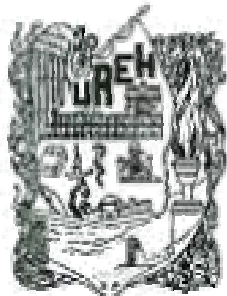


Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo



Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

" Sensores Magnéticos e Inductivos "

MONOGRAFÍA

Para obtener el título en

Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones

Presenta

Fernández Amador Gerardo

Asesor

Eva Jeanine Lezama Estrada

Pachuca, Hgo. 2005

Octubre de 2005

ÍNDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN	I
JUSTIFICACIÓN	IV
AGRADECIMIENTOS	VI
OBJETIVO GENERAL	VIII
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VIII
CAPITULO 1	
ANTECEDENTES BÁSICOS	
1.1 HISTORIA	2
1.2 CONSIDERACIONES GENERALES	4
1.2.1 BOBINAS	8
1.2.1.1 TIPO DE BOBINAS	9
1.2.1.2 BOBINAS CON NÚCLEO DE AIRE	9
1.2.1.3 BOBINAS CON NÚCLEO DE HIERRO	9
1.2.1.4 BOBINAS CON NÚCLEO DE FERRITA	10
1.2.2 LOS FILTROS	11
1.2.2.1 FILTRO PASA ALTOS	13
1.2.2.2 FILTRO PASA BAJOS	14
1.2.3 OSCILADORES	15
1.2.3.1 OSCILADOR DE CRISTAL	15
1.2.3.2 OSCILADOR A CRISTAL DE CUARZO	16
1.2.3.3 OSCILADOR HARTHLEY	17
1.2.3.4 OSCILADOR DE DESPLAZAMIENTO DE FASE	19
1.2.3.5 OSCILADOR COLPITTS	20
1.2.3.6 OSCILADOR COLPITTS CON FET	21
1.2.3.7 OSCILADOR DE PUENTE DE WIEN	22
1.2.3.8 OSCILADOR DE LÍNEA	23

1.2.3.9 OSCILADOR ARMSTRONG	23
1.2.4 FUENTE	25
1.2.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE	26
1.2.4.2 ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA	26
1.2.4.3 EJEMPLOS DE FUENTES	27
1.2.4.4 VENTAJAS DEL USO DE FUENTES ESPECIALES PARA SENSORES	27
1.2.5 CIRCUITO DE SALIDA DE LOS SENSORES	28
1.3 DESCRIPCIÓN DE UN SENSOR	31
1.4 TIPOS DE SENSORES	33
1.4.1 TRANSDUCTORES DE POSICIÓN	34
1.4.2 TRANSDUCTORES DE PRESIÓN, TIPO DIAFRAGMA	36
1.4.3 TRANSDUCTORES DE PRESIÓN, CELDAS DE PRESIÓN EN UN CIRCUITO INTEGRADO	36
1.4.4 TRANSDUCTORES DEL FLUJO DE FLUIDOS	37
1.4.5 TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA	38
1.4.5.1 TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA TERMISTORES	38
1.4.5.2 TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA, TERMOPARES	40
1.4.6 DETECTORES DE MOVIMIENTO	41
1.4.6.1 DETECTOR DE MOVIMIENTO POR RADIOFRECUENCIA	41
1.4.6.2 DETECTOR SÓNICO DE MOVIMIENTO	42
1.4.6.3 DETECTOR DE MOVIMIENTO ULTRASÓNICO	42
1.4.6.4 DETECTOR INFRARROJO DE MOVIMIENTO	42
1.4.7 SENSOR DE VIBRACIONES	42
1.4.8 SENSOR ENGANCHADOR	43
1.4.9 SENSOR HALL	43
1.4.10 SENSOR PASIVO	44
1.4.11 SENSOR CAPACITIVO	44
1.4.12 SENSORES DE HUMEDAD	45
1.4.12.1 SENSORES MECÁNICOS (POR DEFORMACIONES)	46
1.4.12.2 SICRÓMETRO (BULBO SECO Y BULBO HÚMEDO)	47

1.4.12.3	SENSORES POR CONDUCTIVIDAD	48
1.4.12.4	SENSORES PIEZOELÉCTRICOS	48
1.5	CARACTERÍSTICAS	49
1.6	USOS DE LOS SENSORES	53
1.6.1	SENSOR DE DESPLAZAMIENTO	53
1.6.2	GEÓFONO	55
1.6.3	SWITCH DE EFECTO HALL	56
1.6.4	SENSORES DE HUMEDAD	57
1.6.4.1	APLICACIONES DEL SENSOR DE HUMEDAD	59
1.6.4.1.1	CONFORT HUMANO	59
1.6.4.1.2	INDUSTRIA TEXTIL, PAPELERA Y DE PIELES	59
1.6.4.1.3	INDUSTRIA MADERERA	60
1.6.4.1.4	INDUSTRIA ALIMENTICIA	60
1.6.4.1.5	INDUSTRIA FARMACOLÓGICA	60
1.6.4.1.6	METEOROLOGÍA	60
1.6.4.1.7	INDUSTRIA QUÍMICO-BIOLÓGICA	61
1.6.5	SENSORES DE PROXIMIDAD	61
1.6.6	SENSOR DE CAUDAL	63
1.6.7	SENSOR DE CONTAMINACIÓN	64
1.6.7.1	LOS PROBLEMAS DE LA CONTAMINACIÓN	65
1.6.7.2	FUNCIONAMIENTO	65
1.6.7.3	APLICACIÓN	66

CAPITULO 2

SENSORES INDUCTIVOS

2.1	INTRODUCCIÓN A LOS SENSORES INDUCTIVOS.....	68
2.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES INDUCTIVOS	69
2.3	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SENSORES INDUCTIVOS.....	70

2.4 PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD	
INDUCTIVOS.....	70
2.5 OBJETO ESTÁNDAR PARA SENSORES DE PROXIMIDAD	
INDUCTIVOS	73
2.6 RANGO DE DETECCIÓN	73
2.7 FACTORES DE CORRECCIÓN DEL OBJETIVO PARA SENSORES	
INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD	74
2.8 HISTÉRESIS (RECORRIDO DIFERENCIAL)	76
2.9 FRECUENCIA DE CONMUTACIÓN	77
2.10 ÍNDICE DE CONMUTACIÓN	79
2.10.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CONMUTACIÓN	79
2.11 RIZADO	81
2.12 CONSIDERACIONES DE MONTAJE PARA SENSORES DE	
PROXIMIDAD INMUNE A LOS EFECTOS DE LOS CAMPOS DE	
SOLDADURA	82
2.12.1 COMPARACIÓN ENTRE MONTAJE A RAS Y NO A RAS	84
2.13 TIPOS DE SENSORES DE ACUERDO A SU CONEXIÓN	85
2.13.1 SENSORES CONECTADOS EN SERIE	85
2.13.2 SENSORES CONECTADOS EN PARALELO	86
2.14 MANEJO DE BLINDAJE EN SENSORES INDUCTIVOS	88
2.14.1 COMPARACIÓN ENTRE SENSORES INDUCTIVOS BLINDADOS	
Y NO BLINDADOS	88
2.14.2 ESPACIADO ENTRE SENSORES BLINDADOS (MONTABLES AL	
RAS) Y PRÓXIMOS A SUPERFICIES METÁLICAS	88
2.14.3 ESPACIADO ENTRE SENSORES NO BLINDADOS (NO	
MONTABLES AL RAS) Y PRÓXIMOS A SUPERFICIES	
METÁLICAS	91
2.15 APLICACIONES	93

CAPITULO 3

SENSORES MAGNÉTICOS

3.1 QUE SON LOS SENSORES MAGNÉTICOS	107
3.2 EFECTO HALL	109
3.2.1 DETERMINACIÓN DE LA TENSION DE HALL	112
3.2.2 MEDIDA DEL EFECTO HALL	115
3.2.3 ESQUEMA BÁSICO DE LOS SENSORES DE EFECTO HALL	117
3.2.4 MATERIALES DE LOS ELEMENTOS HALL	119
3.3 SENSORES DE EFECTO HALL	121
3.3.1 SENSORES MAGNÉTICOS EN TRES EJES <i>MAG-03</i>	122
3.3.1.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN <i>MAG-03PSU</i>	122
3.3.1.2 MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS <i>MAG-03DAM</i>	123
3.3.1.3 SISTEMA DE ALTA VELOCIDAD DE ADQUISICIÓN DE DATOS <i>DLM24MAG</i>	123
3.3.1.4 UNIDAD DE ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL <i>MAG-03SCU</i>	123
3.3.1.5 UNIDAD DE CALIBRACIÓN <i>MAG-03CU</i>	124
3.4 SENSORES HALL LINEALES VENTAJAS DEL USO DE SENSORES MAGNÉTICOS	124
3.5 APLICACIONES DE SENSORES MAGNÉTICOS	127
3.5.1 SENSORES MAGNÉTICOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ	128
3.5.2 DETECTOR DE DIENTES DE ENGRANAJE	129
3.5.3 SENSOR MAGNÉTICO <i>KMZ10</i>	131
3.5.4 SENSORES MAGNÉTICOS EN TRES EJES <i>MAG-03</i>	133
3.5.4.1 FÍSICA MÉDICA	133
3.5.4.2 FÍSICA GENERAL	133
3.5.4.3 MEDICIONES EN FRECUENCIAS EXTREMADAMENTE BAJAS	134
3.5.4.4 DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	135
3.5.4.5 DEFENSA	135

3.5.4.6 MEDICIONES Y EXPLORACIONES MAGNÉTICAS DEL CAMPO TERRESTRE	135
3.5.5 SENSORES MAGNÉTICOS PARA ATACAR VIRUS	135
3.5.6 SENSORES MAGNÉTICOS PARA ALARMAS	136
3.5.7 SENSOR MAGNÉTICO PARA LA AGRICULTURA	138
3.6 NOVEDADES EN LOS SENSORES MAGNÉTICOS	140
3.6.1 SENSORES MAGNÉTICOS DE PROXIMIDAD PARA APLICACIONES DE POSICIÓN Y VELOCIDAD	140
3.6.1.1 LA TECNOLOGÍA GMR PROPORCIONA ALTA SENSIBILIDAD A LOS OBJETIVOS MAGNÉTICOS	140
3.6.1.2 ALTAS FRECUENCIAS DE CONMUTACIÓN Y LARGOS ALCANCES DE DETECCIÓN	140
3.6.1.3 GRAN VARIEDAD DE MODELOS	141
CONCLUSIONES	142
BIBLIOGRAFÍA	143
GLOSARIO	
DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA TÉCNICA DE SENSORES	145
TABLA DE CONTENIDO	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABLAS	

LISTA DE FIGURAS

SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN	2
CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES.....	4
PASIVOS.....	5
ACTIVOS.....	5
TIPOS DE BOBINAS.....	7
PARTES ESENCIALES DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD.....	8
SÍMBOLOS DE LAS RESISTENCIAS, CAPACITANCIAS E INDUCTANCIAS...8	
BOBINA CON NÚCLEO DE AIRE.....	8
BOBINA CON NÚCLEO DE HIERRO.....	9
BOBINA CON NÚCLEO DE FERRITA.....	9
BOBINAS.....	10
OSCILADOR DE CRISTAL DE CUARZO.....	14
DIAGRAMA DE UN OSCILADOR.....	15
CORTES DEL OSCILADOR DE CUARZO.....	16
DIAGRAMA DE UN OSCILADOR HARTHLEY	17
OSCILADORES DE DESPLAZAMIENTO DE FASE.....	19
OSCILADOR COLPITTS.....	21
TÍPICO OSCILADOR WIEN.....	21
OSCILADOR DE LÍNEA.....	22
OSCILADOR	23
FUENTE PARA SENSOR.....	27
CIRCUITOS DE SALIDA PARA LOS SENSORES.....	28
SALIDA NO POLARIZADA.....	29
DETECTORES AC Y AC/DC 2 HILOS	
(DETECTORES MULTICORRIENTE.....	29
VÁLVULA.....	31
TRANSDUCTOR ELECTROESTÁTICO.....	32

TRANSDUCTOR MAGNÉTICO.....	32
PUENTE RESISTIVO.....	33
POTENCIÓMETRO.....	34
TRANSDUCTOR DE PRESIÓN.....	35
CIRCUITO BÁSICO	36
TRANSDUCTORES DE FLUIDO.....	36
TERMOCUPLA.....	37
DETECTOR DE MOVIMIENTO.....	40
SENSOR CAPACITIVO.....	44
SENSOR DE HUMEDAD.....	45
SENSORES MECÁNICOS.....	46
SICRÓMETRO.....	46
SENSOR DE CONDUCTIVIDAD.....	47
SENSOR PIEZOELÉCTRICOS.....	48
CARACTERÍSTICAS.....	49
SENSOR DE DESPLAZAMIENTO.....	54
GEOFONO.....	55
EFECTO HALL.....	56
EFECTO HALL.....	56
EFECTO HALL.....	56
SENSOR DE HUMEDAD.....	58
SENSOR INDUCTIVO Y CAPACITIVO.....	60
SENSOR DE CAUDAL.....	62
SENSOR DE CAUDAL.....	63
HIGRÓMETRO ÓPTICO CUANDO EMPIEZA LA MEDICIÓN.....	64
HIGRÓMETRO ÓPTICO CUANDO ALCANZA EL PUNTO DE MEDICIÓN.....	65
SENSORES INDUCTIVOS.....	67
TABLA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	69

SENSOR INDUCTIVO.....	70
ÁREA DE FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR.....	71
COLOCACIÓN DEL OBJETO A DETECTAR.....	72
RANGO DE DETECCIÓN.....	74
HISTÉRESIS.....	76
FRECUENCIA DE CONMUTACIÓN.....	77
RIZADO.....	81
MONTAJE.....	82
INMUNIDAD.....	83
CONEXIÓN EN SERIE.....	85
CONEXIÓN EN PARALELO.....	86
CAMPOS MAGNÉTICOS.....	87
CONEXIÓN DE SENSORES EN PARES.....	88
FINAL DE CARRERA DE UN SENSADO.....	88
ESPACIO ENTRE SENSORES.....	89
ÁREA DE COLOCACIÓN DE SENSORES.....	90
UBICACIÓN DE SENSORES.....	91
MÁQUINAS RECTIFICADORAS.....	93
EJEMPLOS APLICADOS A LA INDUSTRIA.....	94
INDUSTRIA MADERERA.....	95
INDUSTRIA PETROLÍFERA.....	96
INDUSTRIA ALIMENTICIA.....	97
EN LA CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS ALINEADOS.....	98
DETECCIÓN CON RESISTENCIA DEL REFRIGERANTE.....	99
SITUACIÓN DE LA TUERCA EN EL TRANSFORMADOR.....	100
DETECCIÓN DE LA PRESENCIA DE COJINETE DE PRESIÓN.....	101
POSICIONAMIENTO DE ASCENSOR.....	102
SÍMBOLOS.....	103
CONECTORES.....	104

FOTOGRAFÍA DE SENSORES CAPACITIVOS.....	106
SENSORES MAGNÉTICOS.....	107
GRAFICA DE EFECTO HALL.....	109
REGLA DE LA MANO IZQUIERDO.....	110
REGLA DE LA PALMA.....	110
ACCIÓN DE LA FUERZA DE LORENTE	111
CIRCUITO DE ERROR DE ALINEACIÓN DE TENSIÓN HALL.....	115
DISPOSITIVO DE ALINEACIÓN.....	115
ESQUEMA BÁSICO DE SENSOR DE EFECTO HALL.....	116
DISPOSITIVO DE EFECTO HALL.....	117
MATERIALES DE ELEMENTOS HALL.....	118
SENSORES HALL LINEALES.....	123
CAMPO MAGNÉTICO.....	124
CIRCUITOS DE INTERFAZ.....	125
SENSORES MAGNÉTICOS.....	127
APLICACIÓN DEL SENSOR DE EFECTO HALL.....	127
SENSOR DE EFECTO HALL.....	128
DETECTOR DE DIENTES DE ENGRANAJE.....	130
APLICACIONES.....	131
JUEGO DE SENSORES.....	137
REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS COMPONENTES DE UN MONITOR DE RENDIMIENTO CON POSICIONAMIENTO SATELITAL Y SU UBICACIÓN EN LA COSECHADORA.....	137
MONITORES DE RENDIMIENTO: (A) GREEN STAR (JOHN DEERE), (B) AGLEADER Y (C) RDS.....	138

INTRODUCCIÓN

Los sensores son una herramienta esencial en nuestros días para la industria ya que con ellos podemos medir, limitar o simplemente automatizar procesos, son indispensables en casi cualquier área, los vemos en nuestras casas, trabajos, hospitales y cualquier otro lugar en donde este presente la tecnología.

En esta monografía se da a conocer el funcionamiento básico de los sensores inductivos y magnéticos, así como las funciones de éstos repasando las leyes que los rigen y el desarrollo que han venido teniendo desde su invención hasta nuestros días. También veremos algunas clases de sensores según el uso que se les da y por ultimo posibles aplicaciones.

Los sensores desarrollan tareas para las que antes se necesitaba de un operario, ahora realizan esta misma actividad sin tocar ni mover la pieza, con más precisión y rapidez, sin desgaste ni cansancio y a una fracción del costo, además una consideración importante es que el tiempo de respuesta en los sensores es instantáneo, una vez que el objeto que se necesita detectar cae dentro de su rango de operación en el que trabaja o en el que se ajusto el sensor.

Algo digno de mencionarse en esta introducción a los sensores de proximidad es que Pepperl Fuchs presentó al mundo el primer Sensor, un Inductivo, en 1958, y hoy sigue a la vanguardia de la innovación técnica en automatización. Llama la atención que solo 40 años después esté

produciendo 40.000.000 de sensores en más de 4.500 modelos distintos y que menos del 33% tenga más de 2 años de antigüedad y ninguno más de 8! Esta variedad es la respuesta de Pepperl Fuchs a pedidos especiales. La mayor parte de los Sensores en uso se utiliza para "DETECTAR" el paso o la ubicación de un Objeto, pero otros "MIDEN" la distancia a la que se encuentra utilizado para detectar el paso o la posición de una pieza, u "Objeto", y desencadenar un proceso.

Hay muchos ejemplos que podemos mencionar en donde se utilizan los sensores en nuestra vida cotidiana como por ejemplo en las puertas eléctricas que en México se encuentran presentes en supermercados, bancos, o establecimientos que las han integrado para facilitarle la entrada a sus clientes, otro ejemplo dentro del comercio se ve en los bancos de los mismos establecimientos donde en los lavabos ya no se tiene que girar ninguna perilla para que salga el agua, en nuestra casa muchas veces no nos damos cuenta que también estamos rodeados de sensores como en el refrigerador que tiene un termostato para regular la temperatura y un micro que nos indica cuando esta abierta la puerta y automáticamente enciende la luz. Así podríamos mencionar muchísimos ejemplos de donde y como se utilizan los sensores.

A lo largo de este documento vamos a tratar los temas mas importantes que se relacionan con los sensores, en el capítulo 1 vamos a ver la historia del sensor desde los primeros que se construyeron hasta cuales son los últimos sensores y que características tienen para que así podamos comparar y ver el avance que se ha venido dando en esta área.

En el capítulo 2 observaremos los temas relacionados con los sensores inductivos desde que es un sensor inductivo y sus características hasta sus principios de operación y sus aplicaciones.

En el capítulo 3 daremos un análisis relacionado con los sensores magnéticos, en un principio se tratará una explicación de que son los sensores magnéticos después se hace una pequeña explicación de que es el efecto hall que es sumamente importante para los sensores magnéticos, también veremos los esquemas básicos de los sensores con efecto hall y sus características por último se tratará sus posibles aplicaciones en la industria y en la vida cotidiana.

En el capítulo 4 trataremos por último el acondicionamiento y la presentación de la señal esto es que una vez que el sensor nos entrega una señal esta se va a manipular para que nos sea útil en un proceso, así buscamos tratar los temas que más interesan de los sensores magnéticos e inductivos.

JUSTIFICACIÓN

El campo de acción de los sensores es muy amplio pues se utilizan en la actualidad en una infinidad de lugares, en la industria son imprescindibles por que en todas las maquinas se necesita sentir un movimiento, la llegada de un articulo o simplemente para la propia seguridad de la maquina para poder registrar los incrementos de temperatura o falta de presión, es difícil imaginar e la actualidad una industria o una maquina en la que no se utilice algún tipo de sensor, y como va avanzando el tiempo se van haciendo mas necesarios y mas presentes pues ahora ya no solo los vemos en las fabricas sino también los podemos ver en nuestras casas en las oficinas y casi en cualquier parte.

Por lo tanto es esencial un documento en el cual se explique el funcionamiento de los sensores, aplicaciones y avances, ya que aunque existe una amplia bibliografía que trata el uso de los sensores, posiblemente falta un texto que te lleve desde los principios mas básicos del sensor hasta los sensores mas sofisticados claro que tomando en cuenta que seria muy difícil tratar cada uno de los temas relacionados con los sensores magnéticos e inductivos por que en la actualidad existe una gran variedad de modelos y marcas que los manejan y cada día salen mas modelos con diferentes aplicaciones y estructura mejorada para poder estar un paso delante de sus competidores.

En el principio del documento se tendrá un poco de cada tipo de sensor pero en las unidades subsecuentes solo se verán los sensores magnéticos e inductivos para poder dar una explicación mas profunda de estos dos ejemplos de sensores ideas de que estos dos tipos de sensores tienen un área de aplicación mucho muy amplia pues vemos sensores magnéticos desde en una bicicleta midiendo con este la velocidad que se alcanza hasta en la tecnología nanométrica mas avanzada pues se necesita sentir la posición de cualquier pistón.

Estos son tan solo algunos de los puntos por lo que se necesita tratar el tema de los sensores magnéticos e inductivos, aunque el tema parece complejo se vera que en esencia los sensores simplemente son transductores esto es que simplemente transforman una señal en otra, por ejemplo transforman un campo magnético o cierta temperatura en una señal eléctrica, por lo tanto vemos que el tema es sencillo y en este documento se tratara a los sensores lo mas simple y claro posible.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a toda la gente cuya cooperación y dedicación a la elaboración de esta obra y sobre todo a los profesores, maestros y doctores con los que sin su ayuda no hubiera sido posible terminar esta ingeniería y aun al final esta monografía. También agradezco a la institución de la **Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo** que me albergó, me instruyó y sobretodo me dio una visión que difícilmente se habría podido alcanzar hace cuatro años y medio o si no hubiera pasado por unas aulas universitarias.

Mi mas grande agradecimiento a mí Madre Margarita Amador Zamudio que desde que tengo memoria siempre me ha apoyado en cada paso que he dado buscando al igual que yo el ver terminar a su hijo una carrera universitaria, a su esposo Frank Rueger que al igual que mi madre siempre me ha ayudado y apoyado para que yo pudiera realizarme.

A mis hermanas Mercedes y Ana Maria que me han impulsado siempre con su amor y han creído en mi además de siempre haber estado en los momentos mas importantes de mi vida.

Quiero agradecer a la maestra Eva Jeanine Lezama Estrada por su valiosa guía en la elaboración de esta monografía pues sin su ayuda hubiera sido imposible terminarla satisfactoriamente.

De igual manera a mi novia Carolina Moreno por cada una de las horas que con amor dedico a recopilar datos para la misma

Por ultimo y al mas importante a Dios que me ha dado todo lo que tengo y lo que soy.

GERARDO FERNÁNDEZ AMADOR

18-10-2005

OBJETIVO GENERAL

Conocimiento practico Lo que se va a lograr con este documento es recopilar información sobre el uso, características y las aplicaciones de la mayoría de los sensores y los mas conocidos, y de una manera mas especifica sobre los sensores inductivos y magnéticos, de esta manera tendremos un documento en el que podremos encontrar desde la circuiteria del sensor hasta sus aplicaciones mas comunes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- En la unidad 1 una recopilación de datos sobre la estructura, función y aplicación de los sensores mas comunes.
- En la unidad 2 dar una introducción de los sensores inductivos asi como sus características, circuiteria y aplicaciones.
- En la unidad 3 de manera semejante al punto 2 hablar sobre los sensores magnéticos para que de esta manera se traten los temas mas importantes con respecto a los sensores magnétic.

1.1 HISTORIA

Es difícil saber exactamente cuando se creó el primer sensor o transductor, se puede ver en Internet cuando se creó cierto modelo de sensor, pero de un modo generalizado no podemos saber que paso, quien creó el primer sensor esto es por que los vemos utilizados desde hace mucho tiempo esto es sensores mecánicos, por poner un ejemplo los vemos en una válvula que se cierra a la hora que el agua de una cisterna llega a su límite, este ejemplo aunque no necesita electricidad vemos claramente que es un sensor por que pudo detectar el nivel del agua con un flotador y actuó la válvula para cerrarse y así evitar que siguiera saliendo el agua.

Ejemplos como esos podemos ver en casi todo el mundo y a lo largo de la historia, algo más primitivo sería las trampas que tendían para cazar en muchos lugares en los que con el movimiento de un cordón se actuaba alguna especie de trampa que dejaba inmovilizado el animal o hasta lo podía matar inmediatamente, como se ve los sensores han estado con nosotros durante mucho tiempo y lo van a seguir estando por que no dejan de innovarse y estar a la vanguardia. Sin embargo en la actualidad debemos tomar en cuenta que esto se ha vuelto como un sistema de instrumentación.

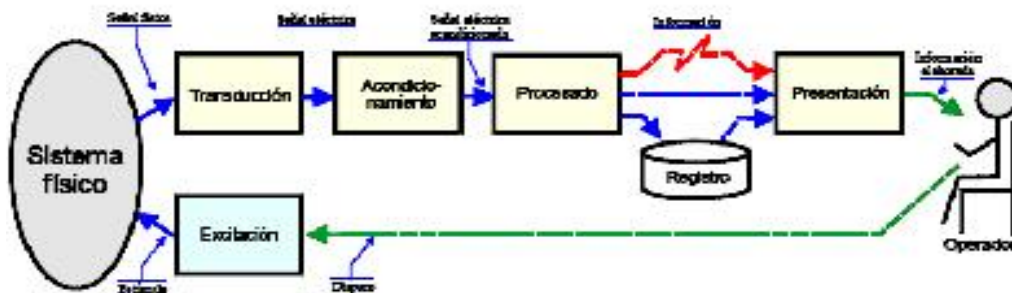
La **instrumentación** trata los sistemas integrados cuya finalidad es medir magnitudes físicas de un sistema externo, elaborar la información asociada a ellas y presentarla a un operador.

Las características por las que la **tecnología electrónica** es la más utilizada por los sistemas de instrumentación, son:

- Las señales eléctricas permiten manejar señales en un rango dinámico de tiempos muy amplios (10¹⁵), desde los picosegundos (10⁻¹² s) hasta horas (10³ s).

- Las señales eléctricas pueden ser transmitidas muy fácilmente a través de cables metálicos, sistemas radiados, o fibra óptica.
- Las señales eléctricas pueden ser amplificadas por circuitos electrónicos de forma muy eficientes, y pueden manejarse rangos de señal muy amplios (10¹²), desde los nanovoltios (10⁻⁹ V) hasta los kilovoltios (10³ V).
- El sistema electrónico permite complejas transformaciones funcionales de las señales eléctricas.
- Las señales eléctricas son las más apropiadas para ser introducidas en los computadores, los cuales representan el medio más potente de registro, transformación y presentación de la información.
- La tecnología electrónica actual es la que presenta mejor relación entre prestaciones y costo.¹

En la figura se muestra el esquema básico de cualquier sistema de instrumentación.¹



Los aparatos electrónicos para música o sonido se pueden clasificar en los siguientes grupos: generadores, procesadores, grabadores, reproductores y transductores. Cada uno de ellos tiene una misión determinada: los generadores producen un sonido, los procesadores lo modifican, los grabadores lo almacenan en un medio determinado para su

¹ http://www.ab.com/catalogs/C114-CA001A-ES-P/2a_proxi.pdf

posterior reproducción en los reproductores. Lo que tienen todos en común, es que operan o producen sonido no como onda de presión, sino como una representación de esta en forma de fluctuación de tensión eléctrica. El enlace entre ambas se realiza mediante transductores.

Ahora los sensores con los que contamos son mucho más complejos y muchos de ellos pueden realizar diferentes tareas todo en un mismo encapsulado, cada vez se requiere más de cada elemento en la industria y con mucho más razón de los sensores que son imprescindibles en cualquier máquina ya sea industrial o doméstica, si tenemos conocimientos de electrónica veremos que estamos rodeados de ellos por que si no se tienen esos conocimientos, por su tamaño y su función es difícil verlos.

Ahora bien si nos vamos a lo que son sensores electrónicos podríamos decir que por ejemplo el primer sensor inductivo que se construyó fue en 1958 y lo construyó la marca Pepperl Fuchs, claro que en la actualidad se le han hecho muchas modificaciones a este sensor, a continuación iremos desglosando los principales cambios que se le han venido dando y sus partes esenciales de los sensores.

1.2 CONSIDERACIONES GENERALES

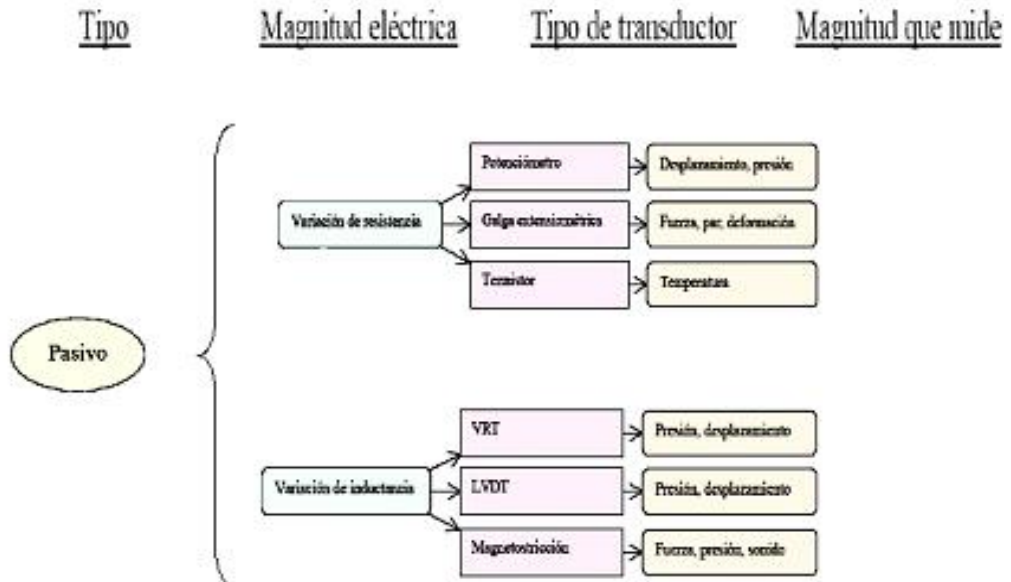
Cada sensor varía su construcción según su utilización o su uso dentro de la industria o donde sea que este se utilice pero hay ciertos aspectos los cuales son semejantes entre sensor y sensor, a continuación mostraremos los elementos básicos de los cuales está formado cada sensor moderno electrónico.

Los transductores se suelen clasificar en dos grupos:

- Los **transductores activos**: son dispositivos que generan energía eléctrica por conversión de energía procedente del sistema sobre el que mide. Los transductores activos no necesitan fuente de alimentación para poder operar.
- Los **transductores pasivos**: son aquellos en los que no se produce conversión de energía. Algún parámetro del transductor es función de la magnitud que se mide y las variaciones de este parámetro son utilizadas para modular la energía eléctrica procedente de una fuente que en este caso se necesita.²

Por lo tanto los sensores o transductores se dividen de acuerdo a su magnitud eléctrica y que la figura muestra esta clasificación:

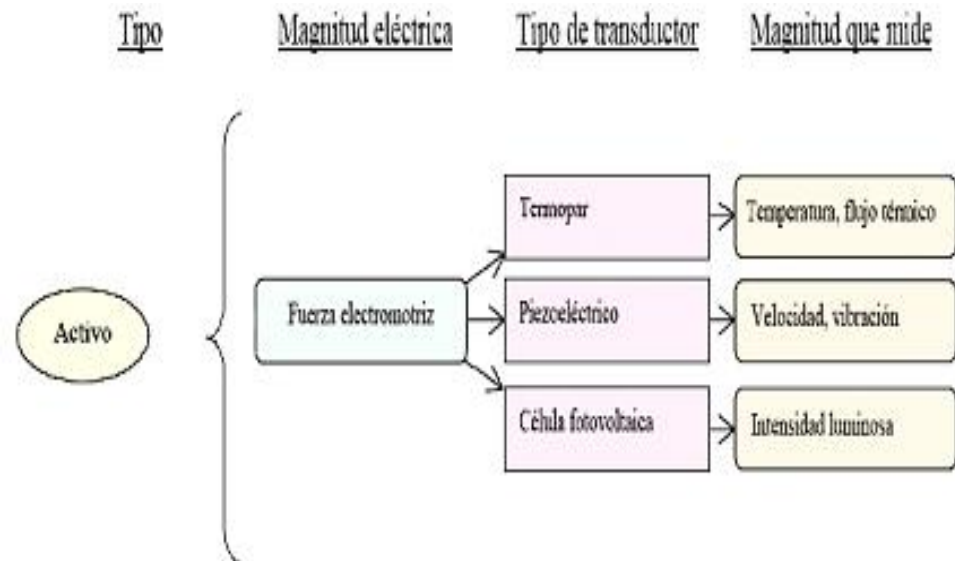
CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES²



² http://www.schillig.com.ar/Sensores_de_Proximidad_fr.htm



PASIVOS³



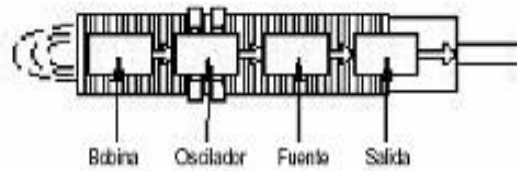
ACTIVOS⁴

Esta clasificación la determinaremos mas adelante, y en este momento estructuraremos como esta conformado con partes de un sensor.

³ Op.Cit.

⁴ Op.Cit.

Vemos en la figura que se encuentra en la parte de abajo un sensor de tipo inductivo y este se encuentra fragmentado en los componentes básicos a los que hacíamos referencia en la parte de arriba, como vemos en primer parte se encuentra una bobina que en este caso es de núcleo de ferrita a continuación un oscilador después una fuente que actúa como sensor del nivel de disparo de la señal y por ultimo un circuito de salida de señal.³



PARTES ESENCIALES DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD⁵

Ahora vamos a estudiar cada uno de los componentes que lo integran y así sabremos por que están ahí y para empezar lo haremos con la bobina con núcleo de ferrita, vamos a ver que es una bobina y por que se escoge una bobina con núcleo de ferrita.⁵



SÍMBOLOS DE LAS RESISTENCIAS, CAPACITANCIAS E INDUCTANCIAS⁶

⁵ Rudolf F. Graf, México DF, 1997, Pág. 627, Diccionario Moderno de Electrónica

⁶ Op.Cit.

