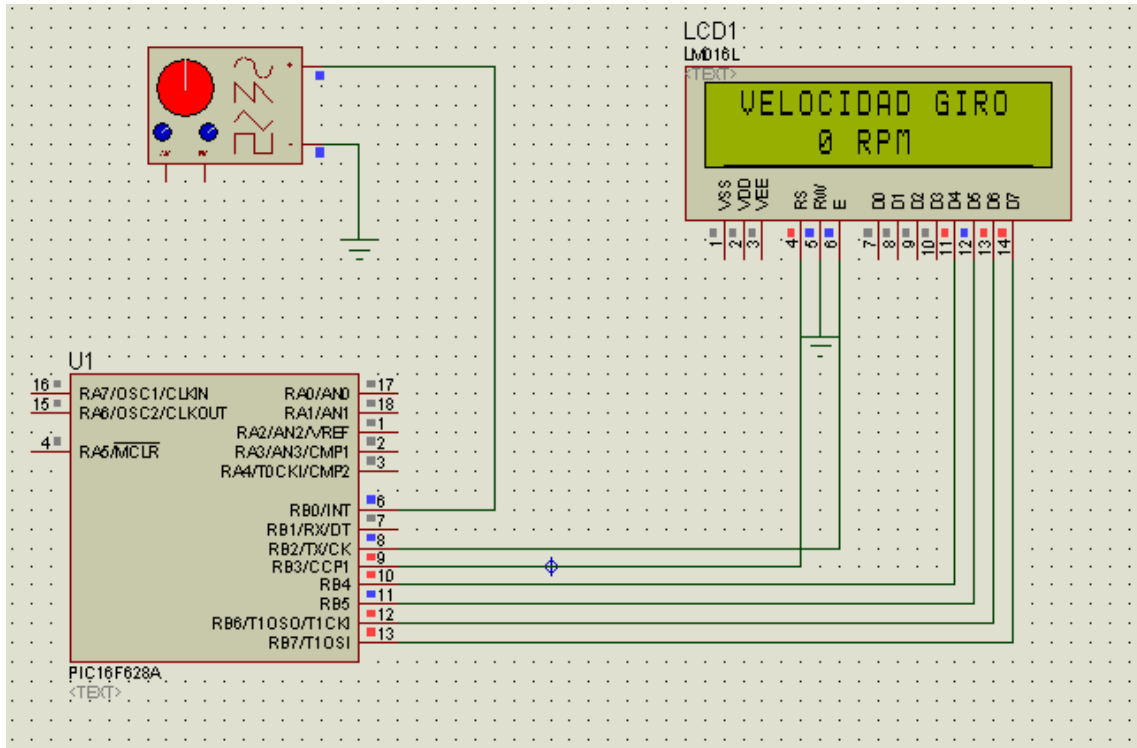


Fig. 3.17 Diagrama del proyecto con el simulador Proteus.

3.5. DISEÑO DEL HARDWARE DE APLICACIÓN

En este apartado el Hardware de aplicación es considerado el espacio donde se montará cada parte que formará el banco de pruebas.

3.5.1. MESA Y SOPORTE PARA EL MOTOR DC.

En las figuras 3.17 y 3.18 se muestran la base donde va a estar apoyado el motor el cual nos ayudará a dar una estabilidad al momento del funcionamiento, el motor podrá ser ajustado por una abrazadera.

