Componentes basicos de los sistemas de control

Capitulo 2

Libro: Teoría de Control para Informáticos

Elementos de Medicion

Potenciómetro.

Detector de temperatura.

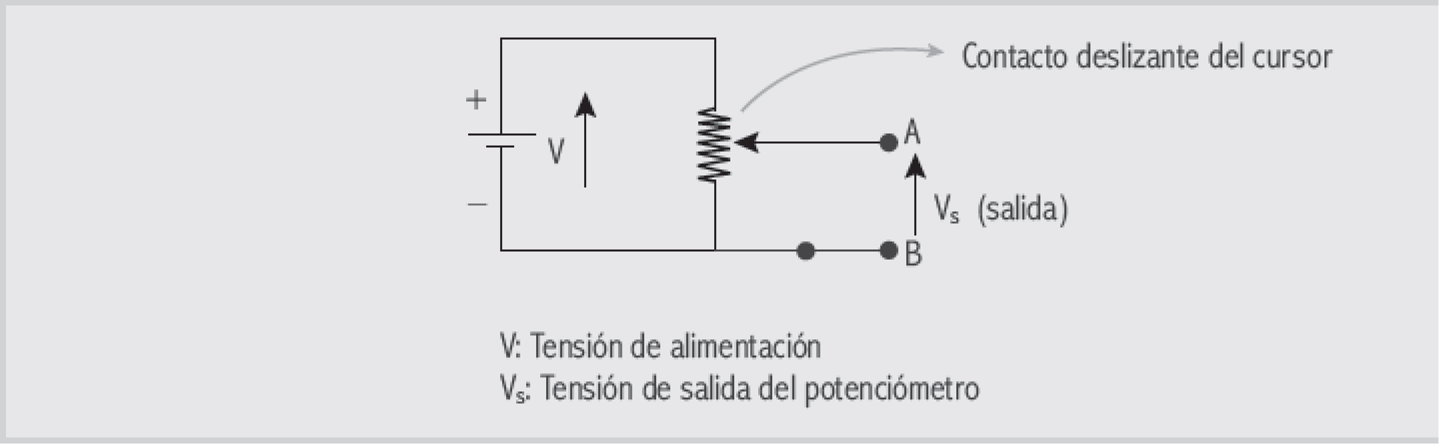
Tacómetro.

Extensómetro.

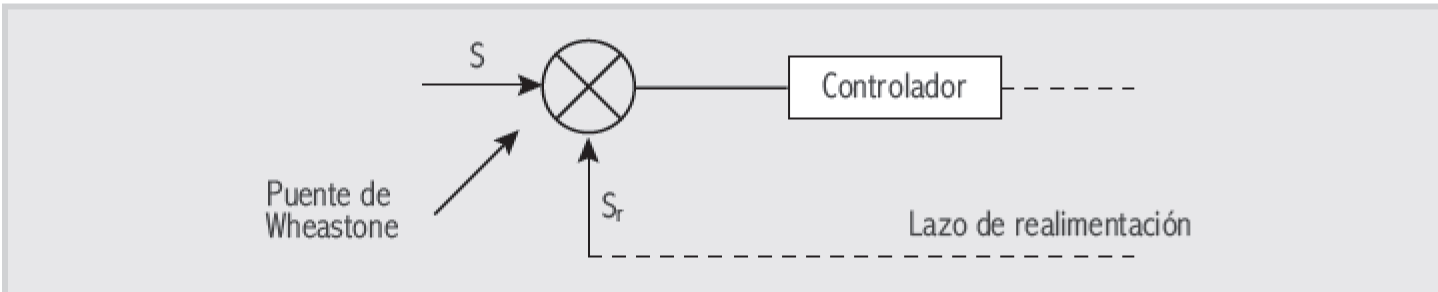
Codificadores.

Sincros.

Esquema de un potenciometro



Tacometro de corriente continua



La tensión de salida será:

$$v(t) = K\frac{d\theta}{dt} = Kw$$

Donde: K es la constante de proporcionalidad; W es la velocidad angular, y θ es el ángulo girado por el devanado. Se observa que la tensión de salida $v(t)$ aumenta a medida que se incrementa la velocidad de giro (W).

Extensometro de resistencia electrica

Conocido en general como galga extensométrica, es un dispositivo que posibilita medir la variación en la longitud de un metal en función del cambio de su resistividad. Determinados metales experimentan un cambio en su resistividad que es proporcional a la variación en su longitud.

$$\frac{\Delta R}{R} = Fg \cdot \Delta D$$

Donde: ΔR es la variación de la resistividad; ΔD es la variación de la longitud del metal o de su esfuerzo, y Fg es el factor del extensómetro.

