

APUNTES TECNICOS
SOBRE LOS RELOJES DE CUARZO
(NIVEL BASICO)

Por. Josep Matas i Rovira.

INTRODUCCION (PROLOGO)

El objetivo principal del contenido de estos apuntes técnicos de nivel básico, es dar al especialista relojero un soporte técnico con el cual pueda responder mejor a las preguntas, que se le plantearán durante las fases de la reparación y mantenimiento de los relojes de cuarzo ya sean analógicos o digitales.

El hecho de aprenderse todo el contenido de los apuntes, no supone adquirir la destreza necesaria para efectuar las reparaciones o el mantenimiento y hacer el tiempo de trabajo rentable.

Siempre debemos cumplimentar la teoría con la destreza manual que el especialista en relojería ya tiene asumida.

Conociendo el contenido de estos apuntes, y con el soporte práctico de un buen curso de reparación y mantenimiento, estamos seguros que se consigue el objetivo fundamental, que es el de hacer las reparaciones rentables tanto para el especialista en relojería como para su cliente.

La microelectrónica aplicada a la relojería avanza tan rápida que seguramente estos apuntes en poco tiempo deberán ser revisados y puestos al día, pero somos conscientes de ello y por este motivo estarán sujetos a revisión y ampliación constante. Deseamos por consiguiente que al finalizar el estudio de los mismos les sean de mucha utilidad.

Industrial Martí de Relojería, S.L.

J.Matas i Rovira.

CONTENIDOS

- Introducción - prólogo.
- Contenido.
- La materia (resumen básico).
- La electricidad básica.
- Conductores, aislantes y semiconductores.
- Pilas, acumuladores y células solares.
- Magnetismo (resumen básico) y bobinas.
- Transistores MOS - CMOS.
- El reloj analógico de cuarzo.
 - El esquema.
 - El cuarzo.
 - Efecto de la temperatura sobre el circuito oscilador.
 - Termocompensación
 - El reglaje por inhibición.
- Circuitos que forman el C.I. del reloj analógico de cuarzo.
 - Circuito oscilador.
 - Circuito divisor de frecuencia.
 - Circuito amplificador de salida.
 - El motor paso a paso del reloj analógico de cuarzo.
 - Estator excéntrico.
 - Estator de una pieza.
 - Estator de ismos.
 - Formas de la señal o impulso.
- El reloj digital de cuarzo.
 - Esquema.
 - Circuito contador (resumen básico).
 - Circuito decodificador (resumen básico).
 - Circuito elevador de tensión (resumen básico).
 - El reloj digital de cuarzo: Display, L.C.D.
 - Esquemas.
 - Excitación directa.
 - Excitación múltiple.
 - Conectores (cebras, difusor y espejo reflector).
- El reloj analógico digital de cuarzo.
- La función de alarma o sonería.
- Reloj atómico (resumen básico).
- Teoría básica de la microsoldadura.
- Recomendaciones básicas sobre la limpieza, lubricación y mantenimiento.

ELECTRICIDAD BASICA

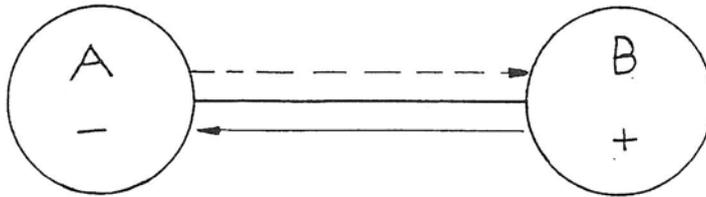
ELECTRICIDAD BASICA

- TEORIA DE LA ELECTRICIDAD

Antes de iniciar el estudio básico de la electricidad dinámica y de la electricidad estática, que son las más interesantes para conocer el funcionamiento de los relojes eléctricos, debemos mencionar que existen también, la electricidad por frotamiento y por contacto, las cuales pueden ser consideradas como el origen de la electrónica.

- CORRIENTE ELECTRICA (ELECTRONICA)

Se da este nombre al desplazamiento de una carga eléctrica a lo largo de un conductor.



Una corriente electrónica, del cuerpo negativo al positivo, equivale exactamente a una corriente eléctrica del cuerpo positivo al negativo.

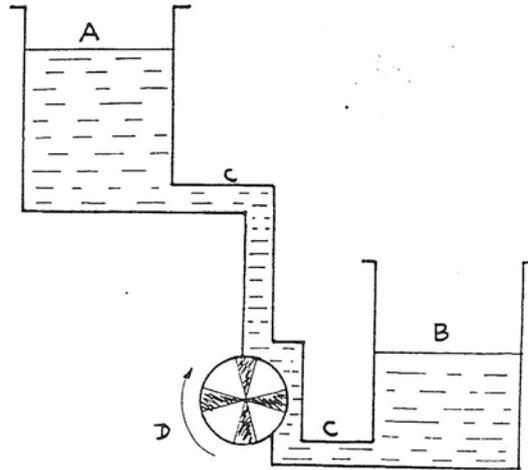
CIRCUITO ELECTRONICO

- GENERALIDADES

Se da el nombre de circuito eléctrico al camino recorrido por la electricidad en movimiento.

- EJEMPLO ELEMENTAL HIDRAULICO

El desnivel entre los recipientes A y B provoca que circule una corriente de agua por el conductor C y haga girar la rueda D.



De igual forma el desnivel que se produce artificialmente dentro de la pila, produce que al conectar sus bornes a un hilo conductor circule por el una corriente eléctrica, la cual al pasar por el receptor en este caso una bombilla, la ponga incandescente. En el ejemplo hidráulico la rueda es el receptor, mientras que en el ejemplo eléctrico el receptor es la bombilla.

LEY DE OHM - KIRCHHOFF

Como la corriente eléctrica no es otra cosa más que un movimiento de electrones, cuanto mayor es la resistencia, más débil es la corriente.

Para que haya movimiento de electrones en alguna dirección, es decir corriente, hace falta que una fuerza actúe sobre los electrones.

Esta fuerza se denomina: Fuerza electromotriz (F.e.m.).

Cuanto mayor sea esta fuerza, más intensa será la corriente.

T = TENSION = VOLTIO V

R = RESISTENCIA = OHM

I = INTENSIDAD = AMPERIO A

U = F.e.m.

TENSION = RESISTENCIA x INTENSIDAD

INTENSIDAD = $\frac{\text{TENSION}}{\text{RESISTENCIA}}$

RESISTENCIA = $\frac{\text{TENSION}}{\text{INTENSIDAD}}$

KIRCHHOFF

La suma de las corrientes entrantes igual a la suma de las corrientes salientes.

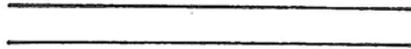
Ie = Corrientes entrantes.

Is = Corrientes salientes.

CLASES DE CORRIENTES

- CORRIENTE CONTINUA

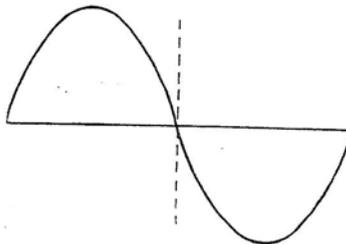
Es la que existe en un circuito eléctrico cuando esté recorrido por la electricidad siempre en un mismo sentido.



- CORRIENTE ALTERNA

Es la que existe en un circuito eléctrico, cuando este es recorrido por la electricidad alternativamente en uno u otro sentido.

Nota: Es una corriente que cambia de sentido a intervalos de tiempo iguales.



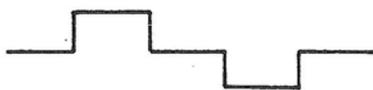
- CORRIENTES PULSATORIAS



ONDA CUADRADA



ONDA FORMA DE SIERRA

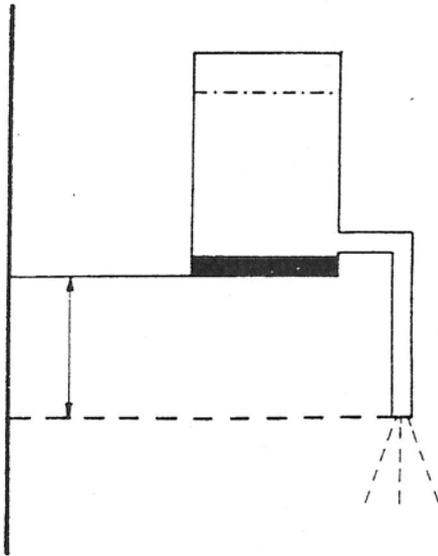


ONDA CUADRADA CAMBIANDO DE SIGNO

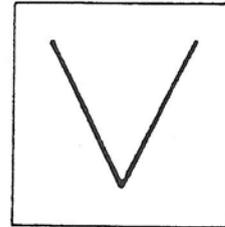
- TENSION

Es la diferencia de potencial entre los bornes de un aparato o entre dos puntos de un circuito.

La podemos comparar a una fuerza tendente a expulsar electrones dentro de un circuito y así producir una corriente.



UNIDAD
VOLTIO



SUBMULTIPLoS

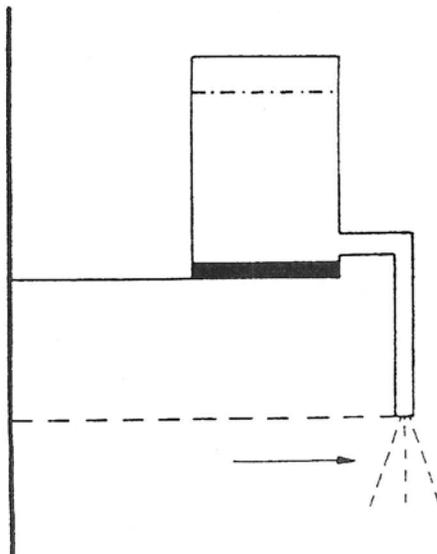
Milivolt (mV) = 0,001 V

Microvolt (uV) = 0,000001 V

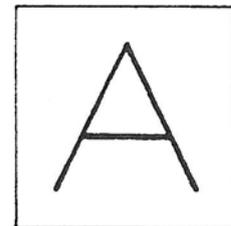
Nota: La Tensión en el ejemplo hidráulico, es la altura entre el fondo del depósito y el terminal del tubo.

- INTENSIDAD

Es la cantidad de corriente que pasa por la sección de un conductor en un segundo.



UNIDAD
AMPERIO



SUBMULTIPLoS

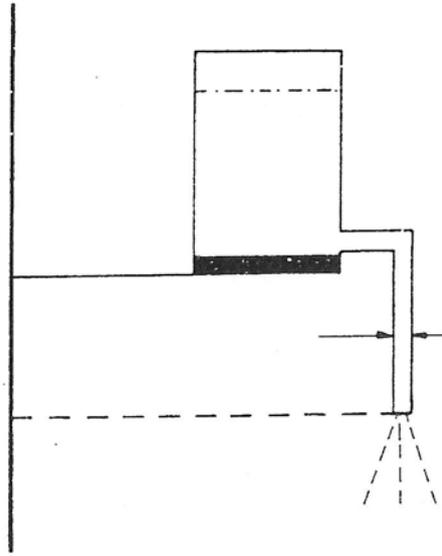
Miliamperios (mA) = 0,001 A

Microamperios (uA) = 0,00000 A

Nota: La intensidad en el ejemplo hidráulico, es la cantidad de agua que pasa por la tubería en un segundo.

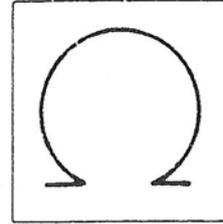
- RESISTENCIA

Es la oposición de un conductor al paso de una corriente eléctrica.



UNIDAD

OHMIO



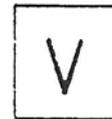
MULTIPLICOS

Kilohmio = 1000

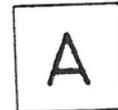
Megahmio = 1.000.000

UNIDADES Y SIMBOLOS

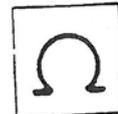
TENSION = VOLTIOS V =



INTENSIDAD = AMPERIOS I =

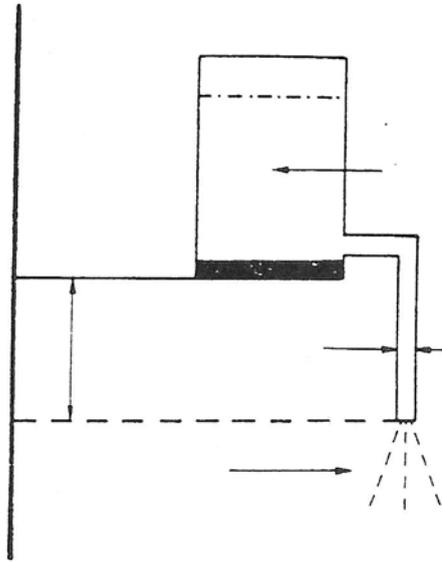


RESISTENCIA = OHMIOS R =



- CAPACIDAD

Carga que guarda una pila, medida en (mAh) miliamperios a la hora.



EJEMPLO:

Renata 384 \approx 45 mAh

NOTA: Para deducir la teórica capacidad de una pila, debemos aplicarle una resistencia y ver su caída de tensión.

VALORES USUALES

TENSION	VOLTIOS	1,35V Mercurio
	 1,55V Oxido de plata
	 3,00V Litio
INTENSIDAD	AMPERIOS	10 mA Lámparas L.C.D.
	(consumos)	15 mA Lámparas L.C.D.
	 1,5 - 3 uA Módulos.
	 0,5 - 1 uA Módulos.
RESISTENCIA	OHMIOS	3,2 - 2,5 k bobinas moto
	 40 - 15 bobinas alarma.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA

- DEFINICION:

Cargas eléctricas que se forman en la superficie de los cuerpos generalmente por rozamiento o variaciones de temperatura.

- CARACTERISTICAS:

Nuestro campo tiene un potencial aproximado sobre los 2V.

La intensidad que aportamos es más pequeña que la que el componente está dimensionado para trabajar.

En vista de lo anteriormente expuesto es muy probable, que si no protegemos convenientemente el módulo lo podemos dañar.

- OBSERVACIONES:

¿Cuáles son los elementos que se pueden dañar?

- Las dos conexiones del Cuarzo y las dos del Trimer.

- Las dos únicas entradas al circuito integrado. (La pila es común).

Dos para el Cuarzo

Entradas al C.I.

Pila

Dos para el Trimer

Son todas las demás

Salidas del C.I.

Dos para el motor paso a paso.

Múltiples para los displays.

Estas salidas, no se pueden dañar aunque les pongamos una pequeña tensión nuestra. Esto que, de hecho, es grave, no lo es en absoluto teniendo la precaución de trabajar con nuestro cuerpo al mismo potencial de masa.

Prueba de ello es que podemos encender con unas pinzas el Display y no se enciende si hacemos masa con la otra mano.

El caso del Display que se enciende sujetándolo con una pinza, y no se enciende si tenemos la otra mano encima de la mesa. ¿Porqué?. Sencillamente porque ponemos la mesa al mismo potencial de la mano, la misma tensión por tanto de 0 0, son 0 en contra de nuestro potencial.

Si nuestra muñeca derecha la unimos a masa mediante un cable que no sea engorroso, lograremos eliminar nuestro potencial.

SI UNIMOS LA MUÑECA A MASA, LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA DESAPARECE

- PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA:

Produciremos electricidad estática al frotar los pies sobre la moqueta.

Al llevar alguna prenda acrílica y su roce con otro cuerpo (la mesa, etc) produce electricidad estática.

Estos dos ejemplos son capaces de fabricar electricidad estática suficiente como para dañar seriamente el módulo.

BATERIAS, ACUMULADORES
PILAS Y CELULAS SOLARES

- BATERIAS

(pilas, acumuladores y células)

En general y según sus características las baterías se clasifican en primarias (pilas) y secundarias (acumuladores) y células de combustión o energéticas.