1.2.1 BOBINAS

Una bobina es un componente que está formado por varias vueltas o *espiras* de alambre de cobre enrolladas sobre un núcleo que puede ser de aire, o un material magnético como el hierro o la ferrita.

Las bobinas reciben también el nombre de *inductancias* o *choques*. Su principal propiedad es la oposición a los cambios de corriente. En un circuito esta propiedad recibe el nombre de *inductancia*.



TIPOS DE BOBINAS⁷

Toda bobina presenta una inductancia al paso de la corriente. Para determinarla se tiene como unidad el *henrio*, pero se utiliza más sus submúltiplos como milihenrio (mH), que equivale una milésima parte de un henrio; y el microhenrio, que corresponde a una millonésima parte de un henrio.

Símbolo de las bobinas.



Bobina

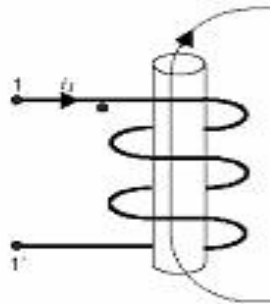
⁷ http://www.festo.com/INetDomino/coorp_sites/es/e782c00f0bea1150c1256e8a00521bc4.htm, 2005
Festo AG & Co. KG

1.2.1.1 TIPO DE BOBINAS

Las inductancias o bobinas utilizadas en electrónica pueden tener valores desde 1 microhenrio hasta 40 o 50 Henrys. Estos valores dependen de su construcción y especialmente del tipo de núcleo utilizado. Según el tipo de núcleo las bobinas se clasifican en tres grupos principales:

1.2.1.2 BOBINAS CON NÚCLEO DE AIRE

Las bobinas con núcleo de aire tienen baja inductancia y se utilizan para señales de alta frecuencia en los circuitos de radios, televisores, transmisores, etc.



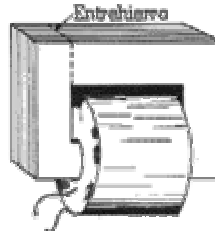
BOBINA CON NÚCLEO DE AIRE⁸

1.2.1.3 BOBINAS CON NÚCLEO DE HIERRO

Cuando se requiere un valor alto de inductancia se utiliza núcleo de hierro ya que de esta manera se crea un mayor efecto magnético que cuando tenemos el núcleo de aire. Este núcleo se fabrica en forma de láminas generalmente en forma de "E" e "I" con el fin

⁸ <http://www.ehu.es/acustica/espanol/electricidad/transes/transes.html>, Curso de Acústica creado por GA.
© Copyright 2003

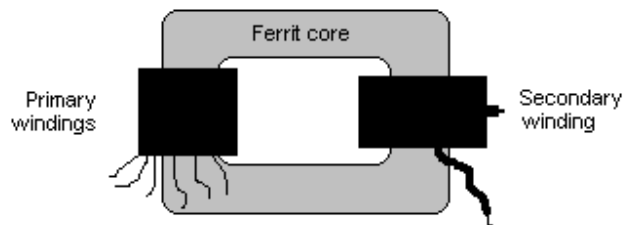
de evitar pérdidas de energía en el proceso de *inducción*. Estas bobinas se utilizan principalmente como filtros en fuentes de poder o en las lámparas fluorescentes donde reciben el nombre de "balastos".



BOBINA CON NÚCLEO DE HIERRO⁹

1.2.1.4 BOBINAS CON NÚCLEO DE FERRITA

El núcleo de ferrita se está utilizando mucho actualmente en electrónica ya que con él se pueden fabricar bobinas de alta inductancia y pequeño tamaño, lo mismo que bobinas para trabajar en circuitos de alta *frecuencia*. La ferrita es un compuesto formado con polvo de óxido de hierro mezclado con otros componentes y revestido con material aislante, el cual se aglutina y comprime hasta quedar en forma sólida.



BOBINA CON NÚCLEO DE FERRITA¹⁰

Los núcleos de ferrita se fabrican en forma de varilla, en "E", en dos medias "Es" o en forma de *toroide*. Las bobinas con núcleo de ferrita se utilizan en diversas

⁹ Op.Cit.

¹⁰ <http://www.aeet.org/ecosistemas/013/investigacion5.htm>, 28 Julio de 1994. Estación Experimental de Zonas Áridas.

aplicaciones como bobinas de antena en radios, como choques o filtros de alta frecuencia en circuitos sintonizados o fuentes de poder.¹¹



BOBINAS¹¹

1.2.2 LOS FILTROS

Los filtros son circuitos capaces de controlar las frecuencias permitiendo o no el paso de éstas dependiendo de su valor.

Se llaman activos ya que constan de elementos pasivos (células R-C) y elementos activos como el OP-AMP ya estudiado. Las células R-C están compuestas por una resistencia y un condensador (en las estructuras a tratar) y dependiendo del número de estas células usadas se determinará el orden del filtro así como su respuesta y su calidad.

El funcionamiento de las células se basa principalmente en su actuación como divisor de tensión. Al aumentar la frecuencia de señal, la reactancia del condensador disminuirá y entrará más o menos tensión al OP-AMP, dependiendo de si es pasa altos o pasa bajos respectivamente.¹¹

Para cualquier tipo de filtros se emplean las siguientes definiciones:

¹¹ <http://web.upaep.mx/educacionContinua/pdf/mems.pdf>, 1990

- Frecuencia de corte. Es aquella en que la ganancia del circuito cae a -3 dB por debajo de la máxima ganancia alcanzada. En los filtros pasa y elimina banda existen dos: una superior y otra inferior.
- Banda pasante. Conjunto de frecuencias de ganancia superior a la de corte en un margen menor o igual a 3 dB.
- Calidad: especifica la eficacia del filtro, es decir, la idealidad de su respuesta. Se mide en dB / octava; dB / década. Lo ideal sería que tomara un valor de infinito.

Hay gran variedad de estructuras en filtros. Cada una suele llevar el nombre de su inventor. Para las prácticas aquí estudiadas sólo se usarán las estructuras de Sallen-Key debido a su gran sencillez y su bajo coste, logrando una respuesta bastante fiable. Existen gran número de formulas deducibles por las cuales se logra el correcto funcionamiento del filtro, pero para que no resulte muy complicado de entender nos limitaremos a mencionar las más importantes.

- Valor de la frecuencia de corte, a partir de esta ecuación se deducirán todas las demás:
- Tanto para montar un filtro de orden 1 como de orden 2 conocida la frecuencia central o de corte se debe fijar el valor de $C1 = C2 = C$ para pasar a obtener los valores de las resistencias del circuito $R1 = R2$:
- Ahora fijamos el valor de $R3$ y calculamos el valor de P para lograr la ganancia correcta del filtro:

La ganancia de cada etapa es importante ajustarla para compensar el consumo de las células R-C y no afecte a la ganancia total del filtro. Dicha ganancia para cada orden de filtro viene dado por la siguiente tabla:

	Av0	Av1	Av2	Av3	Av4
n = 1	1				
n = 2		1,586			
n = 3	1	2			
n = 4		2,235	1,152		
n = 5	1	2,382	1,382		
n = 6		2,482	1,586	1,068	
n = 7	1	2,555	1,753	1,198	
n = 8		2,610	1,889	1,337	1,038

Se pueden construir filtros mucho más selectivos con las frecuencias encadenando varios filtros de dichos tipos. Así encadenando un filtro de orden 1 y otro de orden 2, se obtiene un nuevo filtro de orden 3. Para lograr esto se deben usar siempre el mayor número posible de filtros de orden 2 situando en primer lugar el de orden 1, dependiendo del orden de filtro a construir. De este modo se logra que la curva de respuesta sea mucho más vertical y más próxima a la frecuencia central acercándose a la respuesta ideal. Pero esta construcción también es más cara y no siempre merece la pena emplearla. Más tarde, se muestran las distintas estructuras de orden 1 y 2 para filtros pasa altos y pasa bajos.

1.2.2.1 FILTRO PASA ALTOS

Se trata de un filtro que permita el paso de las frecuencias superiores a una frecuencia conocida llamada frecuencia central (f_c) atenuando enormemente las frecuencias inferiores a dicha frecuencia central. En los gráficos inferiores se puede observar la respuesta ideal para un filtro de este tipo y la respuesta real lograda debido a

las limitaciones de la electrónica; y es que ya se sabe: en electrónica no existe nada ideal. Su símbolo es el que se muestra en el dibujo de la derecha. Para este caso la frecuencia de corte estará establecida en $f_c = 1$ KHz.

En los siguientes montajes se puede observar los diferentes circuitos para filtros pasa altos de orden 1 (a) y de orden 2 (b). Su diseño obedece a la estructura de Sallen-Key. Obsérvese que el número de orden del montaje coincide con el número de células R-C, cuyo fundamento ya se explicó con anterioridad y que será el mismo para cualquier tipo de filtro.

1.2.2.2 FILTRO PASA BAJOS

Es aquel que permite el paso de frecuencias bajas, desde frecuencia 0 o continua hasta una determinada. Presentan ceros a alta frecuencia y polos a bajas frecuencia. La ecuación de un filtro pasabajos digital de primer orden es:

$$y[n] = \frac{x[n] + x[n - 1]}{2}$$

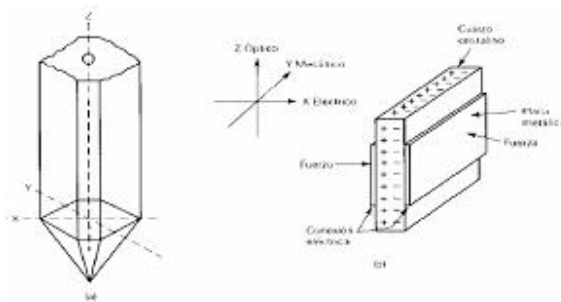
También es llamado filtro promediador, debido a que promedia las muestras de la entrada y por lo tanto suprime variaciones rápidas, característica que le otorga el carácter de pasabajos.

En la ecuación se ve fácilmente que se esta promediando los valores de la señal en el instante actual y el anterior.

1.2.3 OSCILADORES

1.2.3.1 OSCILADOR DE CRISTAL

Cuando son importantes la exactitud y estabilidad de la frecuencia de oscilación, se utiliza un oscilador de cristal de cuarzo. En la Figura 22-16d, la señal de realimentación se toma de un condensador. El cristal (abreviado XTAL) actúa como una bobina grande en serie con un pequeño condensador (similar al Clapp). Por tal motivo, la frecuencia de resonancia casi no es afectada por el transistor y las capacidades parásitas.¹²



OSCILADOR DE CRISTAL DE CUARZO¹²

¹²http://www.el.uma.es/Docencia/Asignaturas/Transductores_Electronicos/Transductores_Electronicos.htm

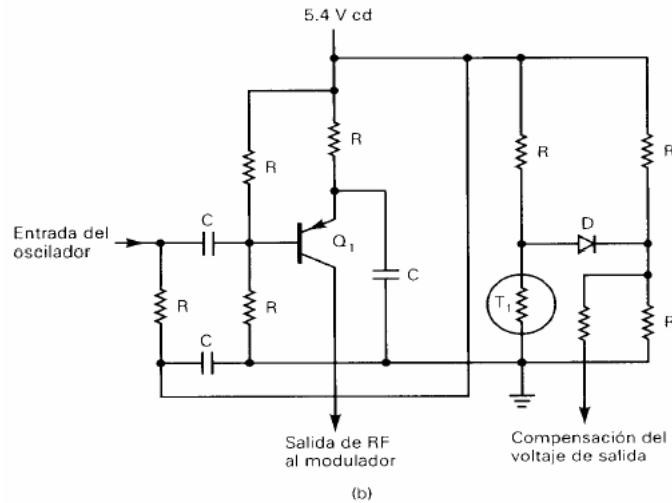


DIAGRAMA DE UN OSCILADOR¹³

1.2.3.2 OSCILADOR A CRISTAL DE CUARZO

El cristal de cuarzo es utilizado como componente de control de la frecuencia de circuitos osciladores convirtiendo las vibraciones mecánicas en voltajes eléctricos a una frecuencia específica.¹³

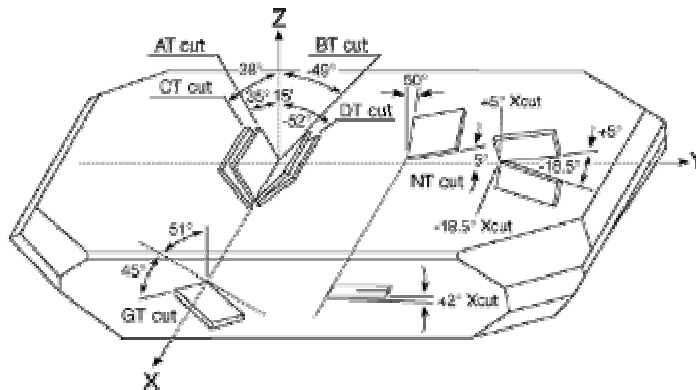
Esto ocurre debido al efecto "piezoeléctrico". La piezo-electricidad es electricidad creada por una presión mecánica. En un material piezoeléctrico, al aplicar una presión mecánica sobre un eje, dará como consecuencia la creación de una carga eléctrica a lo largo de un eje ubicado en un ángulo recto respecto al de la aplicación de la presión mecánica.

¹³ Op.Cit.

En algunos materiales, se encuentra que aplicando un campo eléctrico según un eje, produce una deformación mecánica según otro eje ubicado a un ángulo recto respecto al primero.

Por las propiedades mecánicas, eléctricas, y químicas, el *cuarzo* es el material más apropiado para fabricar dispositivos con frecuencia bien controlada.

La siguiente figura muestra la ubicación de elementos específicos dentro de una piedra de cuarzo



CORTES DEL OSCILADOR DE CUARZO¹⁴

De los cortes que se pueden hacer, el corte "AT" es el más popular y es fabricado hasta frecuencias relativamente altas, mostrando una excelente estabilidad de frecuencia frente a las variaciones de la temperatura.¹⁴

1.2.3.3 OSCILADORES HARTHLEY

La frecuencia de oscilación está determinada por una red tipo LCL que retroalimenta parte de la señal de salida produciendo retroalimentación regenerativa de tal forma que el circuito oscile a la frecuencia próxima a:

¹⁴ http://www.automatica-elec.es/Pu_Cilin.htm, 29.09.2004, Automática Electrónica y Control, S.L

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}C}}$$

$$L_{eq} = L_1 + L_2 + M$$

M es la inductancia mutua entre L1 y L2.

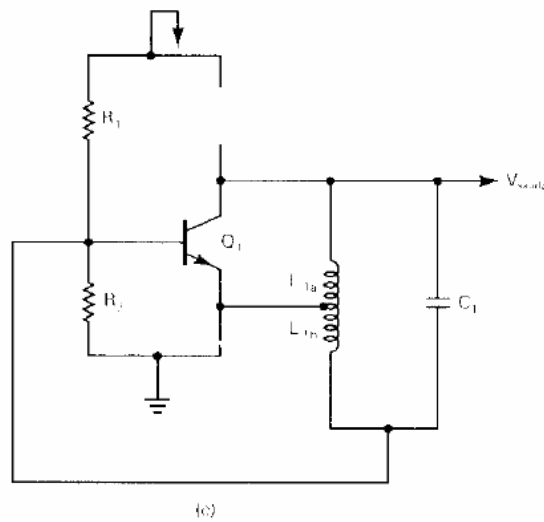


DIAGRAMA DE UN OSCILADOR HARTLEY¹⁵

V_i = Tensión de entrada

V_o = Tensión de salida

B = Ganancia del circuito de realimentación

A_o = Ganancia del amplificador con lazo abierto $A_o = V_o / V_i$ (no se toma en cuenta)

¹⁵ http://www.automatica-elec.es/Pu_%20Imatges_archivos/Pu_PDF/Pu_Sensors%20Vdc.pdf

la realimentación)

V_f = Tensión de realimentación

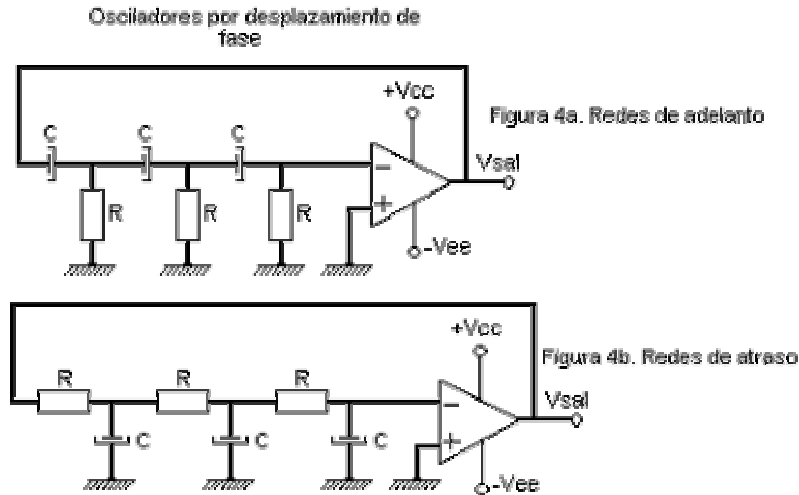
A_c = Ganancia en lazo cerrado

$B A_o$ = Este producto ($B \times A_o$) se llama ganancia de lazo

1.2.3.4 OSCILADOR DE DESPLAZAMIENTO DE FASE

La Figura es un oscilador de desplazamiento de fase, con tres circuitos de adelanto en el camino de realimentación. Como recordara, un circuito de adelanto produce un desplazamiento de fase entre 0° y 90° , dependiendo de la frecuencia. Por consiguiente, en alguna frecuencia el desplazamiento de fase total de los tres circuitos de adelanto es igual a 180° (aproximadamente 60° cada uno de ellos). El amplificador tiene un desplazamiento de fase adicional de 180° debido a que la señal entra por la 4 entrada inversora. Así pues, el desplazamiento de fase alrededor del lazo será de 360° , equivalente a 0° . Si AB es mayor que 1 en esta frecuencia particular, se pueden originar oscilaciones.

La Figura muestra un diseño alternativo. Emplea tres circuitos de retardo. El funcionamiento es similar. El amplificador produce 180° de desplazamiento de fase y los circuitos de retardo contribuyen con otros 180° a una determinada frecuencia. Si AB es mayor que 1 en esta frecuencia, puede haber oscilaciones.



OSCILADORES DE DESPLAZAMIENTO DE FASE¹⁶

El oscilador de desplazamiento de fase no es un circuito popular. De nuevo, el problema principal es que no se puede ajustar fácilmente en un rango amplio de frecuencias. La razón de introducirlo está en que se puede construir accidentalmente un oscilador de desplazamiento de fase cuando se intento hacer un amplificador.¹⁶

1.2.3.5 OSCILADOR COLPITTS

Aunque es excelente a frecuencias bajas, el oscilador en puente de Wien no es adecuado cuando funciona a frecuencias altas (por encima 1 MHz). El principal problema es el desplazamiento de fase a través del amplificador. Este desplazamientos se suma al ocasionado por el circuito de retardo-adelanto y hace que la resonancia se produzca muy lejos de la frecuencia de resonancia teórica, Una alternativa es un oscilador LC, un circuito que se puede usar para frecuencia entre 1 y 500 MHz. Et intervalo de las frecuencias está muy alejada de la frecuencia típica de mayoría de los amplificadores

¹⁶ Op.Cit.

operacionales, por lo que generalmente utiliza como amplificador un transistor bipolar o un FET.

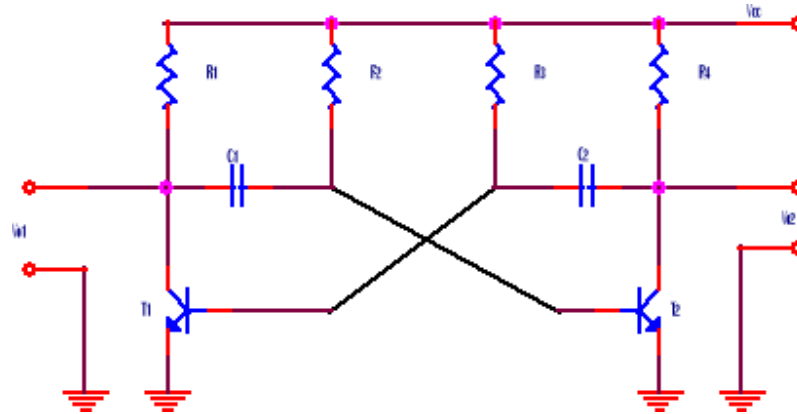
Con un amplificador y un circuito tanque LC. Podemos realimentar una señal con la amplitud y fase adecuadas para mantener las oscilaciones. El análisis y el diseño de los osciladores de alta frecuencia es complicado. ¿Por qué? Debido a las altas frecuencias, las capacidades parásitas y las inductancias de los terminales de conexión son muy importantes al determinar la frecuencia de oscilación, la fracción de realimentación, potencia de salida y otras características propias de la corriente alterna. Por ello, la mayoría de las personas utiliza aproximaciones para un diseño inicial y ajusta la construcción del oscilador tanto como sea necesario para obtener el comportamiento deseado.

1.2.3.6 OSCILADOR COLPITTS CON FET

La Figura es un ejemplo de un oscilador Colpitts con FET, en el cual la señal de realimentación se aplica a la puerta. Puesto que la puerta tiene una resistencia de entrada grande, el efecto sobre el circuito tanque es mucho menor que con un transistor bipolar.

En otras palabras, la aproximación $C = \frac{c1}{c2}$, es más exacta con un FET porque la impedancia vista en la puerta es mayor. La condición de arranque para este oscilador con FET es $A > \frac{c1}{c2}$

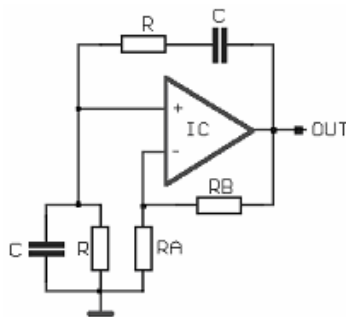
En un oscilador con FET, la ganancia de tensión en baja frecuencia g_{mrd} , por encima de la frecuencia de corte del amplificador con FET, la ganancia de tensión disminuye. En la Ecuación $A > \frac{c1}{c2}$, A es la ganancia la frecuencia de oscilación. En general, trate de conservar la frecuencia de oscilación menor que la frecuencia de corte del amplificador con FET. Si no fuese así, el desplazamiento de fase adicional a través del amplificador puede evitar que el oscilador arranque.



OSCILADOR COLPITTS¹⁷

1.2.3.7 OSCILADOR DE PUENTE DE WIEN

El oscilador de puente de Wien es un desplazador de fase RC que utiliza retroalimentación positiva y negativa. Es un circuito oscilador relativamente estable y de baja frecuencia que se sintoniza fácilmente y que se suele utilizar en los generadores de señales para producir frecuencias entre 5Hz y 1MHz.¹⁷



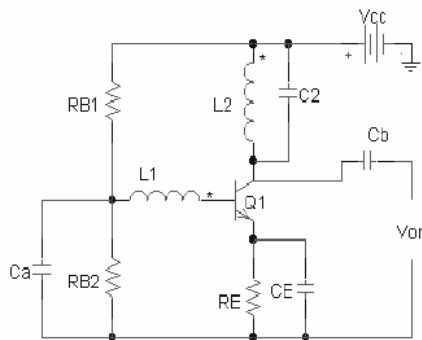
TÍPICO OSCILADOR WIEN¹⁸

¹⁷ <http://html.rincondelvago.com/emisor-de-radiofrecuencia.html>, 2001

¹⁸ <http://www.conicyt.cl/bases/fondecyt/proyectos/01/2005/1050357.html>, 1998

1.2.3.8 OSCILADOR DE LÍNEA

Oscilador de línea, Válvula cuya frecuencia está estabilizada por una línea coaxial resonante de baja pérdida, o bien por una escala resistencia-condensador que proporciona el retardo necesario (cambio de fase) en un bucle de realimentación.



OSCILADOR DE LÍNEA¹⁹

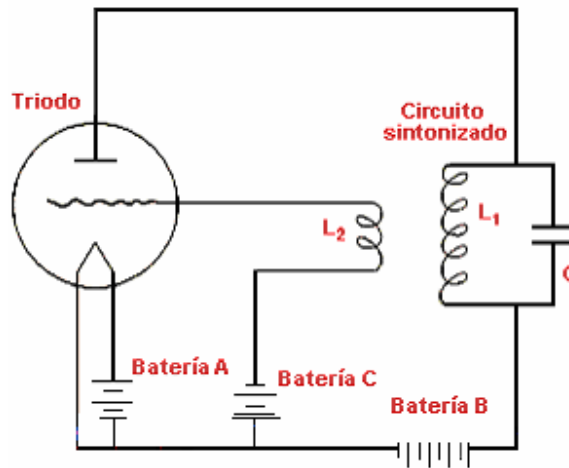
1.2.3.9 OSCILADOR ARMSTRONG

La Figura es un ejemplo de oscilador Armstrong. En este circuito el colector excita un circuito tanque resonante LC. La señal de realimentación se toma de un devanado secundario pequeño y se lleva a la base. Hay un desplazamiento de fase de 180° en el transformador, lo que significa que el desplazamiento de fase alrededor del lazo es cero. Ignorando el efecto de carga de la base, la fracción de realimentación es $B = \frac{M}{L}$. Donde M es la inductancia mutua y L es la inductancia del primario. Para que el oscilador Armstrong arranque, la ganancia de tensión debe ser mayor que 1/B.

¹⁹ <http://www.monografias.com/trabajos11/semi/semi.shtml>, 2000

Un oscilador Armstrong utiliza un transformador de acoplo para realimentar la señal. Esta es la manera de reconocer variaciones de este circuito básico. Al devanado del secundario algunas veces se le conoce como Bobina de compensación, pues realimenta la señal que mantiene las oscilaciones. La frecuencia de resonancia está dada

por la ecuación $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C}}$, empleando la L y C mostradas en la figura #10a. En general, no se considera de mucha utilidad el oscilador Armstrong, debido a que la mayoría de los diseñadores evitan en lo posible los transformadores.



Oscilador²⁰

²⁰ Enciclopedia Encarta, 2001

1.2.4 FUENTE

A la hora de hablar de las fuentes es igual que los otros temas que hemos visto en la parte superior, hay muchas opciones de fuentes de alimentación claro que en un comienzo hay que hablar de que es una fuente, pues con respecto a algo mas específico vamos ver varios ejemplos pues por poner un ejemplo las fuentes de alimentación del circuito del sensor puede variar entre 12 V, 24V, 124V, 220V. Aunque en la actualidad es bastante común encontrar sensores que manejan un margen de voltajes de entrada, esto es que tanto funciona un sensor con 12V como con 220V funcionan de la misma manera con cualquiera de los dos voltajes y esto nos ahorra un gasto en transformadores que tendríamos que utilizar para bajar el voltaje para el sensor.

Primero definamos que es una fuente de alimentación y esto es: La fuente de alimentación (Power supply en inglés) es como su nombre indica, la encargada de suministrar energía eléctrica a los distintos elementos que componen nuestro sistema informático.

La electricidad que llega hasta nuestros hogares u oficinas es del tipo conocido como "corriente alterna" y nos es suministrada habitualmente con una tensión (o voltaje) que suele ser de alrededor de 115 o 230 voltios. Este tipo de corriente no es en absoluto adecuada para alimentar equipos electrónicos, y más concretamente dispositivos informáticos, en dónde es necesario trabajar con "corriente continua" y voltajes mucho más bajos...

Por tanto, este dispositivo es el que se encarga de "reducir" el voltaje (mediante un transformador) y posteriormente convertir la corriente alterna en continua (con un puente de diodos) para finalmente filtrarla (mediante condensadores electrolíticos). Así vemos que la fuente de alimentación depende del voltaje que se necesite para el sensor.

1.2.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE

Ahora las características de las fuentes de alimentación los iremos desglosando a continuación: Uno de los aspectos medibles de una fuente de alimentación es su potencia. Esta viene expresada en vatios e indica la capacidad para alimentar más dispositivos o de mayor consumo. Suele ser habitual encontrar modelos entre 200 y 300 w (vatios), aunque también existen otros, sobretodo los que siguen el estándar MicroATX o FlexATX que ofrecen potencias menores.

Otra característica bastante obvia es la tensión soportada, así como la frecuencia de la misma. Existen modelos que sólo funcionan con un tipo determinado, y otros, normalmente vi tensión que permiten ser utilizados prácticamente en cualquier zona del mundo. De éstos, la mayoría incluyen un pequeño conmutador para pasar de una a otra o incluso algunos más sofisticados realizan esta misma tarea automáticamente.

1.2.4.2 ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA

Es muy importante que si compramos un modelo en una zona geográfica que no sea la nuestra tengamos mucha precaución con este aspecto, ya que conectar un equipo a una tensión más alta de la permitida puede ocasionar grandes daños en él.

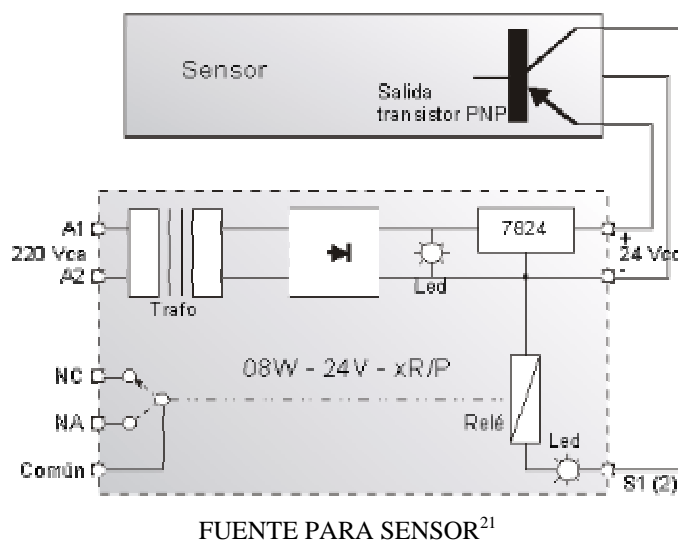
Otros aspectos a tener en cuenta son la protección contra cortocircuitos y subidas de tensión, aunque en la práctica, sin un buen estabilizador de tensión es difícil obtener una buena protección.

1.2.4.3 EJEMPLOS DE FUENTES

Con idea de alimentar sensores, los modelos **08W-24V-1R/P** y **08W-24V-2R/P** incluyen, dentro del gabinete, uno o dos relees respectivamente, para ser conectados a los transistores de salida del sensor. De esta forma, el equipo, además de alimentar al sensor desde los 220 Vca, ofrece un contacto mecánico, galvánica mente aislado del sensor, para ser intercalado dentro del cableado de “220 Volts”.²¹

1.2.4.4 VENTAJAS DEL USO DE FUENTES ESPECIALES PARA SENSORES

Evita el uso de “tecnología electrónica”: El personal “eléctrico” podrá afrontar el servicio de los tableros con sus propias herramientas. Se elude un nuevo tipo de insumos y el empleo de armadores de circuitos impresos. También hablamos de que este tipo de fuentes son fáciles de operar y conectar además que como son especiales para sensores tienen protecciones propias para su uso y esto nos da mas seguridad de que nuestros sensores estarán muy bien protegidos, otra ventaja seria que como el consumo de corriente es muy pequeña en los sensores las fuentes no necesitan tener gran volumen así que nuestra fuente también tendrá un tamaño adecuado para su uso.

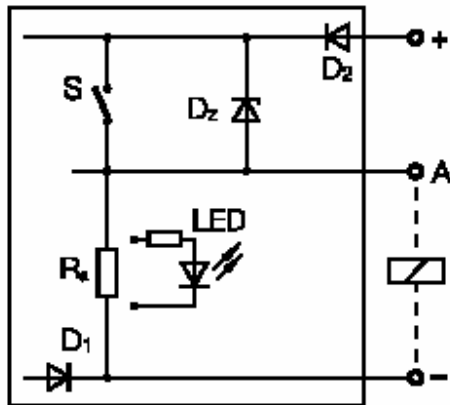


1.2.5 CIRCUITO DE SALIDA DE LOS SENSORES

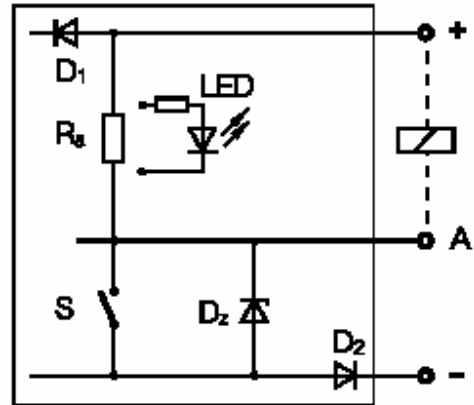
Al igual que todo lo pasado los circuitos utilizados de salida para los sensores varían según el tipo de sensor, pero a continuación veremos tipos de circuitos de salida para los sensores inductivos.