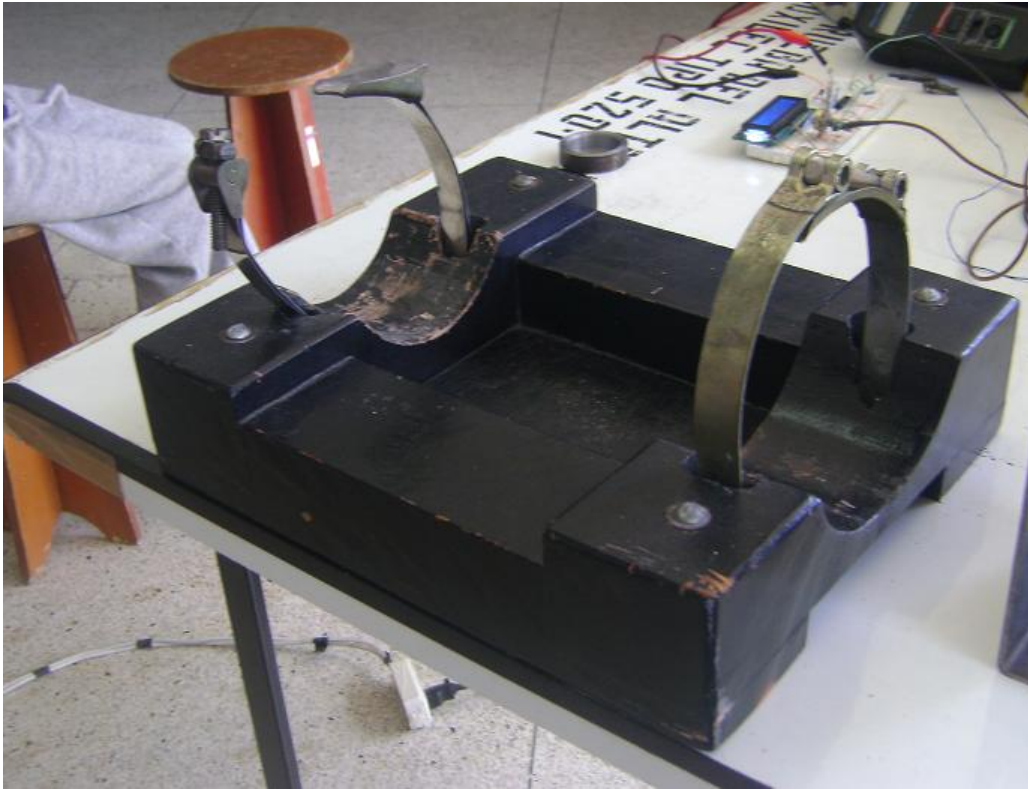


Fig. 3.18 Mesa y soporte para el motor

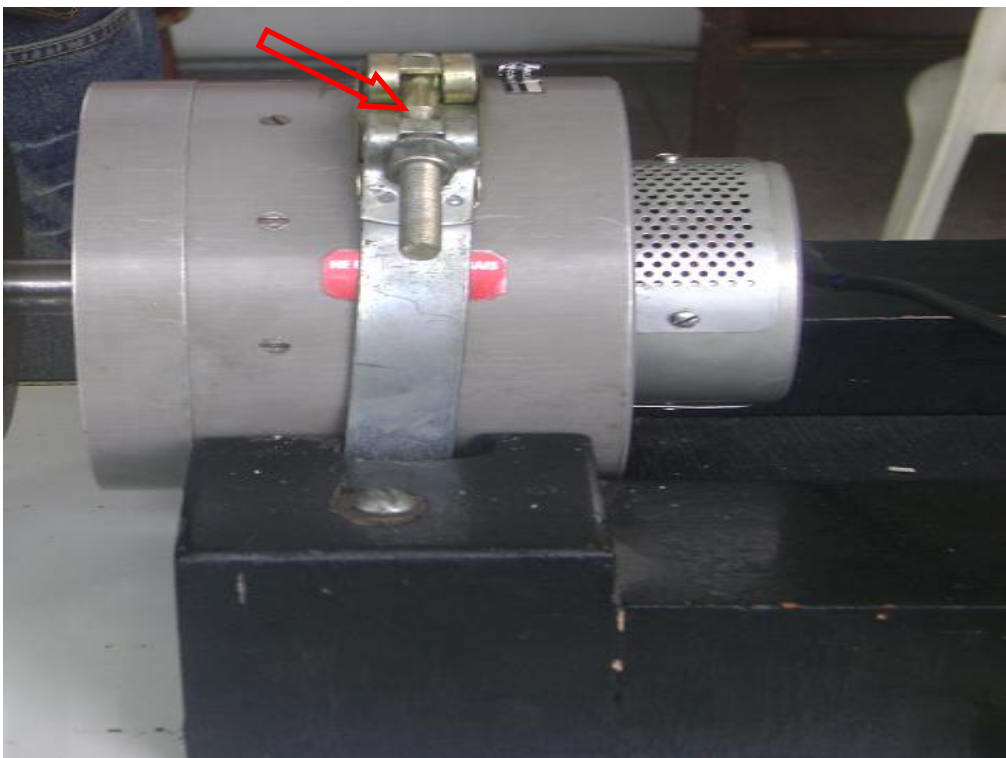


Fig. 3.19 motor y abrazadera

3.5.2. SOPORTE DEL SENSOR Y EL TRANSMISOR.

En las figuras 3.19 y 3.20 se muestran el soporte con los respectivos dispositivos sensor y transmisor respectivamente. Se diseñó ese soporte de metal por su resistencia y rigidez para poder soportar a dichos dispositivos que conformaran el sistema del proyecto.