Una vez descargada la batería primaria no puede regenerarse, a no ser que sea sometida a varias operaciones de recarga, siempre que ello sea posible. Por ejemplo: Pila de dióxido de manganeso, pila de óxido de plata y pila de mercurio.

La batería secundaria puede recargarse repetidamente y pertenecen a esta clase, los acumuladores de plomo y níquel cadmio.

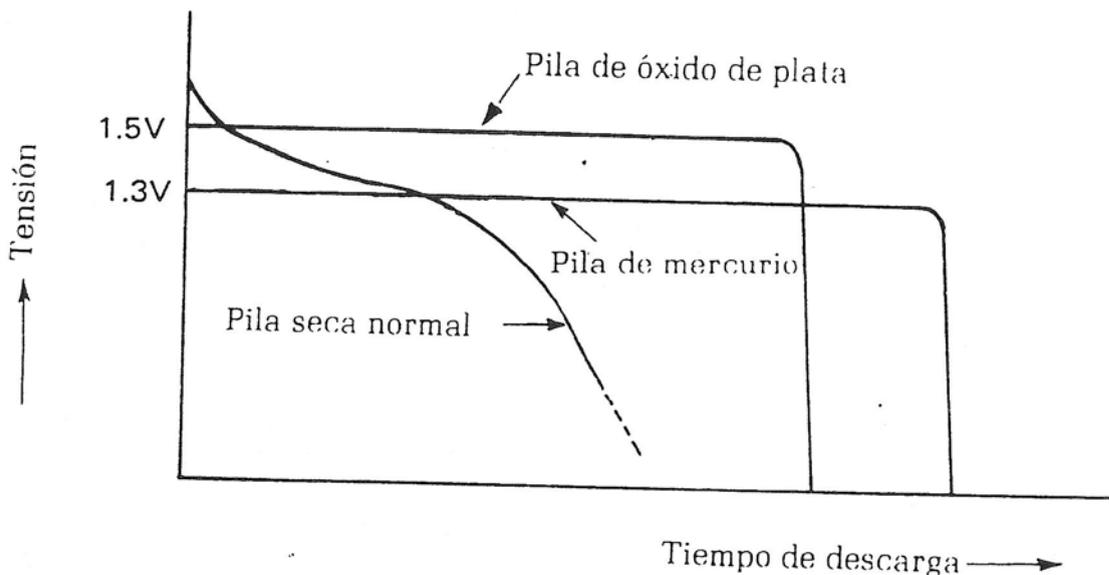
- CARACTERISTICAS DE LA BATERIA

Gran capacidad (muchísima densidad de energía por unidad de volumen).

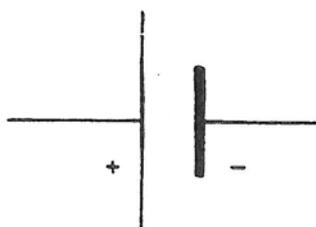
Larga duración de estancamiento (blindajes).

Buenas características térmicas (baja resistencia interna).

Descarga de tensión en valores muy constantes.



SIMBOLO



- ELECTROLITO

El electrolito de la pila de óxido de plata se puede obtener en dos versiones:

HIDROXIDO DE SODIO (NaOH)
HIDROXIDO DE POTASIO (KOH)

Dependiendo del tipo de electrolito las características anteriormente citadas varían: estanqueidad, coeficiente térmico, descarga, etc.

Normalmente se emplea para el reloj analógico de cuarzo el hidróxido de sodio, para el reloj digital de cuarzo el hidróxido de potasio.

El electrolito de hidróxido de potasio es inferior en el aspecto de estanqueidad y autodescarga comparado con el de sodio, pero es superior en régimen de descarga y en bajas temperaturas.

La batería primaria (pila): convierte la energía química en energía eléctrica por reacciones químicas irreversibles y que no puede ser recargada haciéndole pasar una corriente eléctrica.

ejemplo:

Pila alcalina.
Pila de óxido de mercurio.
Pila de óxido de plata.

La batería secundaria (acumuladores) es aquella en la cual la transformación de la energía química en energía eléctrica puede ser lograda por reacciones químicas reversibles y por repetidas cargas y descargas.

ejemplo:

Acumulador de plomo.
Acumulador de níquel - cadmio.

La célula de combustión es aquella en la cual la energía química de un combustible es directamente convertida electro químicamente en energía eléctrica sin pasar por reacciones térmicas.

PILAS

- LOW DRAIN: este tipo de pilas por su resistencia interna son aconsejadas para los relojes de cuarzo analógicos y digitales pero sin iluminación o alarma por su alta resistencia interna, por consiguiente: no son capaces de suministrar suficiente caudal para hacer funcionar a la vez y sobre todo en el caso del reloj digital la pantalla, la alarma y la iluminación.

- HIGH DRAIN: en este tipo de pilas la característica principal es su mayor caudal en momentos necesarios, pero son más difícilmente estancas, por consiguiente: existe un mayor riesgo de derrame. Las pilas high drain tienen una resistencia interna baja.

- FECHA DE FABRICACION:

Normalmente los números de referencias de fabricación se encuentran en los laterales de la pila, e indican el mes y el año de su fabricación.

- CALCULO DE LA AUTONOMIA

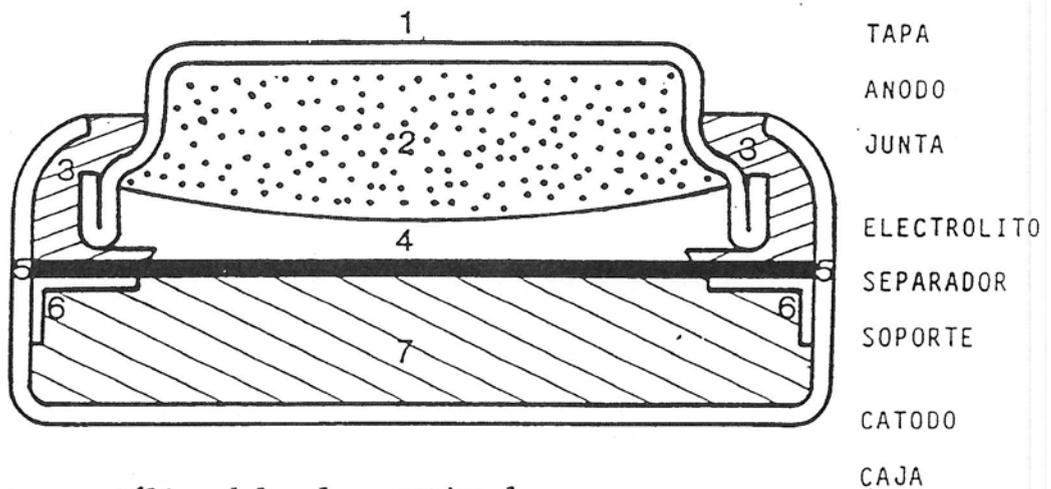
$$\text{AUTONOMIA DEL RELOJ EN MESES} = \frac{\text{CAPACIDAD DE LA PILA (mAh)} \times 1000 \text{ (factor de transformación)}}{\text{CONSUMO DEL RELOJ EN (A)} \times 730 \text{ (número de horas mes)}}$$

- EJEMPLO PRACTICO:

$$= \frac{30 \text{ mAh} \times 1000}{1,5 \text{ A} \times 730} = \frac{30.000}{1125} = 26,6 \text{ meses}$$

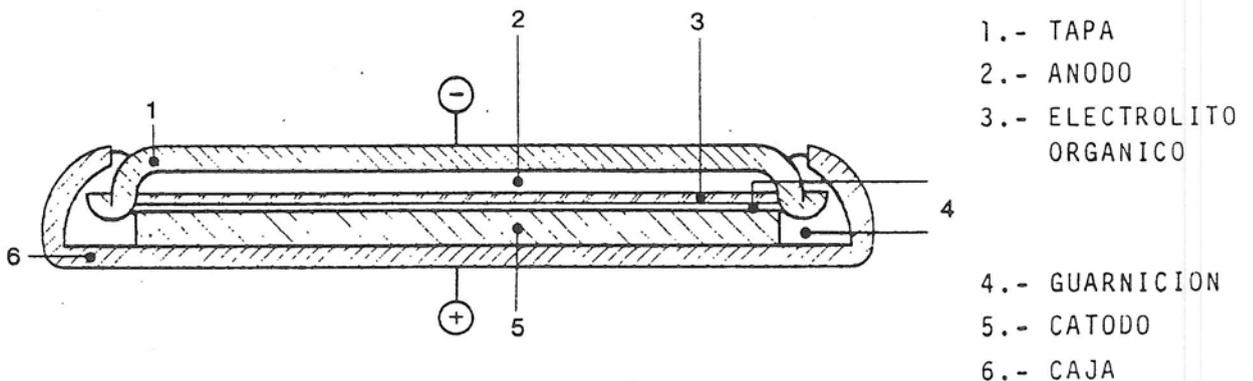
- ALMACENAMIENTO DE PILAS:

No es recomendable almacenar las pilas durante mucho tiempo puesto que su autodescarga es aproximadamente de un 5 a un 10% anual.



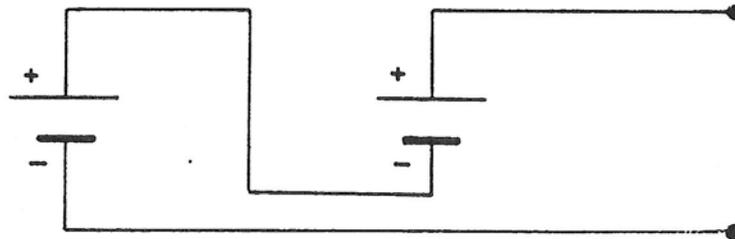
- TAPA = Cobertura metálica del polo negativo 1
- ANODO = Amalgamado de Zinc (zn) 2
- JUNTA = Estanqueidad (hermetismo) 3
- ELECTROLITO = Solución acuosa: sosa caustica o potasa caustica 4
- SEPARADOR = Aislamiento entre los Polos 5
- SOPORTE = Sustentación del separador 6
- CATODO = Oxido de plata monovalente (Ag⁺) 7
Oxido de plata Bivalente (Ag²⁺)

Nota: Las pilas son: AMAGNETICAS - IMPERMEABLES



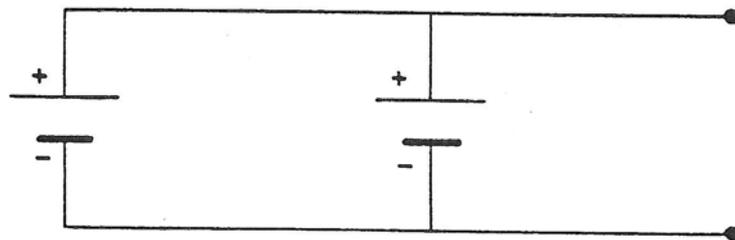
- CONEXION EN SERIE DE PILAS:

La tensión corresponde a la suma de las (F.E.M), tensiones de cada una de ellas.



- CONEXION EN PARALELO DE PILAS:

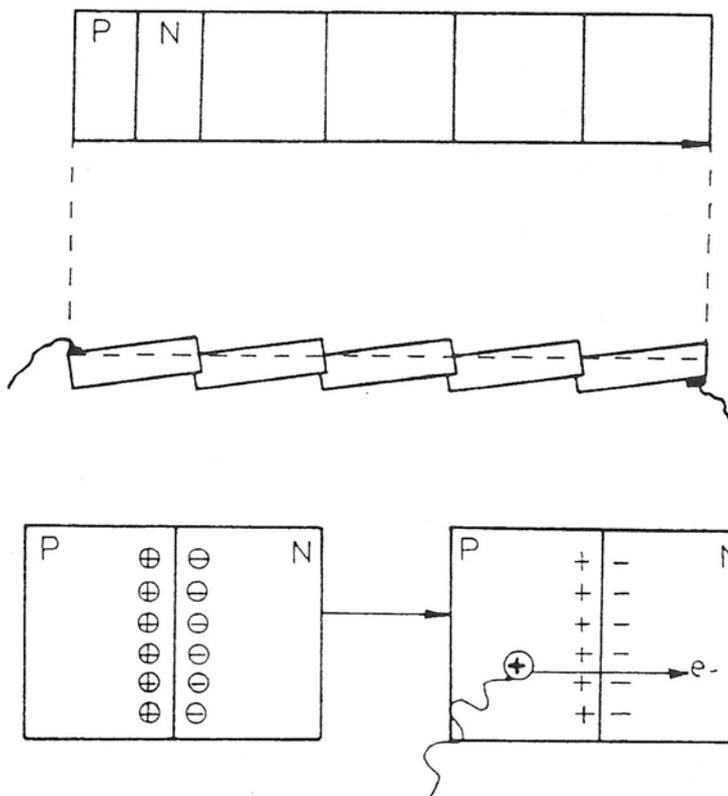
Corresponde a la suma de las capacidades de cada una de ellas y la tensión no varia.



CELULAS SOLARES

Es un componente electrónico semiconductor que por efecto fotovoltaico, puede convertir luz en energía eléctrica.

El conjunto mas usual es una cadena de paneles puestos en conexión en serie, mas un acumulador o pila recargable.



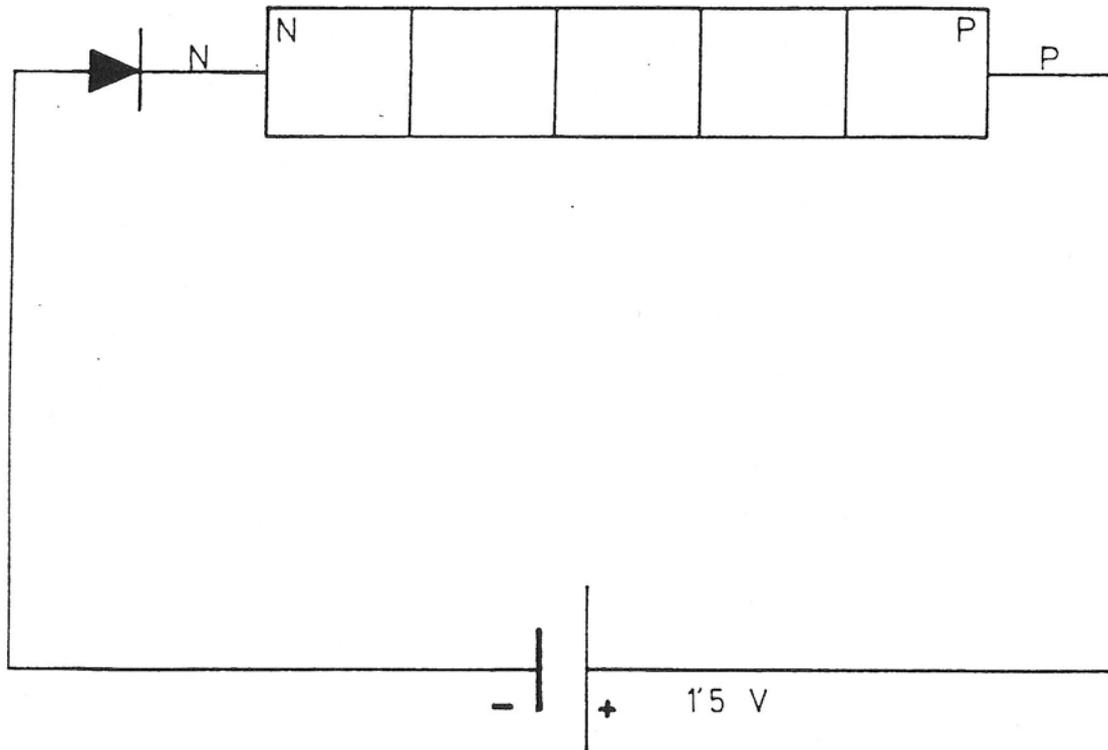
Panel estabilizado

Semiconductor sin exposición solar.