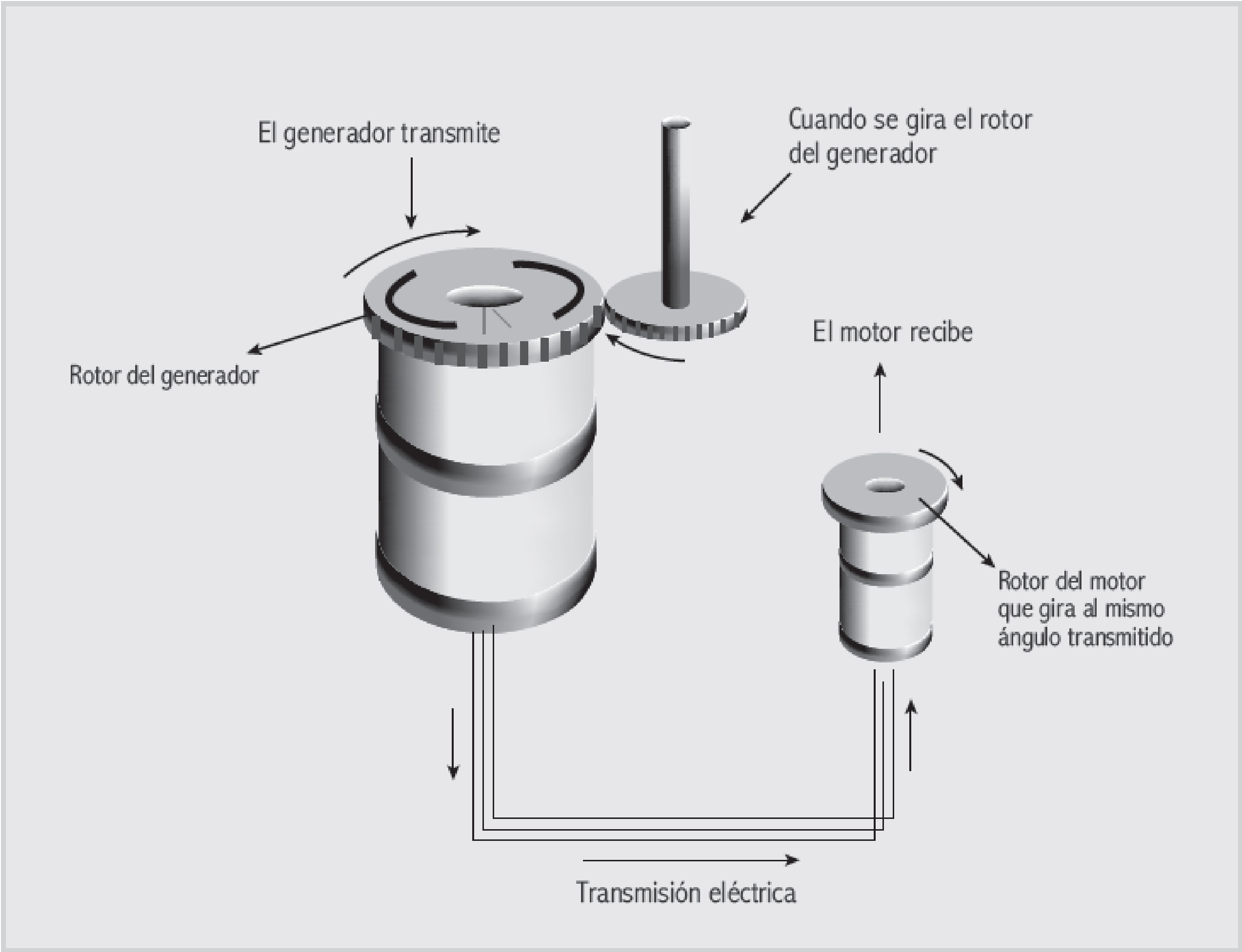
Tabla de contactos de un codificador incremental

En la figura 2-4 se puede observar la tabla de un codificador incremental, en el que la resolución es proporcional al número de contactos. Si se aumenta la cantidad de contactos se incrementa la resolución, por ejemplo, si se emplean tres pistas ($2^3 = 8$), la resolución será:

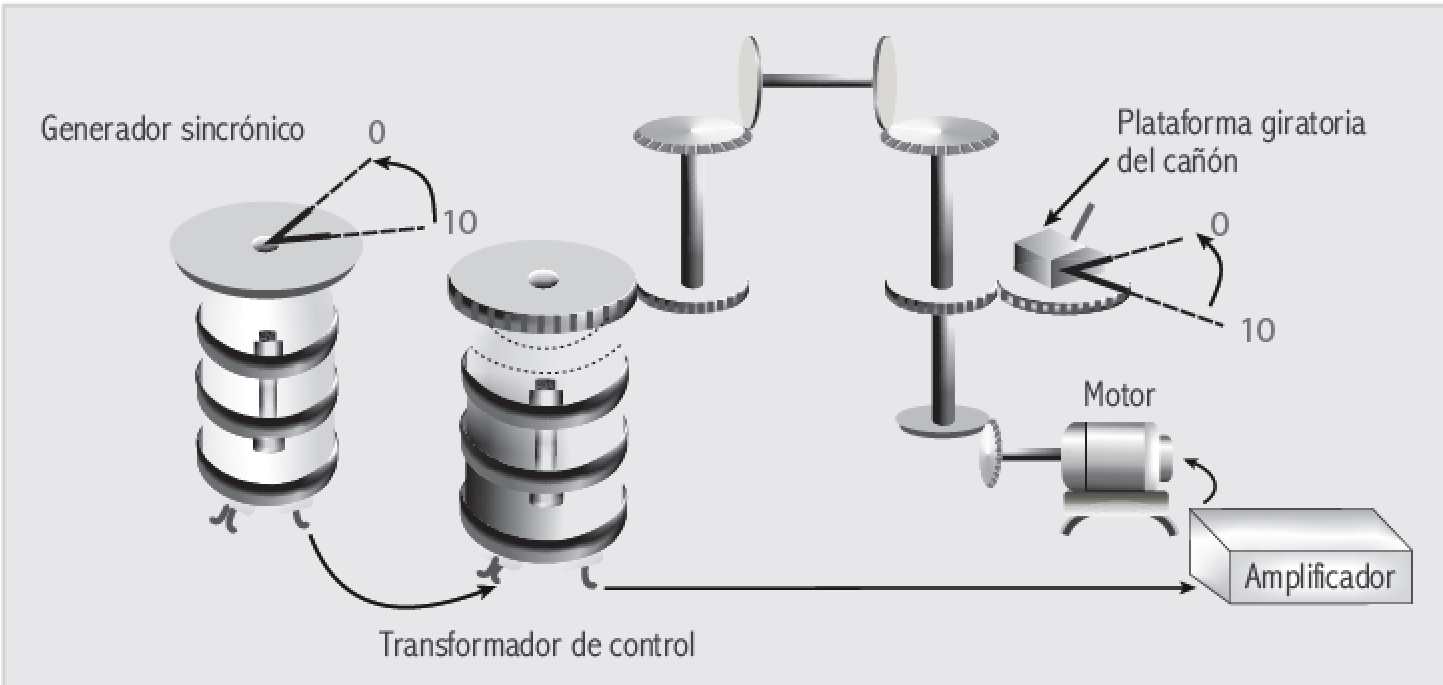
$$\frac{360}{8} = 45^o$$

Sector	*Contacto 1*	*Contacto 2*	*Contacto 3*	*Ángulo*
1	off	off	off	0° a 45°
2	off	off	on	45° a 90°
3	off	on	off	90° a 135°
4	off	on	on	135° a 180°
5	on	off	off	180° a 225°
6	on	off	on	225° a 270°
7	on	on	off	270° a 315°
8	on	on	on	315° a 360°