Fig.3.20. soporte y sensor

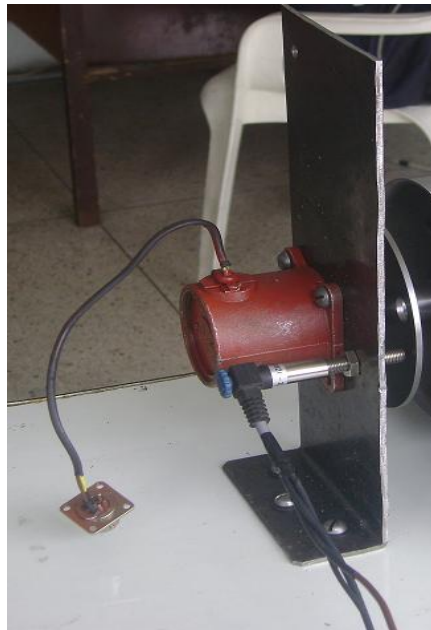


Fig.3.21 soporte y transmisor

IV. CAPITULO

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA

Durante el periodo de mantenimiento, se debe someter el indicador taquimétrico y otros dispositivos del sistema a pruebas, que describan su adecuado funcionamiento; para probar el indicador taquimétrico se requiere de un banco de prueba, que en la actualidad no existe; y que se ha diseñado e implementado en esta monografía.

Este banco de prueba consiste en una mesa en la cual se apoyará el sistema conformado por todos los dispositivos necesarios para la visualización de las revoluciones que proporciona el motor DC y desde cuyo transmisor se enviará la señal necesaria para el desplazamiento de la manecilla del indicador como se muestra la figura 4.1



Fig.4.1 Sistema de visualización del indicador taquimétrico

Para este Banco de prueba se aprovechó una mesa existente, diseñada para este propósito, en la cual existe el espacio físico necesario, para realizar el montaje del proyecto; el mismo que consiste en una base de madera sujeta a la mesa; la cual contiene dos abrazaderas para asegurar el motor, un acople de metal diseñado para unir el eje del rotor con el eje del transmisor, un soporte de metal rígido capaz de contener al transmisor y al sensor inductivo, los cuales están sujetos convenientemente a distancias adecuadas para el funcionamiento en conjunto con el acople ya instalado en el eje del rotor, el sensor inductivo se encuentra conectado al circuito electrónico, el mismo que contiene los elementos y el software que permite visualizar en el LCD el número de revoluciones que emite el motor hacia el transmisor y este a su vez emite las señales necesarias para el desplazamiento de la manecilla del indicador taquimétrico. El circuito electrónico así como el sensor están alimentados mediante una fuente fija de 5 Vcd. El motor que es el principal dispositivo de funcionamiento del sistema será alimentado por una fuente variable figura 4.2 con la que cuenta el Laboratorio de Electrónica en donde funcionará el Banco de prueba del Indicador Taquimétrico.



Fig. 4.2 Fuente variable DC, que alimenta el motor del sistema

4.2. PRUEBAS EXPERIMENTALES

Este capítulo detalla las pruebas realizadas para la construcción del banco de pruebas del indicador taquimétrico, esto es la construcción del acoplador, el motor

DC, el transmisor, el indicador taquimétrico, la fuente DC, cuyas características se estudiaron en los capítulos anteriormente.

El objetivo último de esta fase es conocer en forma práctica todos los procedimientos realizados, así como los elementos utilizados en las pruebas que forman parte del proyecto. Además, este capítulo hace importante mención a todo el proceso de montaje y adaptación del proyecto para la obtención de resultados satisfactorios.

4.2.1. PRUEBA DEL MOTOR

El motor a utilizar para la realización de este proyecto es con el cual realizaban las mismas pruebas para el indicador, por tal motivo no hubo necesidad de adquirir otro, ya que este reúne todas las condiciones de voltaje y corriente que serán indispensables para producir las revoluciones necesarias que necesita el transmisor taquimétrico y este a la vez el desplazamiento correcto de las manecillas del indicador. La prueba del motor se dió en el mismo laboratorio del CEMAE utilizando la fuente con la que este laboratorio cuenta para todos sus bancos de pruebas, por lo que este motor tiene desde un mínimo a máximo voltaje (0-28 Vcd) comprobado. Se realizo mediciones hasta alcanzar las revoluciones que necesita el transmisor para accionar al indicador según la tabla siguiente:

VOLTAJE DE MOTOR (V)	VISUALIZACION LCD (R.P.M.)	OBSERVACIONES EN EL INDICADOR
0	0	no genera
3	1.357	Desplazamiento
6	2.714	Desplazamiento
10.2	4.615	Optimo funcionamiento

Tabla 4.1 Prueba del motor

4.2.2. PRUEBAS CON EL ACOPLA

Se construyó un primer diseño cuyas dimensiones y material resultaron ser erróneos, debido a que se obtuvo muchos inconvenientes de medición y estabilidad en el funcionamiento, en tal virtud se construyó un segundo diseño de diferentes características y dimensiones acorde a la necesidad de proyecto inclusive realizando mejoramientos en dicho acoplador el cual nos ayudó a obtener resultados excelentes al momento de medir, cabe recalcar que dicho material nos fue muy útil para obtener un buen emisor de señales para el sensor. En la figura 4.3 se puede apreciar las características del primer diseño.