Panel desestabilizado

Semiconductor con exposición solar.
En el ejemplo entrada de un photon en el panel, el cual va a producir una carga en exceso, la cual a su vez producirá una tensión en los bornes del conjunto.

- ESQUEMA ELECTRICO DE UNA CELULA SOLAR CON DIODO DE BLOCAJE:



La célula solar lleva según vemos en el esquema un diodo, el cual deberá bloquear la salida de tensión del acumulador o pila recargable, una vez esten cargados al máximo, de no ser así la célula puede convertirse en consumidora de corriente. Los cinco paneles solares del esquema están conectados en serie y cada uno da 0,30V por lo que al sumar las tensiones, nos da un total de 1,5V.

MAGNETISMO

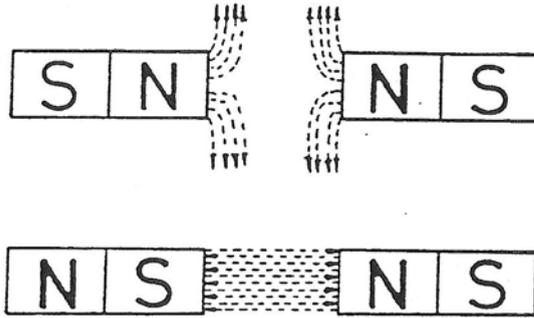
BOBINAS

NOCIONES BASICAS DE MAGNETISMO

DEFINICION:

Es la propiedad de ciertos cuerpos (imanes) de atraerse o repelerse.
Los principales son: HIERRO, NIQUEL, y COBALTO.

- FENOMENOS MAGNETICOS ELEMENTALES

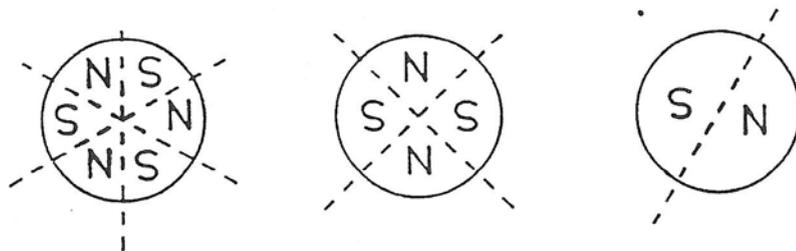


Si tomamos dos imanes y los aproximamos el uno al otro por su mismo polo norte, notaremos la falta de atracción entre ellos. Pero si a uno le invertimos los polos inmediatamente habrá entre ellos una atracción.

Se deduce de ello que:

A polos iguales repulsión y a polos distintos atracción

IMAN PERMANENTE DE UN MOTOR (rotor)

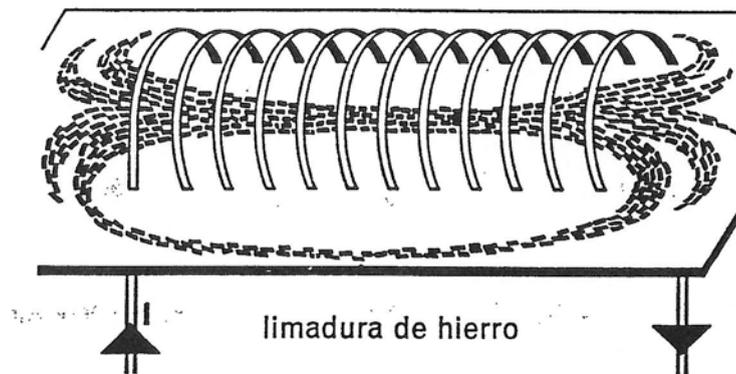


NOTA: Esquemas de los distintos tipos de rotores, en los cuales se aprecia la cantidad de polos (2-4-6).

- PROPIEDADES MAGNETICAS, IMANES, BOBINAS

Ciertos cuerpos tienen propiedades bastante notables, que se llaman (propiedades magnéticas).

Si se hace pasar una corriente a través de una bobina y que se dispersa limadura de hierro en los alrededores, se verá que ésta se alinea formando curvas perfectamente ordenadas - líneas de fuerzas - (ver figura).



Si se reemplaza la bobina por una barra de magnetita (la magnetita es un óxido de hierro natural), se la coloca debajo de nuestra hoja, veremos otra vez como la limadura se orienta en un orden totalmente comparable. Un campo de fuerzas actúa sobre estas partículas; se lo denomina campo magnético.

En el caso de la bobina, ese campo magnético es engendrado por una corriente de electrones. En el de la barra de magnetita, el proceso es similar; sin embargo tiene su base a nivel atómico.

Los electrones gravitan alrededor del núcleo, Este movimiento es asimilable a microespiras de corriente.

A cada electroón corresponde una microespira. A cada una de estas espiras está unido un campo magnético.

Como todos los electrones no giran en el mismo sentido alrededor del núcleo, los campos magnéticos se anulan en el mismo corazón del átomo.

Pero si, como en el caso del hierro, se tiene un número diferente de electrones que giran en uno u otro sentido, el átomo posee un campo magnético propio. Si los átomos no están orientados en la materia, los campos magnéticos de cada átomo se anulan entre sí.

Si, por un fenómeno exterior, se orientan los átomos en la materia, un campo magnético será solidario de ese bloque de hierro.

Cuando se interrumpe ese fenómeno exterior, la agitación térmica perturba la orientación. El campo magnético desaparece.

Pero, ¿cuál puede ser ese fenómeno exterior? Si se hace pasar la corriente por dos bobinas cercanas, éstas se atraen o repelen según sea el sentido de la corriente.

Reemplazando una de las bobinas por un pedazo de hierro, habrá también una interacción entre la bobina y las microespiras de corriente; es decir, los átomos.

Estos últimos se orientarán, con lo cual aparece un fuerte campo magnético.

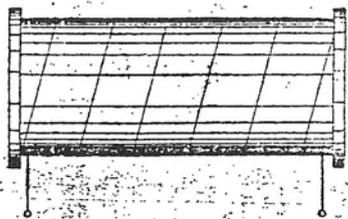
Vimos anteriormente que en el hierro, los átomos se desorganizan. Para guardar esta orientación, es posible introducir corpúsculos extraños en la red.

Así los átomos se bloquearán en la posición orientada. La agitación térmica no basta para desorientar la red.

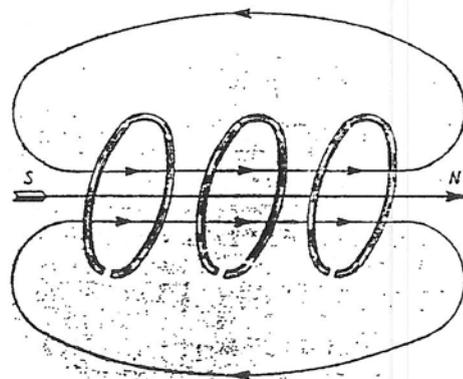
Hace falta un campo más intenso para orientar la red, pero el campo subsiste. Se habla de remanencia. Se está entonces en presencia de imanes permanentes.

Hemos visto que dos bobinas se atraen o repelen según el sentido de la corriente. Del mismo modo, dos imanes se atraen o repelen según el sentido de rotación de los electrones. Se llaman (polos) los extremos de los imanes. Hay un polo norte (que, si la barra se encuentra libre, se orienta hacia el polo Norte terrestre) y un polo sur (que se orienta hacia el polo Sur terrestre).

PROPIEDADES DE LAS BOBINAS

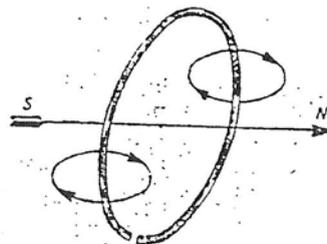
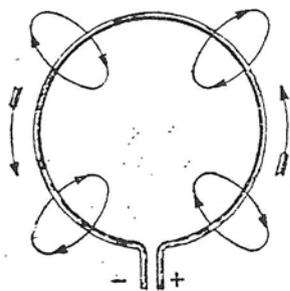


Aspecto de un Solenoide (Bobina)



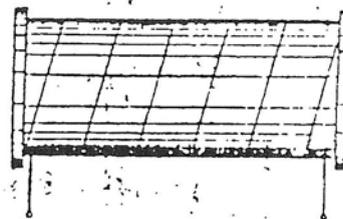
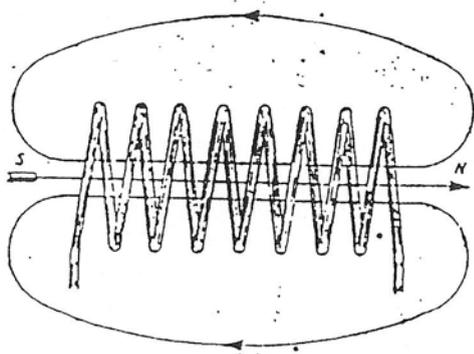
Campo magnético conjunto de varias espiras próximas.

Se deduce que podrá aumentarse, el efecto magnético si justo a la primera espira se disponen sucesivas espiras.



Campo magnético que se produce en una espira.

Similitud entre el magnetismo producido por una espira y por las polaridades magnéticas de un iman de barra.



Arrollamiento de un conductor único.

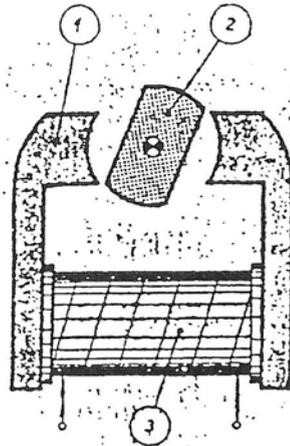
Aspecto de un solenoide (bobina).

BOBINA O SOLENOIDE

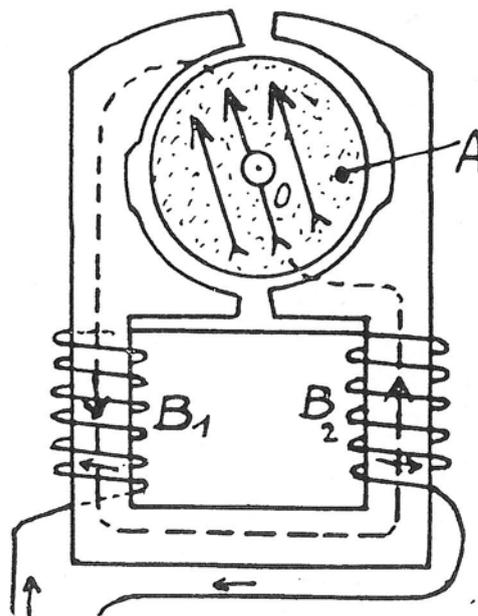
Las figuras anteriores nos muestran unas bobinas.

Se construyen enrollando (endevanando) una cierta longitud de hilo conductor aislado, en un carrete (aislante plastificado) el cual contendrá el estator.

Este tipo de bobinas tan solo difiere de los otros imanes: tan pronto se interrumpe la corriente se anula el campo magnético.



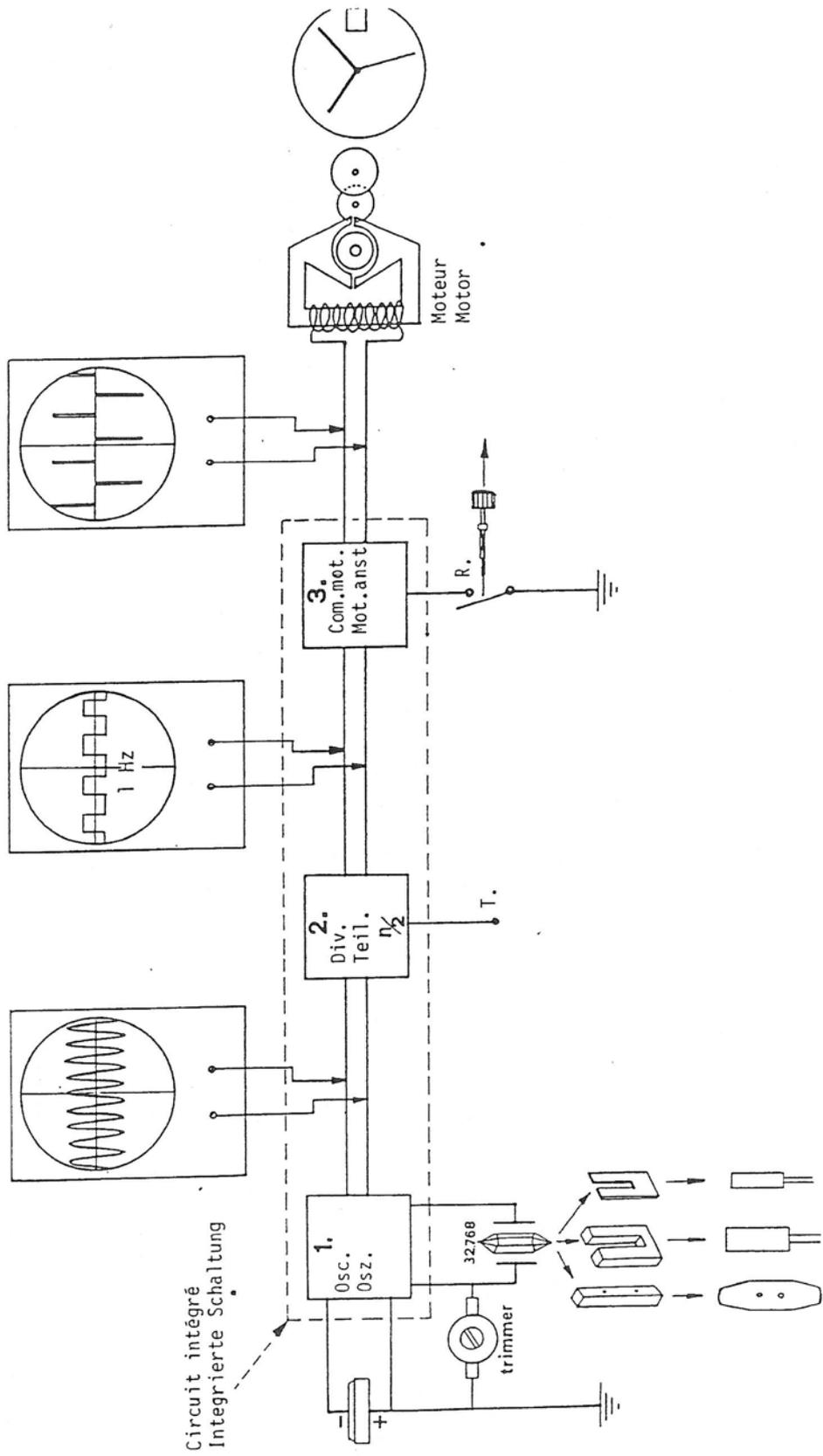
- 1 - Piezas polares (Estator)
- 2 - ~~Anezoa~~ giratoria (Rotor)
- 3 - Bobina



Las bobinas y los relojes analógicos, forman parte del motor (ver esquema).

EL RELOJ ANALOGICO DE CUARZO

ESQUEMA



RELOJ ANALOGICO DE CUARZO

Este tipo de relojes contienen por lo general dos partes bien diferenciadas la parte eléctrica y la parte mecánica.

- Parte eléctrica:

Esta parte la constituyen:

- El circuito impreso.
- El circuito integrado.
- Cuarzo.
- Condensadores fijos o variables. (Trimer).
- Bobina.
- Pila o acumulador.

- Parte mecánica:

Esta formada por:

- Estator y su rotor.
- Tren de ruedas.
- Cuadrante horario.
- Agujas.

Estas dos partes son totalmente independientes en cuanto a su mantenimiento y reparación, pero una vez ensambladas son interdependientes, de tal manera, que en ningún caso puede funcionar el reloj, si cualquier parte de ellas esta en mal estado.