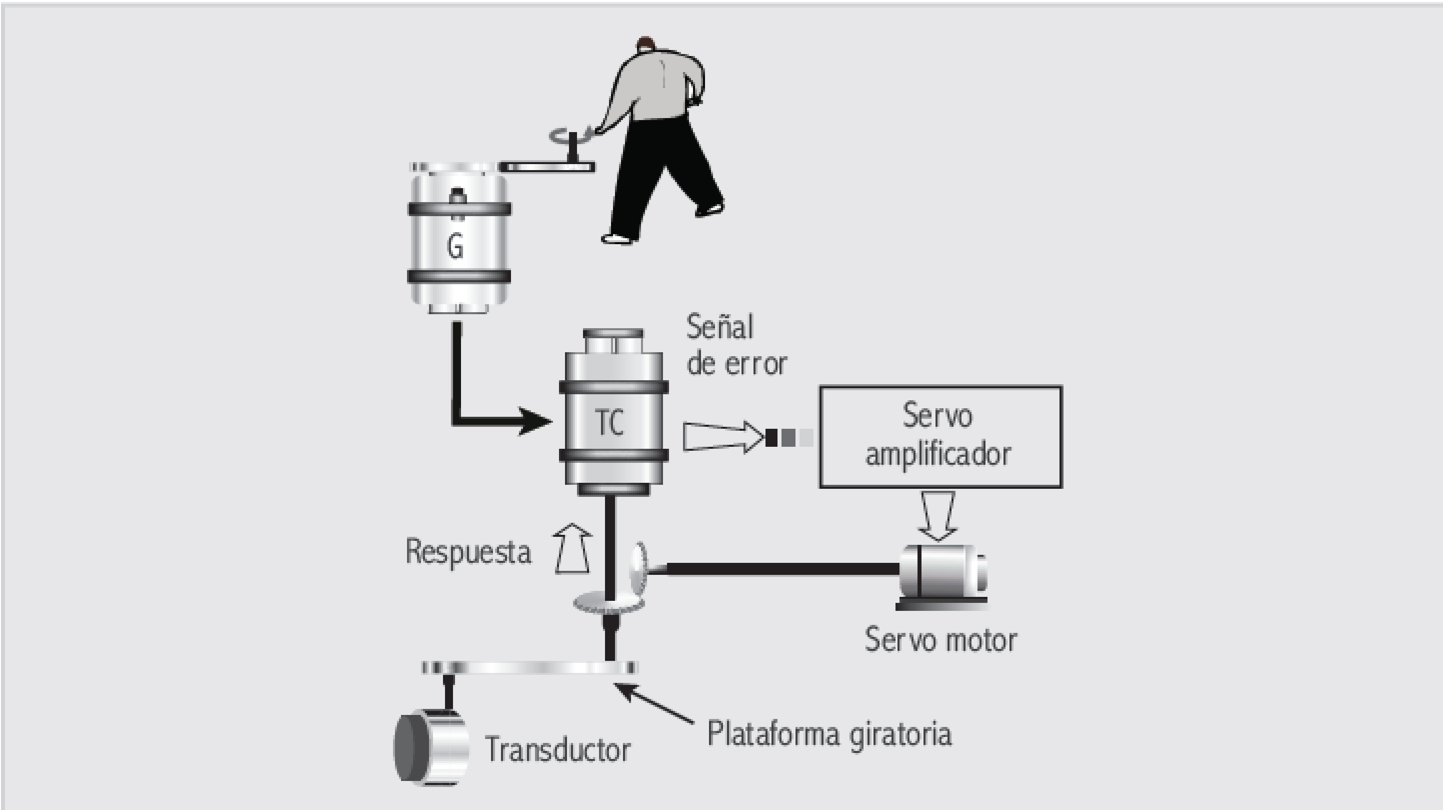
Esquema de los primeros sistemas sincronicos