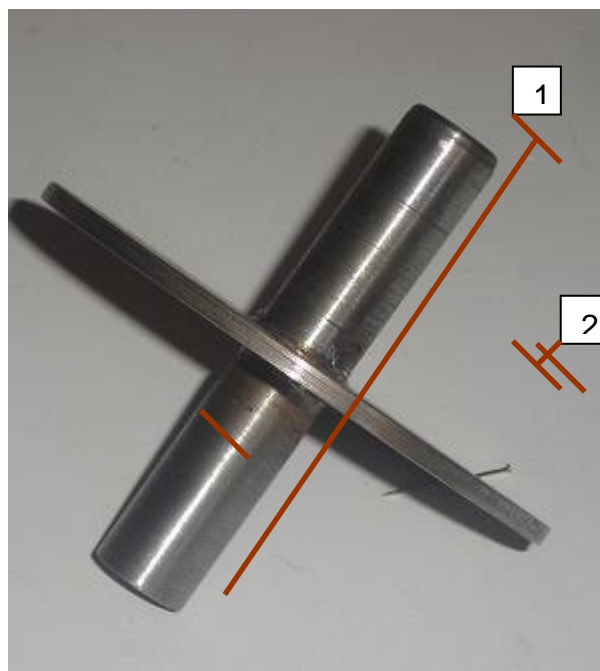


Fig. 4.3 primer diseño

- 1.- Acoplamiento de ejes 10cm.
- 2.- Disco circular de diámetro de 15cm y espesor de 5mm.

Este diseño fue elaborado con un material de acero.

En la figura 4.4 se muestra el segundo diseño del acople cuyas medidas fueron disminuidas.

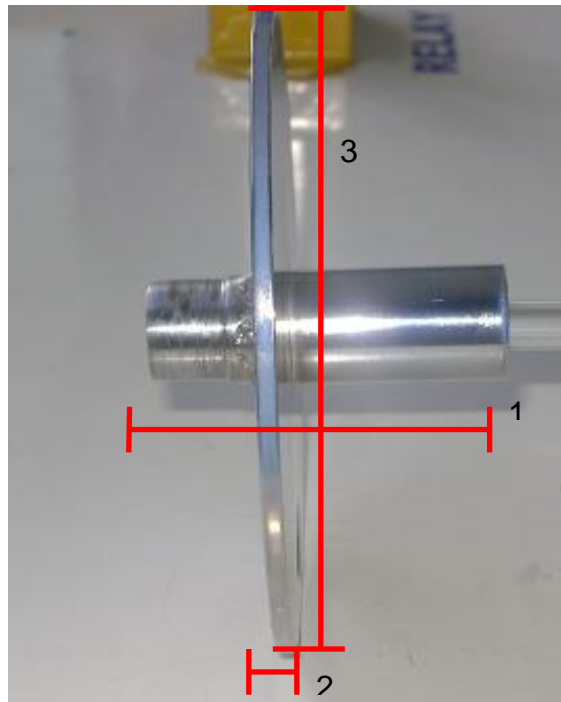


Fig. 4.4 segundo diseño

- 1.- Acoplamiento de ejes 5.5 cm.
- 2.- Espesor del disco 3 mm.
- 3.- Diámetro del disco 9.6 cm.

4.2.3. PRUEBAS CON EL SENSOR

En el acoplador de ejes se colocó una placa circular figura 4.5, y a un extremo de la misma se encuentra un agujero de 12mm de diámetro el cual proporciona el punto de referencia que requiere el sensor para adquirir la señal, una vez instalado el sensor en el soporte metálico, a diferentes distancias con respecto a la placa circular se realiza las respectivas pruebas tomando muy en cuenta que la distancia es un factor muy decisivo para el sensor, a mayor distancia mayor error de medición por el contrario a menor distancia hay mejor sensibilidad y menor es el margen de error en la medición de r.p.m.

Agujero de referencia para el



Fig. 4.5 placa circular

4.3. ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.

Desde el punto de vista técnico, el proyecto de medición implementado ha cumplido con las pruebas realizadas. El tiempo que ha permanecido en operación cumpliendo las pruebas antes descritas es satisfactorio. La inversión realizada en los componentes implementados, se detalla a continuación.