²¹ <http://html.rincondelvago.com/rectificador.html>, 1997

PNP, conmutación positiva
(fuente de corriente)



NPN, conmutación negativa
(sumidero de corriente)



CIRCUITOS DE SALIDA PARA LOS SENSORES²²

S = Detector semiconductor

Ra = Resistencia de salida

Dz = Diodo Zener, limitador

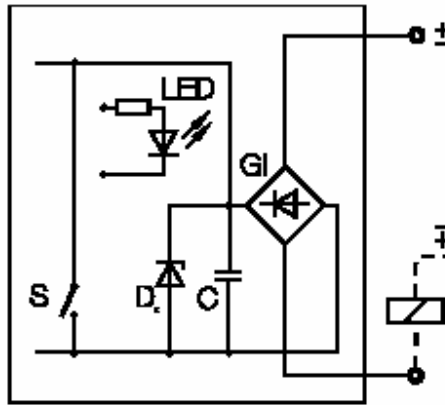
D1 = Diodo de protección contra polaridad incorrecta

D2 = Diodo de protección contra polaridad incorrecta en circuito de carga (sólo en ejecución resistente a cortocircuito)

LED = Diodo electro-luminiscente

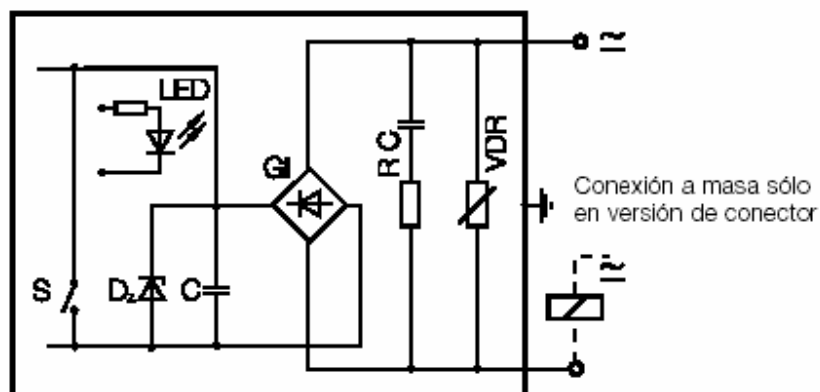
²² <http://olimpia.uanarino.edu.co/oibf/ibero04/oibfixth.pdf>, Septiembre de 2004

No polarizado



SALIDA NO POLARIZADA²³

- S = Detector semiconductor
- Dz = Diodo Zener, limitador
- C = Condensador
- GI = Puente rectificador
- LED = Diodo electro-luminiscente



DETECTORES AC Y AC/DC 2 HILOS (DETECTORES MULTICORRIENTE)²⁴

²³ Op.Cit.

²⁴ http://www.pilz.com/downloads/Leaflet_Safe_Sensor_Tech_E.pdf, 1/10/04

S = Detector semiconductor

Dz = Diodo Zener, limitador

C = Condensador de filtración

RC = Limitación de picos AF

G1 = Puente rectificador

LED = Diodo electro-luminiscente

VDR = Limitador de picos de tensión

1.3 DESCRIPCIÓN DE UN SENSOR

Antes que nada mostrare tres definiciones que se encuentran en muchas enciclopedias electrónicas, que definen al censor:

- Componente que convierte energía mecánica en una señal eléctrica, ya sea generando la señal o controlando una fuente eléctrica, ya sea generando la señal o controlando una fuente eléctrica externa.
- Transductor diseñado para producir una salida eléctrica proporcional a alguna cantidad que varía con el tiempo, como temperatura, iluminación, presión, etc.
- Dispositivo o componente que reacciona ante un cambio; la reacción se aprovecha para hacer que funcione un control o instrumento; por ejemplo, la resistencia del transmisor se altera al cambiar la temperatura y esa modificación puede utilizarse en los circuitos eléctricos para variar la corriente.²⁵

²⁵ Rudolf F. Graf, México D.F, 1997, pag 627, Diccionario Moderno de Electrónica

Un *sensor* es un dispositivo empleado para convertir una magnitud física o química en una señal generalmente eléctrica que puede de esta forma ser fácilmente procesada, almacenada o transmitida.²⁶ Es por tanto un elemento transductor que puede transformar una magnitud en otra diferente, en este caso eléctrico, como los dispositivos actuadores, encargados de transformar una magnitud eléctrica en una de otro tipo, generalmente provocando una acción (Ej. Abriendo o cerrando una válvula).



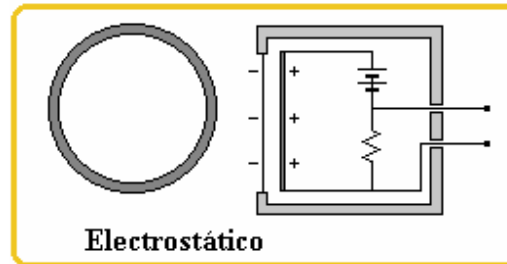
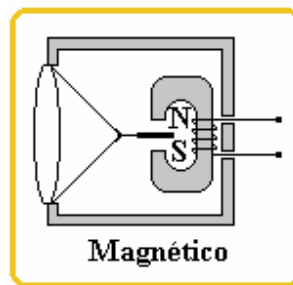
VÁLVULA²⁷

Los sensores son transductores por que reciben una señal y la convierten en otra para que esta pueda ser entendida y utilizada, hay muchísimos tipos de sensores todo es de acuerdo a su utilización o fin por el que fue construido las partes básicas del sensor seria una señal de entrada, el transductor y una señal de salida ya modificada para su utilización, en la actualidad hay muchos tipos de sensores que tienen integrado al cuerpo diferentes componentes, algunos son para manipular la señal y sea útil para algún ordenador .²⁶

²⁶ Op.Cit.

²⁷ http://www.ab.com/catalogs/C114-CA001A-ES-P/2a_proxi.pdf

1.4 TIPOS DE SENSORES

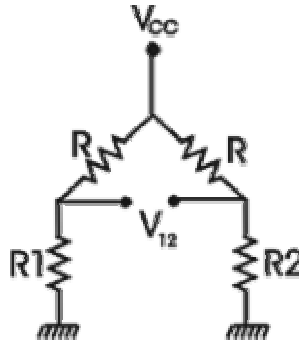
TRANSDUCTOR ELECTROESTÁTICO²⁸TRANSDUCTOR MAGNÉTICO²⁹

La señal eléctrica proporcionada a la salida del sensor puede ser una tensión, corriente o carga, pero también una variación en la resistencia o capacidad del sensor (en cuyo caso se suele hablar de sensores resistivos y capacitivos, respectivamente). Tal variación se puede convertir fácilmente en una variación proporcional de tensión, corriente o carga, mediante configuraciones en puente resistivo o capacitivo, por ejemplo.

²⁸ <http://www.ehu.es/acustica/espanol/electricidad/transes/transes.html>, Curso de Acústica creado por GA.

© Copyright 2003

²⁹ Op.Cit.

PUENTE RESISTIVO³⁰

Un sensor de proximidad es utilizado para detectar el paso o la posición de una pieza, u "Objeto", y desencadenar un proceso (por ejemplo maquinado, armado, etiquetado, traslado) dentro de una secuencia automatizada.³¹

1.4.1 TRANSDUCTORES DE POSICIÓN

La figura muestra dos tipos de potenciómetro: (a) transnacional y (b) rotacional. El potenciómetro consiste en un resistor fijo con un contacto móvil que responde al movimiento físico, cambiando de esta manera la relación de resistencia y, por lo tanto, el voltaje de salida del divisor de voltaje. El cambio resultante en la resistencia se podría usar en un circuito puente o producir un voltaje en forma directa, como se muestra en la figura . 30

El transformador diferencial de variación lineal usa un acoplamiento variable entre el primario y los dos secundarios del transformador para crear voltajes de ca que dependen de la posición de un núcleo magnético. Los diodos y resistores que se muestran en la figura rectifican los voltajes de ca y producen un voltaje de cd que, después de ser

³⁰ <http://www.aeet.org/ecosistemas/013/investigacion5.htm>, 28 Julio de 1994. Estación Experimental de Zonas Áridas.

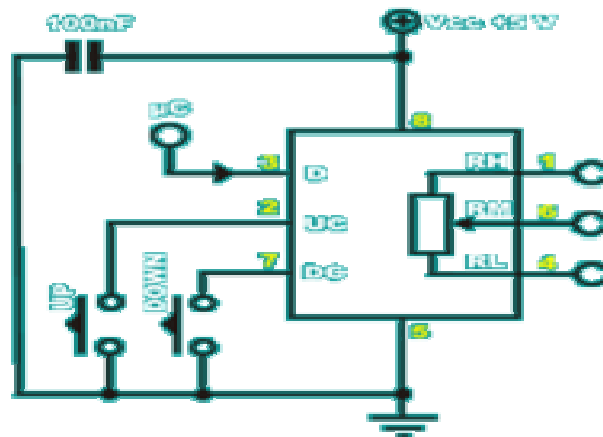
³¹ <http://www.monografias.com/trabajos13/tratot/tratot.shtml>, 1998.

filtrado apropiadamente, da una indicación de la posición del núcleo magnético. Con el núcleo en el centro, se crean voltajes iguales a través de los dos resistores y el voltaje de salida es cero. Con el núcleo fuera del centro, los voltajes son diferentes y producen un voltaje de salida cuya polariza indica la dirección del movimiento.

El voltaje de salida sin carga en la figura anterior es:

$$V_{salida} = V \times \frac{xR}{xR + (1-x)R} = xV \quad (0 < x < 1)$$

Hay potenciómetros disponibles en los que el voltaje de salida está relacionado al movimiento físico mediante funciones lineales y logarítmicas. Los potenciómetros rotacionales existen en versiones de una sola vuelta o de varias vueltas.

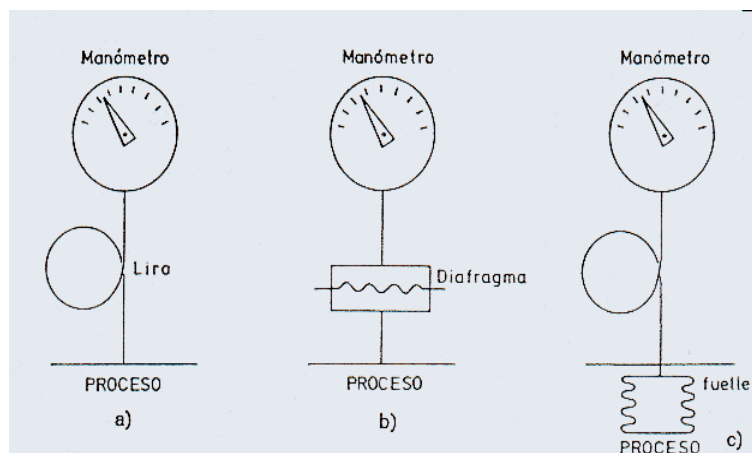


POTENCIÓMETRO³²

³² http://www.ab.com/catalogs/C114-CA001A-ES-P/1a_photo.pdf, 1997

1.4.2 TRANSDUCTORES DE PRESIÓN, TIPO DIAFRAGMA

La presión puede convertirse en fuerza o desplazamiento mediante el uso de diafragma, de fuelles o de tubos en espiral. Por lo tanto, puede medirse con una galga extensométrica o algún otro medio para monitorear su fuerza o desplazamiento.

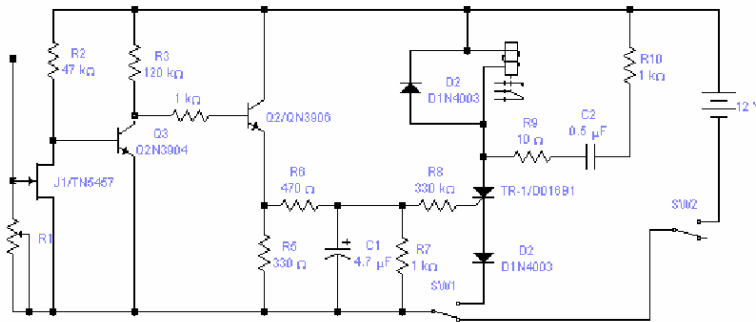


TRANSDUCTOR DE PRESIÓN³³

1.4.3 TRANSDUCTORES DE PRESIÓN, CELDAS DE PRESIÓN EN UN CIRCUITO INTEGRADO

Las celdas de presión basadas en sensores de semiconductor se fabrican por completo con circuitos puente y amplificadores. En efecto, la entrada a la celda es una presión, y la salida es una señal eléctrica.³³

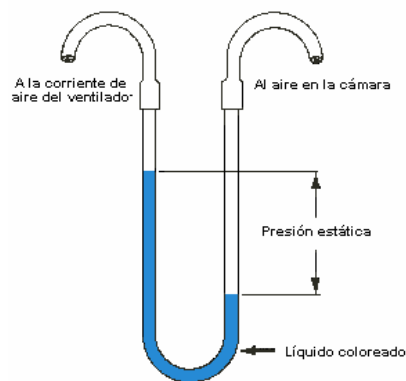
³³ <http://www.monografias.com/trabajos11/presi/presi.shtml>



CIRCUITO BÁSICO³⁴

1.4.4 TRANSDUCTORES DEL FLUJO DE FLUIDOS

El flujo de un fluido en una tubería puede monitorearse mediante la presión diferencial detectada a través de un orificio o una malla en red. El flujo de un fluido también puede medirse por medio de una turbina instalada en la corriente. La velocidad de rotación de la turbina puede ser medida en forma digital para determinar la velocidad del flujo.



TRANSDUCTORES DE FLUIDO³⁵

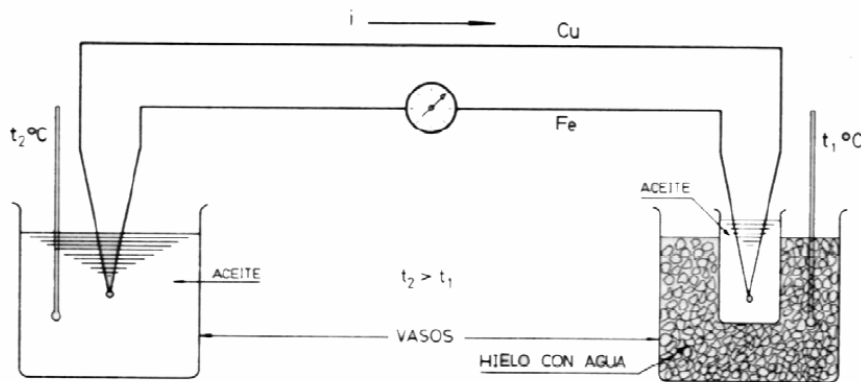
34

<http://www.ugm.edu.mx/descargas/archivos%20sec/3er.sem/Elementos%20de%20teoria%20del%20contr>

35 Op.Cit

1.4.5 TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA

Se dispones de muchos tipos de sensores de temperatura porque casi todos los procesos físicos son afectados por ésta. Los sensores difieren de acuerdo a su rango y precisión: para medir temperaturas en el rango de 500°F se usará un transductor diferente que para monitorear la temperatura de un sistema de aire acondicionado.



TERMOCUPLA³⁶

A continuación se describen dos tipos de transductores de temperatura que producen salidas eléctricas:

1.4.5.1 TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA, TERMISTORES

Un *termistor* es un resistor, hecho de un semiconductor, cuya resistencia depende de la temperatura. El cambio en la concentración de portadores intrínsecos con la temperatura produce una resistencia que disminuye en gran cantidad con los aumentos de temperatura. Un rango de temperatura típico para un termistor va desde -100 hasta +300°C, y el cambio de la resistencia es no lineal. Para monitorear cambios pequeños de temperatura el termistor puede situarse en un circuito puente, pero para grandes cambios de temperatura se podría requerir otro arreglo del circuito.

³⁶ Op.Cit.

Termistor es el dispositivo semiconductor de estado sólido, térmicamente sensible, que se fabrica sintetizando mezclas de los óxidos pulverizados de diversos metales. Se producen en muchas formas, como perlas, discos, hojuelas y varillas, a las cuales se unen alambres de contacto. A medida que su temperatura aumenta, la resistencia eléctrica (por lo regular) disminuye. El coeficiente de resistencia de temperatura correspondiente es extremadamente alto, no lineal y casi siempre negativo. Los coeficientes de temperatura tan altos y las características de resistencia en temperatura no lineales de los termistores les permiten realizar muchas funciones reguladoras singulares.

- Dispositivo semiconductor pasivo cuya resistencia eléctrica varía con la temperatura. Su coeficiente de resistencia es alto, no lineal y generalmente negativo.
- Estructura semiconductor de estado sólido (básicamente uno de los bolómetros) que cambia su resistencia eléctrica con la temperatura. Materialmente, se utiliza algún tipo de composición cerámica. Tiene una resistencia eléctrica mucho más alta que los bolómetros metálicos y por tanto requiere voltajes mucho mayores para ser útil.
- Resistor con un coeficiente de resistencia en temperatura alto y que exhibe una respuesta definida, confiable y reproducible a los cambios de temperatura. Los tipos con coeficiente de temperatura (TC) negativo muestran una disminución exponencial en la resistencia a medida que la temperatura aumenta. Los tipos con TC positivo presentan un aumento en la resistencia al aumentar la temperatura.
- Llamado también resistor térmico. Resistor que es sensible a los cambios de temperatura. Su valor ohmico cambia en función del cambio de temperatura.

1.4.5.2 TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA, TERMOPARES

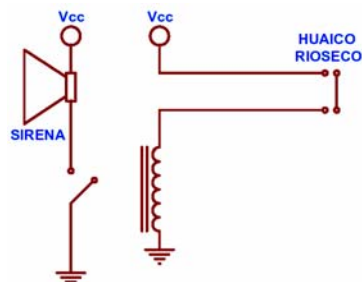
Un *termopar* es la unión entre dos metales distintos para producir un voltaje que depende de la temperatura de la unión. Los termopares utilizan este efecto para monitorear temperaturas en un amplio rango, hasta 2500°C. Como se muestra en la figura, se requieren dos uniones, con una unión de referencia que se mantiene a una temperatura constante, a menudo 0°C en hielo a medio derretir. Se usan muchos tipos de metales, dependiendo del rango de temperatura requerido y los coeficientes de temperatura típicos son $+50\mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

- También llamado unión térmica. Transductor de temperatura que comprende un circuito cerrado hecho con dos metales distintos. Si las dos uniones están a diferente temperatura, se genera una fuerza electromotriz que es proporcional a la diferencia de la temperatura entre las uniones. Esto se conoce como efecto Seebeck.
- Metales disímiles que, al soldarse juntos, generan un voltaje pequeño que depende de la temperatura relativa entre la unión más caliente y la unión más fría. Bancos de termopares conectados en serie o en paralelo forman una termopila. Ambas formas pueden considerarse una batería débil que convierte energía radiante en energía eléctrica.
- Dispositivo para medir la temperatura en el que dos conductores eléctricos de metales disímiles se unen en el punto de aplicación del calor y se genera una diferencia de voltaje directamente proporcional a la temperatura entre los extremos libres; esta diferencia se mide de manera potencio métrica.

- Par de alambres de metales disímiles unidos de modo que cuando su unión se calienta el efecto termoeléctrico causa la generación de un voltaje proporcional a la temperatura.³⁷

1.4.6 DETECTORES DE MOVIMIENTO

El detector de movimiento es un aparato que como su nombre lo indica se encarga de registrar o actuar cuando se ejerce un movimiento dentro del área de registro, se tuvo uno desarrollado por el Dr. por el Dr. Ronald Woodman (1968), que consistía en (1968), en un detector de movimiento y que al unirse los extremos del interruptor, hacía sonar una alarma extremos del interruptor, este sensor se colocaba a unos 1000 mts. cuesta arriba, en el cauce de la quebrada de Río, en el cauce de la quebrada de Río Seco.



DETECTOR DE MOVIMIENTO³⁷

1.4.6.1 DETECTOR DE MOVIMIENTO POR RADIOFRECUENCIA

Es Sensor que detecta el movimiento de intrusos por medio de un campo magnético de intrusos por medio de un campo electromagnético de radiofrecuencia radiado. El dispositivo detecta una perturbación en el campo de radiofrecuencia generado, provocada por el movimiento de los intrusos, comúnmente una modulación del campo

³⁷ http://www.automatiza-elec.es/Pu_Cilin.htm, 29.09.2004 Automática Electrónica y Control, S.L

referida como efecto Dopler, que inicia una señal de alarma. La mayor parte de los detector de movimiento por radiofrecuencia están certificados por la FCC para operar como “sensores de perturbación de campo” en una de las siguientes frecuencias: 0.915GHz (banda L), 2.45 GHz (banda s), 5.8 GHz (banda X), 10.525 GHz (banda X), 10.525 GHz (banda X), y 22.125 GHz (banda K).

1.4.6.2 DETECTOR SÓNICO DE MOVIMIENTO

Es el Sensor que detecta el movimiento de intrusos porque perturban un patrón sonoro audible generado dentro del área protegida.

1.4.6.3 DETECTOR DE MOVIMIENTO ULTRASÓNICO

Es Sensor que detecta el movimiento de intrusos mediante equipo generador y detector de ondas ultrasónicas. El dispositivo opera llenando un espacio con un patrón de ondas ultrasónicas, cuya modulación por los objetos en movimiento se detecta y activa un sistema de alarma.

1.4.6.4 DETECTOR INFRARROJO DE MOVIMIENTO

Es Sensor que detecta cambios en la radiación de luz infrarroja de partes de áreas protegidas. La presencia de un intruso cambia la intensidad de la luz infrarroja proveniente desde su dirección.

1.4.7 SENSOR DE VIBRACIONES

Sensor que responde a vibraciones de la superficie en la que está montado. Tiene un interruptor que suele estar cerrado y que se abre momentáneamente cuando se le somete a una vibración cuya amplitud es lo bastante grande. Su sensibilidad es ajustable

para tener en cuenta los diferentes niveles de vibración normal, a los que el sensorio deberá responder diferentes lugares

1.4.8 SENSOR ENGANCHADOR

Sensor de estado sólido de efecto may que tiene un punto de operación positivo (polo sur) máximo y mínimo, así como uno de liberación negativo (polo norte) máximo y mínimo. Por tanto, cuando se opera el sensor con un polo sur, permanecerá en la condición operada aun cuando se quite el imán de ese polo y se liberará sólo ante la presencia de un polo norte.

1.4.9 SENSOR HALL

Los sensores de efecto Hall son dispositivos de estado sólido los cuales forman un circuito eléctrico y, que cuando pasan a través de un campo magnético, el valor del voltaje del circuito varía dependiendo de un valor absoluto de la densidad del flujo. Es necesario llevar a cabo una referencia cruzada y ciertas cancelaciones cuando se utiliza este tipo de sensor, para que las señales verdaderas puedan separarse de otras causas de grandes variaciones de los niveles de voltaje generados por el proceso de inspección.

Existe mucho desacuerdo dentro de la industria en cuanto a cuál es el mejor tipo de sensor para utilizarse en esta aplicación. Los sensores de efecto Hall son indudablemente más sensibles que las bobinas. Sin embargo, en esta aplicación las bobinas son más que adecuadas, más estables y confiables. Si uno se basa en la experiencia de la industria de inspección de tubulares, se observará que, para las inspecciones de tubos usados, el sensor preferido es aún la humilde bobina. Los sensores

de efecto Hall confirmaron ser demasiado sensibles cuando las condiciones de la superficie no son perfectas, lo cual resulta en una inspección poco confiable y la generación de muchas falsas alarmas.³⁸

En el capítulo 3 se hablara mas específicamente de lo que es el efecto hall sus características, formulas, usos y comienzos, el capítulo 3 habla casi específicamente de este tipo de sensores.

1.4.10 SENSOR PASIVO

Detector que registra radiación natural o perturbaciones de radiación, pero que no emite la radiación en la cual se basa su operación.

1.4.11 SENSOR CAPACITIVO

Sensores capacitivos son los sensores capacitivos (polímero orgánico capacitivo) es diseñados normalmente con platos paralelos con electrodos porosos o con filamentos entrelazados en el sustrato. El material dieléctrico absorbe o elimina vapor de agua del ambiente con los cambios del nivel de humedad. Los cambios resultantes en la constante dieléctrica causa una variación en el valor de la capacidad del dispositivo por lo que resulta una impedancia que varía con la humedad. Un cambio en la constante dieléctrica de aproximadamente el 30% corresponde a una variación de 0-100% en la humedad relativa. El material sensor es muy delgado para alcanzar grandes cambios en la señal con la humedad. Esto permite a el vapor de agua entrar y salir fácilmente y el secado rápido para la sencilla calibración del sensor. Este tipo de sensor es especialmente apropiado para ambiente de alta temperatura porque el coeficiente de temperatura es bajo y el polímero dieléctrico puede soportar altas temperaturas. Los sensores capacitivos son también apropiados para aplicaciones que requieran un alto grado de sensibilidad a niveles bajos de humedad, donde proveen una respuesta relativamente rápida. A valores

de humedad superiores al 85% sin embargo el sensor tiene una tendencia a saturar y se transforma en no lineal.



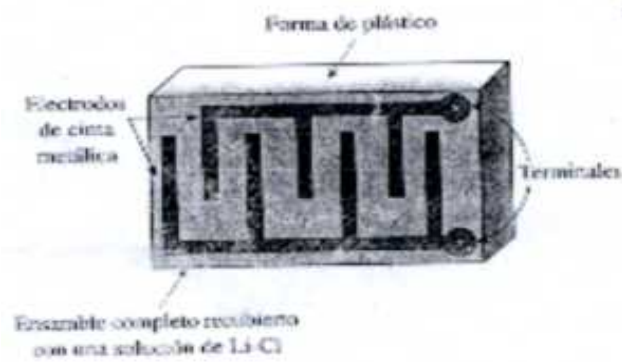
SENSOR CAPACITIVO³⁸

1.4.12 SENSORES DE HUMEDAD

Para empezar vamos a definir algunos conceptos para entender mejor de que trata cuando hablamos de lo que es sensor de humedad, primero que es la humedad, Es un fenómeno natural que se presenta a nivel molecular y se encuentra relacionada con la cantidad de moléculas de agua presentes en una determinada sustancia, la cual puede estar en estado liquido o gaseoso, ahora es importante saber que la ciencia que se encarga de estudiar la humedad se le llama **Higrometría** y por lo tanto al sensor que se encarga de medir la humedad se le llama higrómetro ahora como el sensor tiene que medir la saturación de humedad en el ambiente vamos a ver que es la saturación de un gas, Se dice que un gas esta saturado cuando este no es capaz de soportar mas vapor de Agua a una temperatura y presión absoluta dada. Cual es gas esta en saturación la cantidad de agua que se evapora es igual a la cantidad de agua que condensa. también tenemos que saber a que se le llama humedad absoluta por que digamos esta es la unidad con la cual vamos a medir la humedad, Es el número de gramos de vapor de agua en Kg. Contenido en un metro cúbico de aire. Ahora humedad específica es, Describe la cantidad de vapor de agua en una mezcla con respecto a la cantidad de aire seco presente, ahora a continuación

³⁸ <http://www.varitel.com/sensores/inductivos.htm>, 1999

vamos a ver diferentes sensores que nos sirven para medir la humedad en diferentes ambientes.

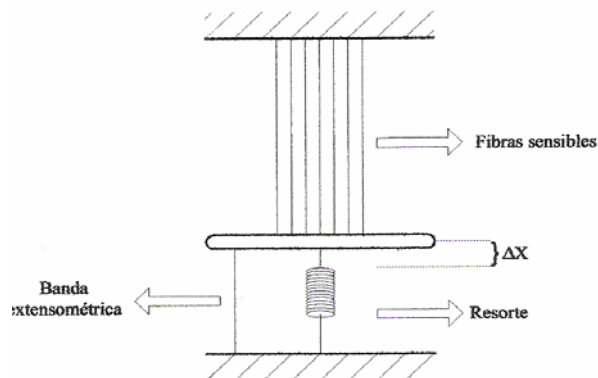


SENSOR DE HUMEDAD³⁹

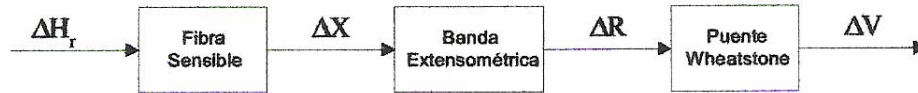
1.4.12.1 SENSORES MECÁNICOS (POR DEFORMACIONES)

Este tipo de sensores aprovechan los cambios en las dimensiones que sufren cierto tipo de materiales en presencia de la humedad. Los más afectados son algunas fibras orgánicas y sintéticas. Al aumentar la humedad relativa las fibras aumentan de tamaño (se alargan), esta deformación puede ser amplificada de alguna manera.

Es desplazamiento (ΔX) puede ser medido de una o varias maneras el cual consiste en ubicar una banda extensiométrica (filamento resistivo, que puede ser metálico o semiconductor).



³⁹ http://www.nortecnica.com.ar/pdf/teoria_inductivos_1_2.pdf

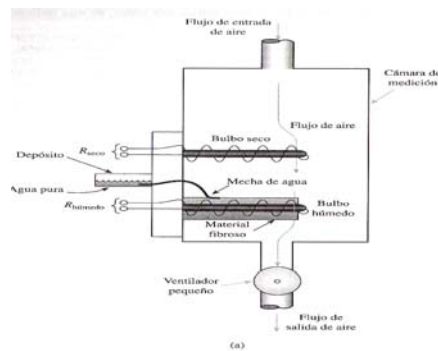


SENSORES MECÁNICOS⁴⁰

1.4.12.2 SICRÓMETRO (BULBO SECO Y BULBO HÚMEDO)

Un sicrómetro es un dispositivo de medición de humedad relativa que tiene dos transductores de temperatura (termómetros).

Un termómetro mide la temperatura de un elemento que sencillamente esta colocado en el aire ambiental (bulbo seco) el segundo termómetro mide la temperatura de un elemento que esta rodeado de un material fibroso saturado de agua pura, el aire ambiental es forzado para que pase sobre el bulbo húmedo y seco por algún ventilador.⁴⁰



(a)

Diferencia entre las temperaturas del bulbo seco y el bulbo húmedo (°F)

	1	5	10	15	20	25
40	92	60	—	—	—	—
50	93	68	38	12	—	—
60	94	73	49	26	6	—
70	95	77	55	37	20	3
80	96	79	61	44	29	16
90	96	81	65	50	36	24
100	96	83	68	54	42	31

(b)

Temperatura del bulbo seco (°F)

Humedad relativa (%)

SICRÓMETRO⁴¹

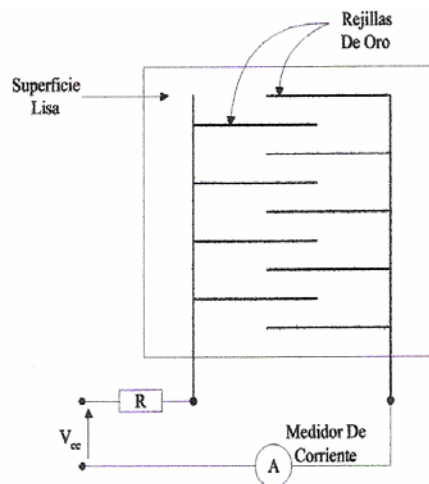
⁴⁰ <http://www.tii-tech.com/spanish/mb600.html>, 2001

⁴¹ <http://www.sick.es/es/productos/sensores/magneticos/es.html>

1.4.12.3 SENSORES POR CONDUCTIVIDAD

Si se tiene una superficie cualquiera en presencia de una mezcla gaseosa con vapor de agua, siempre habrá cierta cantidad de moléculas de agua presentes en dicha superficie.

La presencia de agua permite que a través de la superficie circule corriente, en ello se basan los sensores por conductividad.



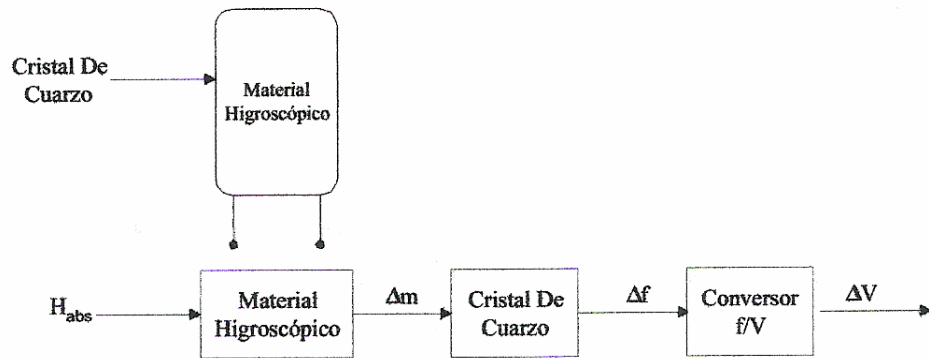
SENSOR DE CONDUCTIVIDAD⁴²

1.4.12.4 SENSORES PIEZOELÉCTRICOS

Los Cristales poseen frecuencias de oscilación bastantes estables, sin embargo al cambiar la masa del cristal por otros materiales sobre el experimenta una variación de 2000 Hz en su frecuencia de oscilación por cada microgramo de aumento en el material sobre su superficie por ello son empleados en la medición de la humedad dado que basta

⁴² http://www.honeywell.es/hw_productos_servicios/hw_sensores/Hw_Sensores_Control.htm, 2000

cubrirlos con una material higroscópico para el aumento la cantidad de agua sobre el cristal en forma proporcional a la humedad absoluta presente. A mayor masa menor es la frecuencia la frecuencia de oscilación bastantes robustos y muy sensibles.

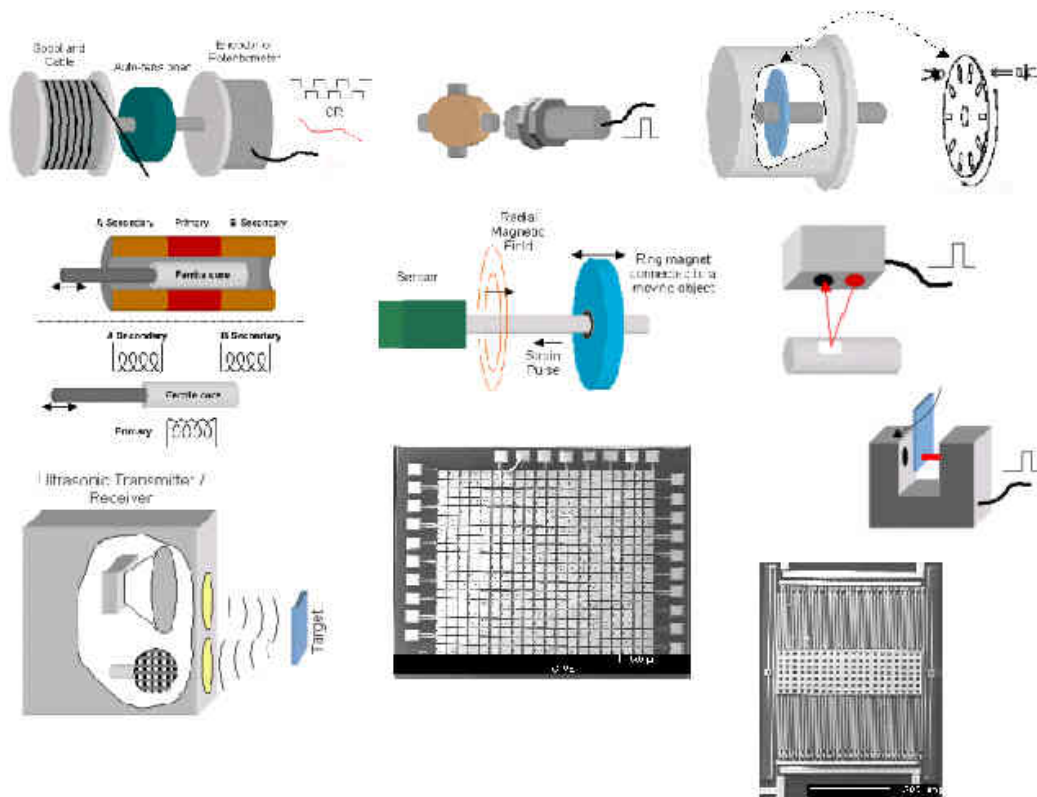
SENSOR PIEZOELÉCTRICOS⁴³

1.5 CARACTERÍSTICAS

Un **sensor** es un dispositivo que detecta, o *sensa* manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc.