- Funcionamiento básico:

La energía eléctrica que pone en funcionamiento el circuito del reloj analógico de cuarzo, proviene de una pila en general de óxido de plata de 1,5V, en algunos casos es de litio y su valor es de 3V. Esta energía alimenta el circuito integrado.

Al conectar esta fuente de energía al circuito oscilador que es una de las partes de C.I. entra en funcionamiento, junto con los componentes que están ligados a el, pero fuera del C.I., como son el cristal de cuarzo y el trimer; si lo lleva.

La señal obtenida a este nivel es del tipo sinusoidal y de frecuencia elevada en general 32768 HZ.

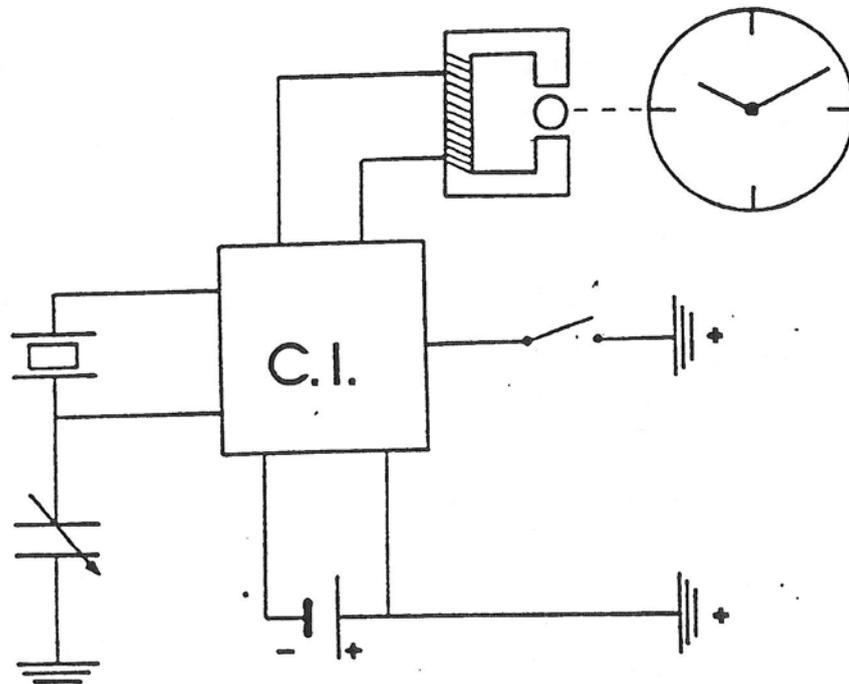
Esta señal es ajustable por el condensador variable o trimer o en su defecto por condensadores fijos. Mediante estos dispositivos podemos efectuar las correcciones de marcha de nuestro reloj.

La segunda etapa esta compuesta por un circuito divisor de frecuenciaa base de flips flaps, que descompone en una cadena de 15 pasos, cada una de las cuales reduce de la mitad la frecuencia recibida, para obtener finalmente una señal de 1 HZ.

La señal obtenida del divisor, es amplificada y transformada por el ccircuito amplifi- cador de salida, para que las impulsiones alternativas de salida sean de tensión y du- ración exactos y definidos. Estas señales alternativas, son introducidas en la bobina, la cual a su vez las transforma en impulsos magnéticos de signo alterno.

De tal forma que el núcleo (estator) que contiene dichas bobinas se imanta alternati- vamente, para producir en el rotor o imán permanentes giros de 180° y que a su vez por mediación de su piñon, hace girar al tren de ruedas.

- ESQUEMA RELOJ ANALOGICO (BASICO):



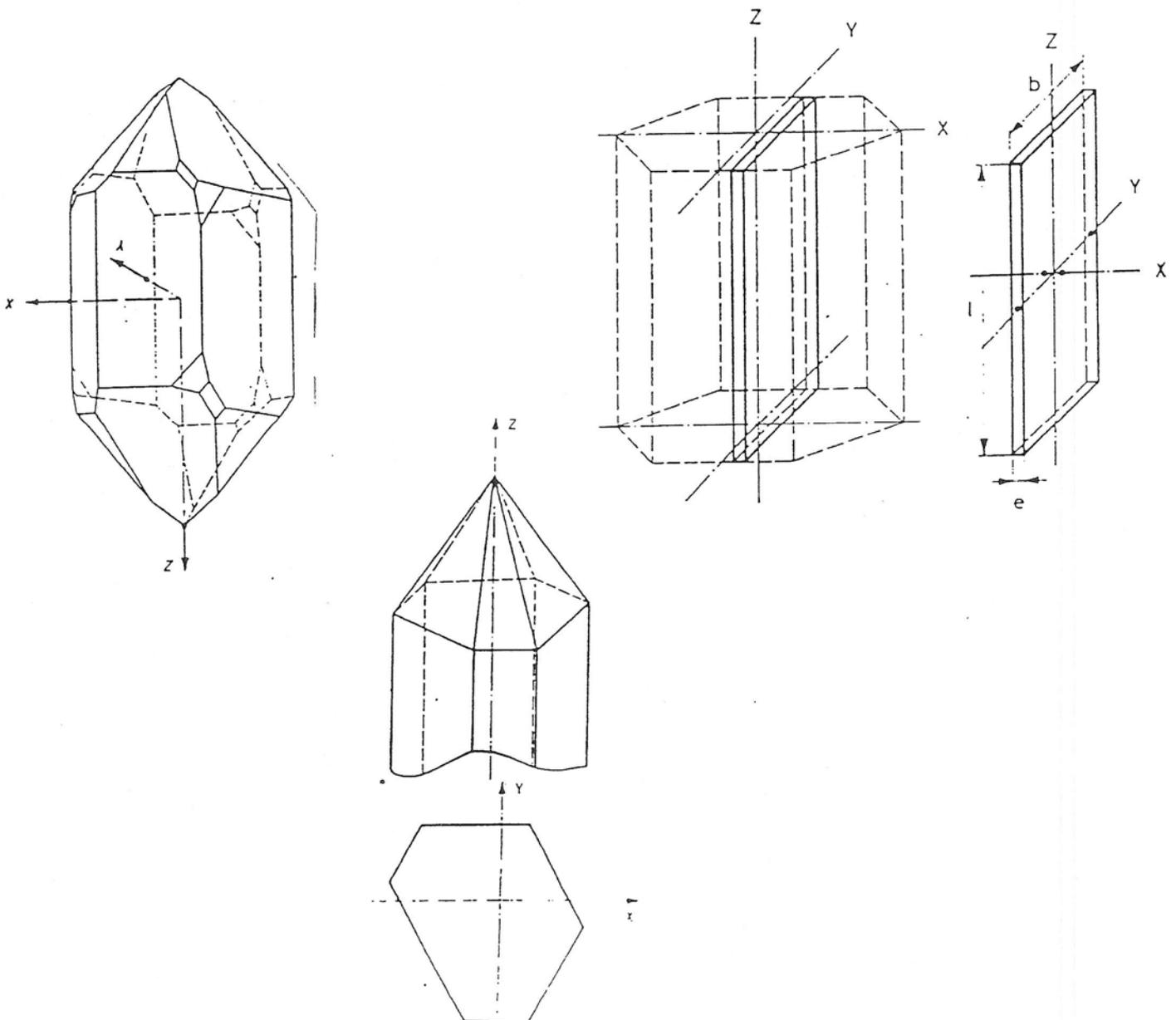
RELOJ ANALOGICO DE CUARZO

- COMPONENTES:

EL CRISTAL DE CUARZO

Algunos cuerpos cristalinos, entre los que se encuentra el cristal de cuarzo, (SiO_2) o bien dióxido de Silicio, tienen la propiedad llamada piezoelectricidad, de tal manera, que al someterles a excitaciones mecánicas, tales como tracción o compresión dan origen a cargas eléctricas sobre sus superficies. A la inversa si aplicamos sobre las facetas del cristal una tensión eléctrica, se producirá una deformación mecánica, contracción o elongación, según la polaridad de la tensión. Todos estos efectos se les denominan efectos piezoeléctricos o piezoelectricidad.

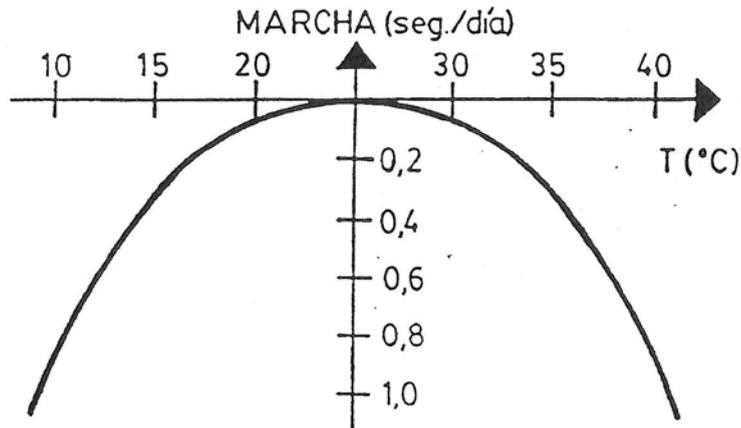
- ESQUEMAS:



EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL OSCILADOR

Los resonadores de cuarzo se dejan influenciar por la temperatura, según una ley parabólica.

- ESQUEMA:



La constante y el volumen del cuarzo cambian un poco con la temperatura. Como resultado de ello la frecuencia del oscilador de cristal varía.

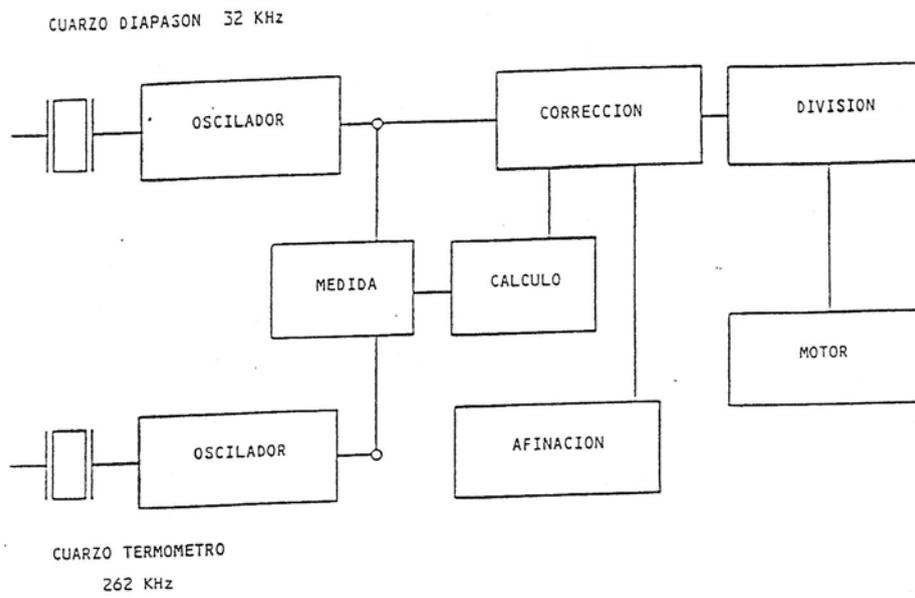
La variación diaria en función de la temperatura, se corresponde a la medida de un reloj llevado en la muñeca. Para el resonador de diapasón, la temperatura de 25° C es el punto de inversión, en cualquier caso, como se desprende del esquema anterior a temperaturas altas - bajas, siempre producirá el efecto de variación de marcha hacia el atraso.

- LA TERMOCOMPENSACION:

Actualmente algunos fabricantes en módulos de alta calidad, han adaptado la termocompensación ejemplo: ETA.255511 - 561 ETA.-236511 - 561.

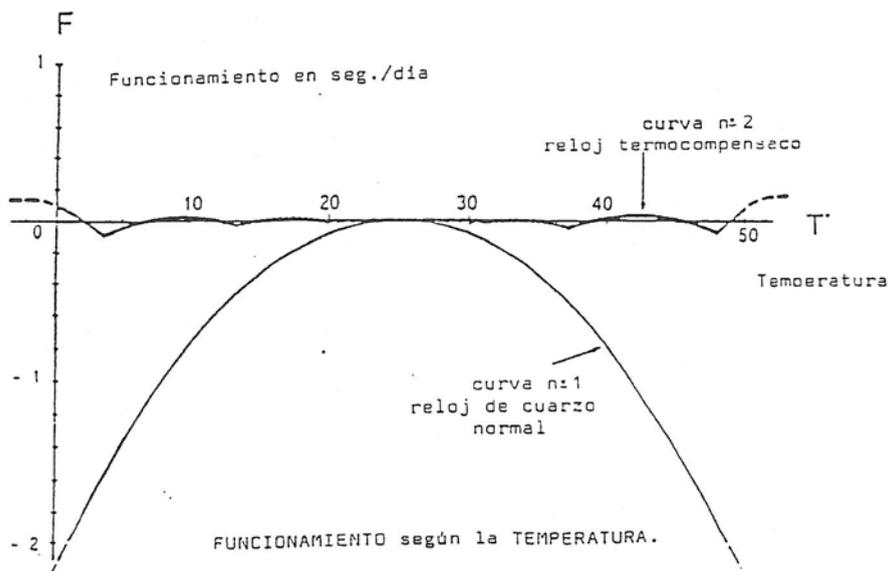
Disponede un cuarzo adicional termómetro, que permite compensar y corregir este efecto. Este cuarzo asociado a un dispositivo electrónico tiene una frecuencia de trabajo de 262144 HZ.

ESQUEMA



El resultado de esta Termocompensación es una modificación constante de la parabólica.

ESQUEMA TERMOCOMPENSACION



RELOJ ANALOGICO DE CUARZO

- Reglaje por inhibición:

El reglaje de la marcha por inhibición, hay que considerar, que difiere un tanto del reglaje tradicional por condensadores fijos o variables.

Los órganos de indicación sufren periodicamente unas ligeras correcciones en avance o atraso, para que de esta manera se pueda conseguir la media deseada.

Estas correcciones son de un milisegundo y su periodo de repetición es de unas decenas de segundo. Por consiguiente la verificación de la marcha no se puede efectuar a nivel del cuarzo, sino sobre los impulsos de salida al motor.

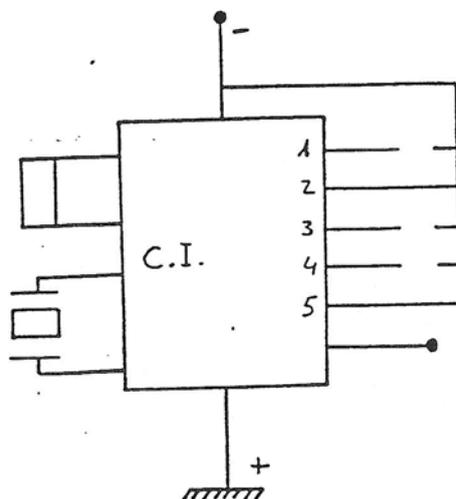
Uno de los calibres que usa este sistema de reglaje por inhibición es el fabricado por la casa MEM calibre ETA .

El reglaje se efectua sustrayendo dos veces cada 20 segundos de 0 a 31 impulsos el nivel 16384 Hz de la cadena de división.

Para que la marcha del reloj pueda ser reglada a cero, es necesario que la marcha del cuarzo sea positiva.

La corrección puede tomar 31 valores espaciados de 0,264 s/día y comprendidos entre 0,00 y 8,18 s/día.

- ESQUEMA INHIBICION:



En el esquema vemos las conexiones en 5 bornes para obtener una corrección de $-3,43$ s/día, los bornes 2 y 5 están conectados a la alimentación negativa y por consiguiente quedan pasivos.