Es necesario indicar que los componentes eléctricos y mecánicos puestos a disposición para la realización de este proyecto son nuevos y en el caso de las partes mecánicas fueron diseñadas especialmente para el mismo.

En la tabla 4.2, se detalla el costo de los diferentes elementos empleados en la realización del proyecto.

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR (usd)
1	1	Acople metálico niquelado	50
2	1	Soporte para sensor, y transmisor	20
3	1	Sensor inductivo	50
4	Global	Materiales de oficina	50
5	Global	Movilización	50
6	Global	Uso de Internet	30
7	Global	Elementos electrónicos	20
TOTAL:			270

Tabla Nº 4.2 Detalle de costos del proyecto

4.4. ALCANCES Y LIMITACIONES.

Una vez concluido el proyecto y con los resultados experimentales y las pruebas obtenidos, se indican a continuación los alcances y limitaciones del mismo.

4.4.1. ALCANCES

En la pantalla LCD se puede visualizar las diferentes lecturas r.p.m. que proporciona el motor de acuerdo a los diferentes niveles de voltaje de mínimo hasta su máximo soportable.

Aprovechamiento del espacio físico disponible en una mesa ya útil para otro tipo de prueba.

Por el programa y el microcontrolador utilizado, hace posible modificar al programa para que analice con más precisión si se requiere.

El sensor inductivo utilizado en el sistema nos permite una amplia confiabilidad debido a que es un elemento de tipo industrial, lo que favorece en la alta sensibilidad al momento del sensado. Gracias a las especiales consideraciones en el diseño, y al grado de protección IP67, este sensor inductivo puede trabajar en ambientes adversos, con fluidos corrosivos, aceites, etc., sin perder performance.

El diseño es fácil de desmontar para facilitar el traslado a cualquier otro sitio u otra mesa donde se requiera.

4.4.2. LIMITACIONES

La superficie del objeto a detectar no debe ser menor que el diámetro del sensor de proximidad (preferentemente 2 veces más grande que el tamaño o diámetro del sensor). Si fuera menor que el 50% del diámetro del sensor, la distancia de detección disminuye sustancialmente.

Debido a las limitaciones de los campos magnéticos, los sensores inductivos tienen una distancia de detección pequeña comparados con otros tipos de sensores. Esta distancia puede variar, en función del tipo de sensor inductivo, desde fracciones de milímetros hasta 40 mm en promedio.

Con respecto al funcionamiento del motor en el momento de la prueba no someterlo a tiempos largos.

El proyecto fue pensado en realizarlo solo para medir r.p.m. de un motor que las proporcione con un acople metálico diseñado exclusivamente para es tipo de motor.

El sensor puede ser solo ubicado en la estructura metálica la cual está ubicada a la distancia específica.

Si el transmisor no es colocado y ajustado correctamente en el soporte metálico diseñado para el mismo, este no enviará la señal necesaria para el desplazamiento de la manecilla del indicador taquimétrico inclusive se puede llegar a la destrucción o deterioró del mismo.

V. CAPITULO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Al término de este proyecto se diseñó e implementó un banco de pruebas que cumple los requerimientos de los usuarios del CENTRO DE MANTENIMIENTO AEREO No. 15; el cual permite visualizar el número de r.p.m del motor. Para lo cual se realizaron diferentes acoples en el banco de prueba hasta obtener la óptima fijación del sensor al sistema.
- El acople entre el motor y el transmisor, se realizó con material ferroso debido a que este material es de alta resistencia, en cuyo un extremo se debió empalmar el eje tanto del motor como del transmisor, dicho acople además nos sirvió de interfaz entre el sensor inductivo seleccionado para este proyecto.
- El sensor seleccionado es de tipo industrial; porque nos proporcionó una mayor confiabilidad respecto al resto de sensores utilizados; porque estos últimos presentaron un desajuste por cuestión del ruido filtrado, resultando errores durante el conteo del número de vueltas que proporciona el motor, en cambio el sensor industrial resultó inmune al ruido del ambiente en el que se encuentra este banco; además el acople fue cromado para lograr una mayor sensibilidad del sensor ya que gracias al cromado se refleja mejor las señales y a la vez ser emitida hacia el PIC, para su análisis y posterior resultado en el LCD seleccionado.