Muchos los sensores son eléctricos o electrónicos, aunque existen otros tipos. Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (e.g. un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un display) de modo que los valores censados puedan ser leídos por un humano.

⁴³ Op.Cit.



CARACTERÍSTICAS⁴⁴

EJEMPLOS DE DIFERENTES SENSORES

Algunos de los sensores como los inductivos que muchas veces se utilizan para poder medir velocidades de engranes o cualquier otra cosa o para poder determinar la ubicación del mismo utilizan bobinas, como por ejemplo: Los sensores inductivos se utilizan en los automóviles para medir velocidades de rotación o detectar la posición angular de un determinado elemento. Su principal ventaja es su reducido costo la simplicidad, mientras que su mayor inconveniente es la falta de precisión cuando las velocidades de giro son bajas.

⁴⁴ <http://scmstore.com/acceso/sensores/index2.htm>, 1998

A la hora de evaluar los sensores, se les debe exigir una serie de características, que se pasan ahora a enumerar y comentar:

- **Precisión.** Una medida será más precisa que otra si los posibles errores aleatorios en la medición son menores. Se debe procurar la máxima precisión posible.
- **Rango de funcionamiento.** El sensor debe tener un rango de funcionamiento adecuado, es decir, debe ser capaz de medir de manera exacta y precisa un determinado abanico de valores de la magnitud correspondiente.
- **Velocidad de respuesta.** El sensor debe responder a los cambios de la variable a medir en un tiempo mínimo. Lo ideal sería que la respuesta fuera instantánea.
- **Calibración.** La calibración es el proceso mediante el que se establece la relación entre la variable medida y la señal de salida que produce el sensor. La calibración debe poder realizarse de manera sencilla y además el sensor no debe precisar una recalibración frecuente.
- **Fiabilidad.** El sensor debe ser fiable, es decir, no debe estar sujeto a fallos inesperados durante su funcionamiento.
- **Coste.** El coste para comprar, instalar y manejar el sensor debe ser lo más bajo posible.
- **Facilidad de funcionamiento.** Por último, sería ideal que la instalación del sensor no necesitara de un aprendizaje excesivo.

Todas estas características son las deseables en los sensores. Sin embargo, en la mayoría de los casos lo que se procurará será un compromiso entre su cumplimiento y el coste que ello suponga a la hora del diseño y fabricación.

Otras características a tener en cuenta son:

- Linealidad. La característica entrada/salida es lineal. Normalmente se evalúa la separación máxima de la línea recta.
- Histéresis. La salida del sensor para una determinada entrada varía dependiendo de que entrada esté aumentando o disminuyendo.
- Repetitividad. Es la variabilidad de la salida ante la misma entrada.
- Resolución. Es el cambio más pequeño en la entrada que puede ser detectable a la salida.
- Sensibilidad. Un pequeño cambio en la entrada causa un pequeño cambio en la salida. Normalmente se cuantifica por la relación entre el cambio en la salida dividido por el cambio en la entrada.
- Ruido. Es el nivel de señal espuria en la salida que no corresponde a un cambio en la entrada.
- Offset. Es el valor de salida del sensor cuando la magnitud medida es cero.

Diferencia de fase. Si se considera que el fenómeno a medir sufre una variación de tipo armónico, los transductores reproducen dicho fenómeno físico con un cierto retraso.

Este retraso, en general, es función de la frecuencia. Por la transformada de Fourier, cualquier función temporal puede considerarse como suma de señales armónicas, cada una con frecuencia diferente. Según lo afirmado en el párrafo anterior, el transductor representará el parámetro a medir con un retraso que en general, será distinto para cada frecuencia. La señal de salida del transductor será el resultado de superponer la señal resultante de cada una de las frecuencias que componían la señal original. Como el retraso introducido en cada una de ellas es distinto la señal resultante sufre una distorsión con relación a la variación de la señal original.

1.6 USOS DE LOS SENSORES

A los sensores se les puede encontrar casi en cualquier parte de nuestras casas o trabajos, en fin en cualquier parte por lo tanto a continuación pondremos algunos de los usos de los sensores por que hablar de cada sensor seria algo interminable pues a cada día se le siguen encontrando nuevas aplicaciones y descubriendo nuevos sensores.

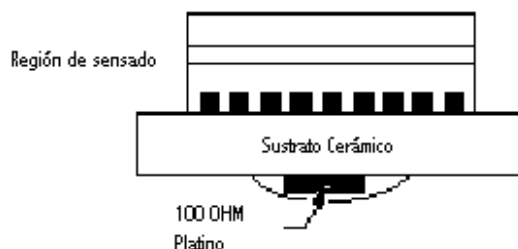
1.6.1 SENSOR DE DESPLAZAMIENTO

Sensores por desplazamiento Es quizás el tipo de sensor más antiguo y de uso común, utiliza un mecanismo para medir la expansión o contracción de un cierto material que es proporcional a los cambios en el nivel de humedad relativa. Los materiales más comunes el nylon y la celulosa. Las ventajas de este tipo de sensores son el bajo costo de fabricación y es altamente inmune a la contaminación. Las desventajas son la tendencia a la descalibración en el tiempo y los efectos de histéresis significativos.

Sensor de bloque de polímero resistivo están compuestos de un sustrato cerámico aislante sobre el cual se deposita una grilla de electrodos. Estos electrodos se cubren con una sal sensible a la humedad embebida en una resina (polímero). La resina se recubre entonces con una capa protectora permeable al vapor de agua. A medida que la humedad permea la capa de protección, el polímero resulta ionizado y estos iones se movilizan dentro de la resina. Cuando los electrodos son excitados por una corriente alterna, la impedancia del sensor se mide y es usada para calcular el porcentaje de humedad relativa.

Por su misma estructura este tipo de sensores son relativamente inmunes a la contaminación superficial ya que no afecta su precisión aunque si el tiempo de respuesta. Debido a los valores extremadamente altos de resistencia del sensor a niveles de humedad menores que 20% es apropiado para los rangos altos de humedad.

Efectos de la temperatura y la humedad La salida de todos los sensores de humedad por absorción (capacitivos, resistivos, de film resistivo etc.), se ven afectados sensiblemente por la temperatura y la humedad relativa. A causa de esto se utilizan mecanismos de compensación de temperatura en aplicaciones que demanden alto nivel de precisión o un amplio rango de temperaturas. Cuando se compensa la temperatura de un sensor lo mejor es hacer la medición de temperatura tan cerca como sea posible de área activa del sensor, esto es en el mismo micro-ambiente. Esto es especialmente verdad cuando se combina la medición de RH y temperatura par derivar el punto de rocío Los instrumentos de tipo industrial para medir humedad y punto de rocío incorporan una resistencia de platino (RTD) en la parte posterior del sustrato del sensor para la integridad de la compensación de la diferencia de temperaturas. Para estos sensores de alta temperatura no se proveen los circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal

SENSOR DE DESPLAZAMIENTO⁴⁵

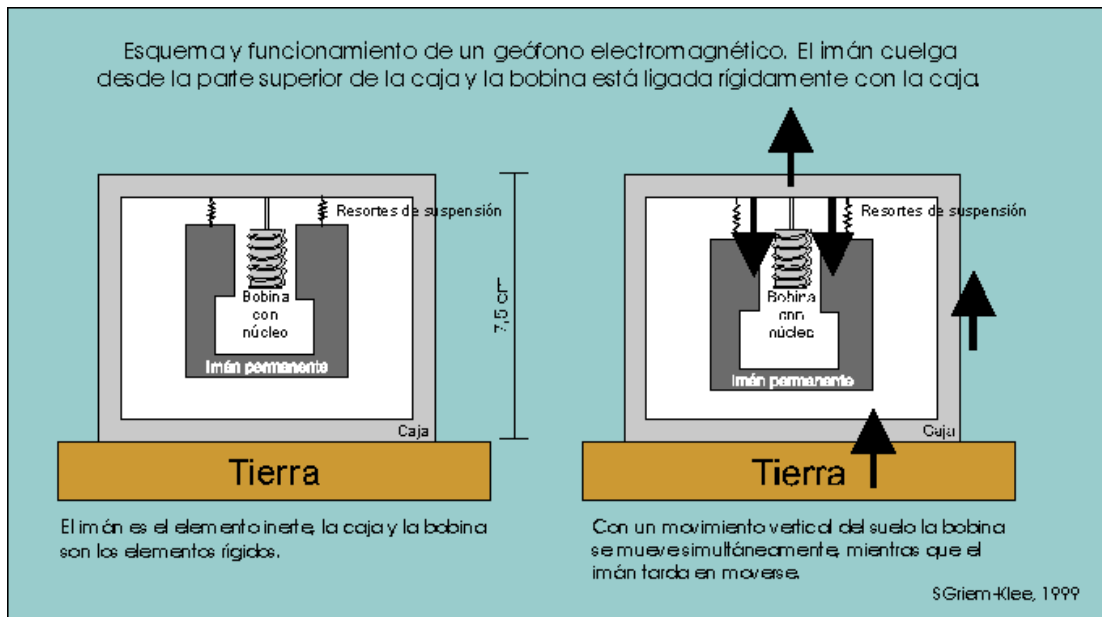
1.6.2 GEOFONO

Los geófonos funcionan según los mismos principios que aquellos de los sismógrafos, que se emplean para el registro de las ondas sísmicas generadas por un terremoto o un temblor. Como se quiere registrar los movimientos del suelo de un orden de $10^{-8} \text{ cm} = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$ los geófonos están equipados con amplificadores y registros eléctricos. Se distinguen los siguientes tipos de geófonos: los geófonos electromagnético, de reluctancia variable, de capacidad, piezoeléctrico o tipo de presión.

El geófono electromagnético es el más sencillo y el más empleado de los varios tipos de geófonos. Se constituye de una bobina y de un imán. Uno de estos dos elementos está fijado rígidamente con respecto a la superficie terrestre de tal manera, que se moverá junto con la superficie terrestre en respuesta a los movimientos sísmicos. El otro es el elemento inerte y cuelga sujetado por un resorte en un soporte fijo. En la figura 4.1 la bobina está sujetada rígidamente con respecto a la superficie terrestre y el imán, que cuelga sujetado por un resorte en el cajón, es el elemento inerte. Cualquier movimiento relativo entre la bobina e el imán produce una fuerza electromotriz entre los terminales de

⁴⁵ <http://www.varitel.com/sensores/hall.htm>, 1997

la bobina. El voltaje correspondiente a esta fuerza electromotriz es proporcional a la velocidad del movimiento. En la mayoría de los geófonos construidos para la prospección sísmica (véase fig.) la bobina presenta el elemento inerte y el imán forma una parte del cajón, que se mueve, si la superficie, en que se ubica el cajón, se mueve. La sensibilidad del geófono depende de la fuerza del imán, de la cantidad de espiras de la bobina y de la configuración del sistema. El tamaño de los geófonos electromagnéticos no sobrepasa la altura de 10cm.



GEOFONO⁴⁶

1.6.3 SWITCH DE EFECTO HALL

Originariamente fue utilizado en los juegos arcade. Una bolita de metal gira sobre contactos metálicos los cuales conducen indicando inclinación hacia el frente, atrás, adelante, derecha o izquierda.

⁴⁶ http://www.micropik.com/provisional/pag_sensores.htm, 2001



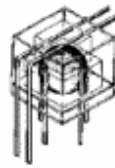
EFECTO HALL⁴⁷

Utilizado en sistemas de automotores. Contiene una bobilla de metal que requiere de una determinada fuerza de desaceleración para cerrar dos contactos.



EFECTO HALL⁴⁸

Contiene una bobilla de metal que requiere de una determinada fuerza de desaceleración para cerrar dos contactos. Poseen 5 contactos más dos superiores.



EFECTO HALL⁴⁹

Este pequeño dispositivo puede ser conectado a un transistor para encender un led o comandar un relee cuando se le acerca un imán. Diagrama de conexionado incluido.

1.6.4 sensores de humedad

Los sensores de humedad son muy utilizados en lugares donde se pretende controlarla ya sea por que hay elementos que son muy susceptibles a ella, como por ejemplo en lugares donde se encuentran grandes procesadores, conmutadores o en general elementos electrónicos muy delicados y con gran costo pues se procura tenerlos

⁴⁷ <http://www.uc3m.es/uc3m/dpto/IN/dpin04/ISL/sensores.pdf>, 2001

⁴⁸ Op.Cit.

⁴⁹ Op. Cit.

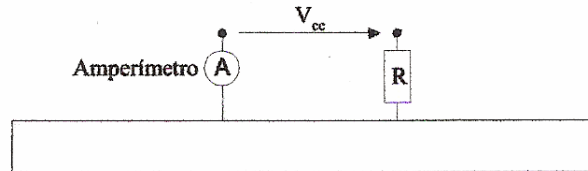
en lugares especiales en los cuales se regula la temperatura y la humedad para que estos aspectos afecten lo menos posible al aparato.

Aparatos electrónicos no son los únicos los que se les necesita regular la humedad también están los que mantienen plantas o animales fuera de su ecosistema y necesitan regularles la temperatura y la humedad, otro ejemplo podría ser en los laboratorios farmacéuticos los cuales crían bacterias y por lo tanto necesitan ambientes adecuados para que su crecimiento en las poblaciones sea el requerido y así hay muchos mas ejemplos donde se necesita controlar la humedad.

Como dato impresionante y que merece nuestra atención es como en la actualidad se utilizan medidores de humedad en algunos autos súper modernos para que actúen automáticamente los limpiaparabrisas antes esto solo se veía en los faros delanteros que se encendían por medio de un sensor al no detectar suficiente iluminación pero ahora lo vemos también con los limpiadores que funcionan de manera autónoma.

Se trata de utilizar la conductividad de la muestra (tierra) la cual va a ser mayor mientras mas sea la cantidad de agua presente en ella, se introducen 2 electrodos separados a cierta distancia, para luego ser sometidos a una diferencia de potencial constante. La corriente circulante será entonces proporcional a la cantidad de agua presente en la muestra.

$R =$ es una medida de protección en caso de corto circuito. La desventaja de este método es que si se agregan fertilizantes, o cambia la constitución de la mezcla se tendrá que volver a calibrar el instrumento el instrumento. Se recomienda además aplicar tiempos de medición cortos, dado a que los electrodos se pueden deteriorar, o APRA prevenir esta situación utilizar voltajes alternos, sin embargo se requerirá transformar la corriente alterna medida a una señal continua, en vista que la mayoría de los sistemas de adquisición de datos trabajan en modo de c.c.

SENSOR DE HUMEDAD⁵⁰

1.6.4.1 APLICACIONES DEL SENSOR DE HUMEDAD

1.6.4.1.1 CONFORT HUMANO

La presencia de un alto porcentaje de H r, nos hace sentir la sensación de estar incómodos sin embargo el alto costo de ambientación nos es muy económico, por lo que esta aplicación existe a nivel de servicios que es brindado por empresas del rubro turístico.

1.6.4.1.2 INDUSTRIA TEXTIL, PAPELERA Y DE PIELES

Como ya se explico anteriormente la humedad altera la estructura de ciertas fibras y tejidos esto afecta la calidad del producto elaborado. Por ello es muy común apreciar la aplicación de sistemas de regulación de humedad en industrias relacionadas con estos productos.

⁵⁰ http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UC/AVAILABLE/TDR-0525105-112810/6de8.APLcap6.pdf

1.6.4.1.3 INDUSTRIA MADERERA

El problema es similar al anterior, las maderas sufren deformaciones ante cambios de humedad y pueden llegar a desarrollar hongos, agrietamiento e incluso cambios de coloración.

1.6.4.1.4 INDUSTRIA ALIMENTICIA

La mayoría de los alimentos contienen o son preparados con grandes cantidades de agua, la regulación del monto de líquido presente es vital para lograr un producto óptimo y estandarizado, las aplicaciones más importantes son:

- Deshidratación de Frutas
- Panadería
- Refrigeración de frutas y carnes
- Conservación de vinos finos

1.6.4.1.5 INDUSTRIA FARMACOLÓGICA

Los medicamentos son elaborados bajo estrictas medidas de calidad en ello la humedad juega un rol importante dado que se emplea el uso de agua en la fabricación de muchos remedios, además de existir algunos procedimientos en la que la presencia de agua no es deseada.

1.6.4.1.6 METEREOLÓGÍA

Es quizás la aplicación más común, o más conocida de estos sensores. La humedad es una de las variables fundamentales en el estudio de la meteorología, y por

ello es necesario contar con medidores muy precisos para poder llevar registros, o realizar investigación científica.

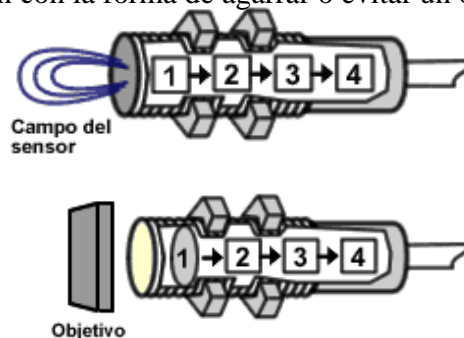
1.6.4.1.7 INDUSTRIA QUÍMICO-BIOLÓGICA

Se aplican en cultivos de bacterias para estudiar su comportamiento ante los antibióticos esto es realizado bajo condiciones de climatización extrema en donde el control de humedad es fundamental.

1.6.5 SENSORES DE PROXIMIDAD

Es una aplicación que queremos resaltar pero con brevedad por que mas adelante mencionamos bastante las aplicaciones de estos tipos de sensores ya que en la unidad 3 y 4 destinamos cada unidad a los dos tipos de sensores de proximidad como son los magnéticos y los inductivos y dentro de las cuales hablamos a detalle de los sensores pero como dije antes vamos a hablar con brevedad de las posibles aplicaciones de estos dos tipos de sensores que son esenciales como veremos en casi cualquier ambiente donde nos desenvolvamos.

Los sensores de presencia o proximidad tienen como finalidad determinar la presencia de un objeto en un intervalo de distancia especificado. Este tipo de sensores se pueden utilizar en relación con la forma de agarrar o evitar un objeto. ⁵⁰



SENSOR INDUCTIVO Y CAPACITIVO⁵¹

⁵¹ <http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=85>, 2002

Algunos de los puntos por los cuales estos sensores son importantes en la industria son:

- -Control de calidad
- -Ajuste de posición de robots
- -Reconocimiento de personas
- -Ajuste de posición

En control de calidad vemos que son importantes por que este tipo de sensores puede calificar ciertos puntos específicos de algunos productos como por ejemplo las dimensiones, los bordes o simplemente que tengan ciertas piezas en su lugar esto se hace localizando el sensor en ciertas áreas especificas y con esto que detecte si se encuentra cierto punto y cuando este haga falta que se active una alarma o que el producto detectado como defectuoso salga de la línea de construcción.

El ajuste de posición de un robot es esencial dentro de la robótica pues simplemente no podrían existir los robots sin sus sensores por que los sensores para un robot son como los sentidos para las personas esto es que un robot mas completo se encuentra entre mas sensores posea y esto es que tanto tiene que estar monitoreando el ambiente el robot como estar recibiendo la señal de donde se encuentran sus partes y en que posición están ahí vemos una mas de las aplicaciones de los sensores de proximidad.

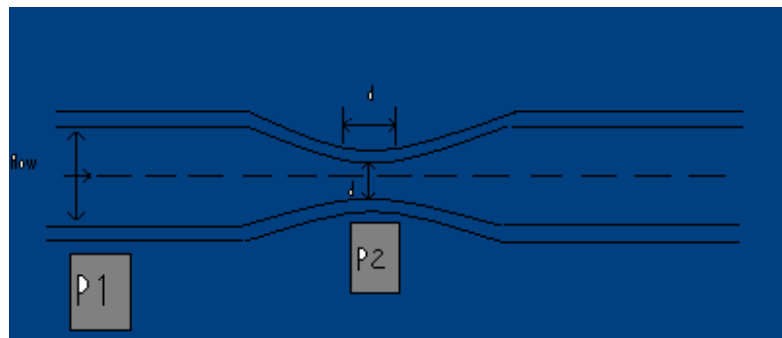
El reconocimiento de las personas la mayoría de las ocasiones son para la seguridad de las mismas esto es que si una persona se encuentra en la mitad de una zona de ensamblaje de alguna pieza y esto es peligroso para la persona entonces simplemente no actúa la maquina es un seguro para que así no sean lastimados los trabajadores.

El ajuste de posición es parecido a lo que hablábamos de los robots pero con la diferencia que ahora vamos a monitorear la posición de un articulo en cierta maquina de producción con el propósito de que este llegue en la posición adecuada al siguiente

proceso o que este no se caiga y con esto lastime la maquina pues si no fuera sentido la maquina continuaría y el articulo podría caer en una parte en la cual puede estropear la maquina.

1.6.6 SENSOR DE CAUDAL

Los sensores de caudal más comunes miden la gota en presión a través de una obstrucción insertada en la cabina presurizada en donde deseamos medir la relación de flujo.

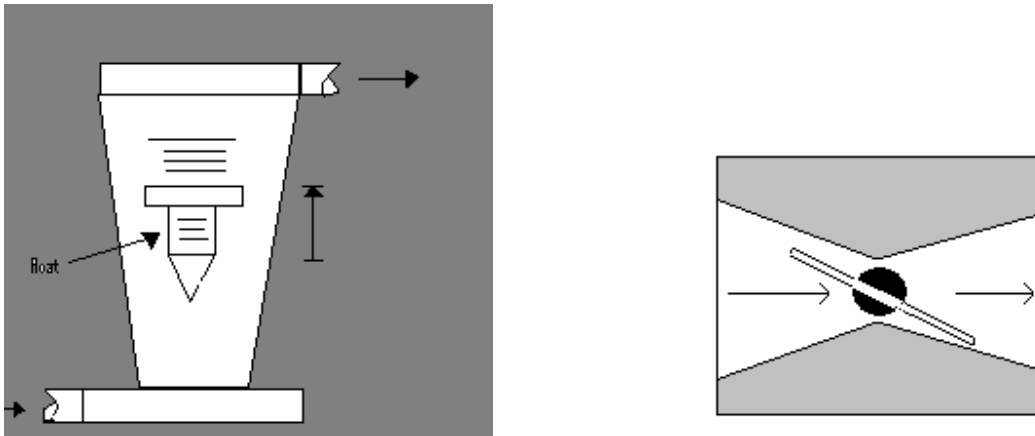


SENSOR DE CAUDAL⁵²

El roto-medidor funciona comparando la presión inicial en la entrada de cono, con la presión final, en la salida de este. Para presiones muy altas el cono suele hacerse de materiales como aluminio, metal, en lugar de vidrio.

Los medidores de caudal de turbina consisten en una navaja en un rotor que suspendida convierte en la velocidad de flujo en relación de flujo volumétrico

⁵² <http://www.monografias.com/trabajos12/rosytor/rosytor.shtml>, 2002



SENSOR DE CAUDAL⁵³

Las aplicaciones son muy variadas y hay bastantes ejemplos pero voy a mencionar a continuación los usos mas frecuentes en los cuales se aplica el sensor de caudal.

- Motores de combustión interna
- Cámara de compresión de turbina
- Registros de flujo de agua.
- Control de caudal en tratamiento de aguas residuales
- Medidores de flujo de liquido (Bombas eléctricas y repartidores de tomas)⁵³

Los puntos que se manejaron en la parte superior son muy fáciles de imaginar como funcionan en la realidad por lo que explicamos del sensor de caudal.

1.6.7 SENSOR DE CONTAMINACIÓN

Leyes internacionales, nacionales y regionales regulan las pautas de control de contaminación impuestas en incineradores de residuos, plantas de energía, fabricantes industriales y otros. la necesidad del ensayo ambiental del agua, suelo y aire es por lo tanto un tema importante en los procesos de producción actuales.

⁵³ Op.Cit.

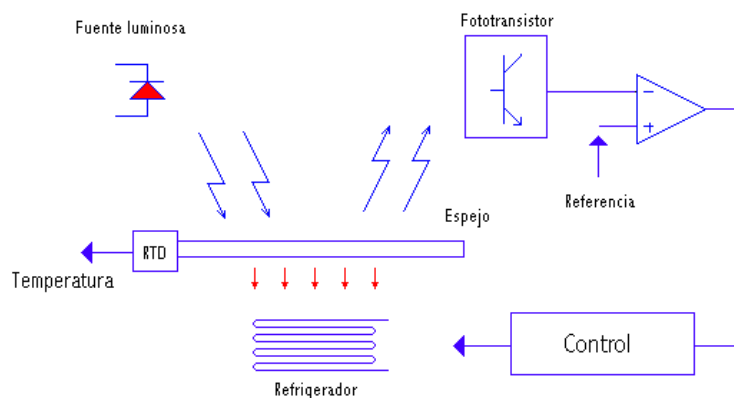
1.6.7.1 LOS PROBLEMAS DE LA CONTAMINACIÓN.

La humedad es una medición analítica en la cual el sensor debe estar en contacto con el ambiente del proceso,. esto tiene implicancias en la contaminación y degradación del sensor en grados variables dependiendo de la naturaleza del ambiente de que se trate.

En casi todos los procesos industriales hay un gran potencial de contaminación por las partículas que pueda llevar el gas o por los contaminantes solubles que contiene la humedad que se quiere medir.

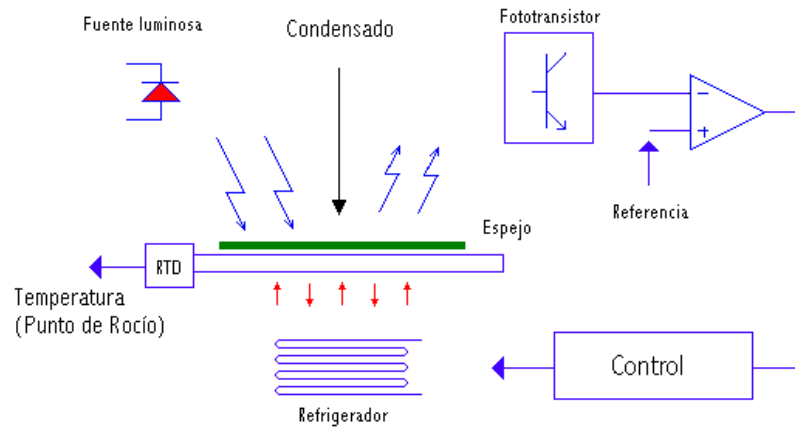
1.6.7.2 FUNCIONAMIENTO

Ya que el higrómetro óptico provee una medición en la que el sistema de control continuamente recibe la luz de la superficie del espejo, el sensor reaccionará ante cualquier partícula o sal contenida en el vapor de agua que se deposite en la superficie del espejo.



HIGRÓMETRO ÓPTICO CUANDO EMPIEZA LA MEDICIÓN⁵⁴

⁵⁴ http://www.micropik.com/provisional/pag_sensores.htm, 2003



HIGRÓMETRO ÓPTICO CUANDO ALCANZA EL PUNTO DE MEDICIÓN⁵⁵

1.6.7.3 APLICACIÓN

Las aplicaciones típicas de los higrómetros ópticos de condensación son:

- Las aplicaciones típicas de los higrómetros ópticos de condensación son:
- Líneas de aire medicinal
- Equipo electrónico refrigerado con líquido
- Computadoras refrigeradas
- Hornos de tratamiento térmico
- Hornos de fundición
- Control ambiental de recintos
- Secadores
- Estándares de calibración de humedad.⁵⁴

⁵⁵ <http://scmstore.com/acceso/sensores/altaCalidad/proximidad/solid.htm>, 2003

CAPITULO 2

SENSORES INDUCTIVOS

2.1 INTRODUCCIÓN A LOS SENSORES INDUCTIVOS

Los sensores de proximidad inductivos utilizan detección sin contactos y circuitos de estado sólido para asegurar la durabilidad en los ambientes más agresivos. No existe energía mecánica que haga que el sensor cambie de estado, el sensor de proximidad depende de la energía eléctrica para cambiar de estado.



SENSORES INDUCTIVOS⁵⁶

Cuando la tensión se convierte en información, a menudo, la inducción pasa a ser importante. Los sensores inductivos detectan objetos metálicos en áreas de exploración generalmente muy pequeñas. El diámetro del sensor es el factor decisivo para la distancia de conmutación, que con frecuencia es de sólo unos cuantos milímetros. Por otra parte, los sensores inductivos son rápidos, precisos y extremadamente resistentes.⁵⁶

⁵⁶ http://www.ab.com/catalogs/C114-CA001A-ES-P/2a_proxi.pdf

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES INDUCTIVOS

- Detección de objetos metálicos.
- Medidas todo o nada.
- Muy utilizados a nivel industrial.
- Alcance máximo de detección
- Desde algunos mm a varios de cm.
- Pueden manejar una carga tipo relé.
- Los detectores de proximidad son dispositivos que detectan una distancia crítica y la señalizan mediante una salida del tipo todo-nada.
- Los detectores de proximidad inductivos son muy empleados en aplicaciones industriales para la detección de objetos metálicos.⁵⁷

El uso de estos sensores es realmente sencillo pero, para optimizar su aplicación, será conveniente tener en cuenta:

a) La presencia de una bobina apantallada o no apantallada modifica la distribución del campo, ocasionando un cambio en la distancia de detección del sistema.

b) El tamaño del objeto. El fabricante proporciona el alcance de sus sensores para un tamaño estándar de objeto. Si el objeto es más grande que el estándar se detectará a una distancia más grande y si es más pequeño aplicaremos los coeficientes de la tabla.

c) El material del objeto. En la tabla se indican una serie de factores de corrección de la distancia de alcance en función del material.

2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SENSORES INDUCTIVOS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • No entran en contacto directo con el objeto a detectar. • No se desgastan. • Tienen un tiempo de reacción muy reducido • Tiempo de vida largo e independiente del número de detecciones. • Son insensibles al polvo y a la humedad. • Incluyen indicadores LED de estado y tienen una estructura modular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sólo detectan la presencia de objetos metálicos. • Pueden verse afectados por campos electromagnéticos intensos. • El margen de operación es más corto en comparación con otros sensores.

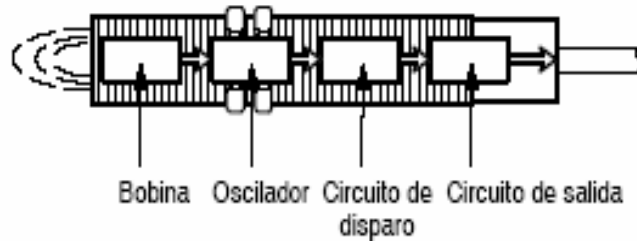
TABLA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS⁵⁷

2.4 PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD INDUCTIVOS

Los **sensores inductivos** de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos.

El sensor consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor del nivel de disparo de la señal y un circuito de salida.

⁵⁷ http://www.schillig.com.ar/Sensores_de_Proximidad_fr.htm

SENSOR INDUCTIVO⁵⁸

Al introducir un objeto metálico en el campo, se inducen corrientes de histéresis en el objeto, una corriente oscilante fluye a través de la bobina e irradia un campo electromagnético desde la cara activa del sensor. El núcleo de ferrita dirige y le da forma a este campo. El núcleo asegura que el campo esté presente solamente en su cara frontal.

Cuando un conductor eléctrico o un objetivo metálico entra al campo electromagnético, se extraen corrientes parásitas del oscilador y se inducen al objetivo. Estas corrientes parásitas extraen energía del campo electromagnético. Las pérdidas de energía causadas por las corrientes parásitas se deben a tres factores:

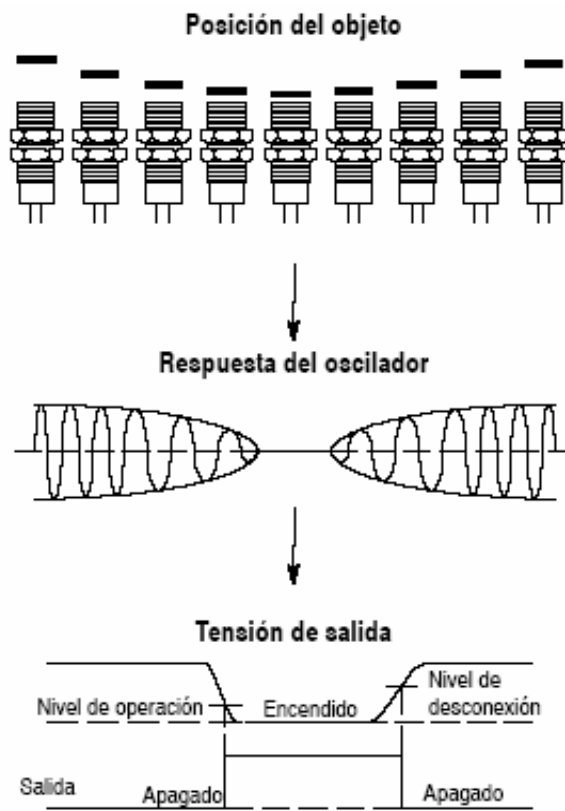
- La conductividad y permeabilidad magnética del objetivo
- La distancia y posición del objetivo
- La dimensión del objetivo

Cuando el objetivo metálico se coloca a una distancia precisa de la cara activa del sensor, las pérdidas de energía causadas por las corrientes parásitas se vuelven tan grandes que el amplificador no puede sacar suficiente energía para mantener la oscilación y el campo electromagnético se colapsa. El circuito de evaluación detecta la ruptura en la oscilación, por lo que cambia el estado del circuito de salida.⁵⁸

⁵⁸ http://www.schillig.com.ar/Sensores_de_Proximidad_fr.htm

Debido a ello hay una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación.

El circuito sensor reconoce entonces un cambio específico de amplitud y genera una señal que conmuta la salida de estado sólido a la posición “ON” (Encendido) y “OFF” (Apagado).