Sistema de control antiguo de una plataforma de disparo



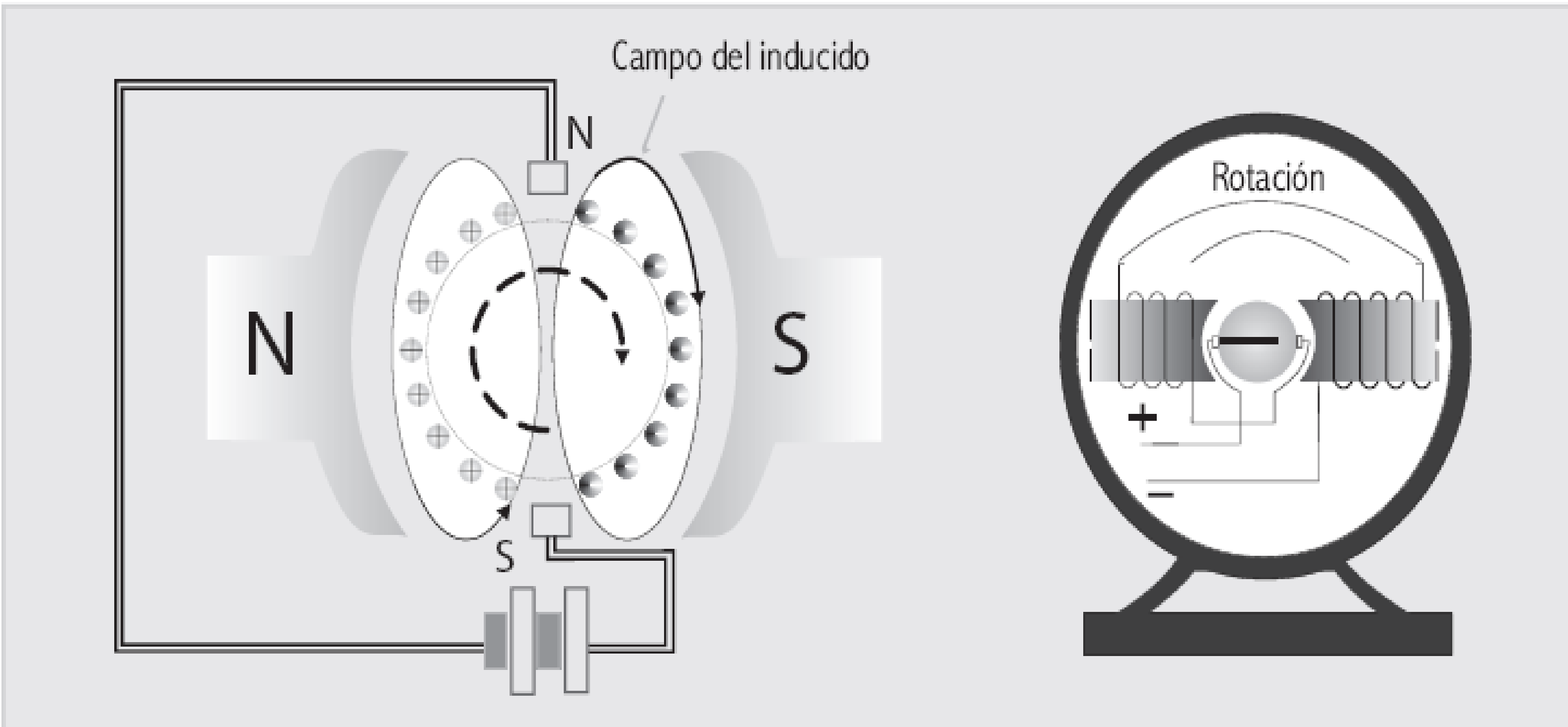
Sistema control antiguo de posicionamiento de un transductor



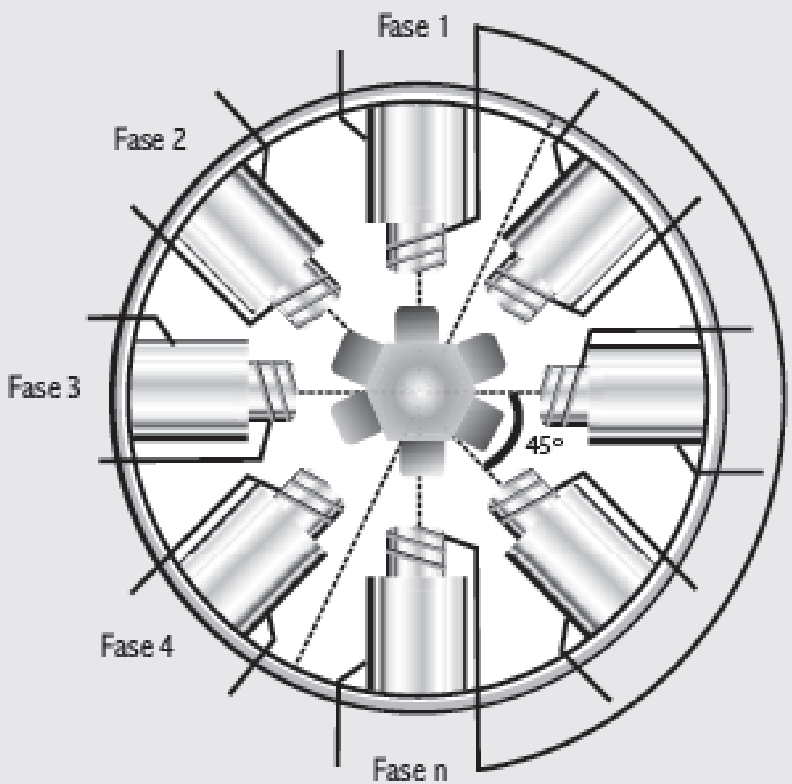
Algunos elementos de correccion empleados en los sistemas de control

- Motores de corriente continua.
- Motores de corriente alterna.
- Motores paso a paso.
- "Reley" o relevador.
- Válvula solenoide.