- La operación del prototipo construido fue probado durante un tiempo prolongado, durante el cual se realizaron las pruebas experimentales; con buenos resultados. Se pudo comprobar la existencia de ciertas limitaciones; producidas por la variación en la velocidad que proporciona al motor; porque este aumenta según el voltaje que se le suministre y la lectura puede ser inexacta.
- Se ha podido adaptar el sistema ya existente de conteo de números de revoluciones o tacómetro a un banco de prueba. Por tanto, se ha dado un paso adelante a la hora de poder flexibilizar al máximo esta aplicación de un tacómetro, ya que esta nueva situación se asemeja al entorno en donde se lo montó, el cual es el laboratorio de electrónica con el objetivo que tiene que es el mantenimiento de dispositivos de una aeronave cada vez que cumpla una misión.
- De todas formas, aún existe bastante margen de mejora para hacer de éste un sistema robusto y aplicable en entornos agresivos y con más fluctuación de variables. Es decir, ser conectado no solo a un indicador sino a dos para así optimizar el chequeo de dichos dispositivos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe tener en cuenta el tiempo que va estar encendido el motor, debido a que este forma parte del sistema de ventilación que posee el helicóptero, y este no posee un sistema de enfriamiento por lo que puede recalentarse y destruirse.
- Tomar en cuenta que el motor funciona con un voltaje desde 0 hasta 28 VCD, y soporta una corriente hasta de 2 amperios, por tal motivo no exceder los valores indicados.

- Cuando se elige el sensor es muy importante conocer el tipo de material que sensa, así como la distancia máxima de detección, con la finalidad de que no se generen errores al momento de la aplicación.
- En las acciones de mantenimiento ya sea del motor que es desmontable como el resto de elementos que lo constituye se recomienda suspender la energía de alimentación, evitando de esta manera acciones y condiciones inseguras.
- Antes de iniciar las pruebas de funcionamiento del motor con este banco, se debe verificar que todo el montaje que conforma el sistema esté debidamente instalado y asegurado.

ANEXO A

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Arquitectura Harvard: Dispositivo de almacenamiento físicamente separados para las instrucciones y los datos.

Arandela: Una arandela es un disco delgado con un agujero, por lo común en el centro. Normalmente se utilizan para soportar una carga de apriete. Entre otros usos pueden estar el de espaciador, de resorte, dispositivo indicador de precarga y como dispositivo de seguro.

B

Bit: Dígito binario, puede ser cero o uno lógico.

Bitmap: Mapa de bits.

Byte: Ocho bits relacionados de un dato, también denota la cantidad de memoria requerida a guardar un Byte de datos.

BMP: Mapa de bit. Formato de archivo de imagen comúnmente usado para 8-Bit en imagen de color.

C

Chip: también llamado circuito integrado (CI) en la que se encuentran miles de dispositivos electrónicos interconectados (diodos, transistores, resistencia, capacitores, etc).

D

Driver: Software que puede controlar un hardware específico, como puede ser un dispositivo de adquisición e imágenes o un dispositivo DAQ

Distancia de sensado: Distancia de detección en función del material a detectar y el tamaño del mismo.

E

Engastar: Encajar una cosa en otra, armadura de metal que abraza y asegura.

G

GPIB: Bus de interfase de propósito general

H

Hardware: Todos los elementos físicos del computador o tarjetas de adquisición.

Histéresis: Se denomina a la diferencia entre la distancia de activación y desactivación.

I

IEEE 1394: Estándar de comunicación.

I/O: Entrada o salida de datos.

J

JPEG: Formato de archivo de imagen que almacena 8 bits.

L

LED: Diodo emisor de luz.

M

Mbps: Mega bit por segundo.

Multiplexación: Es el de la CPU, en la que a un proceso le es asignado un quantum de tiempo durante el cual puede ejecutar sus instrucciones, antes de ceder el sitio a otro proceso que esté esperando en la cola de procesos listo a ser despachado por el planificador de procesos.

MSB: Bit más significativo.

N

NI: National Instruments.

P

PC: Computador personal.

Píxel: Es un elemento cuadrado, constituye la unidad mas pequeña en video.

PSI: Unidad de presión. Libra por pulgada cuadrada.

R

ROI: (Region of Interest) Región de interés en una imagen.

Resolución: Tamaño de píxel

RF: Radio frecuencia.

S

Software: Conjunto de programas que ejecuta el computador.

Standby: Modo en espera.

T

Testeo: Prueba.

Trigger: Disparo.

V

Volátil: Es aquello cuya información se pierde al interrumpirse el flujo de corriente eléctrica