ÁREA DE FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR⁵⁹

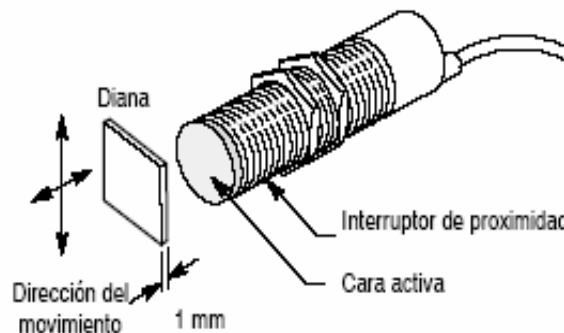
⁵⁹ Op.Cit.

Una diana metálica que se está aproximando a un sensor de proximidad inductivo (arriba) absorbe la energía generada por el oscilador. Cuando el objeto se halla próximo, la fuga de energía detiene el oscilador cambiando de estado la salida.

2.5 OBJETO ESTÁNDAR PARA SENSORES DE PROXIMIDAD INDUCTIVOS

La cara activa de un sensor de proximidad inductivo es la superficie por la que emerge el campo electromagnético de alta frecuencia.

Una diana estándar es un cuadrado de acero, de 1 mm de grosor, con longitud lateral igual al diámetro de la cara activa ó 3X la distancia de conmutación nominal, el que sea mayor de los dos. ⁶⁰



COLOCACIÓN DEL OBJETO A DETECTAR⁶⁰

2.6 RANGO DE DETECCIÓN

El factor más obvio que determina el rango es el tamaño del sensor. La fuerza del campo irradiado depende del tamaño del núcleo del sensor. Los sensores más grandes

⁶⁰ <http://www.varitel.com/sensores/inductivos.htm>, 1999

tienen núcleos más grandes y, por lo tanto, mayores rangos. Es importante seleccionar siempre un sensor que sea suficientemente grande para proporcionar un rango adecuado para la aplicación. Un sensor de proximidad siempre debe de operar de 50% a 80% de su rango a fin de evitar condiciones marginales que podrían dar falsos contactos.

El rango real de detección es el rango nominal de detección $\pm 10\%$. El rango nominal se deriva de probar cada sensor de proximidad inductivo en un objetivo de acero dulce suficientemente grande para cubrir la cara activa del sensor. El rango real toma en consideración las variaciones en la fabricación. Para asegurar una operación libre de problemas en todas las condiciones de trabajo, los objetivos deben detectarse a 80% de su rango nominal, conocido como “rango de trabajo”.

2.7 FACTORES DE CORRECCIÓN DEL OBJETIVO PARA SENSORES INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD

Para determinar la distancia de detección para otros materiales diferentes al acero templado se utilizan factores de corrección. La composición del objeto a detectar influye en gran medida en la distancia de detección de los **sensores** de proximidad **inductivos**. Si se utiliza un objeto construido a base de alguno de los materiales que a continuación se listan, multiplique la distancia nominal de detección por el factor de corrección listado para determinar la distancia nominal de detección real de dicho objeto. Tenga en cuenta que los **sensores** específicos de materiales férricos no detectarán hojalata (zinc + cobre), aluminio o cobre, mientras que los **sensores** específicos de materiales no férricos no detectarán acero ni aleaciones férricas inoxidables.

Los factores de corrección de la citada lista pueden utilizarse como guía general. Los materiales comunes y su factor de corrección específico aparecen listados en cada página de especificación del producto.

(Rango de sensibilidad nominal) x (Factor de corrección) = Rango de detección.

Factores de corrección	
Material específico	Factor de corrección aproximado
Acero templado	1.0
Acero inoxidable	0.85
Latón	0.50
Aluminio	0.45
Cobre	0.40

RANGO DE DETECCIÓN⁶¹

El tamaño y aspecto de los objetos a detectar también puede afectar a la distancia de detección. Los puntos que a continuación se exponen deben utilizarse como orientación general a la hora de hacer correcciones por tamaño o forma de un objeto:

- Los objetos planos son más deseables.
- Las formas redondeadas pueden reducir la distancia de detección.
- Los materiales no férricos reducen por lo general la distancia de detección en el caso de **sensores** para cuerpos metálicos en general.
- Los objetos de menor tamaño que la superficie de detección reducen usualmente la distancia de detección.
-

⁶¹ <http://www.tii-tech.com/spanish/mb600.html>, 2001

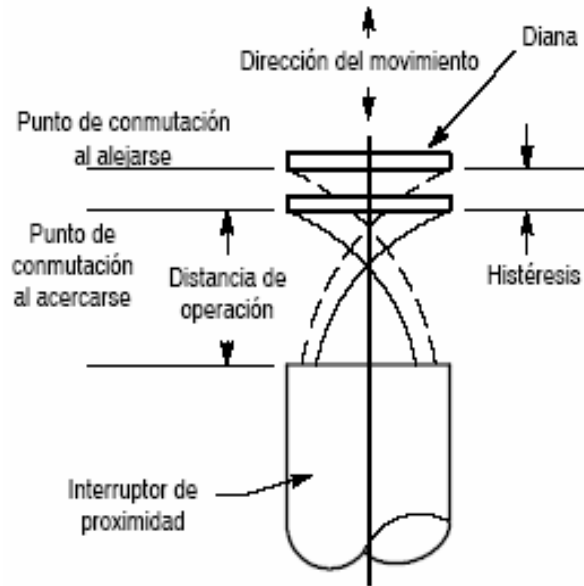
- Los objetos mayores que la superficie de detección pueden incrementar la distancia de detección. Los cuerpos laminares pueden incrementar la distancia de detección.

2.8 HISTÉRESIS (RECORRIDO DIFERENCIAL)

La diferencia entre los puntos de encendido y apagado se llama histéresis, y proporciona un funcionamiento estable al evitar que el sensor oscile entre los estados de encendido y apagado.

Lo que es lo mismo, la diferencia entre los puntos de activación y relajación de un sensor se denomina histéresis o recorrido diferencial de éste. La distancia entre la posición de un objeto cuando se detecta y la posición del mismo cuando deja de estarlo ha de tenerse en cuenta al elegir la posición, tanto de los objetos a detectar como del sensor. La histéresis es necesaria para evitar fenómenos de rebote u oscilación (conmutación rápida entre estados) cuando el sensor se halla sometido a choques o vibraciones o cuando el objeto a detectar se halla estacionario a la distancia nominal de detección.

La amplitud de las vibraciones ha de ser menor que el recorrido de histéresis (banda de histéresis) para evitar fenómenos de rebote.

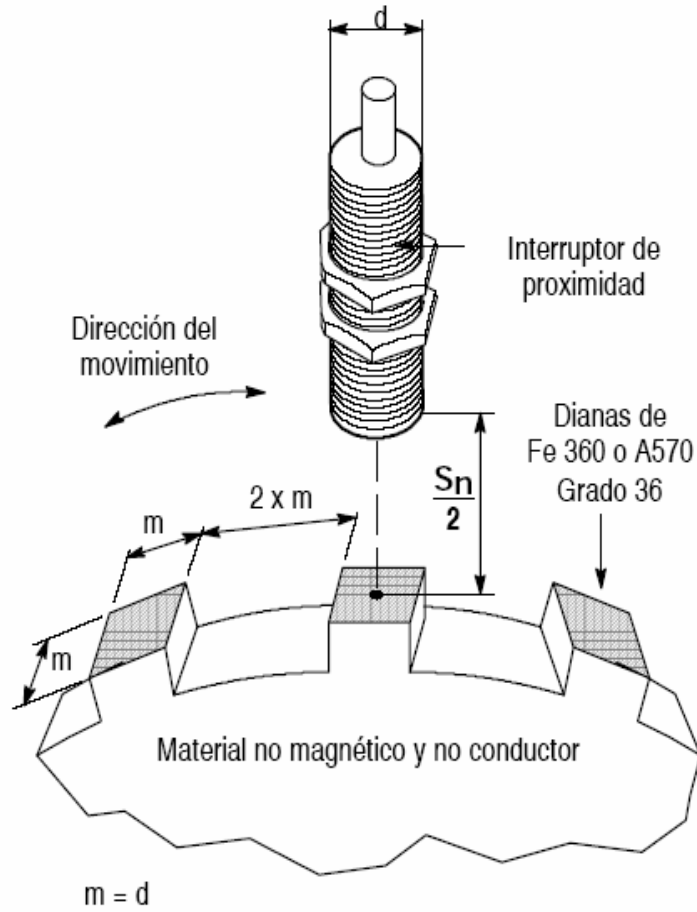
HISTÉRESIS⁶²

2.9 FRECUENCIA DE CONMUTACIÓN

La frecuencia de conmutación es la velocidad máxima a la que el sensor es capaz de entregar pulsos discretos individuales según el objeto entra y sale del campo de detección. Este valor depende siempre del tamaño del objeto, de la distancia de éste a la cara de detección, de su velocidad y del tipo de interruptor. Este valor indica el máximo número de operaciones de conmutación por segundo. El método de medición para determinar la frecuencia de conmutación con dianas estándares está especificado por IEC

60947-5-2.

⁶² <http://es.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%A9resis>



FRECUENCIA DE CONMUTACIÓN⁶³

⁶³ <http://www.uc3m.es/uc3m/dpto/IN/dpin04/ISL/sensores.pdf>

2.10 ÍNDICE DE CONMUTACIÓN

El índice de conmutación es el número de operaciones de encendido a apagado y de vuelta a encendido por un segundo. El índice de conmutación se mide en Hertzios (Hz). El ancho del objetivo debe ser al menos igual al diámetro de la cara del sensor. El espacio entre objetivos debe ser del doble del ancho del objetivo. La distancia al objetivo debe ser igual al 50% del rango. ⁶³

2.10.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CONMUTACIÓN

A la hora de evaluar los sensores, se les debe exigir una serie de características, que se pasan ahora a enumerar y comentar:

- **Precisión.** Una medida será más precisa que otra si los posibles errores aleatorios en la medición son menores. Se debe procurar la máxima precisión posible.
- **Rango de funcionamiento.** El sensor debe tener un rango de funcionamiento adecuado, es decir, debe ser capaz de medir de manera exacta y precisa un determinado abanico de valores de la magnitud correspondiente.
- **Velocidad de respuesta.** El sensor debe responder a los cambios de la variable a medir en un tiempo mínimo. Lo ideal sería que la respuesta fuera instantánea.
- **Calibración.** La calibración es el proceso mediante el que se establece la relación entre la variable medida y la señal de salida que produce el sensor. La calibración debe poder realizarse de manera sencilla y además el sensor no debe precisar una recalibración frecuente.

- **Fiabilidad.** El sensor debe ser fiable, es decir, no debe estar sujeto a fallos inesperados durante su funcionamiento.
- **Coste.** El coste para comprar, instalar y manejar el sensor debe ser lo más bajo posible.
- **Facilidad de funcionamiento.** Por último, sería ideal que la instalación del sensor no necesitara de un aprendizaje excesivo.

Todas estas características son las deseables en los sensores. Sin embargo, en la mayoría de los casos lo que se procurará será un compromiso entre su cumplimiento y el coste que ello suponga a la hora del diseño y fabricación.

Otras características a tener en cuenta son:

- **Linealidad.** La característica entrada/salida es lineal. Normalmente se evalúa la separación máxima de la línea recta.
- **Histéresis.** La salida del sensor para una determinada entrada varía dependiendo de que entrada esté aumentando o disminuyendo.
- **Repetitividad.** Es la variabilidad de la salida ante la misma entrada.
- **Resolución.** Es el cambio más pequeño en la entrada que puede ser detectable a la salida.

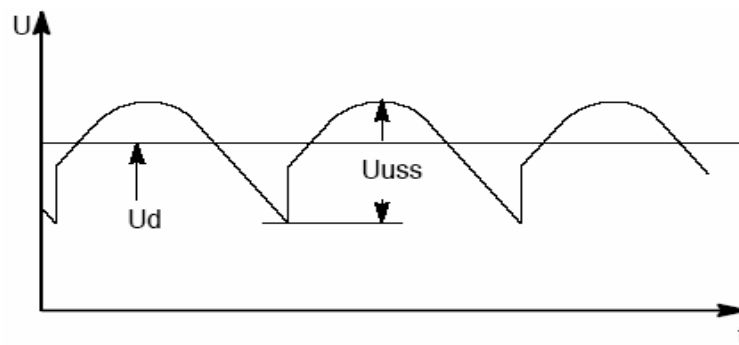
- Sensibilidad. Un pequeño cambio en la entrada causa un pequeño cambio en la salida. Normalmente se cuantifica por la relación entre el cambio en la salida dividido por el cambio en la entrada.
- Ruido. Es el nivel de señal espuria en la salida que no corresponde a un cambio en la entrada.
- Offset. Es el valor de salida del sensor cuando la magnitud medida es cero.
- Diferencia de fase. Si se considera que el fenómeno a medir sufre una variación de tipo armónico, los transductores reproducen dicho fenómeno físico con un cierto retraso.⁶³

Este retraso, en general, es función de la frecuencia. Por la transformada de Fourier, cualquier función temporal puede considerarse como suma de señales armónicas, cada una con frecuencia diferente. Según lo afirmado en el párrafo anterior, el transductor representará el parámetro a medir con un retraso que en general, será distinto para cada frecuencia. La señal de salida del transductor será el resultado de superponer la señal resultante de cada una de las frecuencias que componían la señal original. Como el retraso introducido en cada una de ellas es distinto la señal resultante sufre una distorsión con relación a la variación de la señal original.

2.11 RIZADO

El rizado o factor de rizo es la componente de tensión alterna (medida pico a pico) que se superpone al valor de tensión continua y se expresa en porcentaje de ésta última.

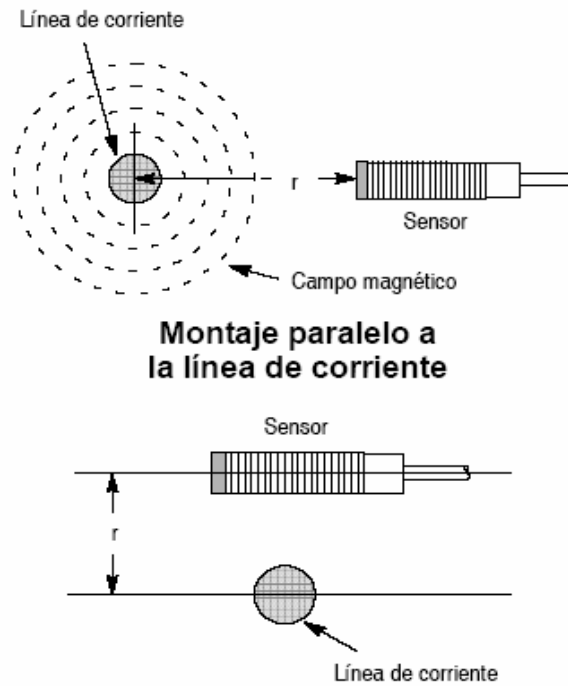
Para trabajar con interruptores o conmutadores de tensión continua es necesario disponer de una alimentación en CC filtrada y con un valor máximo de rizado del 10% (de acuerdo con DIN 41755).

RIZADO⁶⁴

2.12 CONSIDERACIONES DE MONTAJE PARA SENSORES DE PROXIMIDAD INMUNE A LOS EFECTOS DE LOS CAMPOS DE SOLDADURA

La buena operación dependerá de la intensidad del campo magnético y de la distancia entre la línea de corriente (que genera el campo) y el sensor.

⁶⁴ <http://www2.ate.uniovi.es/5809/Lecci%C3%B3n%205/Lecci%C3%B3n%205.pdf>



MONTAJE⁶⁵

Utilice la siguiente gráfica o las fórmulas para determinar los requisitos de espacio entre la línea de corriente y el sensor de proximidad. Seleccione una distancia que caiga dentro de la zona de seguridad.⁶⁵

donde:

I = corriente de soldadura (en kA), B = flujo (en mT),

H = intensidad del campo (en kA/m),

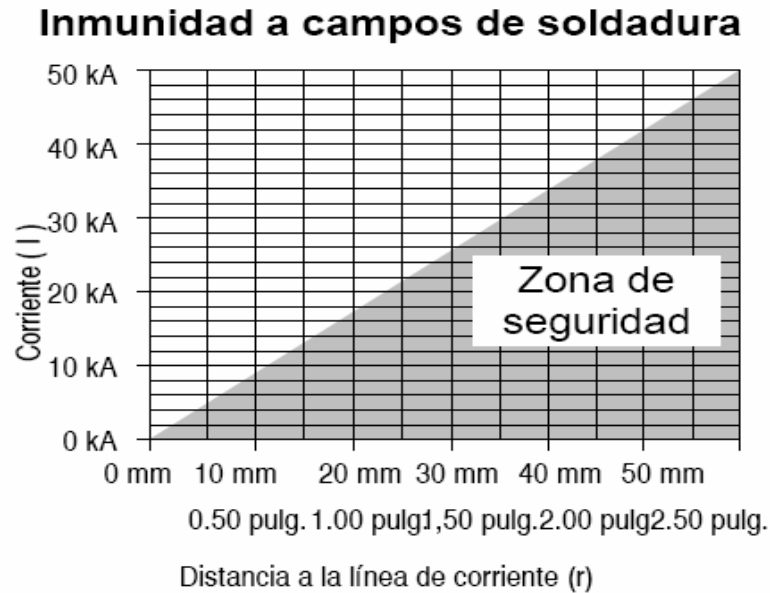
r = distancia entre el sensor y las líneas de transporte de corriente (en metros).

$$H = \frac{I}{2\pi \cdot r}$$

$$B = \frac{H}{0.796}$$

$$Gauss = 10 * B$$

⁶⁵ <http://www.moellerarg.com.ar/sensores.htm>

INMUNIDAD⁶⁶

2.12.1 COMPARACIÓN ENTRE MONTAJE A RAS Y NO A RAS

Como se mencionó anteriormente, la forma del campo electromagnético de detección está determinada por el núcleo de ferrita. En los sensores de proximidad inductivos de montaje no a ras, el campo electromagnético irradia lateral y axialmente. El área de detección es relativamente ancha y se extiende más allá de los lados del sensor. Esto permite que el sensor detecte un objetivo que no está realmente frente al mismo, sino que ubica cerca del lado de la cara activa. El campo electromagnético radiante lateral impide el montaje a ras del sensor en el metal. El campo electromagnético inducirá corrientes parásitas en el metal, haciendo que el sensor se active.

Debido a su campo electromagnético limitado, un sensor de montaje a ras detectará solamente metal que se encuentre directamente frente a su cara activa. Los sensores de montaje a ras tienen un área de detección más angosta y un rango más corto,

⁶⁶ <http://www.moellerarg.com.ar/sensores.htm>

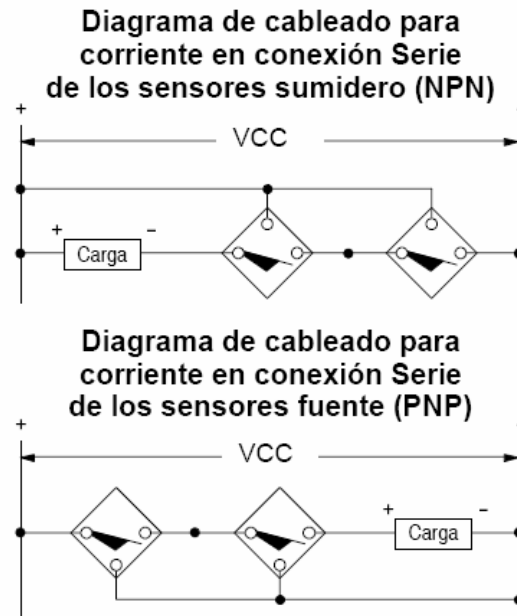
de 25% a 50% más corto que el de un sensor sin montaje a ras del mismo tamaño. Esto puede hacer que un sensor montable a ras sea una mejor opción para un objetivo pequeño, ya que el objetivo siempre debe ser tan grande como la cara activa del sensor o mayor que ella. Los sensores con montaje a ras también tienen menos histéresis. Cuando sea importante lograr una posición exacta del objetivo, use un sensor con el mínimo de histéresis, el cual será el sensor con montaje a ras más pequeño posible.

A fin de montar un sensor de proximidad inductivo de montaje a ras, deben de eliminarse las porciones del campo electromagnético que irradian lateralmente. Por lo tanto, en los sensores de proximidad inductivos de montaje a ras se ha colocado un anillo de metal alrededor del núcleo de ferrita para restringir las porciones laterales del campo electromagnético. Sin embargo, este anillo de metal también reduce el rango de detección axial del sensor en general.

2.13 TIPOS DE SENSORES DE ACUERDO A SU CONEXIÓN

2.13.1 SENSORES CONECTADOS EN SERIE

Los sensores pueden conectarse en serie con una carga. Para una correcta operación, la tensión de carga la de ser menor o igual al valor de tensión mínima de alimentación menos las caídas de tensión que se produzcan a través del conjunto de sensores conectados en serie.



CONEXIÓN EN SERIE⁶⁷

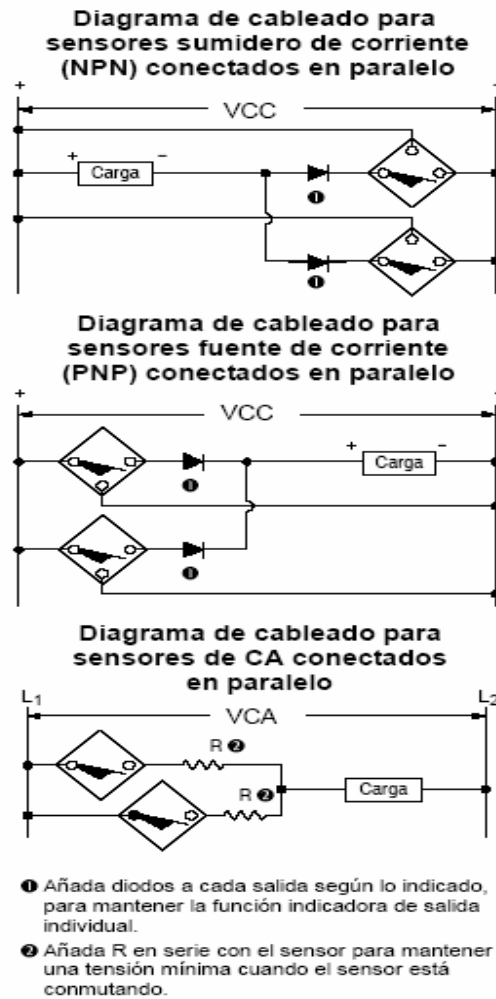
2.13.2 SENSORES CONECTADOS EN PARALELO

Los sensores pueden ser conectados en paralelo con objeto de activar una carga. Para determinar el número máximo de sensores permisible para una aplicación, la suma de las pérdidas máximas de corriente de los sensores conectados en paralelo ha de ser menor que la máxima solicitud de corriente del dispositivo de carga, estando éste en estado apagado u “OFF”.

Nota: Ha de ponerse atención cuando se diseñen circuitos paralelos de interruptores de proximidad. Si la corriente de pérdida resultante es muy grande, al atravesar ésta el dispositivo de carga puede ocurrir que la entrada de estado sólido cambie de estado o que

⁶⁷ http://www.nortecnica.com.ar/pdf/teoria_inductivos_1_2.pdf

algún relé de pequeño tamaño no se desconecte. La conexión (adición) de sensores en paralelo no aumenta la capacidad de carga en corriente.

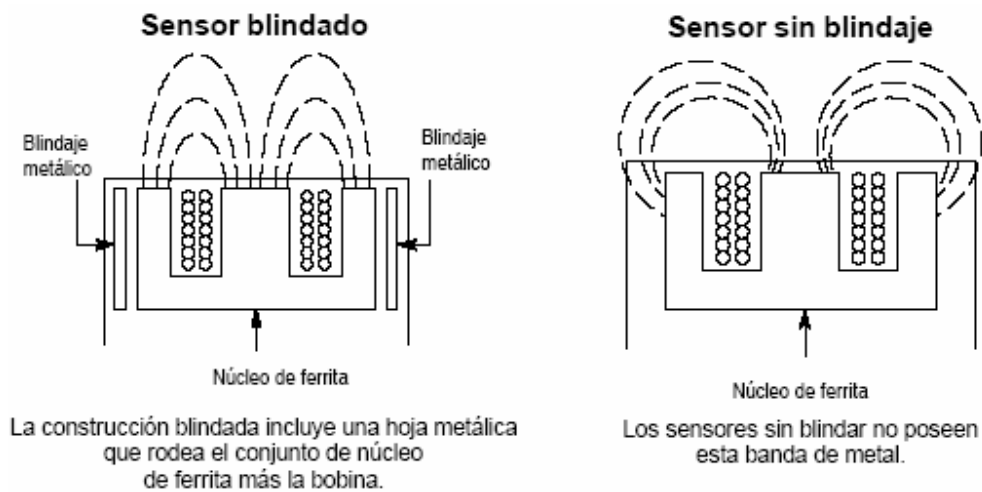


CONEXIÓN EN PARALELO⁶⁸

⁶⁸ <http://www.senstronic.com/es/induct.html>

2.14 MANEJO DE BLINDAJE EN SENSORES INDUCTIVOS

2.14.1 COMPARACIÓN ENTRE SENSORES INDUCTIVOS BLINDADOS Y NO BLINDADOS



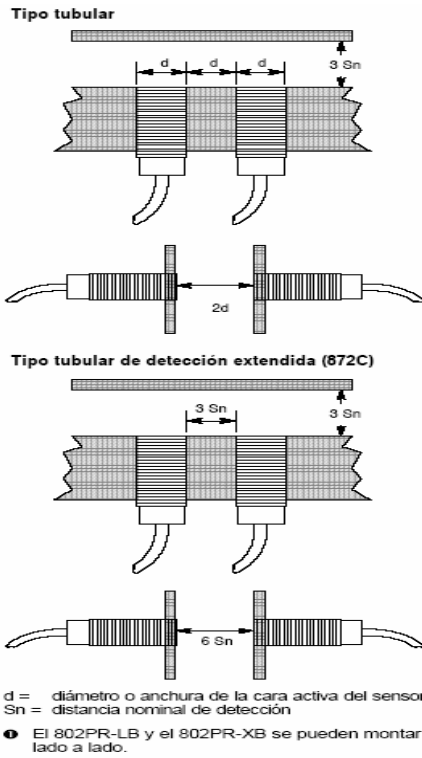
CAMPOS MAGNÉTICOS⁶⁹

2.14.2 ESPACIADO ENTRE SENSORES BLINDADOS (MONTABLES AL RAS) Y PRÓXIMOS A SUPERFICIES METÁLICAS

Los sensores de proximidad blindados permiten que el campo electromagnético se concentre enfrente de la cara del sensor.

La construcción blindada permite la posibilidad de montaje de los sensores de proximidad al ras en piezas de metal que los rodean sin que se produzcan falsas detecciones.

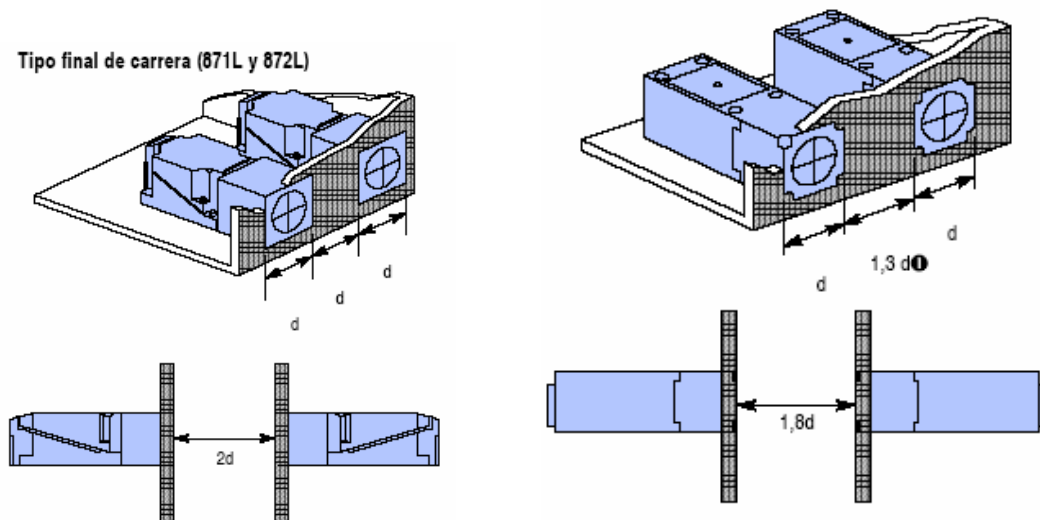
⁶⁹ <http://www.info-ab.uclm.es/labeledc/Solar/Componentes/SPROXIMIDAD.htm>



CONEXIÓN DE SENSORES EN PARES⁷⁰

Tipo final de carrera (802PR)

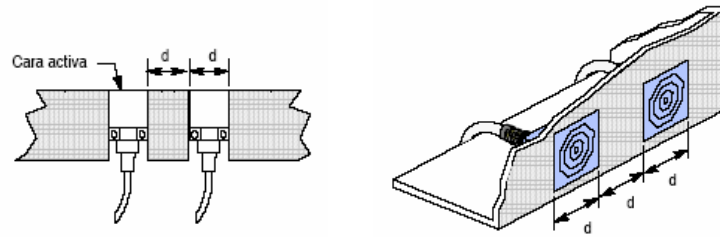
Tipo final de carrera (871L y 872L)



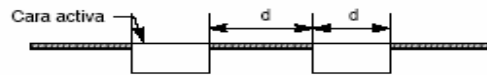
FINAL DE CARRERA DE UN SENSADO⁷¹

⁷⁰ <http://www.fi.uba.ar/materias/7206/Detectores.PDF>

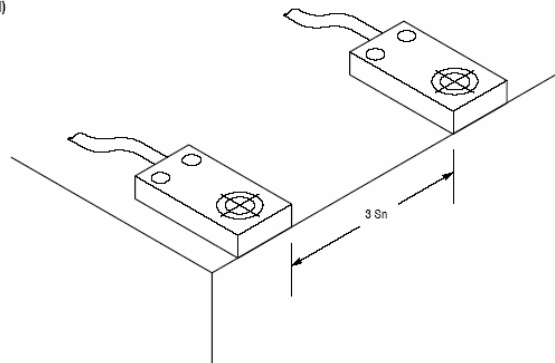
Tipo cúbico (VersaCube 871P)



Tipo plano (871F)



Tipo miniatura plano (871FM)



ESPACIO ENTRE SENSORES⁷²

⁷¹ http://www.schillig.com.ar/sensores_conceptos_generales_fr.htm

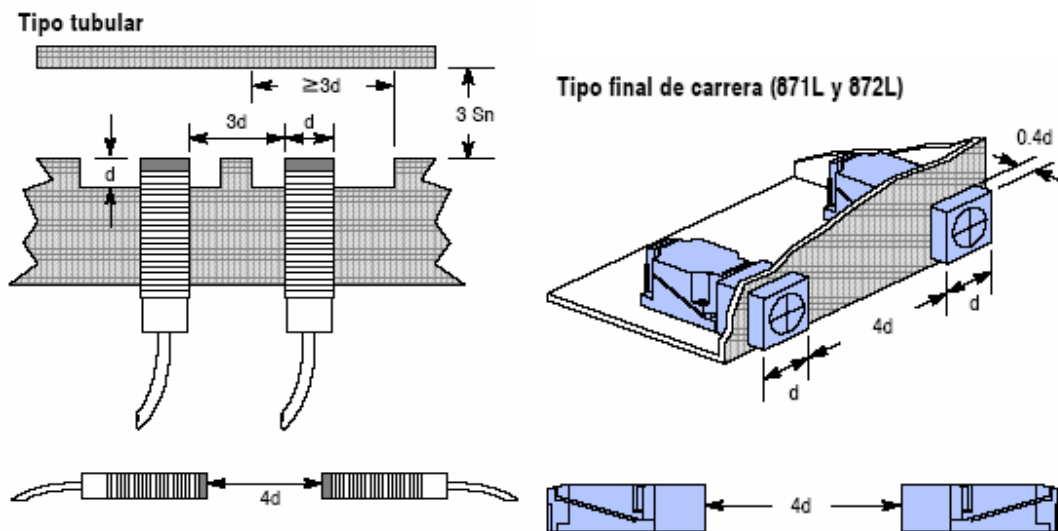
⁷² http://www.sick.es/es/productos/sensores/palpadores_caminosrodillos/es.html

d = diámetro o anchura de la cara activa del sensor

S_n = distancia nominal de detección

2.14.3 ESPACIADO ENTRE SENSORES NO BLINDADOS (NO MONTABLES AL RAS) Y PRÓXIMOS A SUPERFICIES METÁLICAS

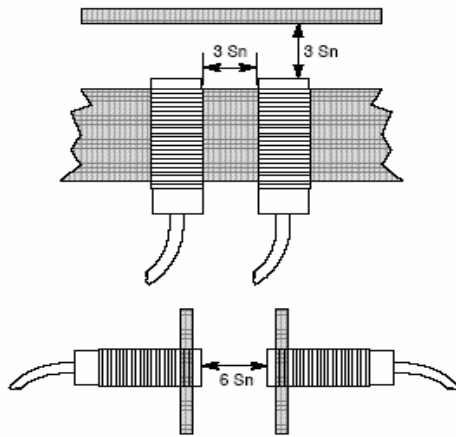
Se pueden obtener mayores distancias de detección utilizando sensores de proximidad no blindados. Los sensores de proximidad sin blindaje requieren una zona libre de metal alrededor de la cara de detección. Los cuerpos metálicos más cercanos situados frente a la cara sensora deben estar a una distancia superior a 3 veces la distancia nominal de detección del sensor.



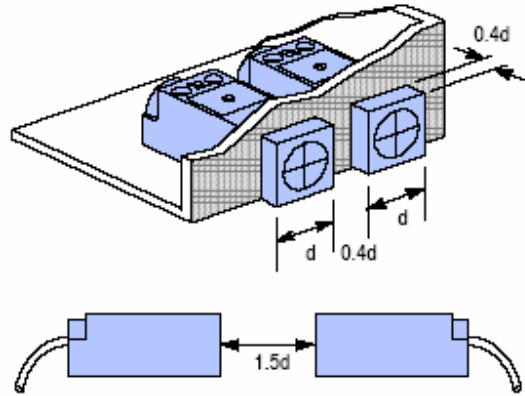
ÁREA DE COLOCACIÓN DE SENSORES⁷³

⁷³ Op.Cit.