Esquema de un motor de corriente continua



Esquema de motor paso a paso



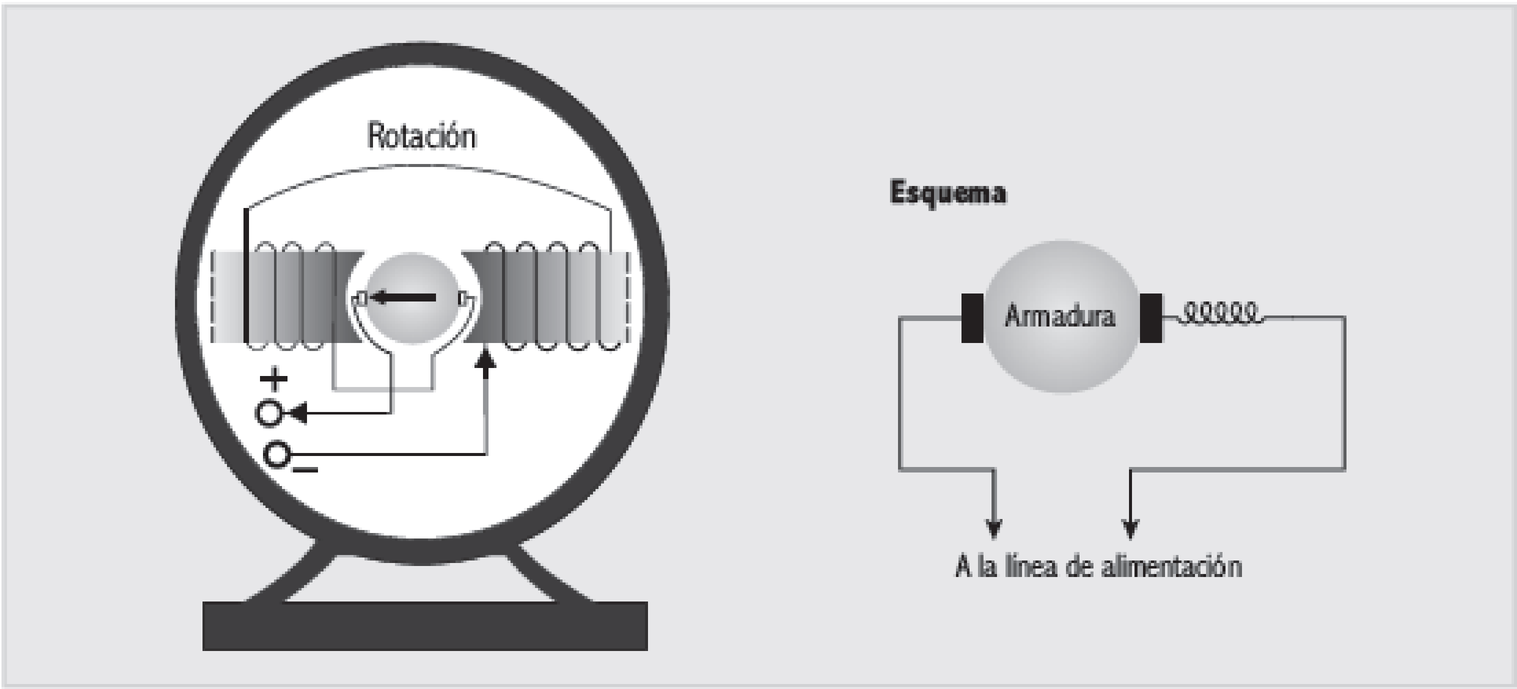
El motor paso a paso convierte los impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos.
La velocidad de rotación del motor esta dada por la siguiente ecuación:

$$V = 60.\frac{f}{n}$$

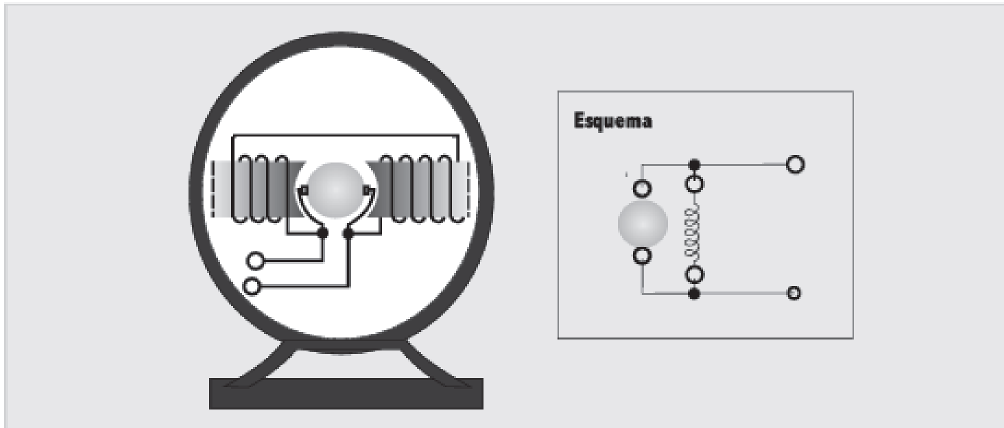
donde
v: velocidad de rotación
f: frecuencia del tren de impulsos
n: número de polos de motor

Estos motores tienen un campo muy amplio de aplicación, los podemos encontrar en: Relojes electricos, controles remotos, impresoras, plotters, posicionamiento de piezas en general, robots, casettes digitales, etc.