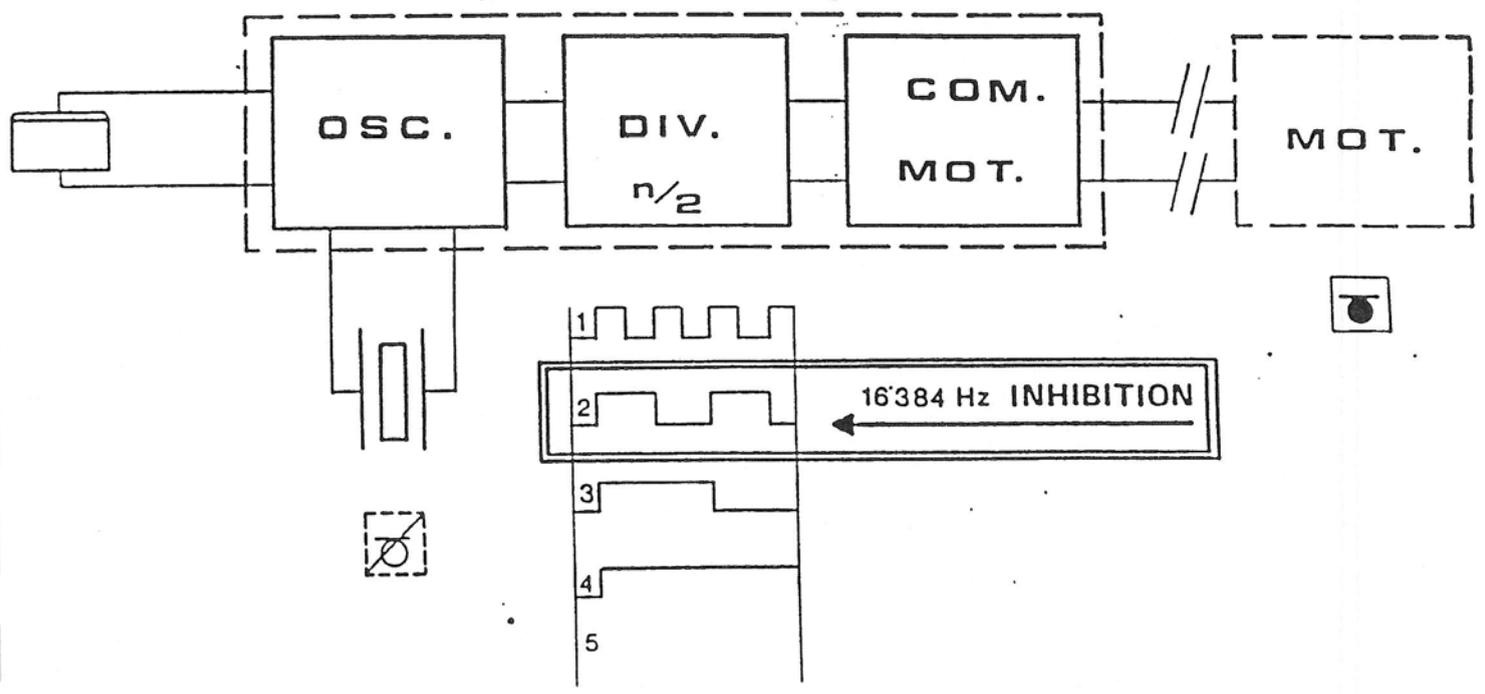
Los bornes 1,3 y 4 están al aire y activan correcciones respectivamente 1,4 y 8 veces $0,264$ s/día o sea un total de 13 veces $0,264$ s/día resumiendo $3,43$ s/día.

El reglaje de marcha en origen se efectua por ruptura de ciertas pistas del circuito impreso marcadas en el esquema por los números 1,2,3,4 y 5.

Si no hay ninguna pista cortada la corrección es nula y la marcha del reloj es igual a la del cuarzo.

NOTA: Para efectuar la verificación de la marcha de este tipo de módulos, debemos tener presente, que una comparación por el cuarzo con un captador acústico o capacitivo no será correcta, dandonos como resultado una lectura de marcha erronea.

El sistema correcto es verificar la marcha con un captador magnético y por la salida de impulsos y con un tiempo de integración de por lo menos unos 20 segundos, 30 o incluso 60 segundos.



RELOJ ANALOGICO DE CUARZO
CIRCUITOS QUE FORMAN EL C.I.

RELOJ ANALOGICO DE CUARZO

- Circuitos que forman el C.I.

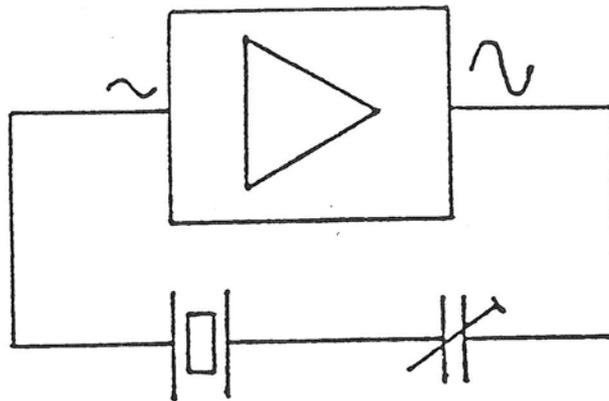
Un circuito integrado, está formado a su vez por diferentes circuitos, que por norma general son:

- Oscilador
- Divisor de Frecuencia
- Formador de Impulsos y Amplificador de Salida.

- EL CIRCUITO OSCILADOR:

El circuito oscilador, es la primera etapa de los circuitos que forman el reloj analógico de cuarzo. Dentro del esquema de este circuito hay que incluirle el cristal de cuarzo, aunque como elemento externo al C.I.

- ESQUEMA:



El oscilador de cuarzo, funciona sobre el principio de transformación de una señal eléctrica en una vibración mecánica y viceversa, el efecto piezoeléctrico. Para mantener el conjunto en funcionamiento (resonancia) es imprescindible una fuente de alimentación externa, la cual proporciona la energía necesaria al conjunto. En este tipo de circuito se emplean las pilas o acumuladores.

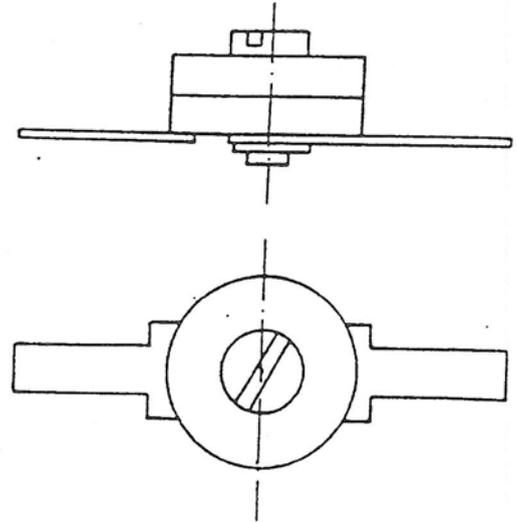
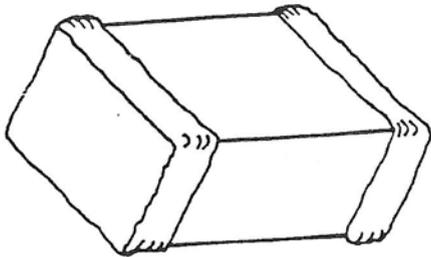
Resumiendo el oscilador de cuarzo es una asociación entre un amplificador y un cristal de cuarzo, como veremos más adelante también de unos condensadores que pueden ser fijos o variables (trimmer), además de una fuente de energía eléctrica, por lo general una pila de óxido de plata de 1,5V.

CIRCUITO OSCILADOR

- AJUSTE DE FRECUENCIA (POR CONDENSADORES FIJOS O VARIABLES) (TRIMER)

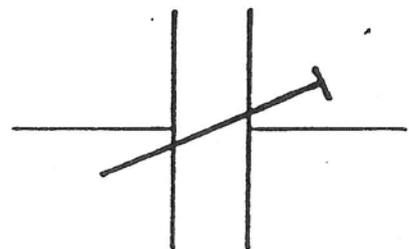
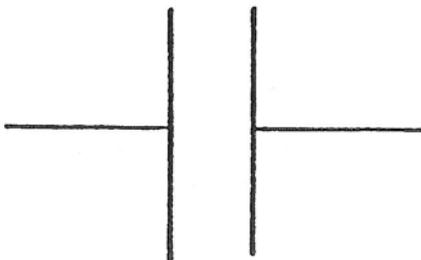
Al no poderse fabricar los resonadores de cuarzo con una precisión absoluta, nos es necesario insertar en los circuitos osciladores unos elementos de corrección de frecuencia. Estos elementos o componentes se llaman condensadores y pueden ser fijos o variables (trimer).

- ESQUEMA:



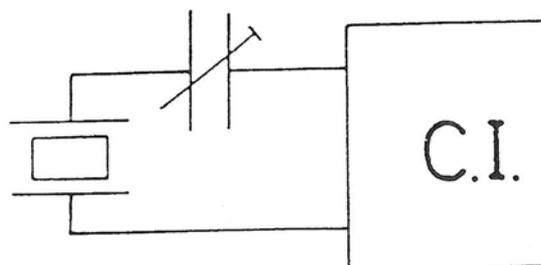
Los condensadores conectados al circuito oscilador provocan la variación inmediata de la frecuencia, con lo cual producimos un adelanto - atraso en la marcha. Al variar la frecuencia se modifica en \pm / - segundos / día la marcha de nuestro reloj. Podríamos comparar el trimer o condensador variable con las raquetas de los relojes mecánicos, con la particularidad que en el trimer no está definido la manera de adelantar o atrasar dicha marcha. Es necesaria la comparación con un elemento de marcha más precisa como es el cronocomparador de frecuencias.

Los condensadores variables pueden conectarse de distintas maneras.

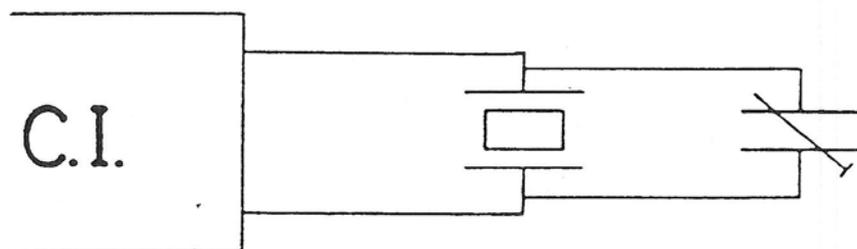


ESQUEMA

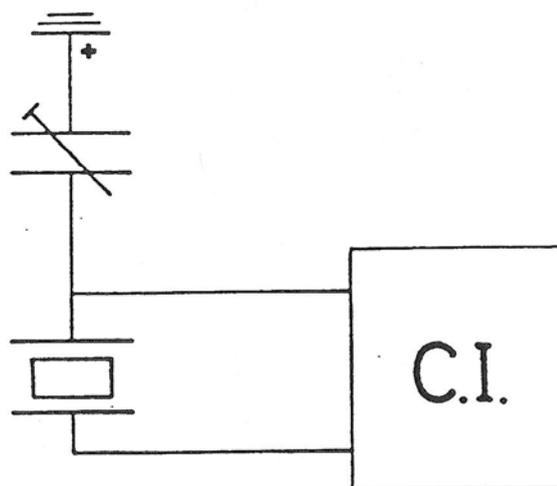
EN SERIE:



EN PARALELO:



DERIVACION A MASA:



Los condensadores variables o trimers disponen de un tornillo o similar con el cual se puede modificar la capacidad, generalmente es de 5 a 35 pF y de esta manera conseguir el ajuste de frecuencia deseada.

NOTA: pF = picofaradio que es un submultiplo del Faradio.

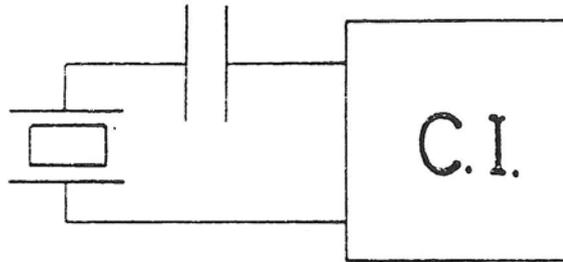
La unidad de capacidad para los condensadores es el Faradio.

CONDENSADORES FIJOS

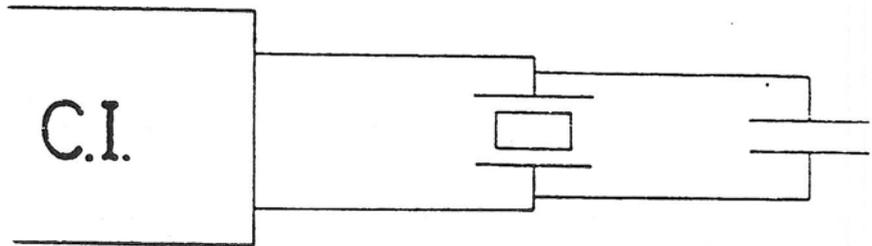
En algunas ocasiones nos encontraremos con condensadores fijos que los fabricantes del módulo han dispuesto para el ajuste de la frecuencia, para estos casos no es posible la corrección sobre la marcha porque no disponen de ningún tipo de tornillo o similar para corregir la capacidad, y por tanto, será necesario el cambio del condensador por otro de mayor capacidad o menor capacidad, dependiendo de la variación de la frecuencia deseada.

Los condensadores fijos se pueden conectar al circuito oscilador también en serie, en paralelo o derivado a masa.

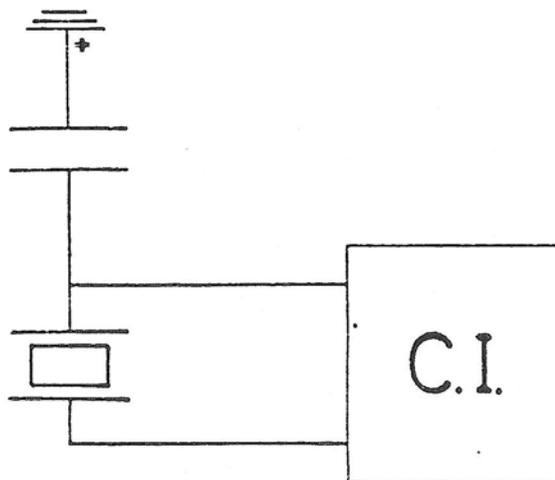
- ESQUEMAS:



EN SERIE:



EN PARALELO:



DERIVACION A MASA:

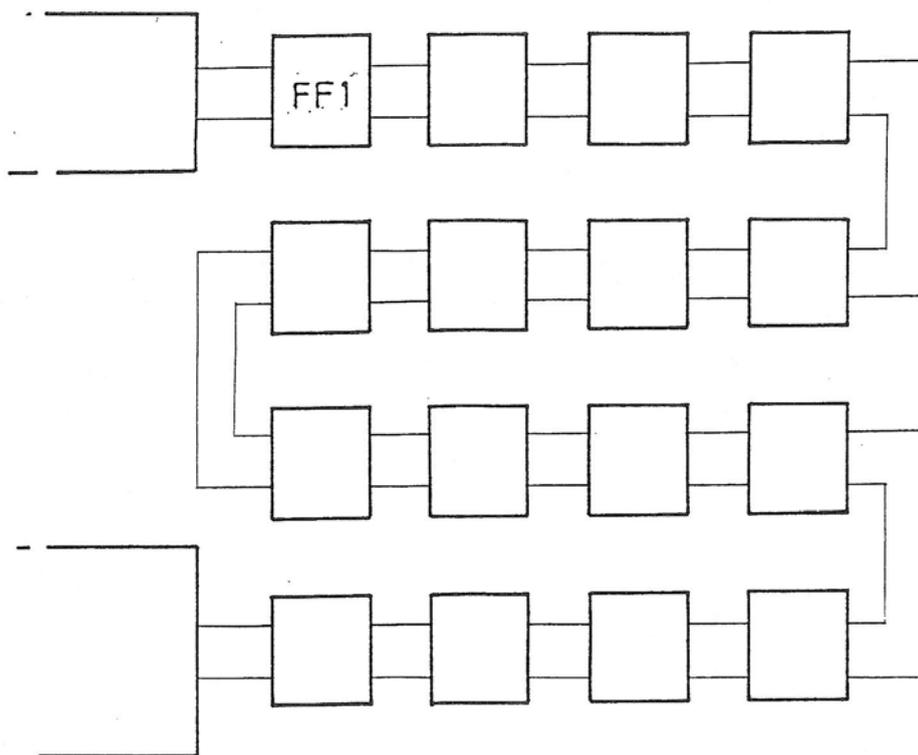
Se encuentran en el mercado, las capacidades fijas de 12 pF, 22pF et.