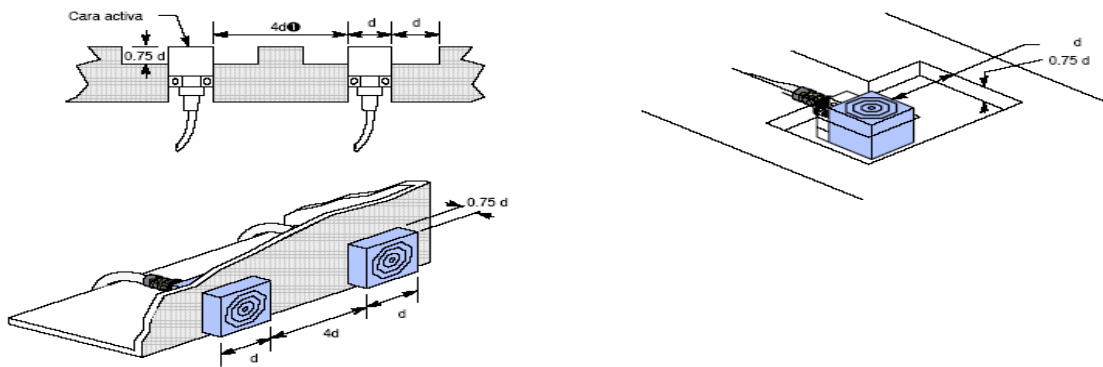
Tipo tubular de detección extendida (872C)



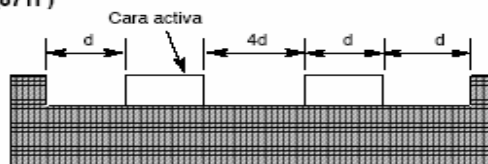
Tipo final de carrera (802PR)



Tipo cúbico (VersaCube 871P)



Tipo plano (871F)



d = diámetro o anchura de la cara activa del sensor

UBICACIÓN DE SENSORES⁷⁴

⁷⁴ <http://www.varitel.com/sensores/prod08.htm>

Sn = distancia nominal de detección

- 3d para modelos inmune a los efectos de los campos de soldadura.

2.15 APLICACIONES

Los sensores de proximidad son utilizados en varias aplicaciones. A continuación presentamos algunas de ellas:

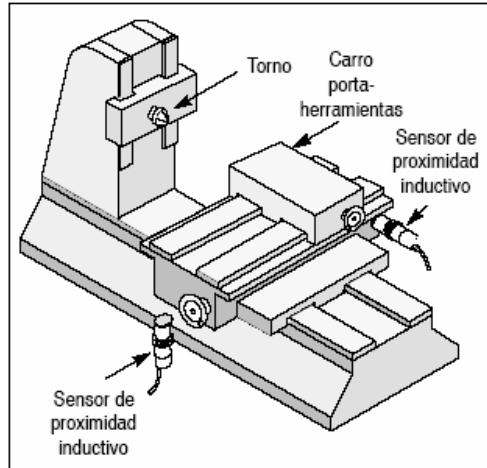
Los sensores de proximidad pueden ser utilizados para detectar el final del recorrido en una tabla de posicionamiento, para determinar la velocidad contando los dientes de un engranaje, o bien pueden utilizarse para revisar si una válvula está totalmente abierta o cerrada.

Los sensores de proximidad pueden ser utilizados para detectar la presencia o ausencia de una pieza metálica o tarimas metálicas en líneas de transporte.

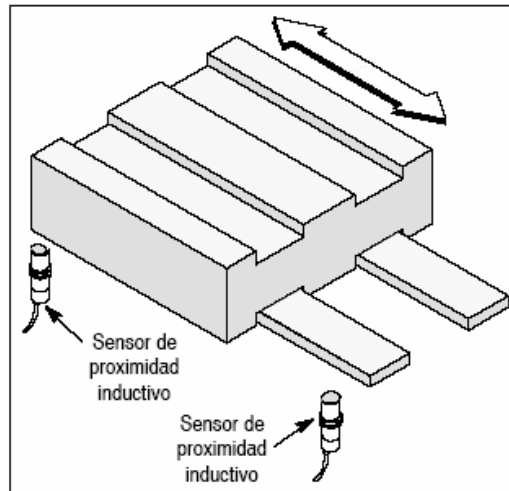
Cuando un brazo de robot se desplaza para una operación de toma y colocación, un sensor de proximidad asegura que el brazo tiene realmente una parte en sus pinzas.

En el maquinado de metales, los sensores de proximidad pueden asegurar que la pieza está montada en el dispositivo, y que la broca no está rota.

HERRAMIENTAS DE MÁQUINA

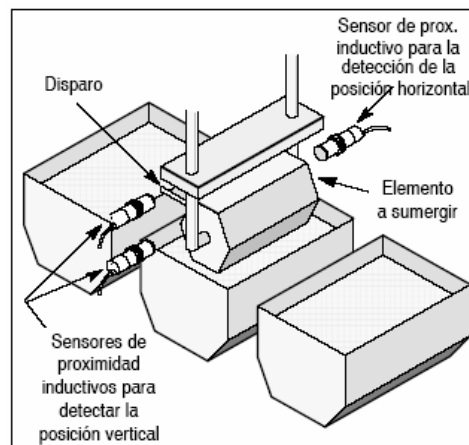
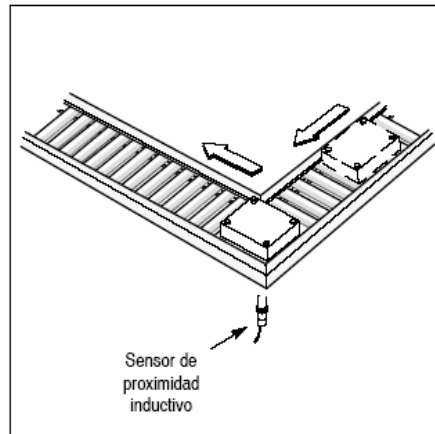


MÁQUINAS RECTIFICADORAS⁷⁵



⁷⁵ <http://www.forsdeelectronica.com/about357.html>

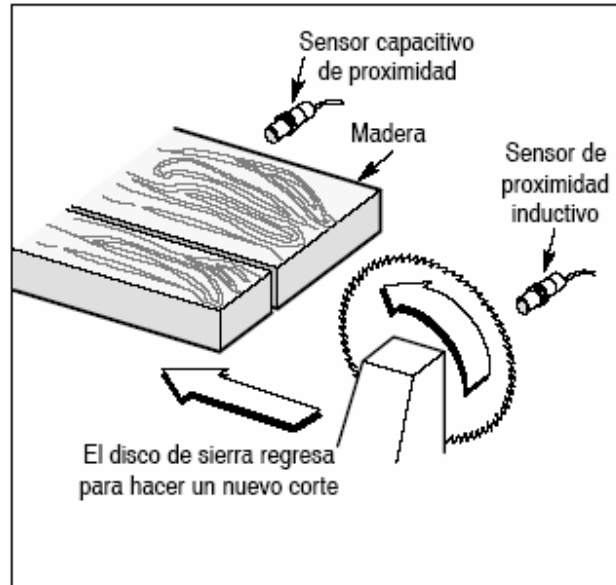
LÍNEA DE PLATEADO DE RECUBRIMIENTO



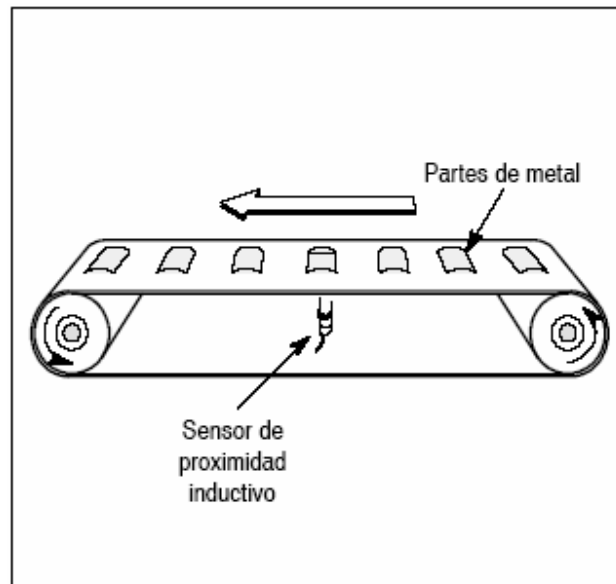
EJEMPLOS APLICADOS A LA INDUSTRIA⁷⁶

⁷⁶ <http://www.forsdeelectronica.com/about357.html>

INDUSTRIA MADERERA



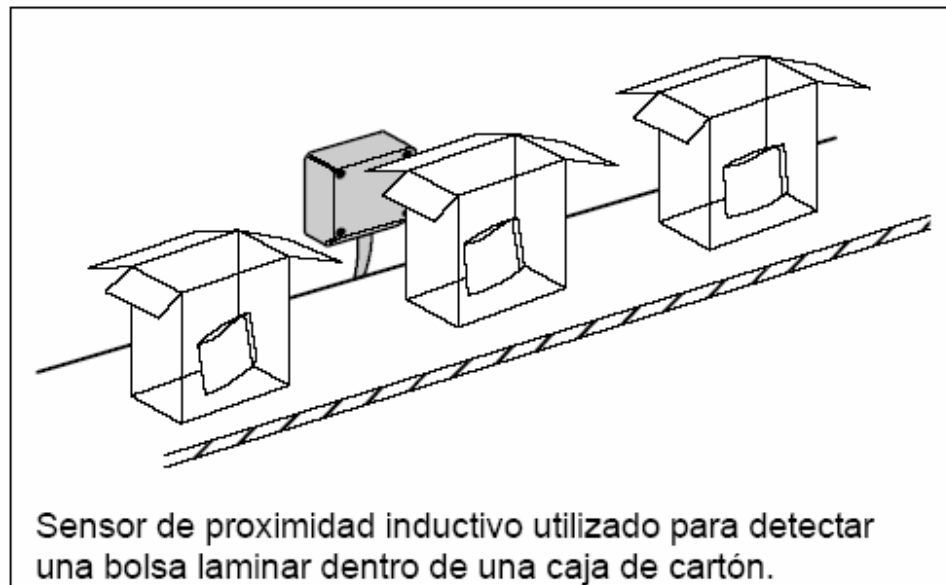
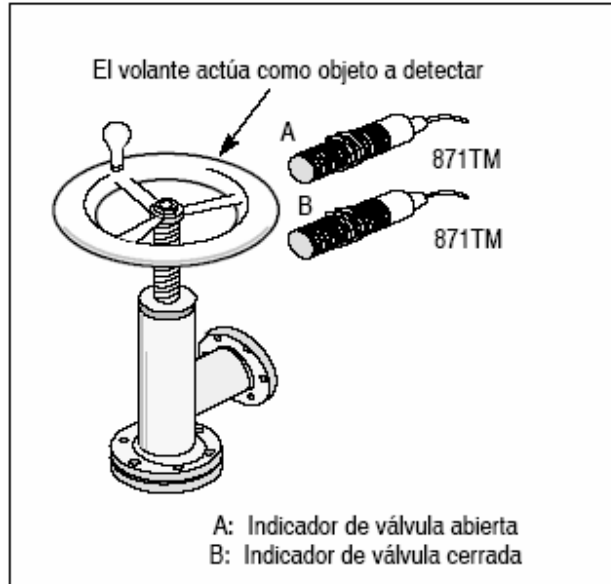
CINTAS TRANSPORTADORAS



INDUSTRIA MADERERA⁷⁷

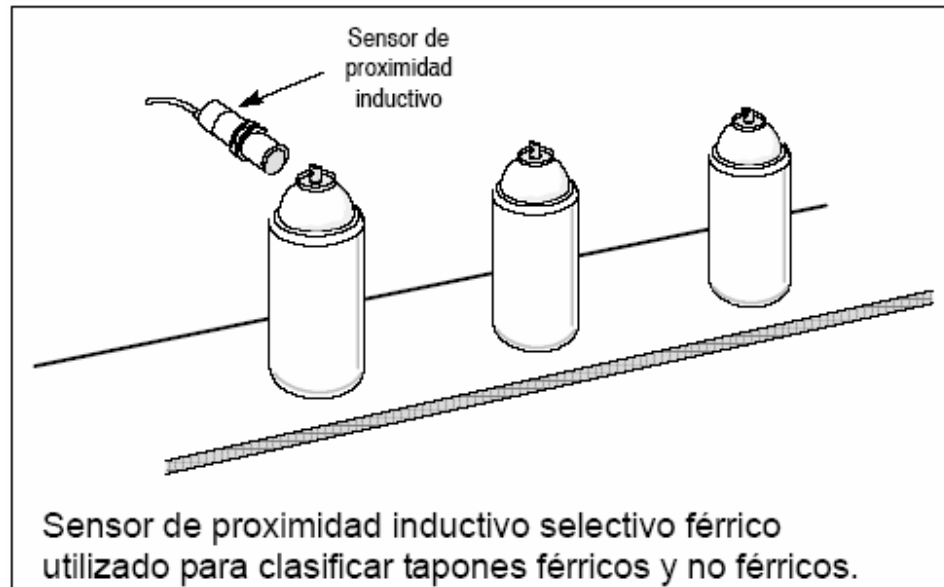
⁷⁷ http://www.sick.es/es/productos/sensores/palpadores_caminosrodillos/es.html

INDUSTRIA PETROLÍFERA POSICIÓN DE LA VÁLVULA

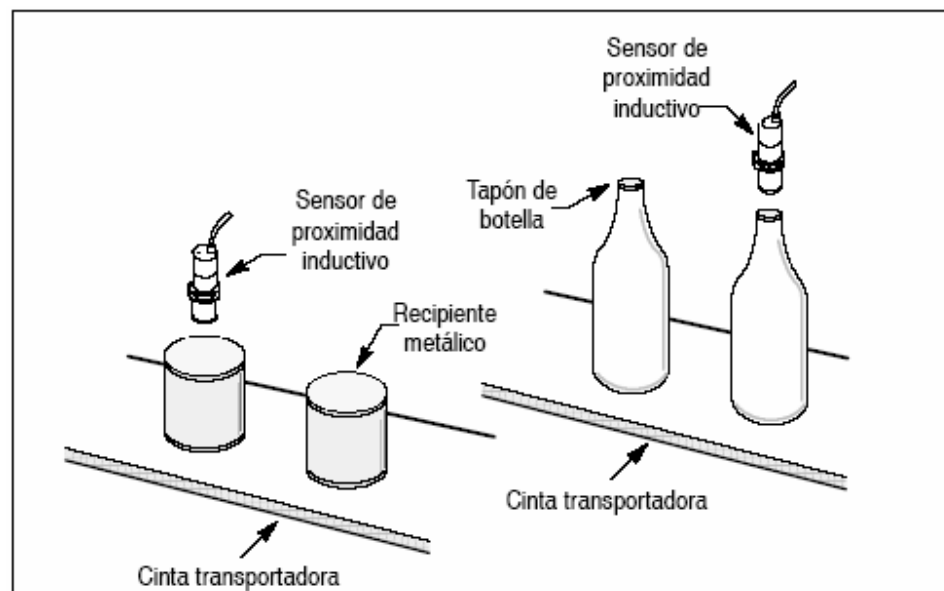


INDUSTRIA PETROLIFERA⁷⁸

⁷⁸ <http://www.varitel.com/sensores/prod08.htm>

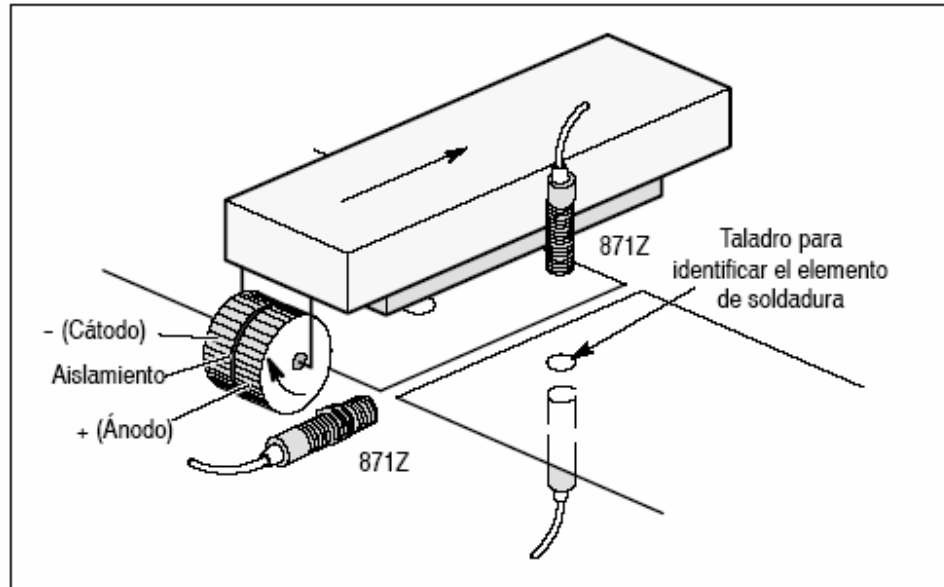


INDUSTRIA ALIMENTICIA⁷⁹

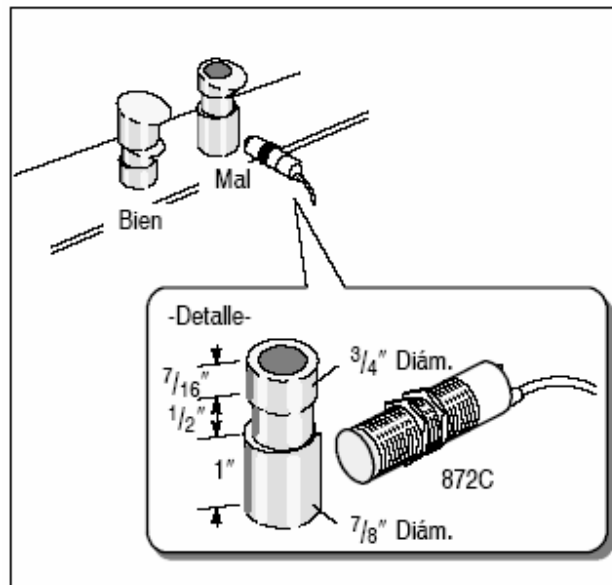


⁷⁹ <http://www.forosdeelectronica.com/about357.html>

SOLDADURA DE HOJA INOXIDABLE

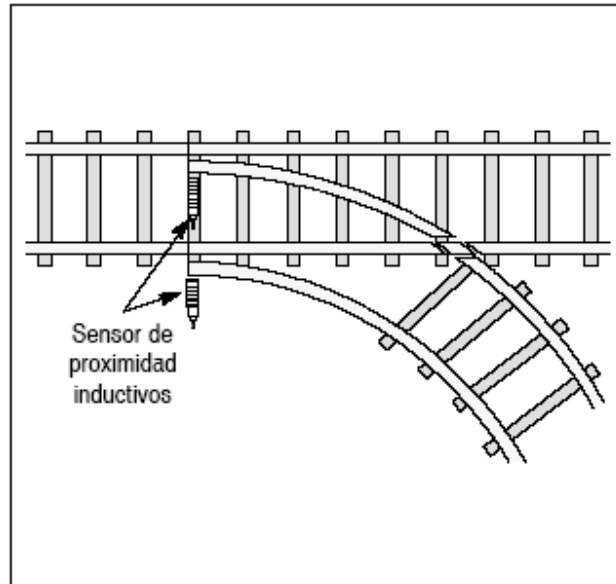


EN LA CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS ALINEADOS⁸⁰

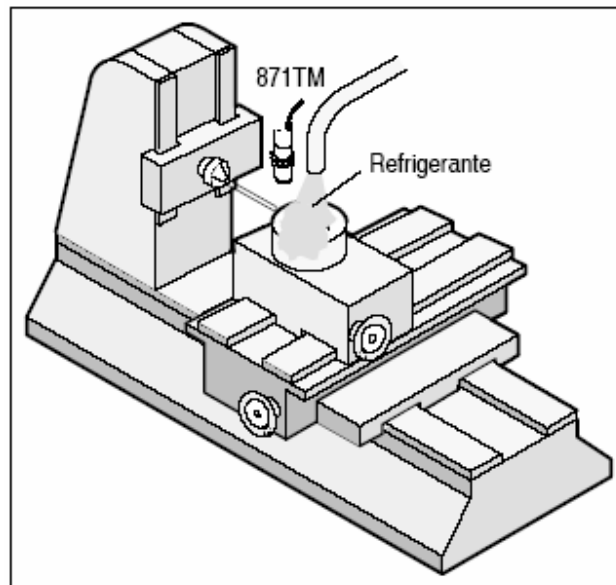


⁸⁰ http://www.schillig.com.ar/sensores_conceptos_generales_fr.htm

DETECCIÓN DE LA POSICIÓN DE CAMBIOS FERROVIARIOS

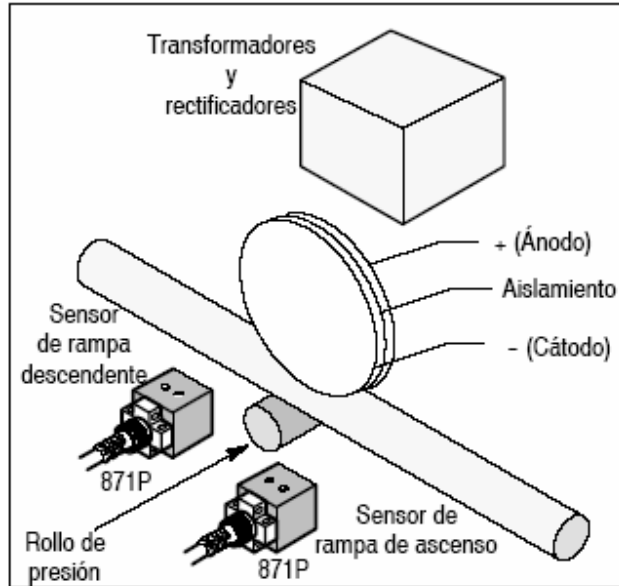


DETECCIÓN CON RESISTENCIA DEL REFRIGERANTE⁸¹

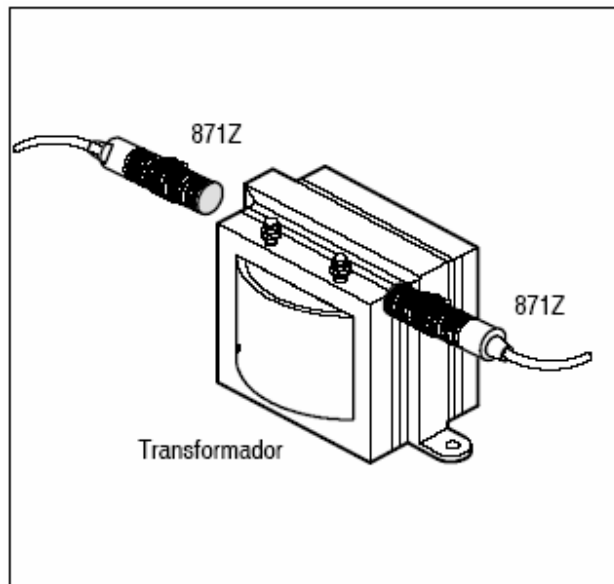


⁸¹ <http://www.fi.uba.ar/materias/7206/Detectores.PDF>

**CONTROL DE LA RAMPA DE SUBIDA Y BAJADA EN UN SOLDADOR
CONTINUO DE TUBOS**

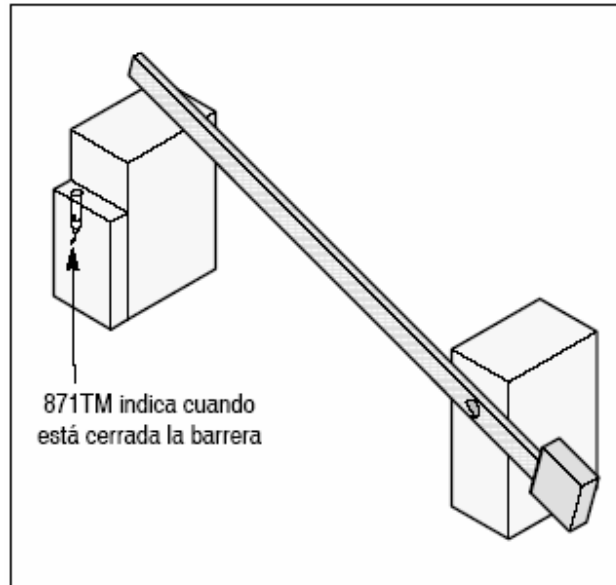


SITUACIÓN DE LA TUERCA EN EL TRANSFORMADOR⁸²

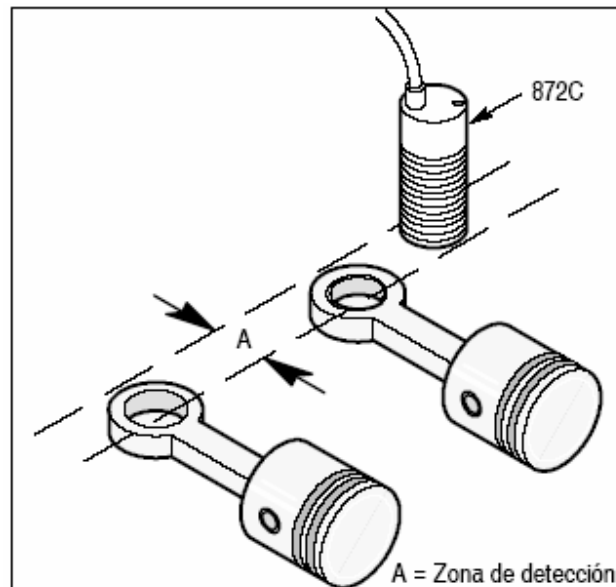


⁸² http://www.schillig.com.ar/sensores_conceptos_generales_fr.htm

INDICADOR DE BARRERA CERRADA

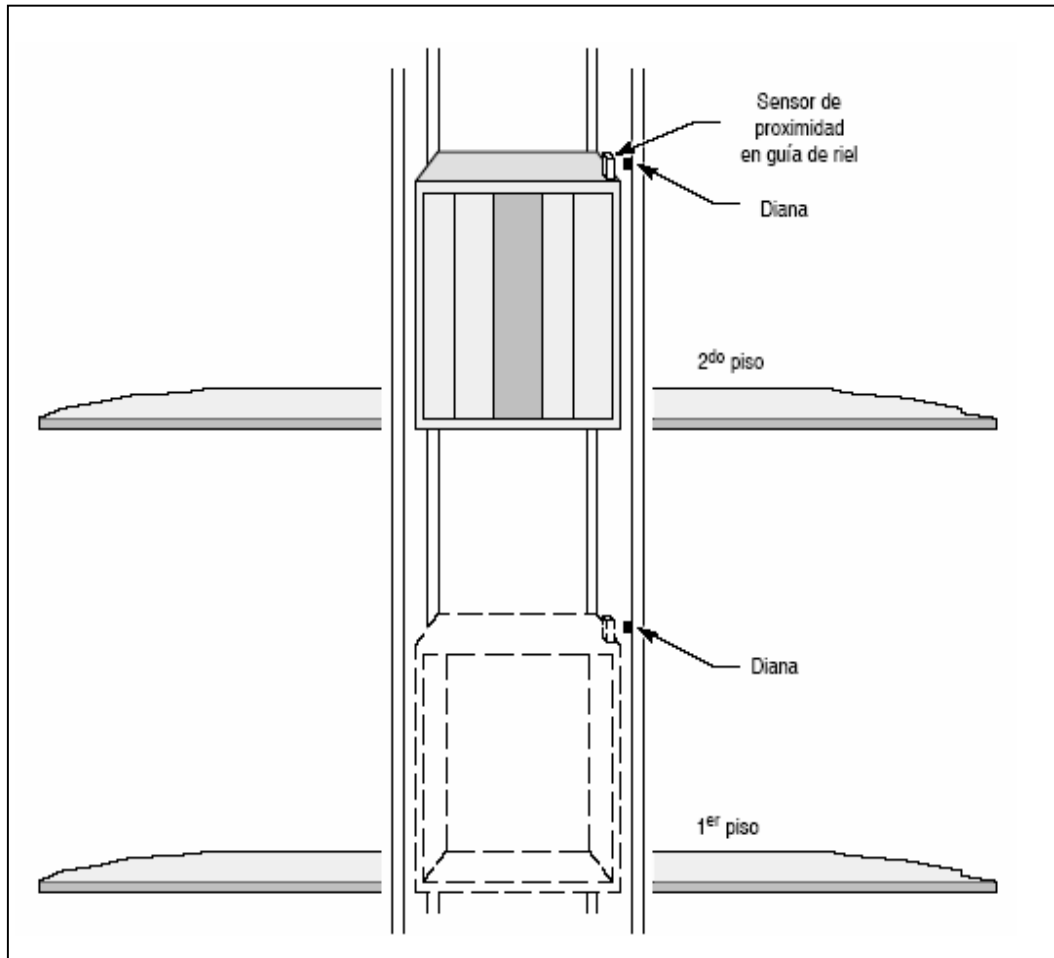


DETECCIÓN DE LA PRESENCIA DE COJINETE DE PRESIÓN⁸³



⁸³ <http://www2.ateneo.uniovi.es/5809/Leccion%203/Leccion%203.pdf>

POSICIONAMIENTO DE ASCENSOR⁸⁴



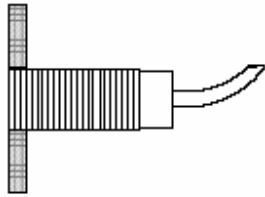
Estos sensores ofrecen una mayor exactitud y mayor vida útil si se comparan con los interruptores mecánicos clásicos.

Proporcionan una solución eficaz en precio para reducir sus costos de reparación así como los tiempos de parada por avería.

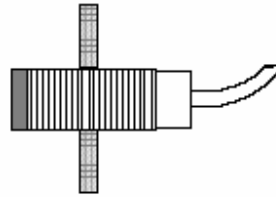
⁸⁴ Op.Cit.

Símbolos⁸⁵

Blindado



Sin blindaje



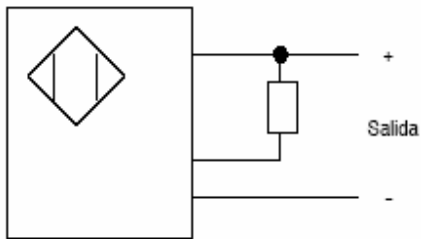
Normalmente abierto



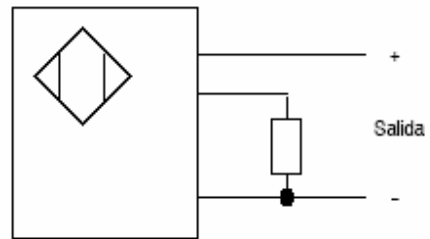
Normalmente cerrado




NPN



PNP



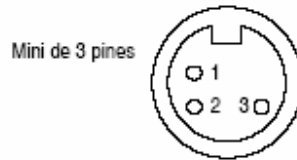
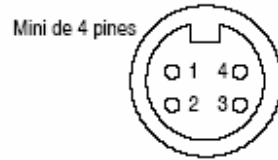
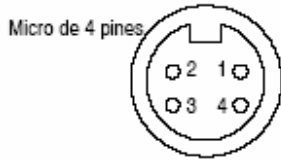
CC ———

CA/CC 

CA 

⁸⁵ http://www.schillig.com.ar/Sensores_de_Proximidad_fr.htm

Conectores



CONECTORES ⁸⁶

⁸⁶ http://www.ab.com/catalogs/C114-CA001A-ES-P/2a_proxi.pdf

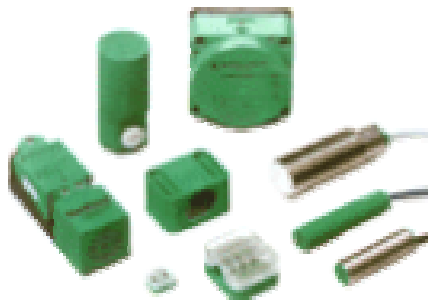
CAPITULO 3

SENSORES MAGNETICOS

3.1 QUE SON LOS SENSORES MAGNÉTICOS

Los sensores magnéticos detectan una variación en el campo magnético en respuesta a la variación de alguna magnitud física. Están basados en el efecto Hall, por lo que se conocen como sensores de efecto Hall.

Se caracterizan principalmente por ser dispositivos de estado sólido, no tener partes móviles, compatibilidad con otros circuitos analógicos y digitales, margen de temperatura amplio, buena repetibilidad y frecuencia de funcionamiento relativamente alta (100 kHz).



FOTOGRAFÍA DE SENSORES CAPACITIVOS⁸⁷

Se utilizan principalmente como sensores de posición, velocidad y corriente eléctrica.

⁸⁷ Op. Cit.

Los sensores de proximidad magnéticos son caracterizados por la posibilidad de distancias grandes de la conmutación, disponible de los sensores con dimensiones pequeñas. Detectan los objetos magnéticos (imanes generalmente permanentes) que se utilizan para accionar el proceso de la conmutación.



SENSORES MAGNÉTICOS⁸⁸

Los campos magnéticos pueden pasar a través de muchos materiales no magnéticos, el proceso de la conmutación se puede también accionar sin la necesidad de la exposición directa al objeto. Usando los conductores magnéticos (Ej. hierro), el campo magnético se puede transmitir sobre mayores distancias para, por ejemplo, poder llevarse la señal de áreas de alta temperatura. Los sensores magnéticos tienen una amplia gama de usos. Por ejemplo:

- Detección del objeto a través del plástico containers/pipes
- Detección del objeto en medios agresivos a través de las paredes protectoras del Teflón
- Detección del objeto en áreas de alta temperatura
- Tecnología del cerdo
- Reconocimiento de la codificación usando los imanes

⁸⁸ <http://www.sick.es/es/productos/sensores/magneticos/es.html>

- Refiere a los dispositivos encajados en materiales no magnéticos con el imán M 4.0 (véase los accesorios)

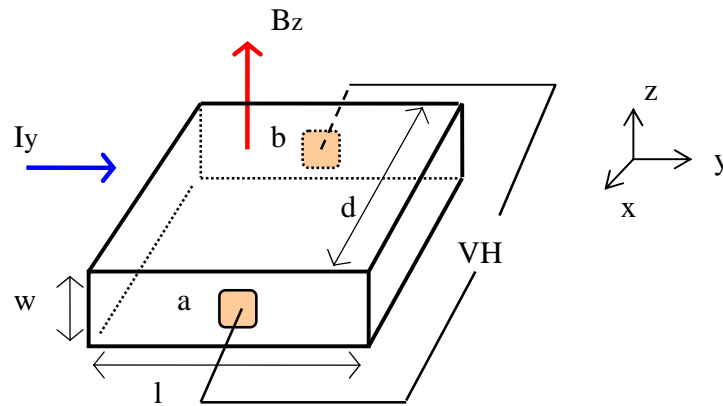
3.2 EFECTO HALL

El efecto Hall es una consecuencia de la fuerza que se ejerce sobre una carga eléctrica en movimiento cuando se encuentra sometida a la acción de un campo eléctrico y un campo magnético.