VI: Instrumento virtual

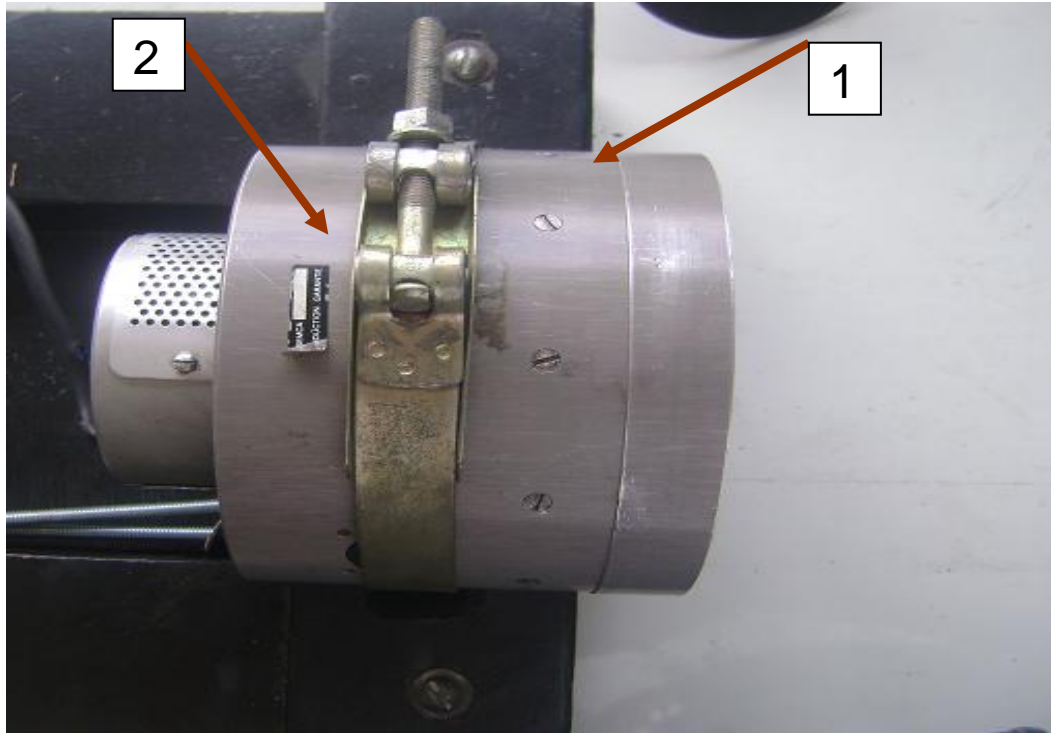
VDC: Voltaje en corriente continúa

ANEXO B

MANUAL DE OPERACIÓN

En el presente anexo se indican los procedimientos que se debe seguir para la operación del sistema diseñado, tanto para el montaje de los elementos y la maniobra de encendido del motor. El presente proyecto ha sido diseñado en una forma sencilla para que cualquier persona con conocimientos básicos lo pueda manipular.

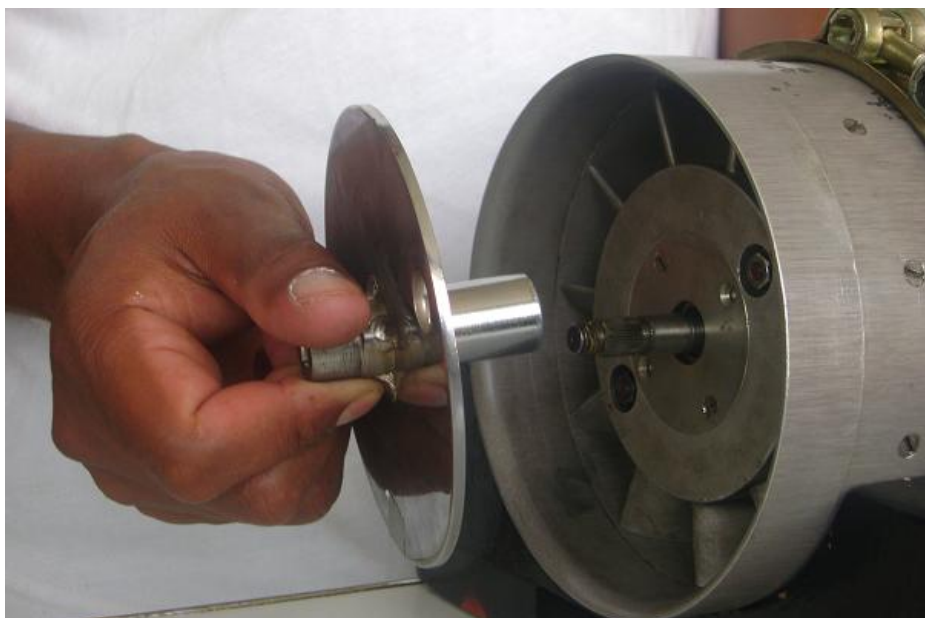
1.- Montaje del motor



1.- Fijar el motor en la posición indicada entre la base de apoyo para el motor que fue designado.

2.- La abrazadera debe ser ajustada para evitar que el motor se deslice y salga de la posición 1.