RELOJ ANALOGICO DE CUARZO

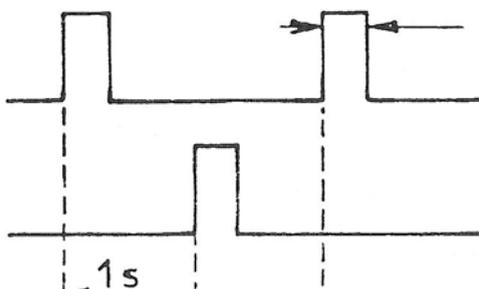
- CIRCUITO DIVISOR DE FRECUENCIA:

Este circuito convierte la frecuencia del oscilador en otra, cuyo valor es el necesario para accionar un motor paso a paso. La base de este circuito son las básculas biestables o (flip-flop). Cada etapa (flip-flop) reduce a la mitad la frecuencia en una serie de sucesiones de pasos o etapas.

- ESQUEMA:



En el apartado anterior del circuito oscilador la señal de trabajo era del tipo sinusoidal, pero el circuito divisor de frecuencia usa otro tipo de señal llamada cuadrada o pulsatoria.



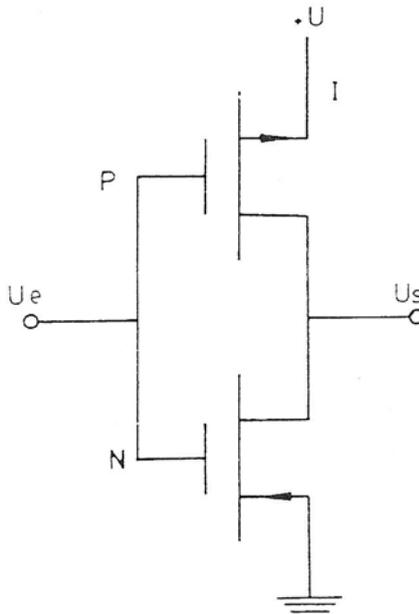
RELOJ ANALOGICO DE CUARZO

- CIRCUITO AMPLIFICADOR:

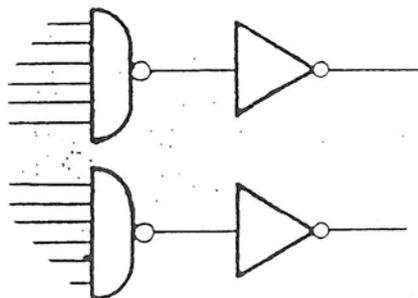
Para el circuito amplificador de salida, se usan transistores de tecnología (C.MOS.) que son los que suministran la necesaria intensidad de corriente, para accionar el motor paso a paso.

Los terminales de la bobina del motor están conectadas al amplificador. La señal procedente del C.Divisor pasa por los transistores C.MOS que forman el C amplificador. Es transformada y ampliada dándole la intensidad necesaria para accionar por mediación del campo magnético que produce la bobina (estator) al motor paso a paso.

- ESQUEMA C.MOS.:



- ESQUEMA AMPLIFICADOR (MOTOROLA):



RELOJ ANALOGICO DE CUARZO

- EL MOTOR PASO A PASO:

Los motores electromagnéticos utilizados en relojería son del tipo imán bobina. El motor es el medio para convertir los impulsos de corriente suministrados por el C.I. cada segundo en un movimiento de rotación preciso.

El motor paso a paso generalmente se compone de una bobina, un estator núcleo y un rotor.

La bobina se fabrica con un hilo de cobre aislado de entre 20 a 30 milésimas de milímetro (), el estator o núcleo se fabrica de material ferromagnético y el rotor es un imán permanente cilíndrico.

- FUNCIONAMIENTO:

El impulso de corriente en la bobina crea un campo magnético que somete al rotor a un par de rotaciones.

El impulso es de una duración corta para la inmensa mayoría de motores, de unas 7 - 8 milésimas de segundo, puesto que depende de la duración del impulso. El consumo del reloj y por lo tanto la duración de la fuente de energía, en nuestro caso la pila. Actualmente se fabrican C.I. con un sistema de ahorro de energía mediante el control del tiempo de impulsión.

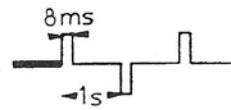
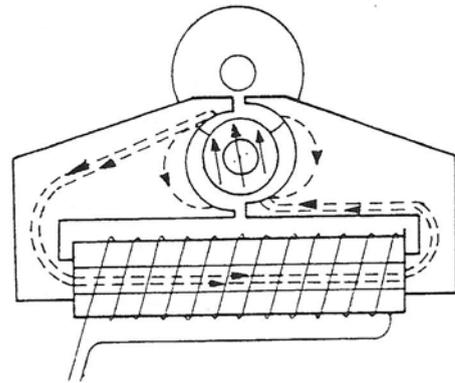
El rotor es forzado a girar por la atracción y repulsión de sus polos respecto a los polos del estator, los cuales son excitados una vez cada segundo por el campo magnético que produce la bobina.

- ESQUEMA:

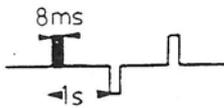
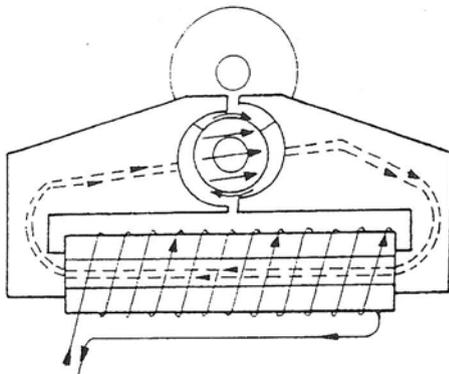


- ESQUEMA ETA:

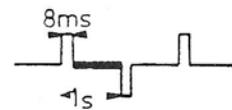
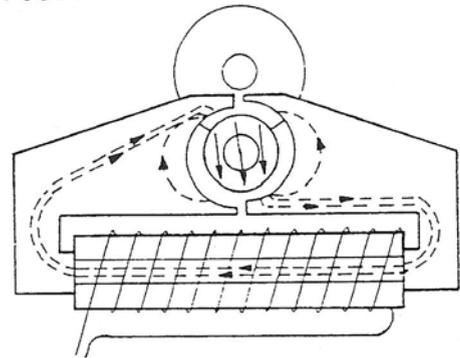
POSICION PRIMERA : REPOSO



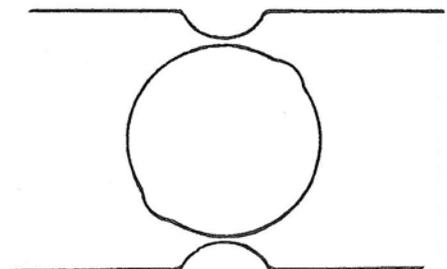
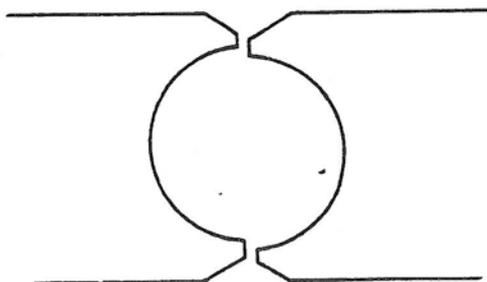
POSICION SEGUNDA: EL IMPULSO



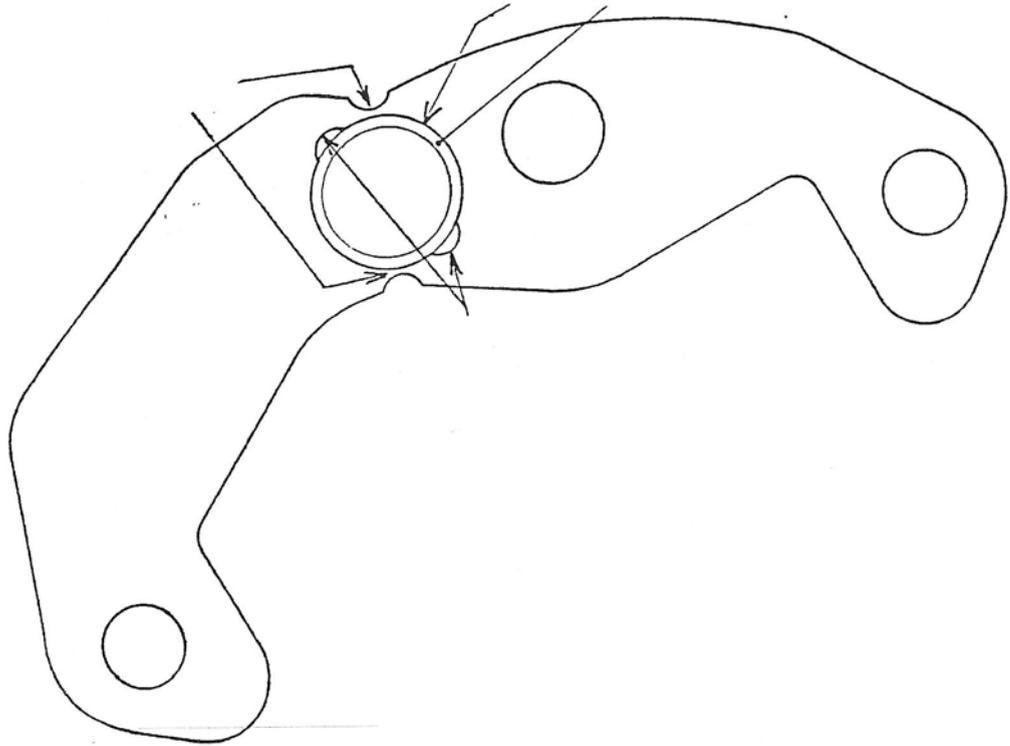
POSICION TERCERA: REPOSO



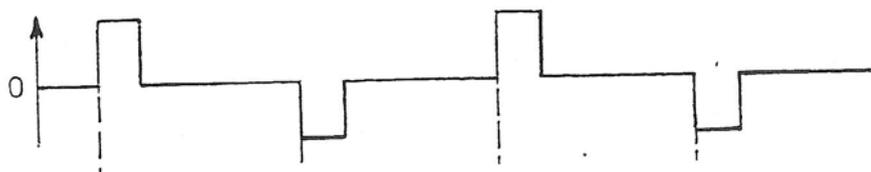
- ESTATOR EXCENTRICO Y ESTATOR DE UNA PIEZA:



- ESQUEMA DE UN ESTATOR DE ISMOS:



- FORMA DE LA SEÑAL O IMPULSO:



- INDICACION DE FIN DE VIDA PARA LA PILA. (sistema E.O.L.):

Actualmente los módulos electrónicos de cuarzo, de una cierta calidad, disponen de un sistema de aviso, cuando la fuente de energía está cerca de agotarse.

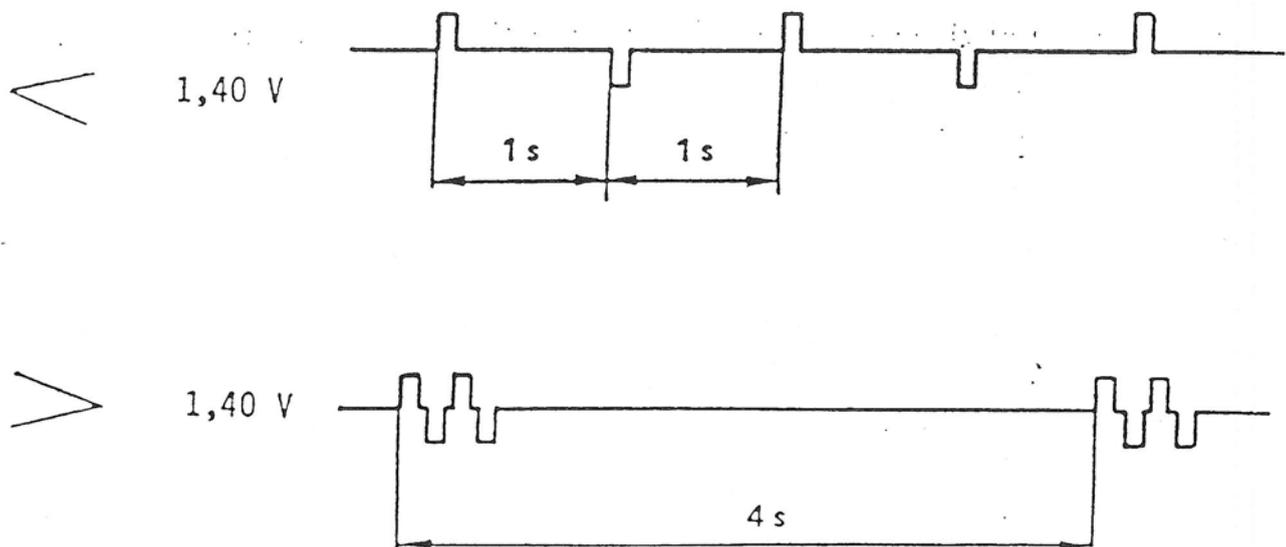
Este sistema se manifiesta de formas diferentes, siempre dependiendo del circuito integrado que es el que compara las tensiones correctas de las incorrectas.

Este avisador se manifiesta en los relojes de cuarzo analógicos de las siguientes maneras:

Con saltos intermitentes del segundero central cada dos segundos.

Con paros de hasta cuatro segundos del segundero central y ratrapante de cuatro seg.