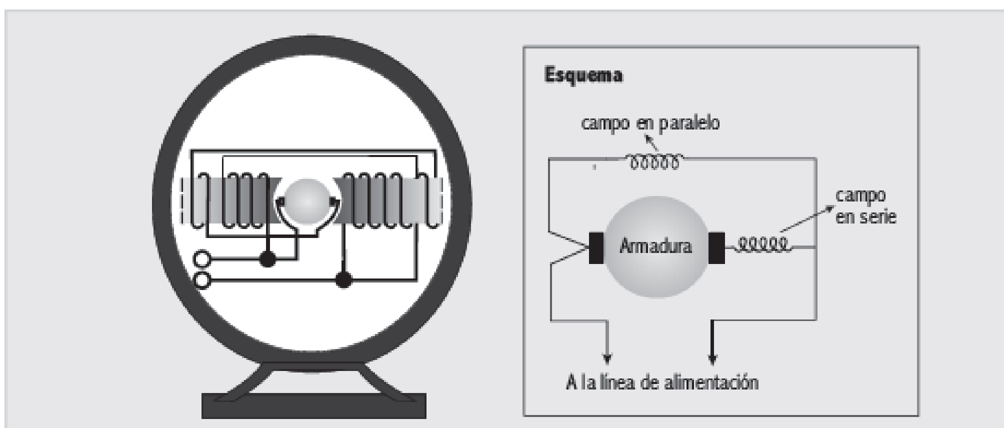
Motor de corriente continua serie



Otros Motores de Corriente Continua

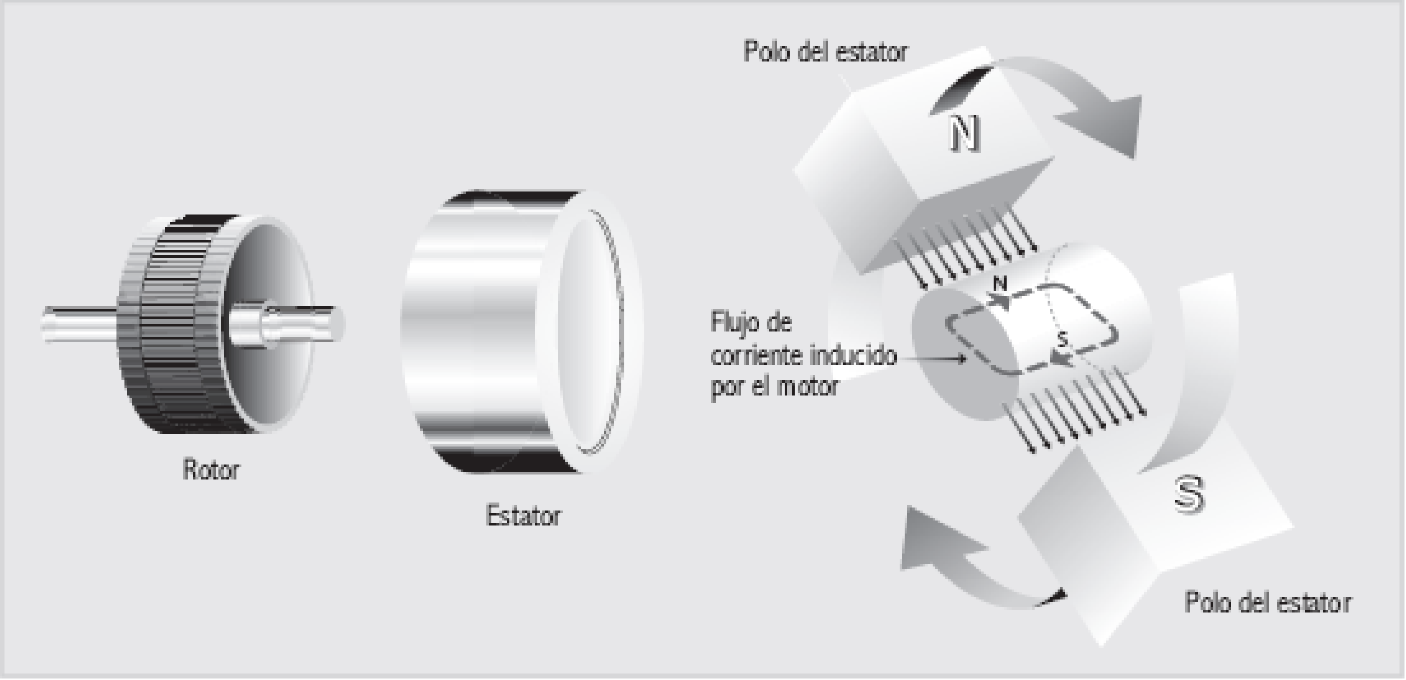


Motor de corriente continua en derivación

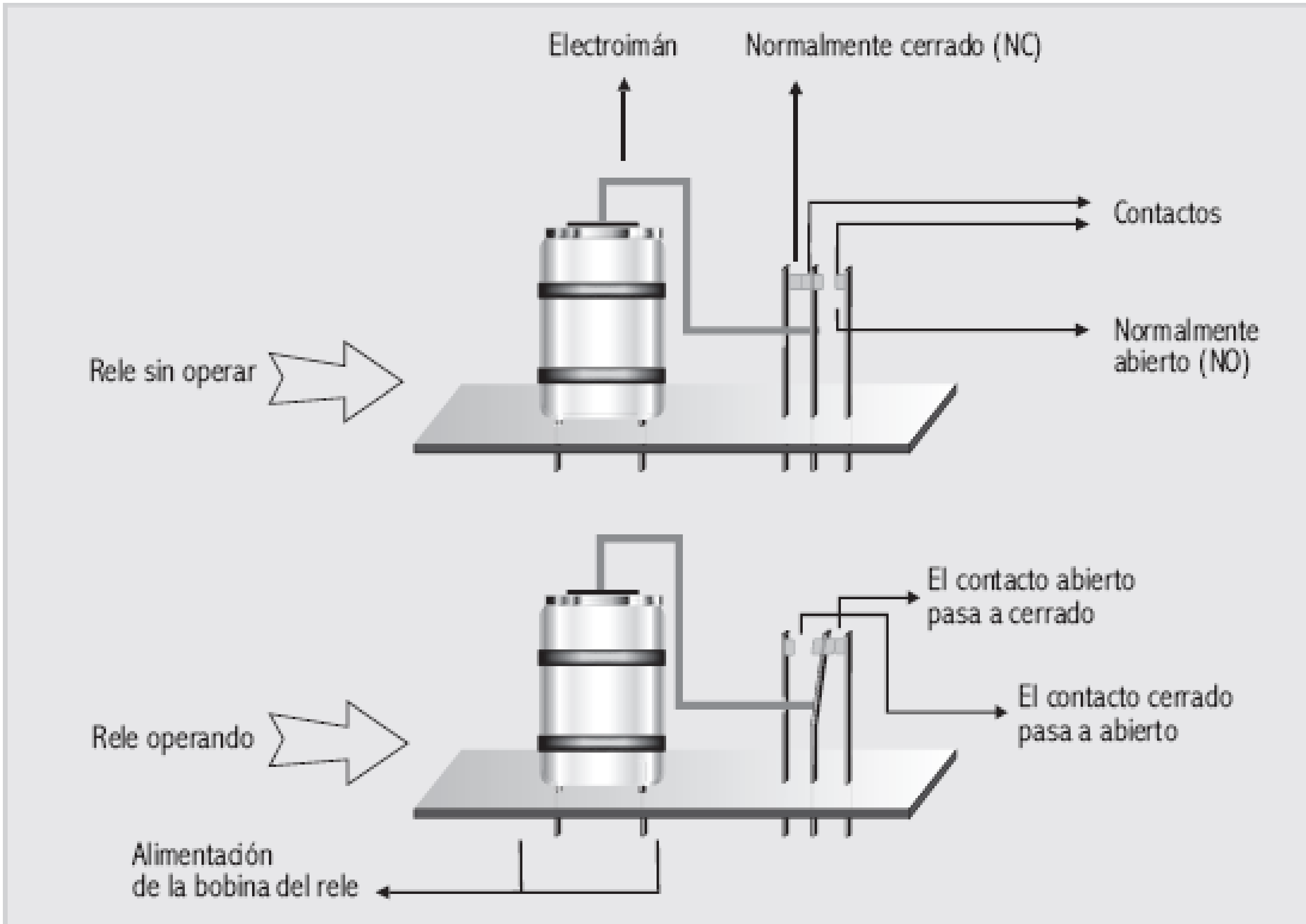


Motor de corriente continua ("compound") (de motor en serie y derivación)