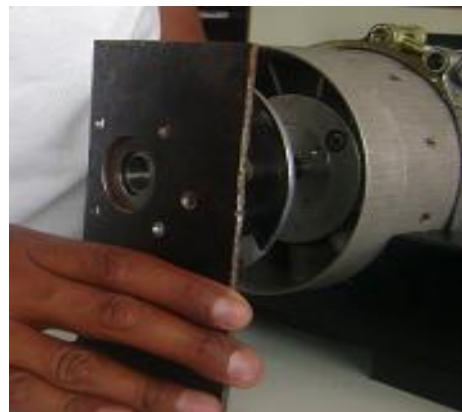
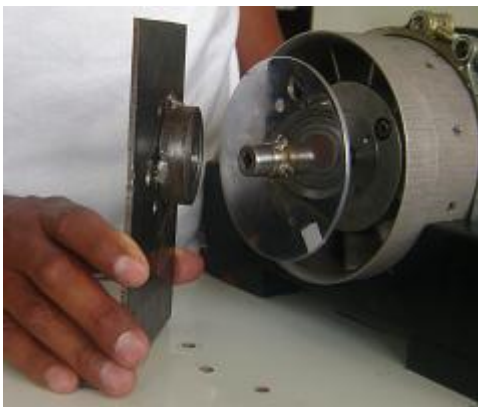
2.- Motor y acoplador



Colocar como muestra la figura sin tratar de forzar ya que el eje del acoplador está diseñado para calzar perfectamente entre las dos partes.

3.- Soporte para el sensor y transmisor

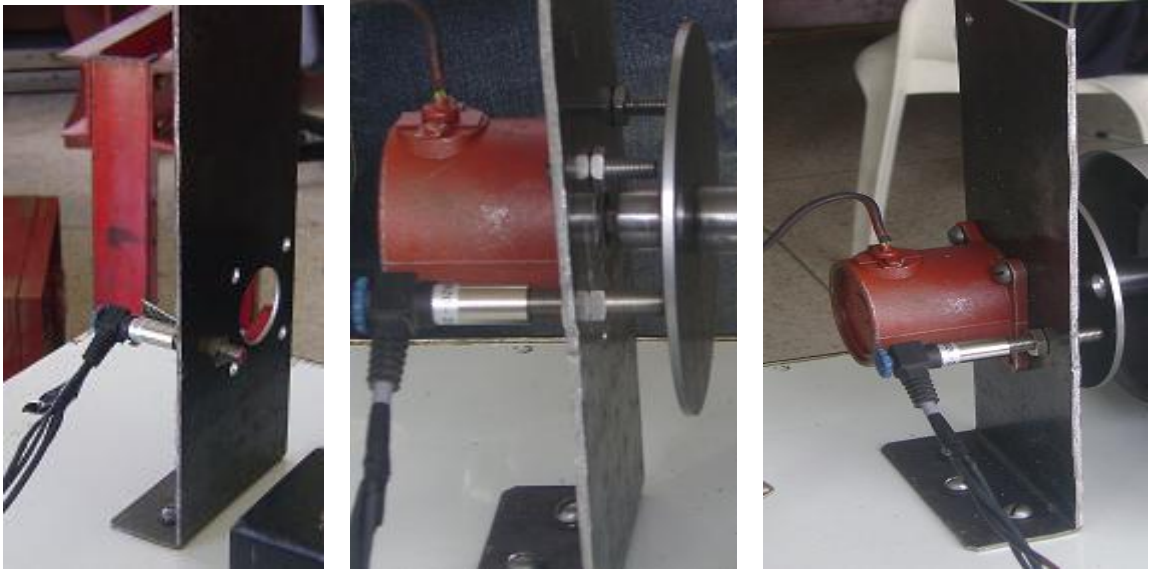
1.- Colocar el soporte haciendo coincidir con el acoplamiento de ejes.



2.- Ajustar a la mesa con los tornillos asignados.



3.- Ajustar el sensor de tal modo que la distancia entre el sensor y el acople de ejes sea de 8mm. Al mismo tiempo colocar y ajustar el transmisor en el soporte



4.- Conexión del sensor con el circuito para su funcionamiento:

1.- tomando en cuenta que:

Café: positivo (+).

Azul: negativo (-).

Negro: señal (I).

Proceder en el circuito a conectar en las respectivas señales que indica en la propia caja del circuito. En el cual está adaptado un conector de 3 terminales.

Para alimentar al circuito, primero encendemos la fuente de 5 Vcd y luego se procede a conectar con los terminales adaptados que posee la fuente con el circuito electrónico.

5.- Alimentación hacia el motor para iniciar.

Se procede a la conexión del motor con la fuente variable que posee el laboratorio. Con este último paso el sistema empieza a funcionar.