Si por una muestra semiconductor circula una densidad de corriente \mathbf{J} perpendicular a un campo magnético \mathbf{B} , éste provoca la aparición de un campo eléctrico normal al plano determinado por \mathbf{B} y \mathbf{J} . Este mecanismo denominado **efecto Hall** puede ser usado para determinar características del semiconductor tales como: tipo de portador (hueco o electrón), concentración o movilidad. También es la base de dispositivos utilizados como sensores y medidores de campos magnéticos.

Supongamos que por una muestra semiconductor circula una corriente eléctrica de intensidad \mathbf{I} , el vector de intensidad de campo eléctrico \mathbf{E} coincide su sentido con \mathbf{I} y el campo magnético \mathbf{B} en principio es nulo como se muestra en la Figura 1.

Si el semiconductor es homogéneo, la superficie equipotencial que pasa por los contactos a-b, en la Figura 1, está situada perpendicularmente a la dirección del campo eléctrico \mathbf{E} y, por lo tanto, a la corriente \mathbf{I} . La diferencia de potencial entre los puntos a y b (V_H) es igual a cero.

GRAFICA DE EFECTO HALL⁸⁹

Se coloca ahora al semiconductor en un campo magnético de inducción $\mathbf{B} \neq 0$, como se muestra en la Figura 1. Como se sabe, sobre una carga \mathbf{q} que se mueve a una velocidad \mathbf{v} en un campo magnético \mathbf{B} , actúa una fuerza \mathbf{F} , llamada **fuerza de Lorentz**:

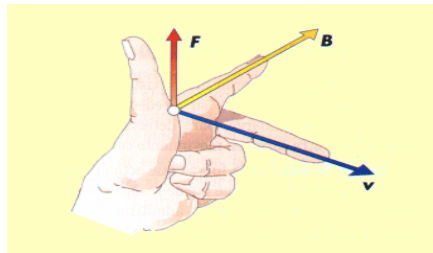
$$\mathbf{F} = q (\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

La dirección de esta fuerza \mathbf{F} depende del signo de la carga del portador y del producto vectorial de la velocidad \mathbf{v} y del campo \mathbf{B} . Por lo tanto, si la velocidad de los portadores es perpendicular al campo \mathbf{B} , por acción de la fuerza de Lorentz los portadores se desvían en dirección perpendicular a \mathbf{v} y \mathbf{B} . Por lo tanto, como los electrones y los huecos tienen tanto sus velocidades de arrastre como sus cargas de signo contrario, ambos tipos de portadores tenderán a ser acelerados en el mismo sentido por la fuerza \mathbf{F} . Se origina una separación espacial de las cargas y aparece un campo eléctrico, se produce entre los puntos a y b una diferencia de potencial \mathbf{VH} , llamada “**tensión de Hall**”.

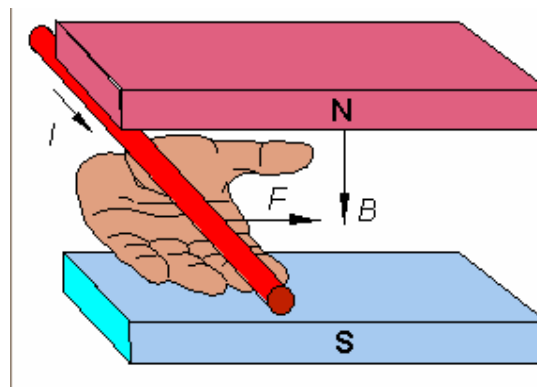
Para determinar la dirección y sentido de la fuerza pueden usarse varias formas: la regla de la mano izquierda, la regla de la palma, también para mano izquierda, o realizar el producto vectorial $(\mathbf{v} \times \mathbf{B})$.

⁸⁹ http://www.honeywell.es/hw_productos_servicios/hw_sensores/Hw_Sensores_Control.htm, 2000

En el primer caso, se hace coincidir el dedo índice de la mano izquierda con la dirección y sentido del campo B y el dedo medio con la dirección y sentido de la velocidad de la partícula. El dedo pulgar indicará la dirección y sentido de la fuerza sobre la partícula, como se muestra en la Figura 2.

REGLA DE LA MANO IZQUIERDO⁹⁰

En la regla de la palma, también para mano izquierda, las líneas de densidad de flujo magnético deben atravesar verticalmente la palma de la mano, los dedos índice, mayor, anular y meñique juntos, se colocan en la dirección y sentido de la corriente. La fuerza resultante F actúa en la dirección y sentido determinado por el dedo pulgar, como se muestra en la Figura 3.

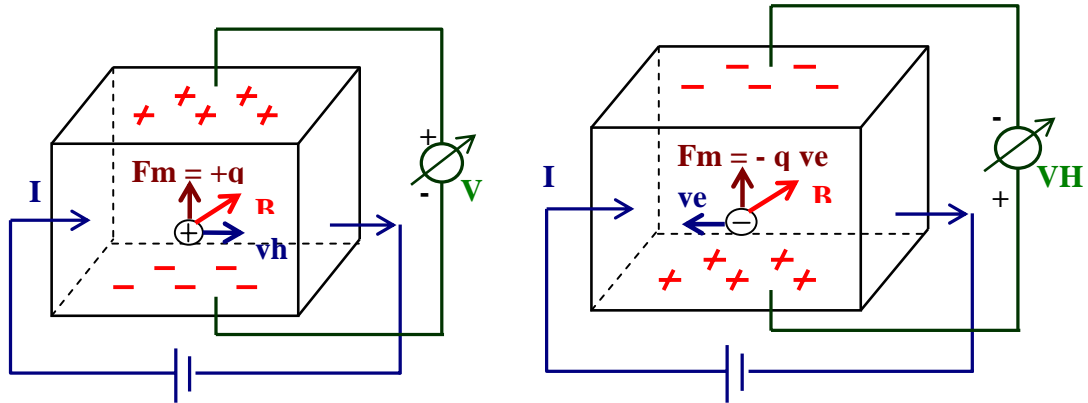
REGLA DE LA PALMA⁹¹

En las Figuras 4 a) y 4 b) se muestra la acción de la fuerza de Lorentz para un hueco y para un electrón. El campo magnético B y la corriente son perpendiculares entre

⁹⁰ <http://scmstore.com/acceso/sensores/index2.htm>, 1998

⁹¹ Op.Cit.

sí. En ambos casos los portadores experimentarán una fuerza (F_m) que los desviará hacia la cara superior de la muestra. Un voltímetro ubicado en los terminales a-b determinará la diferencia de potencial de Hall, V_H . La simple observación del sentido de deflexión permite determinar el tipo de semiconductor.



ACCIÓN DE LA FUERZA DE LORENTZ⁹²

3.2.1- DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN DE HALL

Tomando como referencia la Figura 1, la expresión de la densidad de corriente J para una concentración de portadores n será:

$$J = J_y = q n v_y$$

En estado de equilibrio la fuerza eléctrica sobre los portadores se equilibrará con la fuerza de Lorentz:

$$q E_H = q v_y B_z$$

Despejando v_y de la primera y reemplazando en la anterior, resulta:

⁹² <http://www.varitel.com/sensores/hall.htm>, 1997

$$v_y = \frac{J_y}{q n}$$

$$E_H = \frac{J_y B_z}{q n}$$

Como en el material hay dos campos eléctricos presentes, uno debido a la corriente I_x dado por:

$$E_y = \frac{J_y}{\sigma} = \frac{J_y}{q n \mu}$$

El campo resultante formará con la dirección de la corriente un ángulo θ , llamado : “**ángulo de Hall**”, cuyo valor está dado por:

$$\theta = \text{arc tg}(\mu B_z)$$

Queremos encontrar una expresión que permita calcular de la tensión de Hall (V_H):

$$E_H = \frac{V_H}{d}$$

$$J_y = \frac{I_y}{d w}$$

$$V_H = E_H d = \frac{J_y B_z d}{q n} = \frac{1}{q n} \frac{I_y}{d w} B_z d = \frac{1}{q n} \frac{I_y B_z}{w}$$

$$V_H = R_H \frac{I_y B_z}{w}$$

La magnitud R_H se denomina “**constante o coeficiente de Hall**”.

En el caso de un material de tipo N: $R_H = - \frac{1}{nq}$

En el caso de un material de tipo P: $R_H = + \frac{1}{pq}$

Conociendo el coeficiente de Hall se puede calcular la concentración de portadores de carga y determinar su signo.

Del mismo modo, conociendo para una muestra el coeficiente de Hall y la conductividad se puede calcular la movilidad de los portadores de carga debida al efecto Hall: $\mu = |R_H| \sigma$.

Hasta ahora no se ha tenido en cuenta la distribución estadística de los portadores de carga según las velocidades. Considerando el mecanismo de dispersión, la expresión de la constante de Hall se modifica: $R_H = - r_H \frac{1}{nq}$

Por ejemplo al dispersarse los portadores de carga por oscilaciones acústicas de la red cristalina el factor $r_H = (3/8)\pi$.

En cambio, en el caso de dispersión por impurezas iónicas se tiene $r_H = 1.93$.

Se puede extender el caso del efecto Hall a una muestra de semiconductor donde coexisten electrones y huecos. En ese caso, el coeficiente de Hall se modificará así:

$$RH = \frac{(1/q) (p \mu_p^2 - n \mu_n^2)}{(p \mu_p + n \mu_n)^2}$$

Para un semiconductor intrínseco $n = p = n_i$ y el coeficiente se modifica así:

$$RH = \frac{(1/q) (\mu_p - \mu_n)}{n_i (\mu_p + \mu_n)}$$

3.2.2 MEDIDA DEL EFECTO HALL

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{I_x}{V_x} \frac{1}{d w}$$

$$\mu_p = \frac{V_H l}{V_x B_z d r_H} = 346 \text{ cm}^2/\text{Vs}$$

En la Figura 5 a) puede verse un dispositivo experimental para medir el efecto Hall. Al intentar efectuar este montaje y realizar la medida pueden surgir algunas dificultades.

Si los contactos no están perfectamente alineados para que coincidan con los extremos opuestos de la misma línea equipotencial (en ausencia de campo magnético), además del voltaje de Hall se medirá una caída óhmica de tensión proporcional a la corriente uniforme de la muestra. Esta situación se muestra en la Figura 5 b).

El efecto de la caída óhmica espuria se puede eliminar haciendo mediciones por separado. Primero con el campo magnético y la corriente uniforme en dirección positiva; luego con el campo magnético positivo y la corriente en sentido inverso. La caída

óhmica se elimina con este procedimiento ya que la caída óhmica cambia de signo cuando la corriente se invierte.

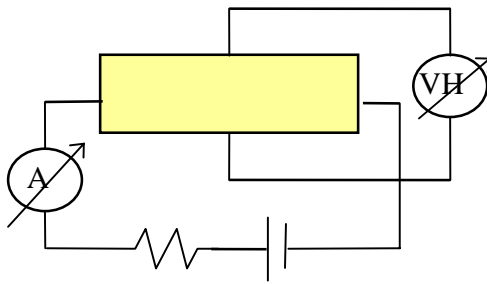


Figura 5 a)

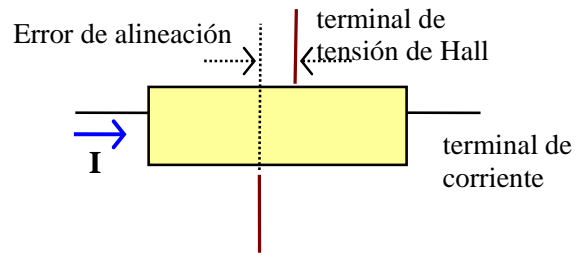
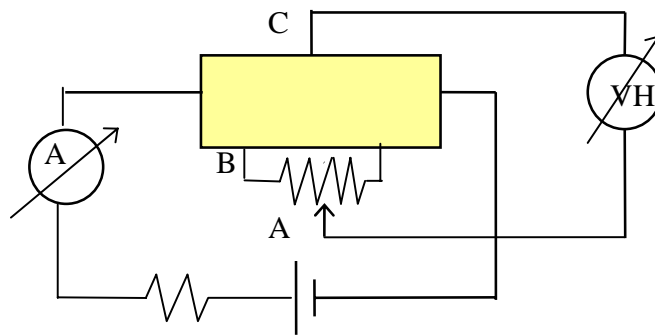


Figura 5 b)

CIRCUITO DE ERROR DE ALINEACIÓN DE TENSIÓN HALL⁹³

En la Figura se muestra un dispositivo que permite lograr eléctricamente la alineación. Variando la posición del contacto móvil del potenciómetro podemos hacer que el potencial en el punto A sea igual al del punto B. Ello se logra ajustando el potenciómetro hasta que sea cero la indicación del voltímetro en un campo magnético nulo. Cuando se aplique un campo magnético, la tensión entre A y C será igual a la existente entre B y C, tal como se deseaba.



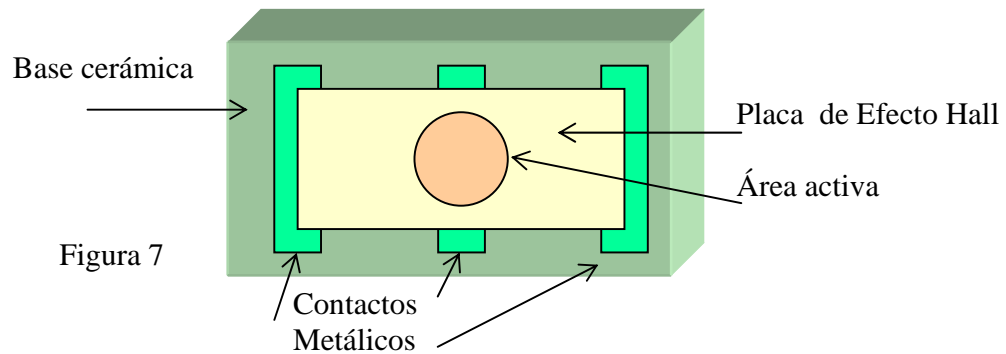
Dispositivo de alineación⁹⁴

⁹³ <http://www.uc3m.es/uc3m/dpto/IN/dpin04/ISL/sensores.pdf>, 2001

⁹⁴ Op.Cit.

3.2.3 ESQUEMA BÁSICO DE LOS SENSORES DE EFECTO HALL

Un sensor de Efecto Hall es una delgada oblea de material semiconductor o una película de semiconductor depositada sobre un sustrato dieléctrico. Se utiliza para detectar movimiento, posición o cambio en un material magnético o ferromagnético o en un campo electromagnético, cuando existe un campo magnético aplicado. Su consumo de energía es muy bajo, es estable térmicamente y de bajo costo. La mayoría de los sensores modernos se basan en semiconductores de GaAs o InAs porque dan tensiones de Hall relativamente grandes. La figura 7 muestra un esquema básico.



ESQUEMA BÁSICO DE SENSOR DE EFECTO HALL⁹⁵

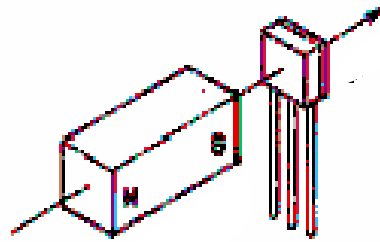
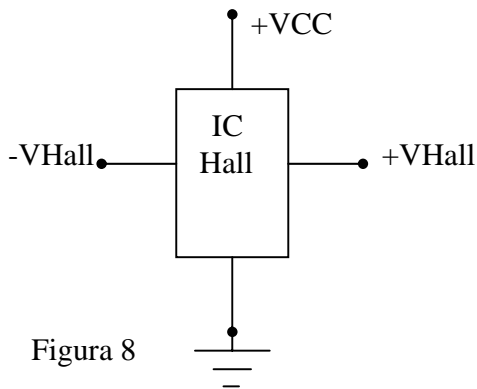
Sobre un sustrato de tipo cerámico se crece una capa por ejemplo de InAs a la cual se le fijan contactos metálicos. En el centro de esta capa se forma un área denominada Área activa, de modo que esta zona quede libre de efectos de bordes. Estas áreas son muy pequeñas, están en el orden de 0.13 mm de diámetro y 0.25 mm de espesor.

⁹⁵ http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UC/AVAILABLE/TDR-0525105-112810/6de8.APLcap6.pdf, 2002

La señal obtenida del sensor Hall puede ser procesada para dar una señal digital o analógica. Cuando se desea obtener una salida digital los sensores se denominan interruptores Hall (Hall switches). Cuando se requiere que la salida sea proporcional a la señal que se desea medir se denominan sensores Hall de tipo lineal.

Los sensores de efecto Hall lineales pueden ser usados en múltiples aplicaciones, por ejemplo: detección de movimiento, de posición, cambios producidos en un material ferromagnético cuando se aplica un campo magnético. El consumo de energía es muy bajo, la salida es lineal y muy estable con la temperatura.

La estructura básica de un dispositivo de efecto Hall integrado es la mostrada en la Figura 8. El dispositivo consta de la pastilla de efecto Hall y una circuitería electrónica apropiada que permite amplificar la tensión de salida a valores medibles, ya que la tensión de salida del sensor Hall básico es muy pequeña.

DISPOSITIVO DE EFECTO HALL⁹⁶

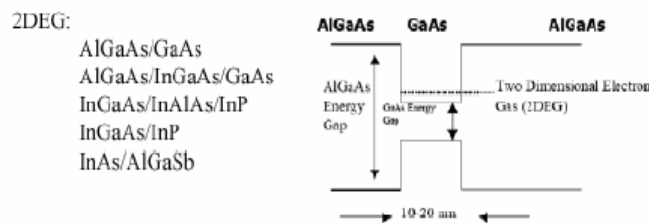
⁹⁶ <http://www.dtf.fi.upm.es/~gtrivino/iad.html>, 2002

La tensión aplicada VCC forzará la circulación de una corriente constante que fluirá a través del dispositivo. Si no hay campo magnético aplicado no habrá tensión a la salida. Al colocar el sensor en un campo magnético perpendicular a la corriente, se medirá una tensión de salida proporcional al campo magnético. Dado que el campo magnético está caracterizado por su densidad de flujo y orientación, el sensor trabajará correctamente cuando la densidad de flujo sea suficiente y la orientación sea la correcta.

En general, los sensores Hall tienen el área activa cercana a un lado de la cápsula que lo contiene, por lo que para que opere adecuadamente las líneas de flujo magnético deben ser perpendiculares a ese lado y deben tener la polaridad correcta. Por ejemplo, como se ve en la Figura 9 se obtendrá una mayor tensión de salida al aproximar al sensor el polo sur (este comportamiento se corresponde con la circuitería interna que no es de nuestro interés por el momento).

3.2.4 MATERIALES DE LOS ELEMENTOS HALL

	Movilidad electrón μ (m ² /V-s)	Banda de energía prohibida, E_g (eV) @ 300 K
Si	0.14	1.11
GaAs	0.85	1.38
InSb	7.7	0.17
InAs	3.3	0.35
2DEG	0.65 - 1.3	0.6 - 1.8



MATERIALES DE ELEMENTOS HALL⁹⁷

⁹⁷ <http://www.monografias.com/trabajos12/rosytor/rosytor.shtml>, 2002

Las características de los dispositivos Hall están determinadas por el tipo de material con el que se fabrican los elementos Hall y por su forma y dependen de dos constantes del material:

- La movilidad de los portadores de carga, μ .
- Banda de energía prohibida, E_g .

La sensibilidad crece con la movilidad como se demostró en la ecuación Por otro lado cuanto mayor sea E_g menores serán las derivas con la temperatura. La tabla muestra los valores de μ y E_g de los principales materiales empleados en la fabricación de sensores Hall.

- **Si:** Tiene buenas características de temperatura, pero su sensibilidad es baja. Se utiliza en la fabricación de sensores Hall integrados empleando tecnologías clásicas de fabricación de Si.
- **GaAs:** Tiene bajas derivas de temperatura, pero la pequeña movilidad de los electrones reduce su sensibilidad.
- **InSb:** Tiene alta sensibilidad debido a su alta movilidad de los electrones, pero el pequeño valor de E_g causa considerables derivas de la temperatura (coeficiente de temperatura $-1\%/^{\circ}\text{C}$).
- **InAs:** Tiene menos movilidad que el InSb por lo que tendrá menos sensibilidad que el, pero las derivas de temperatura son más pequeñas (coeficiente de temperatura $0,1\%/^{\circ}\text{C}$). Empleado en la fabricación de sondas Hall para medir campos magnéticos debido a su buena linealidad.

- **2-DEG:** Los elementos Hall 2-DEG (Two-dimensional electron-gas) son heteroestructuras fabricadas con elementos de los grupos grupo II y IV. El comportamiento electrónico es esencialmente en dos dimensiones (2D), esto significa que los portadores son confinados en pozos de potencial, limitando el movimiento de los electrones a estados de energía fijos conocidos como “Quantum Wells”. La figura muestra la formación de un Quantum Well. De esta forma es posible controlar a nivel del material parámetros como el coeficiente de temperatura o el offset.

3.3 SENSORES DE EFECTO HALL

Los sensores de efecto Hall son dispositivos de estado sólido los cuales forman un circuito eléctrico y, que cuando pasan a través de un campo magnético, el valor del voltaje del circuito varía dependiendo de un valor absoluto de la densidad del flujo. Es necesario llevar a cabo una referencia cruzada y ciertas cancelaciones cuando se utiliza este tipo de sensor, para que las señales verdaderas puedan separarse de otras causas de grandes variaciones de los niveles de voltaje generados por el proceso de inspección.

Existe mucho desacuerdo dentro de la industria en cuanto a cuál es el mejor tipo de sensor para utilizarse en esta aplicación. Los sensores de efecto Hall son indudablemente más sensibles que las bobinas. Sin embargo, en esta aplicación las bobinas son más que adecuadas, más estables y confiables. Si uno se basa en la experiencia de la industria de inspección de tubulares, se observará que, para las inspecciones de tubos usados, el sensor preferido es aún la humilde bobina. Los sensores de efecto Hall confirmaron ser demasiado sensibles cuando las condiciones de la superficie no son perfectas, lo cual resulta en una inspección poco confiable y la generación de muchas falsas alarmas.

3.3.1 SENSORES MAGNÉTICOS EN TRES EJES MAG-03

La gama de sensores en tres ejes *Mag-03* está basada en el principio "Fluxgate". Estos sensores son muy exactos, tienen una respuesta lineal y son extremadamente estables. Tienen también una respuesta en frecuencia plana, con un ancho de banda desde CC hasta 3 kHz. Son adecuados para la medición de campos magnéticos desde cero hasta más de diez veces el valor del campo de la Tierra y proporcionan una salida analógica continua.

Los sensores *Mag-03* contienen tres elementos ortogonales con electrónica integral en un empaquetado compacto. Requieren una alimentación de ± 12 Voltios y producen una salida analógica de ± 10 Voltios a fondo de escala. Con un ancho de banda desde CC hasta 3 kHz las unidades son adecuadas para mediciones de CA y CC. Los magnetómetros están disponibles en encapsulados cilíndricos, de sección cuadrada o sumergible y con rangos de fondo de escala desde ± 70 hasta $\pm 1000 \mu\text{T}$. Hay disponibles versiones con niveles de ruido bajos hasta $4 - 6 \text{ pT}_{\text{eficaces}} / \text{f}^{1/2}$ a 1 Hz.

3.3.1.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN MAG-03PSU

La unidad de alimentación *Mag-03PSU* contiene una fuente de alimentación con batería recargable para el sensor, con un filtro para cada salida que puede ser configurado como filtro paso bajos o paso banda.

3.3.1.2 MÓDULO DE ADQUISICIÓN DE DATOS MAG-03DAM

El módulo *Mag-03DAM* de seis canales de adquisición de datos, con 24 bit de resolución, permite almacenar los datos de dos sensores *Mag-03* en un ordenador compatible IBM. La unidad, que cuenta con control por software y filtrado, está diseñada para registrar cambios en el campo de la Tierra con la mas alta resolución a bajo ritmo de datos.

3.3.1.3 SISTEMA DE ALTA VELOCIDAD DE ADQUISICIÓN DE DATOS DLM24MAG

El sistema multicanal *DLM24Mag* de alta velocidad de adquisición de datos, con muestreo simultáneo, permite registrar los datos de hasta cuatro sensores magnéticos en tres ejes. Se puede seleccionar una interfase por fibra óptica o una RS232 dependiendo del número de canales y el ancho de banda requeridos. Módulos de memoria proporcionan multiplexado para un mayor número de sensores y permiten el registro remoto de datos.

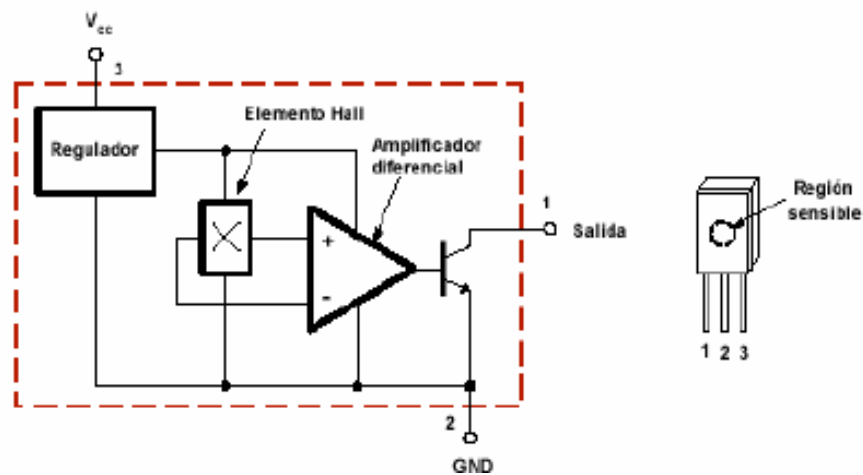
3.3.1.4 UNIDAD DE ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL MAG-03SCU

La *Mag-03SCU* combina una fuente de alimentación, filtros para acondicionamiento de señal y visualizador de LED para cada uno de los tres canales de salida. Cada canal tiene un filtro paso altas y bajos ajustables, con facilidad de ganancia variable y ajuste de cero. Esto permite establecer la respuesta del sistema para requerimientos individuales.

3.3.1.5 UNIDAD DE CALIBRACIÓN MAG-03CU

La unidad de calibración *Mag-03CU*, alimentada por batería, proporciona un campo magnético senoidal de referencia para la comprobación de la calibración de los sensores *Mag-03* que tienen encapsulado cilíndrico.

3.4 SENSORES HALL LINEALES



SENSORES HALL LINEALES⁹⁸

Atendiendo al tipo de salida, los sensores Hall se dividen en dos grupos:

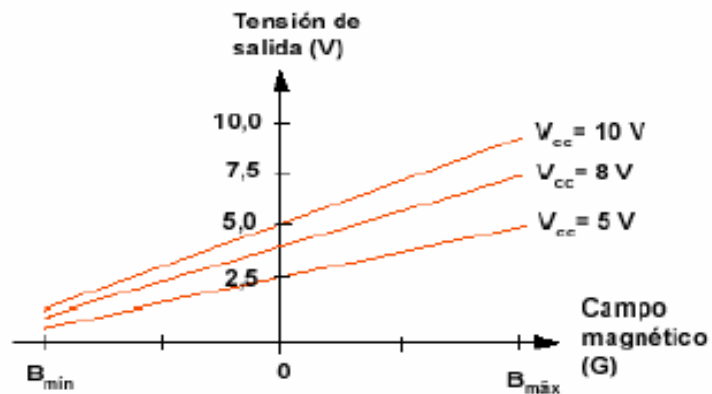
- Sensores Hall de salida lineal.
- Sensores Hall de salida digital (interruptores Hall).

La figura muestra la estructura básica de un sensor Hall de salida lineal. La tensión de salida del elemento Hall requiere un acondicionamiento que consiste básicamente en una etapa de amplificación diferencial, dado que la tensión Hall es de

⁹⁸ http://www.micropik.com/provisional/pag_sensores.htm, 2003

muy bajo nivel ($30\mu\text{V/G}$), y una compensación de temperatura. También suelen integrar un regulador de tensión a fin de poder trabajar con amplio margen de tensiones de alimentación y mantener la corriente constante, de forma que la tensión de salida refleje sólo la intensidad del campo magnético.

Para permitir un mejor interfaz con otros dispositivos, a la salida del amplificador diferencial se añade un transistor en emisor abierto, colector abierto o *push-pull*.

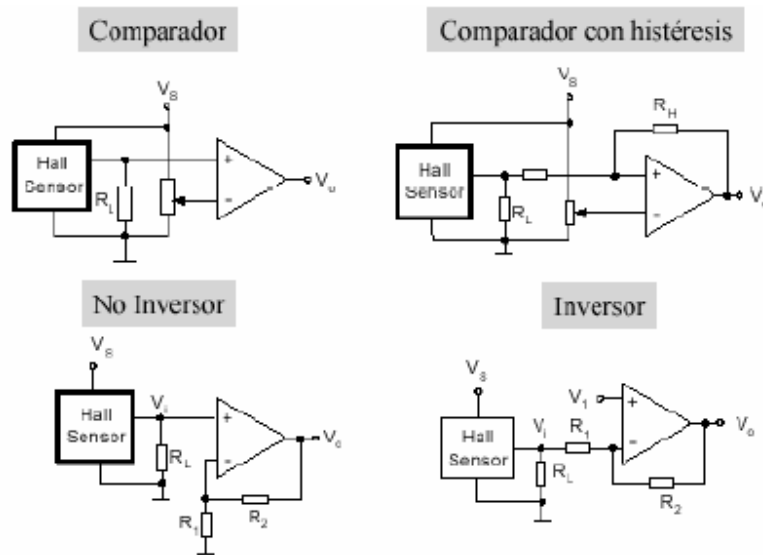
CAMPO MAGNÉTICO ⁹⁹

El campo magnético medido puede ser positivo o negativo, por lo que la salida del amplificador es una tensión positiva o negativa. Esto requiere disponer, en principio, de fuentes de alimentación tanto positivas como negativas. Para evitar esta situación en el amplificador diferencial se incorpora una tensión de polarización (**null offset**), de forma que con un campo magnético nulo se tenga, en la salida, una tensión positiva.

⁹⁹ <http://scmstore.com/acceso/sensores/altaCalidad/proximidad/solid.htm>, 2003

Otras características importantes de los sensores Hall lineales son:

- **Sensibilidad** (mV/G). Es la pendiente de la característica de transferencia. En la mayoría de los sensores Hall lineales la sensibilidad y el *offset* son proporcionales a la tensión de alimentación. Se dice que son sensores **ratiométricos**.
- **Alcance** (*span*). Define el margen de salida del sensor.



CIRCUITOS DE INTERFAZ¹⁰⁰

La salida de un sensor Hall lineal suele ser una configuración en emisor abierto (fuente de corriente) pudiéndose conectar con facilidad a componentes estándar.

Son bastante frecuentes las aplicaciones donde la salida se lleva a un circuito comparador o a un amplificador. La figura muestra ejemplos de circuitos de interfaz básicos.

¹⁰⁰ <http://omnis.if.ufrj.br/~barthem/MCE13.html>, 2001

Empleando un circuito comparador con alimentación única (por ejemplo el LM339 o equivalente) se puede obtener un interruptor digital con punto de funcionamiento ajustable. La resistencia RH proporciona la histéresis a los circuitos comparadores. La exactitud de la medida depende de la tolerancia y coeficiente de temperatura de las resistencias, sin embargo la resistencia RL no es crítica.

3.4.1 VENTAJAS DEL USO DE SENSORES MAGNÉTICOS

Los campos magnéticos pueden pasar a través de muchos materiales no magnéticos, el proceso de la conmutación se puede también accionar sin la necesidad de la exposición directa al objeto. Usando los conductores magnéticos (ej. hierro), el campo magnético se puede transmitir sobre mayores distancias para, por ejemplo, poder llevarse la señal de áreas de alta temperatura. Los sensores magnéticos tienen una amplia gama de usos. Por ejemplo:

- Detección del objeto a través del plástico containers/pipes
- Detección del objeto en medios agresivos a través de las paredes protectoras del Teflon
- Detección del objeto en áreas de alta temperatura
- Tecnología del cerdo
- Reconocimiento de la codificación usando los imanes
- Refiere a los dispositivos encajados en materiales no magnéticos con el imán M 4.0 (véase los accesorios)¹⁰¹

¹⁰¹ <http://www.sick.es/es/productos/sensores/magneticos/es.html>, © SICK Optic-Electronic, S.A.

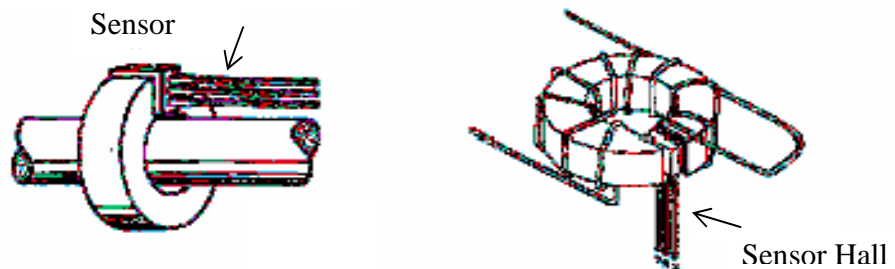


SENSORES MAGNÉTICOS¹⁰²

3.5 APLICACIONES DE SENSORES MAGNÉTICOS

El campo de aplicaciones de los sensores de Efecto Hall es extremadamente amplio. Por ejemplo se pueden emplear como medidores de campo magnético o gaussímetros. En este tipo de circuitos hay una sonda junto con el sensor y electrónica vinculada con el procesamiento de la medida. Pueden medir campos magnéticos del orden de 1 mG.

Los sensores de efecto Hall lineales son ideales para la medición de corrientes, cubriendo un rango que se extiende desde pocos miliamperes hasta cientos de Amperes.



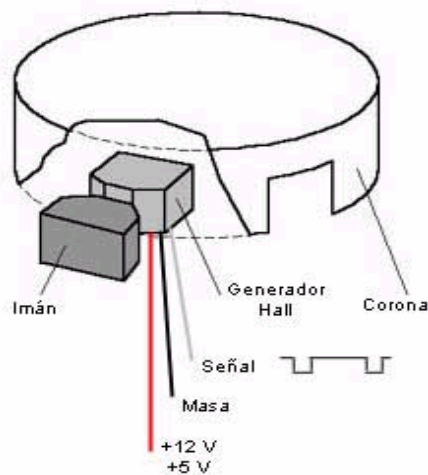
APLICACIÓN DEL SENSOR DE EFECTO HALL¹⁰³

¹⁰² <http://www.radiosurtidora.com/sensores/>

Para conductores donde circulan corrientes elevadas el sensor provee en su salida una medida directa, pudiéndose utilizar el esquema mostrado en la Figura a). Para bajas corrientes se utilizan toroides con arrollamientos para concentrar el campo a valores razonables para realizar la medición.