- ESQUEMA:



- FUNCIONAMIENTO:

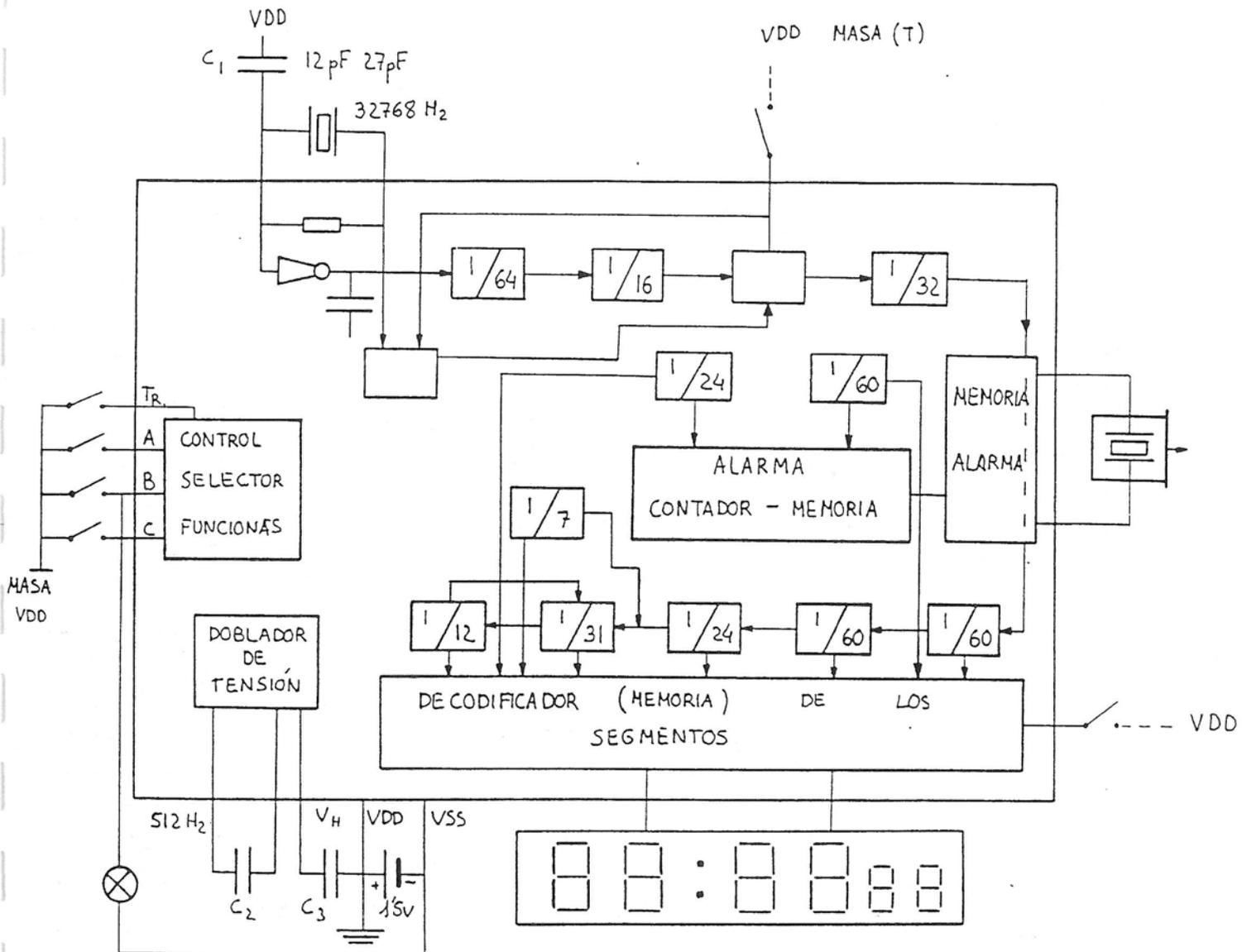
Cuando la fuente de energía en nuestro caso una pila de óxido de plata de 1,5V varía su tensión a la baja 1,4V, el circuito integrado por su referencia interna lo detecta de tal forma que manda ordenes a los circuitos de mando del motor para que varíen las impulsiones de salida de forma que el segundero central del reloj sin perder en precisión de marcha cambie su salto normal por uno de cada dos segundos o en otro sistema, el paro durante cuatro segundos y la recuperación por ratrapante inmediata.

NOTA: mientras el avisador permanece activo, la lectura de horas minutos y segundos deberá ser correcta.

EL RELOJ DIGITAL DE CUARZO

RELOJ DIGITAL DE CUARZO (L.C.D.)

- ESQUEMA:



RELOJ DIGITAL DE CUARZO (L.C.D.)

En este capítulo vamos a estudiar, solo aquellos circuitos que forman parte del C.I. que no son mencionados en el capítulo del reloj analógico puesto que son equivalentes.

- CIRCUITO CONTADOR:

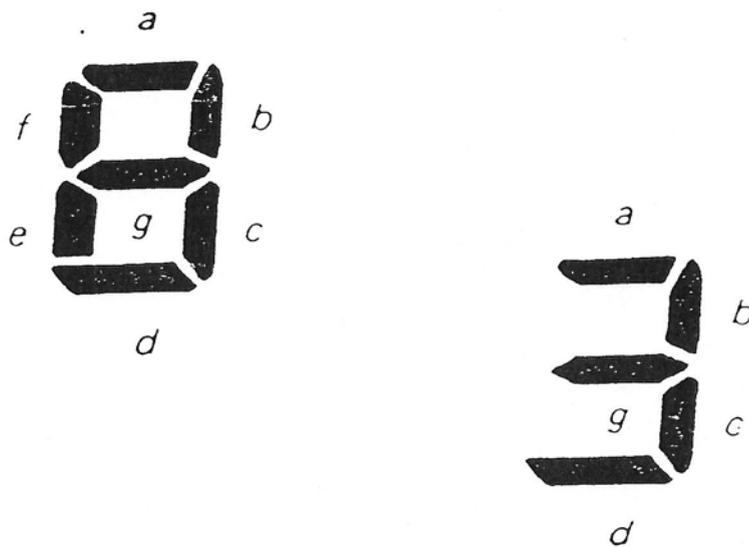
Igual que el circuito divisor, el contador puede estar constituido por circuitos FF. La señal procedente del divisor de frecuencia entra en el contador, el cual determina los segundos, los minutos, las horas, así como la fecha, el día y el mes. La memorización de 31,30,28 días incluso el de los años bisiestos, se efectúan de manera totalmente programada y no es necesario intervenir en la corrección.

- CIRCUITO DECODIFICADOR:

La decodificación y el mando de los segmentos de las cifras, son efectuados por la parte del C.I. llamado decodificador.

Con el fin de poder formar el número 8, mediante el empleo de siete segmentos, situados conforme el esquema siguiente.

- ESQUEMA:



Es necesario seleccionar, los segmentos específicos analizando la información dada por el circuito contador.

Para formar un tres solo deberán encenderse o hacerse visibles los segmentos a,b,c,d,g.

Esta es la función que debe realizar el decodificador.

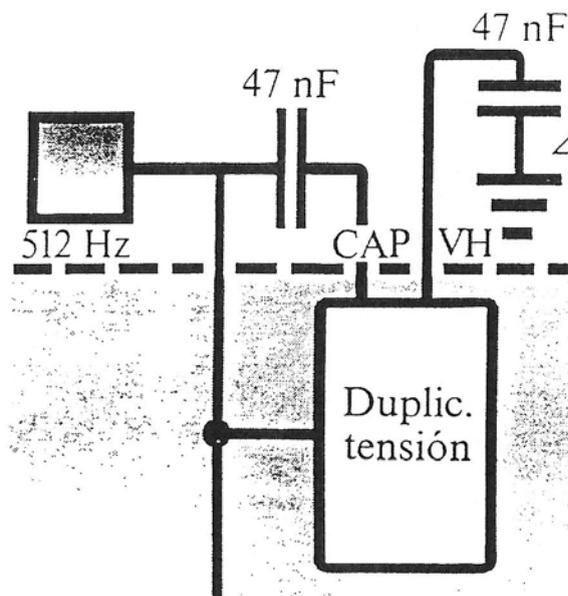
- CIRCUITO ELEVADOR DE TENSION:

El reloj digital, para su cristal líquido (L.C.D.) necesita generalmente 3V para su funcionamiento.

Es por esta razón que se incluye en el C.I. un circuito capaz de duplicar la tensión que le suministra la fuente de energía del reloj, o sea la pila que es de 1,5V.

Este circuito generalmente está formado por una combinación de diodos y condensadores, algunos de ellos en el exterior del C.I.

- ESQUEMA:



RELOJ DIGITAL DE CUARZO DISPLAY (PANTALLA) L.C.D.

- CRISTAL LIQUIDO:

La lectura digital se basa en las propiedades opto- electrónicas de ciertos líquidos orgánicos "cristales líquidos" (LCD = Liquid Crystal Display).

Estos líquidos compuestos de complejas moléculas, tienden a orientarse espontáneamente las unas con respecto a las otras, según el tipo (colestéricos nemáticos etc).

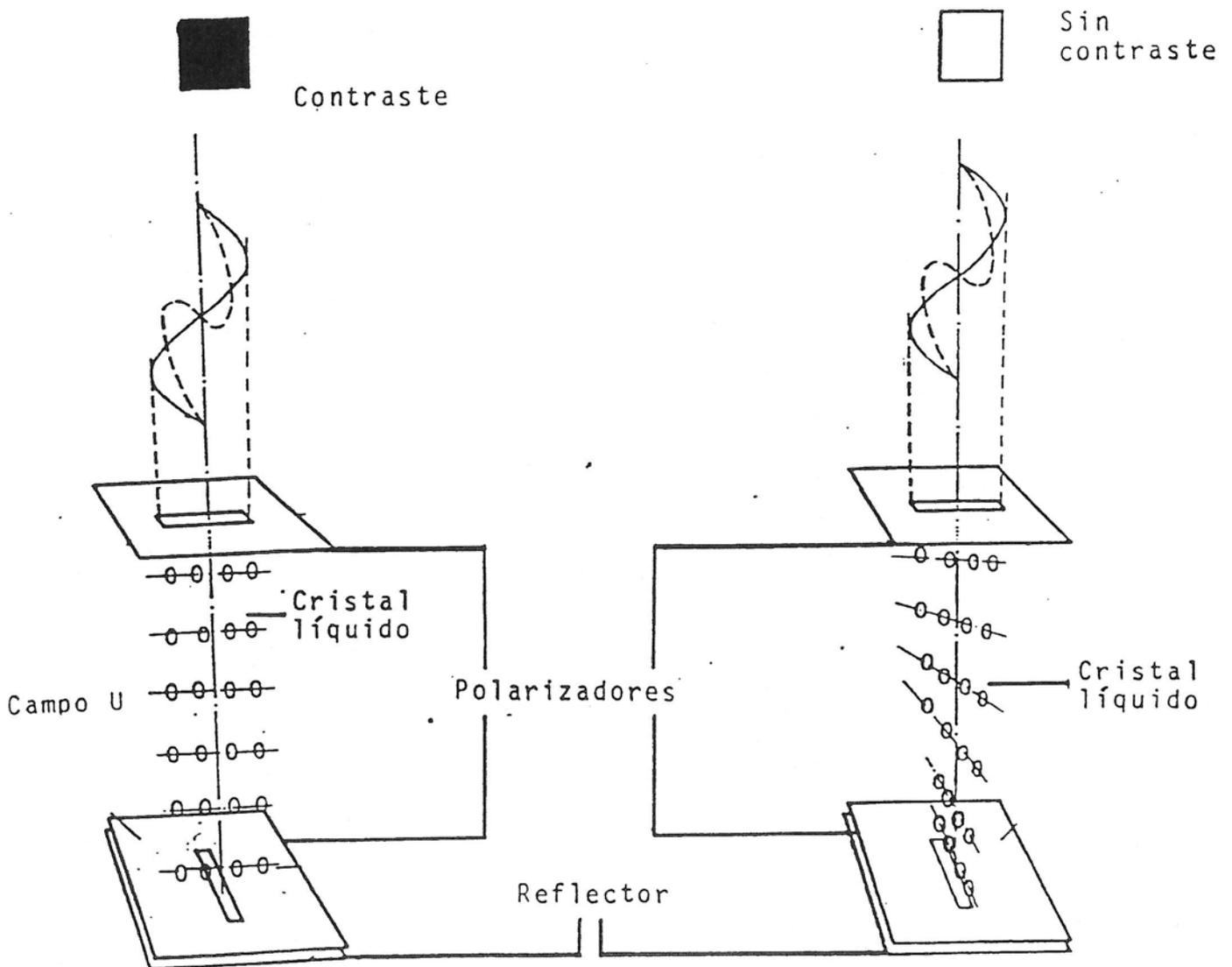
Los primeros displays se fabricaron con el sistema de difusión dinámica, mientras que los actuales usan el efecto de campo que son bastante mejores en su rendimiento.

- FUNCIONAMIENTO:

De las ondas de la luz que inciden, en el panel de cristal líquido aquellas que esten en el plano del eje de polarización, atraviesan esta y pasan el cristal líquido, llegan al espejo reflectante el cual las refleja y son devueltas siguiendo la misma ruta. Resultado ninguna lectura en el cristal líquido.

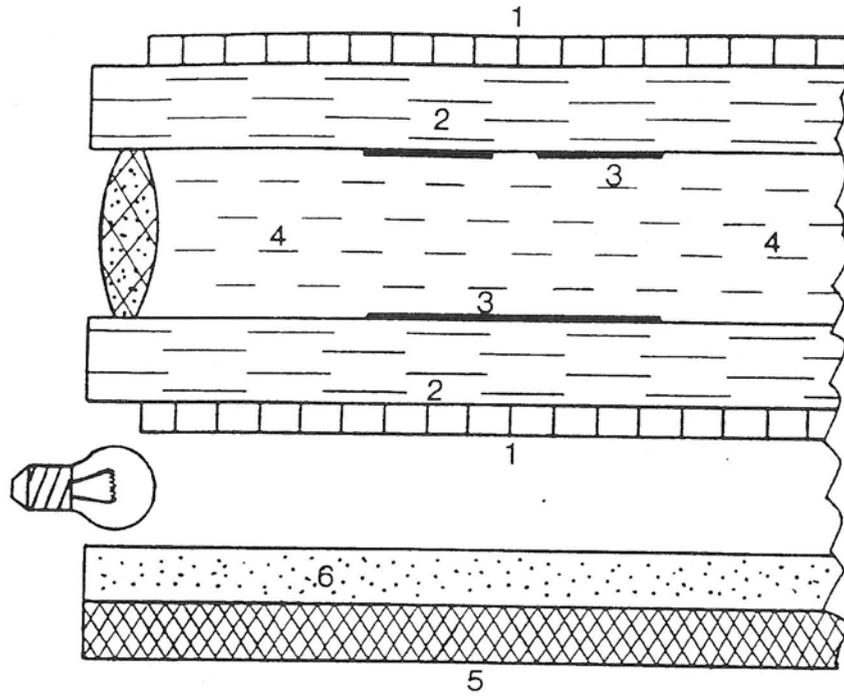
Pero cuando se aplica una tensión entre el electrodo del segmento y el electrodo común, el campo eléctrico actua orientando las moléculas de cristal líquido, de tal forma que las ondas luminosas pasan directamente a través del cristal líquido y al no ser reflejadas devueltas por el espejo, el segmento a cuyo electrodo se le ha aplicado la tensión se oscurece. Resultando una lectura de segmento en la pantalla o panel de cristal líquido.

- ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO:



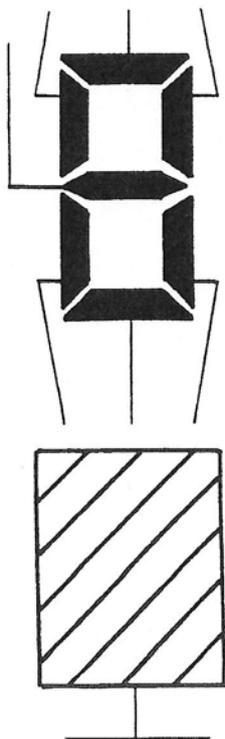
- PANEL O PANTALLA DE CRISTAL LIQUIDO:

- ESQUEMA:

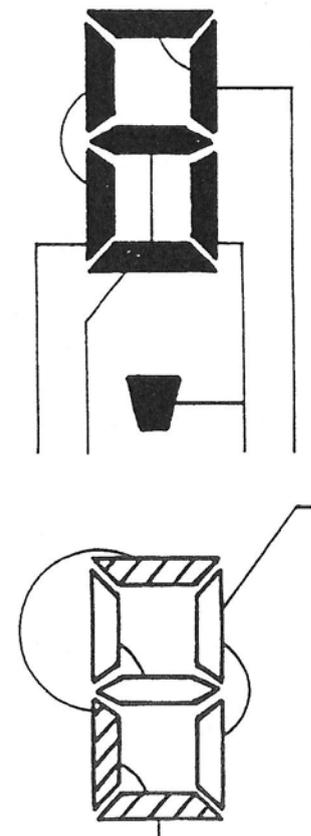


- ESQUEMA DE SEGMENTOS:

EXCITACION DIRECTA



EXCITACION MULTIPLE

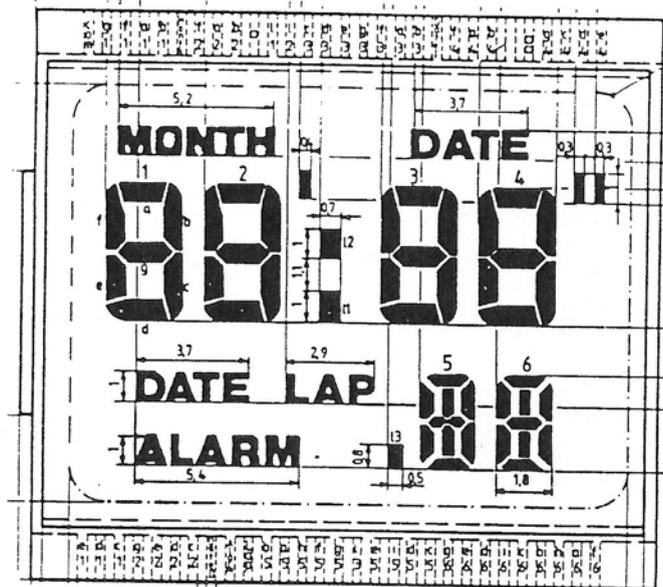
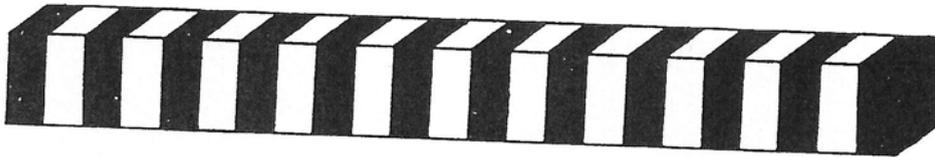


RELOJ DIGITAL DE CUARZO

- CONECTADORES (CEBRAS):

Los conectadores cebra, son la unión entre las terminales del circuito impreso que a su vez están unidas al C.I. y las terminales del panel de cristal líquido o pantallas L.C.D.

El conector (cebra), está compuesto por un seguido de hojas de elastómetro, alternativamente, conductor e aislante.



EL DIFUSOR Y EL ESPEJO REFLECTOR

- EL DIFUSOR:

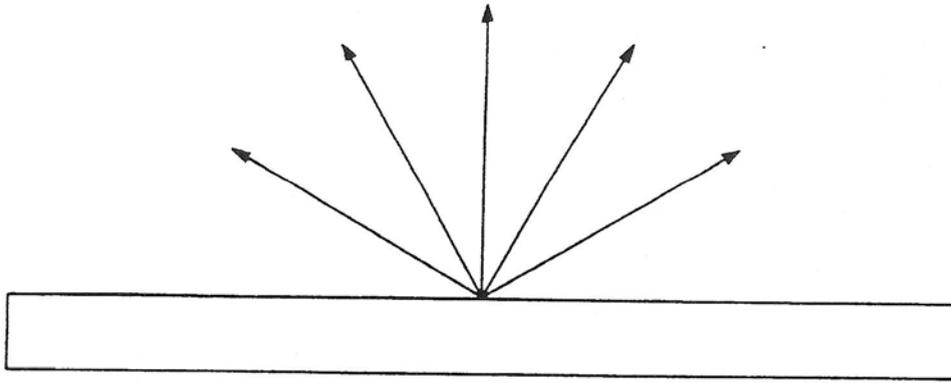
Es el componente del reloj digital, que permite distribuir la luz de la lámpara para iluminar todo el display.

Características:

El difusor es una placa de plástico transparente, cuya superficie es mate o estriada.

NOTA: Se puede mejorar la iluminación del display colocando una placa metálica detrás de la lámpara.

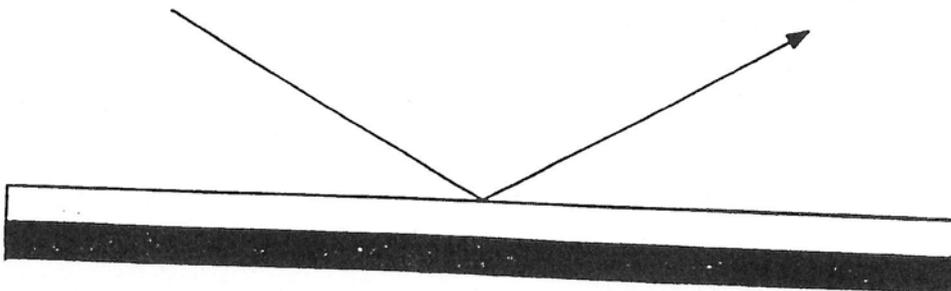
- ESQUEMA:



- EL ESPEJO REFLECTOR:

Es un componente plástico, que tiene la función de reflejar la luz que pasa a través del display y aumenta la luz de la lámpara para la lectura en la oscuridad.

NOTA: Cuando en los contactos de los segmentos, no hay tensión el espejo reflector refleja la luz al exterior.



EL RELOJ ANALOGICO DIGITAL DE CUARZO

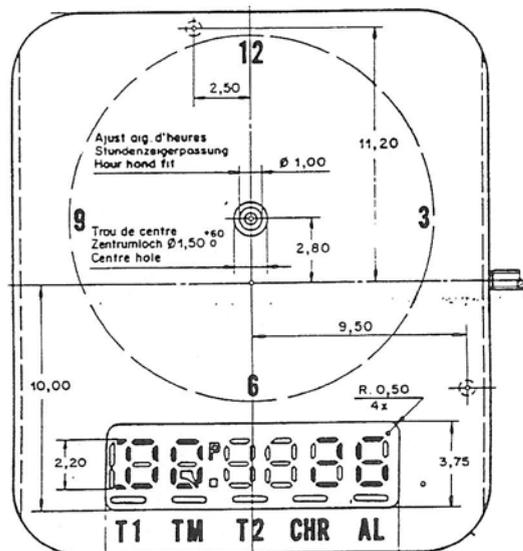
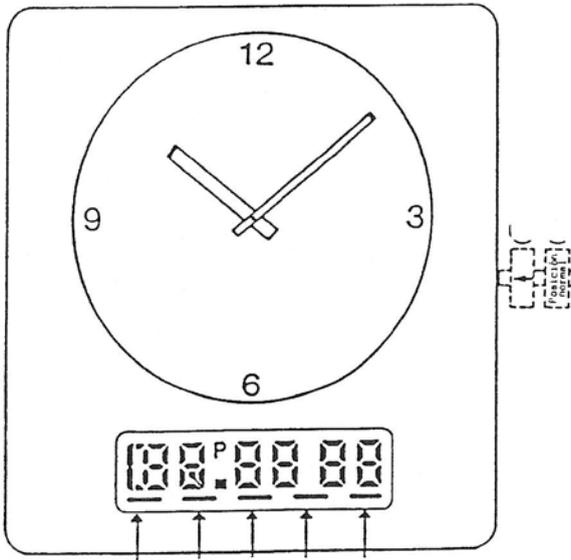
RELOJ ANALOGICO DIGITAL DE CUARZO

El reloj analógico - digital, o anal - digit, es un compendio o suma de los dos tipos de relojes.

Si observamos el esquema veremos que para los dos sistemas de lectura, tienen el mismo circuito integrado, el mismo cuarzo, y como es lógico la misma fuente de energía.

La variación con respecto a otros circuitos impresos e integrados radica en las salidas ya que para la bobina del motor se necesitan dos, (ver esquema), y para el display, todas las correspondientes para los dígitos de la pantalla (display).

Las características teórico prácticas son las mismas que en los capítulos referidos al reloj analógico y al digital con la inclusión de la alarma.

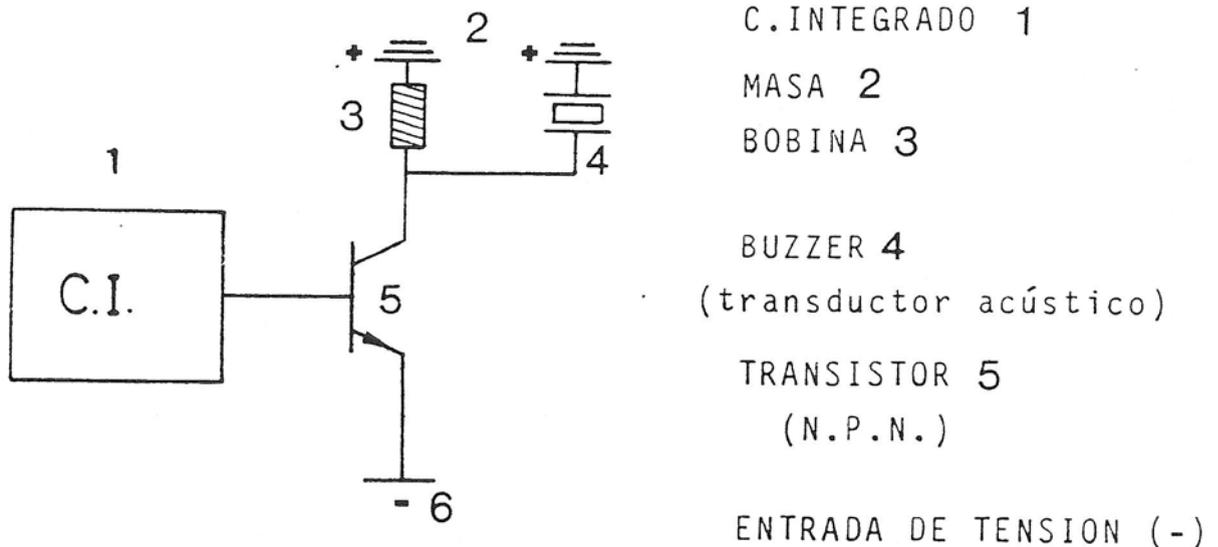


FUNCION DE ALARMA

LA FUNCION DE ALARMA (SONERIA)

La función de alarma en los relojes electrónicos de cuarzo, se efectúa a dos niveles, uno dentro del circuito integrado el cual produce una frecuencia de base, el otro fuera del circuito integrado, compuesto por un transistor, una bobina y un buzer.

El transistor, amplifica y la bobina y el buzer son los transductores acústicos.



- FUNCIONAMIENTO:

La frecuencia de base suministrada por el circuito integrado, entra en la base del transistor (tensión de umbral superior a 0,6V), con lo cual permite que el emisor admita tensión procedente de la pila (necesariamente en perfecto estado de capacidad y tensión) con el resultado de una amplificación en el colector de la frecuencia inicial. El colector seguidamente manda hacia la bobina y el buzer los cuales traducen esta frecuencia eléctrica en acústica.

Características de funcionamiento:

Para tener un buen nivel de señal acústico en el exterior de la caja del reloj son necesarias estas características:

- La pila con la tensión de 1,5V y buena capacidad.
- La bobina con una resistencia de entre 40-150 ohm por norma general.
- El buzer en perfecto estado de conservación.
- La tapa de la caja perfectamente limpia.
- Los contactos del módulo al buzer en perfecta colocación.

RELOJ ATOMICO
(Resumen Básico)

TEORIA DE LA MICROSOLDADURA

- TEORIA DE LA MICROSOLDADURA:

Definición de Soldadura:

Es todo tipo de procedimiento que permita unir dos metales, con o sin adición de metal. En la microelectrónica se emplea una variedad de metales, pero el más común es la soldadura con estaño.

- ALEACION ESTAÑO - PLOMO:

La aleación estaño plomo funde a 180 grados centígrados. Los circuitos integrados se sueldan por el procedimiento de soldadura por ondas o por termocompresión.

Operación de soldar:

El método más conocido por todos los soldadores y para componentes de tamaño grande, es el de apoyar la extremidad de la boca del soldador sobre el componente a soldar y a la vez colocar el hilo de la soldadura decapante en contacto simultáneo con la extremidad de la pieza o componente.

Observaciones:

Debemos utilizar un soldador con potencias regulables (7W a 15W).

Para soldar usaremos una aleación de estaño - plomo con un ánima de fundante.

Para desoldar los componentes utilizaremos una trenza de desoldar.

- NORMAS BASICAS PARA SOLDAR COMPONENTES:

La temperatura deberá ser lo suficientemente alta como para fundir correctamente, si la temperatura es muy alta una rápida oxidación destruirá sus cualidades, (aplicar resina fundente y escoger la temperatura ideal).

El tiempo a emplear en la operación no deberá ser muy largo y siempre procurando soldar de una sola operación.

No soplar la soldadura.

Procurar que el estaño quede redondeado y brillante.

La soldadura deberá estar en contacto con el componente.

Los metales deberán ser compatibles.

Finalmente cuando se termine una operación, recubrir la punta del soldador de estaño, para protegerla antes de pararlo, (con ello se evita la oxidación y desgaste prematuros de las puntas del soldador).

RECOMENDACIONES BASICAS
SOBRE LA LIMPIEZA
LUBRIFICACION Y MANTENIMIENTO

LIMPIEZA DEL MODULO CON DISPLAY (LCD)

El display o pantalla de cristal líquido:

Normalmente no se limpia, pero en caso necesario, con un paño impregnado de SYN-THEXOL pasarlo por los electrodos contaminados o sucios.

El circuito integrado:

Solamente se limpia en caso de contaminación o de consumos muy elevados. En este tipo de casos se usa el MODULNET por el sistema manual con pincel o con ultrasonidos.

Los conectores (cebras):

Hay dos sistemas para limpiar los conectores primero con el RODICO o similar quitar la suciedad o contaminación limaduras etc. Despues sumergir en MODULNET y secar perfectamente con un paño limpio.

LIMPIEZA DEL MODULO ANALOGICO

La parte mecánica:

Con un detergente del tipo RUBISOL para el primer recipiente, seguidamente dos aclarados con F-45. Debemos tratar a esta parte como un reloj mecánico normal.

El rotor:

Presionarlo dentro del RODICO-RUBOFF, para sacar todas las impurezas, no se debe mojar nunca.

Circuito electrónico:

Se limpia solo en el caso de mucha contaminación o un consumo muy elevado.

LAS BOBINAS DEL MOTOR NO SE PUEDEN MOJAR CON NINGUN PRODUCTO.

LUBRIFICACION DEL MODULO ANALOGICO

La lubricación de la parte mecánica de los relojes de cuarzo analógicos, difiere con mucho de la tradicional lubricación de los relojes mecánicos tradicionales. La razón primordial es que el tren de ruedas de los relojes mecánicos tradicionales son conductores de fuerza, y por ello produce mucha presión sobre los pivotes de las ruedas y por tanto el aceite será más espeso y con una cantidad generosa. Por el contrario el tren de ruedas de los módulos o relojes de cuarzo son conducidos lo que quiere decir que la presión es mucho menor y es necesario un tipo de aceite especial totalmente sintético con lo cual la poca cantidad a emplear se mantendrá más estable y duradera.

MANTENIMIENTO DEL MODULO ANALOGICO

El tipo de mantenimiento más corriente se dará, con los cambios de fuentes de energía ya sean de pilas de óxido de plata, de ditio o de mercurio.

Los repasos o limpiezas de la parte mecánica también acostumbran a ser muy corrientes.

La sustitución de bobinas del motor aunque menos también se acostumbra a practicar. El circuito impreso con el integrado algunas veces también están sujetos a sustituciones o cambios por mal funcionamiento.

El motor, su parte mecánica (rotor, estator), por malos tratos también están sujetos a reparaciones o sustituciones.

MANTENIMIENTO DEL MODULO LCD

El mantenimiento más corriente también es para este tipo de módulos la sustitución de la fuente de energía.

La lámpara para la lectura nocturna sufre constantes averías y muchas veces es la culpable del agotamiento prematuro de la fuente de energía (pila o acumulador).

La pantalla o display por envejecimiento está sujeta también a sustituciones.

Los condensadores del elevador o doblador de tensión, también son sustituibles por avería o mal funcionamiento.