3.5.1 SENSORES MAGNÉTICOS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Los sensores de efecto Hall tienen múltiples aplicaciones en la industria automotriz, por ejemplo para medir velocidades de rotación o detectar la posición de un determinado elemento. Su principal ventaja es que pueden ofrecer datos fiables a cualquier velocidad de rotación.



SENSOR DE EFCTO HALL¹⁰⁴

¹⁰³ <http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=85>, 2002

¹⁰⁴ Op.Cit

La Figura muestra un sensor de Efecto Hall utilizado en automóviles. Está formado por los siguientes elementos:

- Un generador magnético que suele ser un imán fijo.
- Un pequeño módulo electrónico donde se encuentran los componentes que miden la tensión transversal.
- Una corona metálica con ventanas para interrumpir el campo magnético.

La corona metálica se intercala entre el imán fijo y el módulo electrónico y está unida a un eje con giro. Según la posición de la corona, el campo magnético del imán llega hasta el módulo electrónico. La tensión obtenida a la salida del módulo electrónico, una vez tratada y amplificada corresponde con un valor alto (de 5 a 12 voltios) cuando la corona tapa el campo magnético, y un nivel bajo (de 0 a 0,5 voltios) cuando la corona descubre el imán.

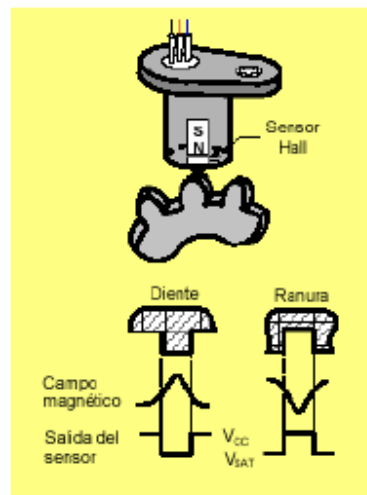
Los sensores de efecto Hall se suelen utilizar para detectar la posición de los árboles de levas, la velocidad del vehículo y en algunos distribuidores para determinar el momento de encendido. También pueden emplearse para determinar la posición del cigüeñal.

El sensor de efecto Hall se conecta mediante tres cables eléctricos. Uno de ellos corresponde con el valor negativo (masa del vehículo), otro cable corresponde con la alimentación, que suele ser de 5 ó de 12 voltios. El tercer cable corresponde con la señal de salida que varía según la posición de la corona metálica.

Para comprobar el funcionamiento de un sensor Hall basta verificar el valor de la tensión de alimentación y la variación de la tensión en la señal de salida cuando alguna ventana de la corona permite el pasaje del flujo del campo magnético.

3.5.2 DETECTOR DE DIENTES DE ENGRANAJE

Se trata de un dispositivo encapsulado en una carcasa tipo sonda, que permite detectar con gran precisión el movimiento de un objetivo de material ferromagnético. La figura muestra su aplicación como sensor de dientes de engranaje. Cuando el diente del engranaje pasa por la cara del sensor, detecta un cambio en el nivel del flujo y traslada este cambio a la tensión de salida, que conmuta entre la tensión de alimentación y la tensión de saturación del transistor de salida. Entre sus aplicaciones más usuales están las de: Recuento, posicionamiento, tacómetros, etc.



DETECTOR DE DIENTES DE ENGRANAJE¹⁰⁵

3.5.3 SENSOR MAGNÉTICO KMZ10

Los sensores KMZ10 usan el efecto MAGNETO RESISTIVO, la propiedad por la cual, un material magnético cambia su resistencia en presencia de un campo magnético externo.

¹⁰⁵ http://www.unizar.es/euitiz/areas/aretecel/links/links_instrum.htm

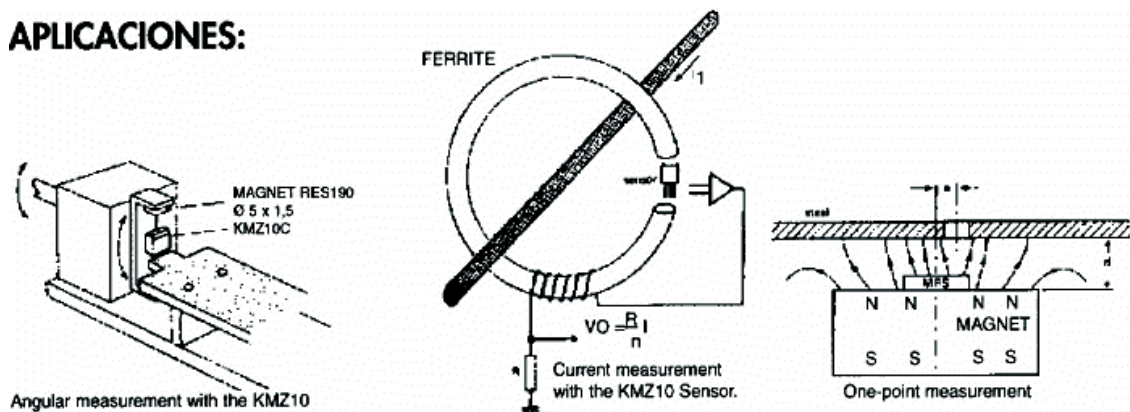
Esto proporciona un excelente medio para medir con precisión desplazamientos lineales y angulares (por ejemplo en varillas metálicas, levas, cremalleras), pues pequeños movimientos mecánicos producen cambios medibles en el campo magnético.

Los sensores de esta serie encuentran aplicación en instrumentación y control de procesos, como también en automatización industrial.

APLICACIONES:

- Medición de desplazamientos (con precisión de décimas de milímetro)
- Medición de ángulos de rotación (ignición electrónica en motores)
- Sensado de corriente en conductores eléctricos.

APLICACIONES:



APLICACIONES¹⁰⁶

¹⁰⁶ <http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag48.html>, 2001

3.5.4 SENSORES MAGNÉTICOS EN TRES EJES MAG-03

3.5.4.1 FÍSICA MÉDICA

Los equipos de Imágenes por Resonancia Magnética (IRM) usados en medicina requieren la generación de campos magnéticos estables y son, por lo tanto, susceptibles a la interferencia de campos externos que pueden ser el resultado de interferencia de radiofrecuencia, o interferencia de frecuencia mas baja por equipos operados eléctricamente, tales como ascensores dentro del mismo edificio, o trenes eléctricos a considerable distancia. Es una práctica estándar explorar el área antes de la instalación de estos equipos sensibles, para registrar las variaciones del campo magnético y seleccionar un lugar con la menor perturbación.

Usualmente la interferencia por radiofrecuencia puede ser suficientemente reducida mediante blindaje, pero las frecuencias mas bajas pueden no ser afectadas mayormente. Se puede usar un sensor *Mag-03* en conjunción con la fuente de alimentación *Mag-03PSU* y un voltímetro digital para proporcionar información sobre los campos en CC y CA en tres ejes.

3.5.4.2 FÍSICA GENERAL

En algunas aplicaciones dónde se usan electrones o iones de baja energía, tal como en microscopios electrónicos y espectrómetros de fotoelectrones, se requieren bajos campos magnéticos y se necesita cancelar el campo de la Tierra. Esto es hecho a menudo usando pares de bobinas de Helmholtz opuestos a las componentes vertical y horizontal del campo ambiental. En muchas aplicaciones una reducción hasta el 10 % del campo de la Tierra es suficiente y esto se puede conseguir aplicando corrientes constantes a las bobinas. Se puede utilizar un sensor *Mag-03*, en conjunción con una *Mag-03PSU* y un voltímetro digital, para controlar por turnos cada una de las tres

componentes del campo, mientras se ajustan las corrientes en las bobinas apropiadas hasta conseguir campo cero. Esta técnica es conocida como blindaje activo con control en lazo abierto.

El campo de la Tierra está sujeto a considerables variaciones durante el curso del día y posteriores variaciones ocurrirán dentro del edificio debido a su estructura y a su actividad tanto adentro como afuera. Para conseguir un campo muy bajo o constante es necesario aplicar un servosistema para medir el campo continuamente y variar las corrientes en las bobinas para contrarrestar estos cambios del campo. Esto proporciona un blindaje activo con control en lazo cerrado. Un sensor de la gama *Mag-03* es adecuado para esta aplicación ya que proporciona control simultáneo en los tres ejes con una buena respuesta en frecuencia.

3.5.4.3 MEDICIONES EN FRECUENCIAS EXTREMADAMENTE BAJAS (FEB)

La respuesta plana en frecuencia de los sensores *Mag-03* en el rango de CC a 3 kHz permite hacer mediciones del campo magnético ambiental en FEB (10 Hz a 3 kHz) en tres ejes. Las fuentes de campos magnéticos que pueden ser investigadas incluyen dispositivos operando a frecuencias de la red eléctrica, que generan campos a la frecuencia de la red y sus armónicos, así como otros que producen campos que son independientes de la frecuencia de la red. Ejemplos de esta última categoría son monitores de vídeo, trenes eléctricos (16,7 Hz y 25 Hz), sistemas de transporte de masas (0 Hz a 3 kHz dependiendo de las características del controlador de velocidad variable), aviones comerciales (400 Hz), calentadores por inducción (50 Hz a 3 kHz) y vehículos eléctricos.

3.5.4.4 DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La gama *Mag-03* se usa para la medición de desbalances de fases en los sistemas de transmisión y de corrientes de fuga a tierra alrededor de las instalaciones de generación y distribución.

3.5.4.5 DEFENSA

La gama de sensores *Mag-03*, junto con la unidad de acondicionamiento de señal *Mag-03SCU* o la unidad de adquisición de datos *DLM24Mag*, se puede usar en sistemas sensores magnéticos ("*magnetic ranges*") para medir la firma magnética de naves o vehículos. El *Grad-03-12* es un gradiómetro en tres ejes para aplicaciones de desmagnetización ("*degaussing*") en lazo cerrado.

3.5.4.6 MEDICIONES Y EXPLORACIONES MAGNÉTICAS DEL CAMPO TERRESTRE

La gama de sensores *Mag-03*, combinada con el *Mag-03DAM* o el *DLM24Mag*, proporciona un sistema de alta resolución para medir el campo de la Tierra. Puede ser usado como estación de base durante exploraciones magnéticas, como sistema secundario para comprobar el funcionamiento del sistema de un observatorio magnético o como un gradiómetro con línea de base larga. El *Mag-03MS* se utiliza como sensor para el sistema de compensación de la barquilla durante exploraciones aéreas.

3.5.5 SENSORES MAGNÉTICOS PARA ATACAR VIRUS

Científicos del Scientists del Argonne National Laboratory han desarrollado un nuevo tipo de sensor magnético capaz de detectar a biomoléculas. El aparato se basa en

la medición de la relajación browniana de nanopartículas magnéticas conectadas a biomoléculas. Esta técnica podría ofrecer aplicaciones para el campo de la medicina y la detección de bacteria y virus en el medioambiente.

Seok-Hwan Chung y su equipo miden el cambio en la susceptibilidad magnética de las nanopartículas en un campo magnético alternante. La susceptibilidad depende del tiempo necesario para que los giros magnéticos de las nanopartículas se relajen a su alineación original después de eliminar el campo magnético.

Existen dos tipos de relajación magnética: en la relajación tipo Browniano las partículas giran en solución debido a su energía termal, mientras que en la relajación de Néel los movimientos internos dipolos de las partículas giran.

La relajación de Néel normalmente ocurre en las partículas menores de 10 nanómetros, mientras que la relajación Browniana predomina en las partículas más grandes. Las técnicas sensorias que miden tiempos de relajación de Néel ya existen, pero no son capaces de distinguir entre objetivos distintos con propiedades similares.¹⁰⁷

3.5.6 SENSORES MAGNÉTICOS PARA ALARMAS

Es muy común encontrar en el área de alarmas a los sensores magnéticos esto es en muchísimas aplicaciones pero la que vamos a mencionar a continuación es la que nos ayudara a mantener en vigilancia nuestras ventanas o puertas y así cuando se activan si alguien las abre sin antes desconectar la alarma se activara, esta es una aplicación bastante sencilla pero no por eso quiere decir que no puede dársele usos mas elaborados como el cual que en lugar de que se active la alarma esta señal se valla a otro circuito de monitoreo y esto haga grabar una video cámara y así no únicamente detectamos a la

¹⁰⁷ http://www.euroresidentes.com/Blogs/avances_tecnologicos/2004/10/sensores-magnticos-para-atacar-virus.htm

persona que quiere violar la seguridad de nuestro hogar sino que además lo grabamos y lo localizamos.

La utilización de sensores magnéticos de seguridad ofrece ventajas particulares en casos de condiciones extremas de suciedad, o bien en los casos en que normas de muy elevada higiene deben ser respetadas obligatoriamente. Esto se obtiene gracias a la simplicidad que ofrece la limpieza de sus piezas.

Una ventaja añadida, consiste en la posibilidad de situarlos debajo de materiales no - magnéticos. Las superficies de montaje y de almacenaje pueden ser preparadas de forma que queden exentas de rincones capaces de albergar la suciedad, o de otras funciones necesarias para evitar las proyecciones o restos.

La serie de sensores magnéticos de seguridad puede también ser utilizada en casos donde no es posible realizar acercamientos precisos, y donde hay que aplicar grandes tolerancias.

A continuación vamos a hablar de una marca y veremos de que consta el paquete que trae los sensores magnéticos.

PACK DE 10 SENSORES MAGNÉTICOS Y PULSADOR DE EMERGENCIA:

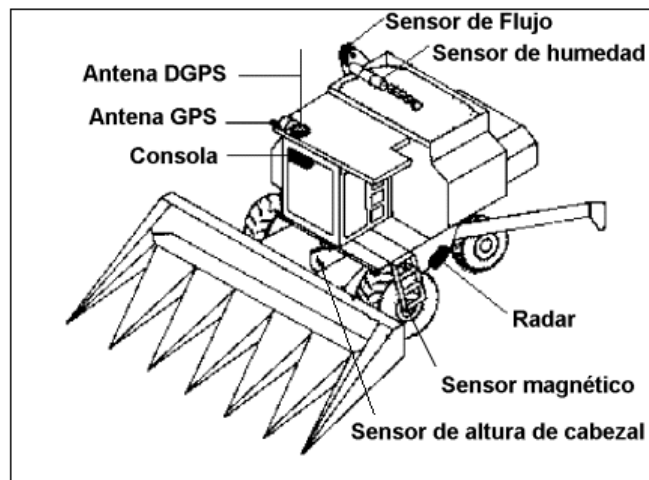
- 10 SENSORES MAGNÉTICOS SOBREPUESTO.
- 01 PULSADOR DE EMERGENCIA
- FÁCIL INSTALACIÓN.
- COLOR CAFÉ.
- PARA PUERTAS Y VENTANAS



JUEGO DE SENSORES¹⁰⁸

3.5.7 SENSOR MAGNÉTICO PARA LA AGRICULTURA

Como hemos dicho el uso de los sensores es esencial para la mayoría de las áreas de producción o industria eh aquí otro ejemplo, aquí vamos a ver un sensor magnético incorporado en un tractor.



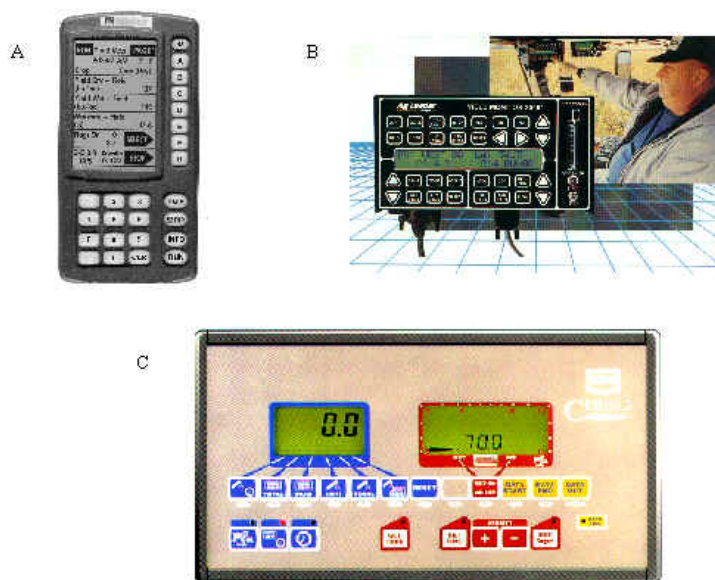
Representación esquemática de los componentes de un monitor de rendimiento con posicionamiento satelital y su ubicación en la cosechadora¹⁰⁹

¹⁰⁸ <http://www.jocoya.cl/alarm02.htm>

¹⁰⁹ <http://www.agriculturadeprecision.org/monrend/ComponentesAgPrecision.htm>

El sensor magnético incorporado a este tractor mide las vueltas del palier o de las ruedas delanteras de la cosechadora. Generalmente es el medidor original de la cosechadora, son exactos cuando existen condiciones de buen piso y el neumático no se entierra ni patina. Calibrando este sensor en las mismas condiciones que de la cosecha se independiza del patinamiento y de las diferencias de diámetro de la rueda por enterramiento de los tacos.

Los datos dados por este sensor magnético y un conjunto de sensores son recopilados por monitores de rendimiento.



Monitores de rendimiento:

(A) Green Star (John Deere), (B) AgLeader y (C) RDS¹¹⁰

¹¹⁰ <http://www.agriculturadeprecision.org/monrend/ComponentesAgPrecision.htm>

3.6 NOVEDADES EN LOS SENSORES MAGNÉTICOS

3.6.1 SENSORES MAGNÉTICOS DE PROXIMIDAD PARA APLICACIONES DE POSICIÓN Y VELOCIDAD

3.6.1.1 LA TECNOLOGÍA GMR PROPORCIONA ALTA SENSIBILIDAD A LOS OBJETIVOS MAGNÉTICOS

La nueva línea de sensores magnéticos de proximidad de ifm efector incorpora la Tecnología Magnetorresistiva Gigante (GMR) para proporcionar una sensibilidad extremadamente alta a los objetivos magnéticos. Los sensores de ifm detectan imanes a través de todos los materiales no magnetizables incluyendo el acero inoxidable, los metales no ferrosos, el aluminio, el plástico, la madera y el vidrio. Diseñados para aplicaciones industriales difíciles, estos sensores son ideales para aplicaciones de velocidad, evaluación de pulsos, posición de tubos en U en paneles desviadores y sistemas de adición como los que se usan en la industria de alimentos y bebidas.

3.6.1.2 ALTAS FRECUENCIAS DE CONMUTACIÓN Y LARGOS ALCANCES DE DETECCIÓN

Con la integración de la tecnología GMR, los sensores magnéticos de proximidad de ifm ofrecen altas frecuencias de conmutación con 5,000 Hz para procesos rápidos, y alcances de detección extremadamente largos, de hasta 70 mm. Los sensores tienen polaridad independiente y proporcionan una detección de posición confiable sin importar la orientación del imán. Los sensores ofrecen excelente repetitividad y características operativas estables en un amplio rango de temperaturas, que va de -13 °F a 158 °F.

3.6.1.3 GRAN VARIEDAD DE MODELOS

Estos sensores de estilo tubular son modelos de desconexión rápida en acero calibre 316, contenidos en cajas de M8, M12 y M18 de diámetro. El modelo rectangular en miniatura puede actualizar los interruptores mecánicos estilo V3. Para aplicaciones de lavado, ifm ofrece cajas de acero inoxidable M12 y M18 con cara de detección PEEK aprobada por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos).

CONCLUSIONES

En esta monografía se trataron temas como sensores inductivos, sensores magnéticos y diferentes tipos de sensores comunes en nuestras casas o trabajos, hemos visto la importancia que tienen dentro de la industria los sensores magnéticos e inductivos, por que en la actualidad sería imposible hacer una máquina que no tuviera estos sensores por que ellos le ayudan al sensado de sus partes, esto es, que con ellos podemos saber la posición de sus pistones (magnéticos) o también podemos saber si terminó la carrera o todavía no la ha empezado de algún brazo (inductivos).

También vimos las partes que los conforman a los sensores sus circuitos internos y sus circuitos de salida, vimos que no únicamente estos sensores se reservan para el uso de máquinas industriales por que también los vimos en autos hasta en bicicletas como velocímetros, no hay límite para el uso de estos dos tipos de sensores y cada día se van modernizando más y más, esto lo vemos en su tamaño y en sus funciones pues estos dispositivos cada vez hace mas funciones, incluso con el mismo encapsulado, de esta manera cumplimos con los objetivos planteados.

BIBLIOGRAFÍA

Electrónica Industrial Moderna Timothy J. Maloney Ed. Prentice Hall México 2001
Tercera Edición

Termodinámica Keneth Wark Ed. Mc Graw Hill México 1997 Quinta edición

Jugar con las máquinas" Bernat Romani. Ed. Ters Torres/Edunsa. 1999

LabVIEW 6i. Programación Gráfica para el Control de Instrumentación" Antonio M. Lázaro. Ed. Paraninfo 2001

Microbótica" José M^a Angulo, Susana Romero e Ignacio Angulo. Ed. Paraninfo. 1999

Revista "Nueva electrónica". números 195, 197, 199, 200, 201 y 202.

J. Fraden, Handbook of modern sensors, AIP Press,1996

Payas-Areny, Sensores y acondicionadores de señal, Ed. Marcombo 1988

D.G. Buerk, Biosensors: Theory and Applications,1993

MEMS and MOEMS Technology and Applications, SPIE, P. Rai-Choudhury
Press Monograph Vol. PM85, 2000

S.M. Sze (Ed): Semiconductor Sensors, Wiley 1994

W. Göpel: "Sensors: A comprehensive Survey", VCH

S. Fatikow, U. Rembold. "Microsystem Technology and Microrobotics".
Springer(Verlag Berlin Heidelberg). 1997

BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

- Enciclopedia Encarta, 2001
<http://es.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%A9resis>
<http://html.rincondelvago.com/emisor-de-radiofrecuencia.html>, 2001
<http://html.rincondelvago.com/rectificador.html>, 1997
<http://olimpia.uanarino.edu.co/oibf/ibero04/oibfixth.pdf>, Septiembre de 2004
<http://omnis.if.ufrj.br/~barthem/MCE13.html>, 2001
<http://scmstore.com/acceso/sensores/altaCalidad/proximidad/solid.htm>, 2003
<http://scmstore.com/acceso/sensores/index2.htm>, 1998
<http://web.upaep.mx/educacionContinua/pdf/mems.pdf>, 1990
http://www.ab.com/catalogs/C114-CA001A-ES-P/1a_photo.pdf, 1997
http://www.ab.com/catalogs/C114-CA001A-ES-P/2a_proxi.pdf
<http://www.aeet.org/ecosistemas/013/investigacion5.htm>, 28 Julio de 1994. Estación Experimental de Zonas Áridas.
<http://www.agriculturadeprecision.org/monrend/ComponentesAgPrecision.htm>
<http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=85>, 2002
http://www.automatica-elec.es/Pu_%20Imatges_archivos/Pu_PDF/Pu_Sensors%20Vdc.pdf
http://www.automatica-elec.es/Pu_Cilin.htm, 29.09.2004 Automática Electrónica y Control, S.L
<http://www.conicyt.cl/bases/fondecyt/proyectos/01/2005/1050357.html>, 1998
<http://www.dtf.fi.upm.es/~gtrivino/iad.html>, 2002
<http://www.ehu.es/acustica/espanol/electricidad/transes/transes.html>, Curso de Acústica creado por GA. © Copyright 2003
http://www.euroresidentes.com/Blogs/avances_tecnologicos/2004/10/sensores-magneticos-para-atacar-virus.htm
http://www.festo.com/INetDomino/coorp_sites/es/e782c00f0bea1150c1256e8a00521bc4.htm, 2005 Festo AG & Co. KG
<http://www.fi.uba.ar/materias/7206/Detectores.PDF>
<http://www.forosdeelectronica.com/about357.html>
<http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag48.html>, 2001
http://www.honeywell.es/hw_productos_servicios/hw_sensores/Hw_Sensores_Control.htm, 2000
http://www.honeywell.es/hw_productos_servicios/hw_sensores/Hw_Sensores_Control.htm, 2000
<http://www.info-ab.uclm.es/labelec/Solar/Componentes/SPROXIMIDAD.htm>
<http://www.jocoya.cl/alarm02.htm>
http://www.micropik.com/provisional/pag_sensores.htm, 2003
<http://www.moellerarg.com.ar/sensores.htm>
<http://www.monografias.com/trabajos11/presi/presi.shtml>
<http://www.monografias.com/trabajos11/semi/semi.shtml>, 2000
<http://www.monografias.com/trabajos12/rosytor/rosytor.shtml>, 2002
<http://www.monografias.com/trabajos13/tratot/tratot.shtml>, 1998.
http://www.nortecnica.com.ar/pdf/teoria_inductivos_1_2.pdf
http://www.pilz.com/downloads/Leaflet_Safe_Sensor_Tech_E.pdf, 1/10/04
<http://www.radiosurtidora.com/sensores/>
http://www.schillig.com.ar/sensores_conceptos_generales_fr.htm

http://www.schillig.com.ar/Sensores_de_Proximidad_fr.htm
<http://www.senstronic.com/es/induct.html>
<http://www.sick.es/es/productos/sensores/magneticos/es.html>
<http://www.sick.es/es/productos/sensores/magneticos/es.html>, © SICK Optic-Electronic, S.A.
http://www.sick.es/es/productos/sensores/palpadores_caminosrodillos/es.html
http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UC/AVAILABLE/TDR-0525105-112810/6de8.APLcap6.pdf, 2002
<http://www.tii-tech.com/spanish/mb600.html>, 2001
<http://www.uc3m.es/uc3m/dpto/IN/dpin04/ISL/sensores.pdf>, 2001
<http://www.ugm.edu.mx/descargas/archivos%20sec/3er.sem/Elementos%20de%20teoria%20del%20control>
http://www.unizar.es/euitiz/areas/aretecel/links/links_instrum.htm
<http://www.varitel.com/sensores/hall.htm>, 1997
<http://www.varitel.com/sensores/inductivos.htm>, 1999
<http://www2.ate.uniovi.es/5809/Lecci%C3%B3n%205/Lecci%C3%B3n%205.pdf>
Rudolf F. Graf, Mexico D.F, 1997, pag 627, Diccionario Moderno de Electrónica
http://www.ab.com/catalogs/C114-CA001A-ES-P/2a_proxi.pdf
http://www.el.uma.es/Docencia/Asignaturas/Transductores_Electronicos/Transductores_Electronicos.htm

GLOSARIO

DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA TÉCNICA DE SENSORES

Aproximación axial: La aproximación a la diana cuando su centro se mantiene en el eje de referencia.

Aproximación lateral: La aproximación de la diana perpendicular al eje de referencia.

Blindado: Un sensor que puede montarse al ras en metal hasta el plano de la cara de detección activa.

Caída de voltaje: La máxima caída de voltaje a través de un sensor conductor.

Cara activa: Porción del sensor desde donde emana el campo electro- magnético o los pulsos ultrasónicos.

Consumo de corriente: La corriente consumida por el interruptor de proximidad cuando el dispositivo de salida está desactivado

Corriente de fuga: Corriente que fluye a través de la salida cuando la salida está en condición desactivada o desenergizada. Esta corriente es necesaria para suministrar alimentación a los circuitos electrónicos del sensor.

Corriente máxima de carga: El nivel de corriente máximo al cual el sensor de proximidad puede funcionar continuamente.

Corriente máxima: El máximo nivel de corriente al cual el sensor de proximidad puede funcionar por un período corto de tiempo.

Corriente mínima de carga: La cantidad mínima de corriente requerida por el sensor para mantener una operación confiable.

Diana: Objeto que activa el sensor.

Distancia de detección: La distancia a la cual una diana que se está aproximando activa (cambia el estado de) la salida de proximidad.

Distancia de operación, asegurada: Entre 0 y 81% de la distancia de operación nominal de los interruptores de proximidad **inductivos**

Distancia de operación, efectiva: (Sr) La distancia de operación de un interruptor de proximidad individual medido a la temperatura, voltaje y condición de montaje indicados.

Distancia de operación, nominal: La distancia de operación especificada por el fabricante y usada como valor de referencia. También se denomina distancia nominal de detección.

Factores de corrección: Factores de multiplicación sugeridos que toman en consideración las variaciones en la composición del material de la diana. La distancia real de detección se ha de multiplicar por dicho factor para obtener la distancia nominal de detección.

Fluctuación: La variación entre los valores pico a pico en el voltaje de CC. Se expresa en porcentaje del valor nominal

Frecuencia de conmutación: El número máximo de veces por segundo que el sensor puede cambiar de estado (activado a desactivado) generalmente expresado en Hertz (Hz). De acuerdo con DIN EN 50010.

Fuente: Vea PNP.

Histéresis: La diferencia, en porcentaje (%), de la distancia de detección nominal entre el punto de operación (interruptor activado) y el punto de liberación (interruptor desactivado) cuando la diana se está moviendo en dirección opuesta a la cara activa del sensor. Sin suficiente histéresis, un sensor de proximidad vibrará (alternará continuamente entre activado y desactivado) cuando se aplique vibración suficiente a la diana o al sensor.

Indicador LED: Diodo emisor de luz usado para indicar el estado del sensor.

Inmunidad a los campos de soldadura: (WFI) La capacidad de un sensor de no activarse en falso ante la presencia de fuertes campos electromagnéticos.

Interruptor de proximidad de dos hilos: Un sensor de proximidad que conmuta una carga conectada en serie a la fuente de alimentación. La corriente de alimentación del detector de proximidad se obtiene en todo momento a través de la carga

Interruptor de proximidad de tres hilos: Un sensor de proximidad de CA o CC con tres conductores, dos de los cuales suministran alimentación eléctrica y el tercero conmuta la carga.

Margen de detección: La distancia de operación nominal.

Material de amortiguación: Material que causa una disminución en la resistencia del campo electromagnético o eléctrico producido por la bobina de detección.

Metal ferroso: Cualquier metal que contiene hierro.

Metal no ferroso: Cualquier metal que no contiene hierro.

Montaje al ras: Un sensor de proximidad protegido, el cual puede montarse al ras en metal hasta el plano de la cara de detección activa.

Normalmente abierto: La salida se cierra cuando un objeto es detectado en el área de conmutación activa.

Normalmente cerrado: La salida se abre cuando un objeto es detectado en el área de conmutación activa.

NPN: El sensor conmuta la carga al terminal negativo. La carga ha de conectarse entre la salida del sensor y el terminal positivo.

PNP: El sensor conmuta la carga al terminal positivo. La carga ha de conectarse entre la salida del sensor y el terminal negativo

Protección contra cortocircuito: (SCP) Sensor protegido contra daño cuando ocurre una condición de cortocircuito por un período de tiempo indefinido o definido.

Protección contra inversión de polaridad: Sensores de proximidad protegidos contra una inversión en la polaridad del voltaje.

Pulso falso: Un cambio no deseado en el estado de la salida del interruptor de proximidad que dura más de dos milisegundos.

Recorrido diferencial: Vea Histéresis.

Repetibilidad: La variación de la distancia de operación efectiva medida a temperatura ambiente y voltaje de suministro constante. Se expresa como un porcentaje de la distancia de detección.

Salida aislada: Una salida que está ópticamente separada de la entrada y otra salida e independiente de la otra salida hasta un nivel especificado.

Salida doble: Sensor que tiene dos salidas que pueden ser complementarias o del mismo tipo (por ejemplo dos normalmente abiertas o dos normalmente cerradas).

Salida programable: (N.A. o N.C.) Salida que puede cambiar de N.A. a N.C. o de N.C. a N.A. mediante un interruptor o cable de puente. También se conoce como salida seleccionable

Salidas complementarias: (N.A. y N.C.) Un sensor de proximidad que cuenta con salidas normalmente abierta y normalmente cerrada, las cuales se pueden usar simultáneamente.

Sensor activo: es el Sensor que detecta la perturbación que genera en el campo de radiación.

Sensor bipolar magnético: es el Sensor de efecto Hall de estado sólido que tiene un estado sólido que tiene un punto de manejo máximo positivo (polo sur) y un punto de liberación mínimo negativo (polo norte). Ya que los puntos de operación y liberación pueden ser ambos positivos o negativos, no se puede garantizar que se cierre.

Sensor de área: es Sensor con una zona de detección que se aproxima a cierta área, como la superficie de una pared o el exterior de un área de seguridad.

Sensor de campo h: es Detector pasivo que ubica cambios en el campo magnético de la Tierra provocados por el movimiento de intrusos.

Sensor de campo: es el Detector pasivo que ubica cambios en el campo eléctrico ambiente de la Tierra causados por el movimiento de algún intruso.

Sensor de capacitancia: es el Sensor que responde a un cambio de capacitancia en un campo que contiene un objeto protegido o en campo dentro de un área protegida. También se le llama detector capacitivo.

Sensor de cloruro de litio: es Elemento higroscópico que tiene una respuesta rápida, mucha exactitud y buena estabilidad de largo plazo y cuya resistencia es una función de la humedad relativa. También llama celda Dunmore.

Sensor de extensómetro: es Sensor que, unido a un objeto, proporciona una respuesta eléctrica a la aplicación de un esfuerzo a éste, como una fuerza de flexión, estiramiento o compresión.

Sensor de intrusión activo: es el Sensor activo que detecta la presencia de un intruso dentro de un alcance del sensor; por ejemplo, detector ultrasónico de movimiento, detector de movimiento de radio-frecuencia y sistema fotoeléctrico de alarma.

Sensor de línea: es el Sensor que tiene un zona de detección que se aproxima a una línea o serie de líneas, como el sensor fotoeléctrico que detecta haces de luz directa o reflejada.

Sensor de movimiento: es Sensor que responde al movimiento de intrusos.
Sensor de sonido es el Sensor que responde al sonido; micrófono.

Sin blindaje: Sensores que tienen distancias de detección mayores y un campo magnético más ancho pero son sensibles a los metales circundantes.

Sumidero: Vea NPN.

Tiempo de respuesta: Vea Frecuencia de conmutación.

Voltaje de aislamiento: Voltaje nominal máximo entre salidas aisladas

Voltaje residual: El voltaje a través de la salida del sensor mientras está activado y portando la máxima carga de corriente.

Zona libre: El área alrededor del interruptor de proximidad, el cual debe