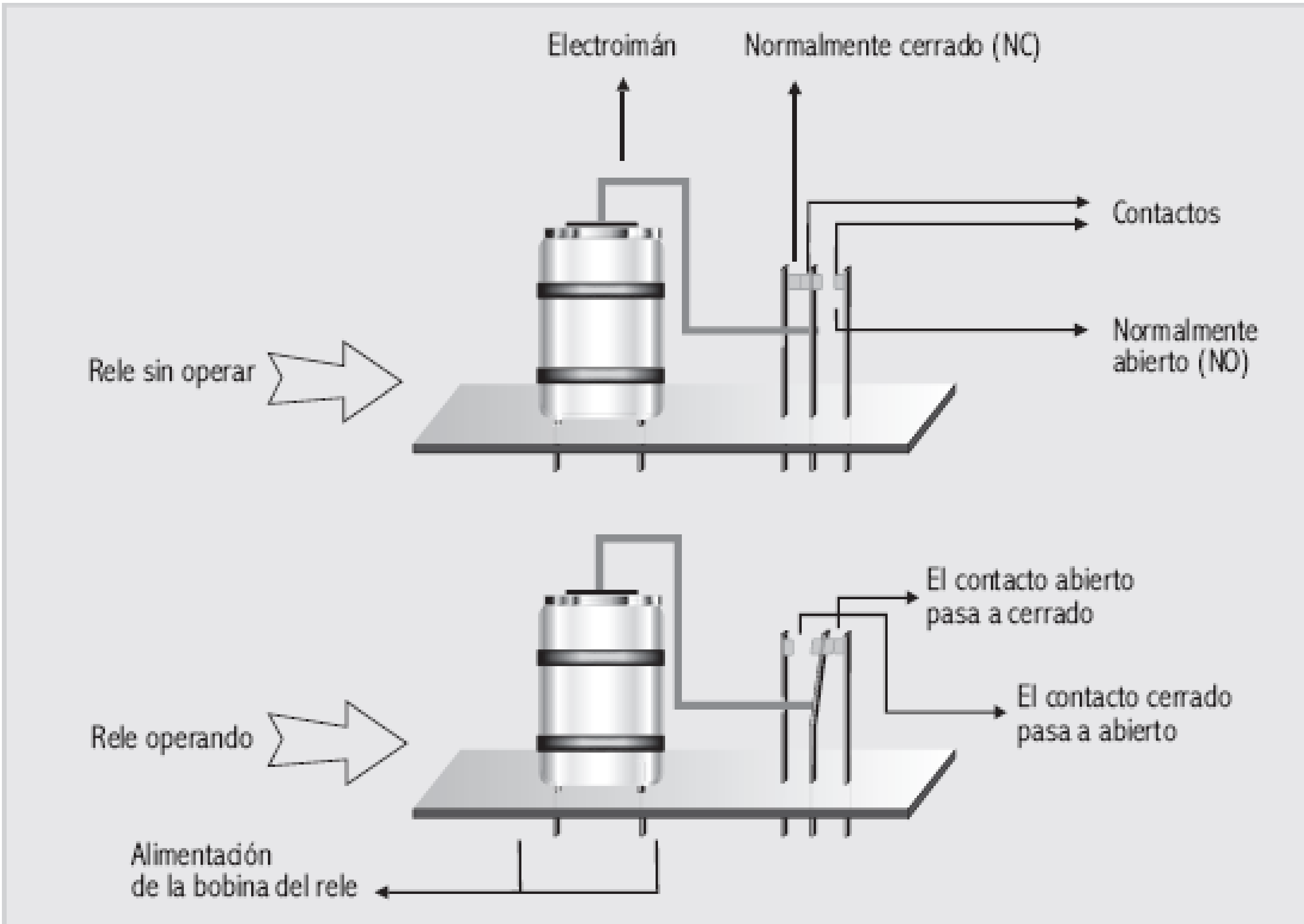
Esquema de un motor bifasico



Esquema tipico de un rele

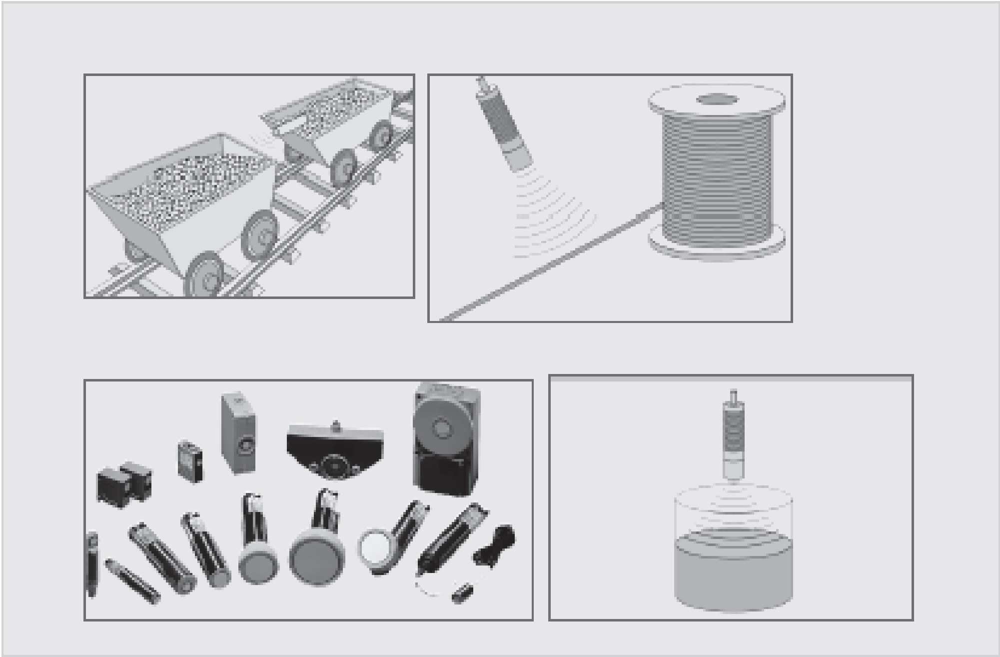


Esquema tipico de un rele



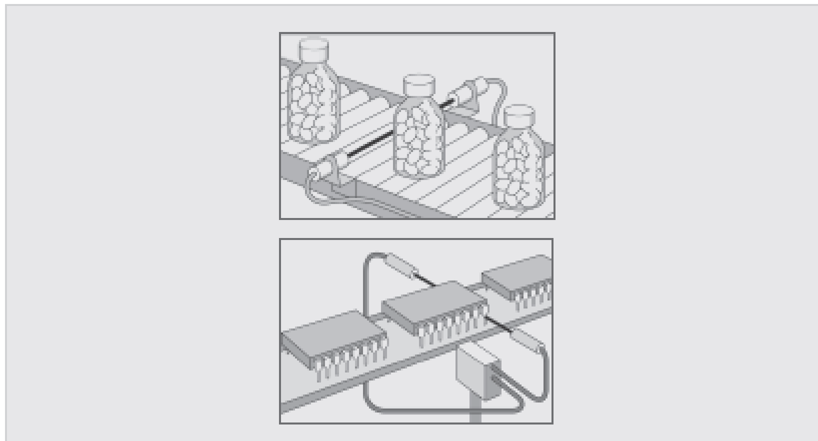
Sensores para automatizacion

- Sensores ultrasónicos.
- Sensores fotoeléctricos.
- Sensores detectores de color.
- Sensores de proximidad inductiv
- Sensores de proximidad capacitiv



Esquema de un sensor de proximidad ultrasónico Siemens

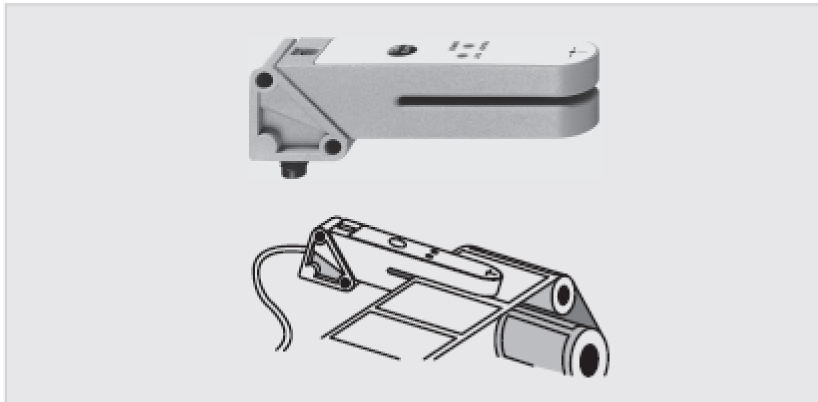
Sensores para automatizacion



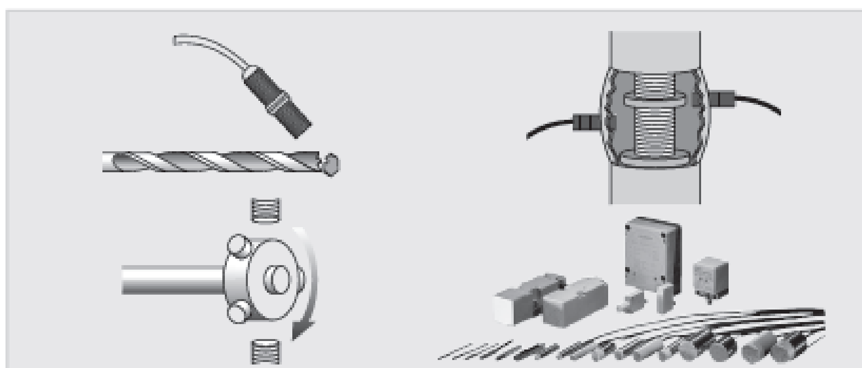
Sensor tipo barrera de Siemens

. Sensor tipo horquilla de Siemens

Sensores para automatizacion



Sensores de proximidad inductivos Siemens



. Sensores de proximidad capacitativos Siemens

Bloques funcionales del sistema electrico

Resistencias

Capacitores

Inductores

Bloques funcionales del sistema electrico

- Para la resistencia es: $V(t) = R \cdot i(t)$ $\qquad i(t) = \frac{v(t)}{R}$
- Para el capacitor: $v(t) = \frac{q}{c}$ $\qquad i(t) = \frac{dq}{dt}$

Integrando y despejando q, tenemos:

$$q = \int i(t)dt$$

$$v(t) = \frac{1}{c}\int i(t)dt \qquad \frac{dv(t)}{dt} = \frac{1}{c}\frac{dq}{dt} \qquad i(t) = c\frac{dv(t)}{dt}$$

Bloques funcionales del sistema electrico

- Para el inductor:

$$v(t) = L\frac{\mathrm{d}i(t)}{\mathrm{d}t}$$

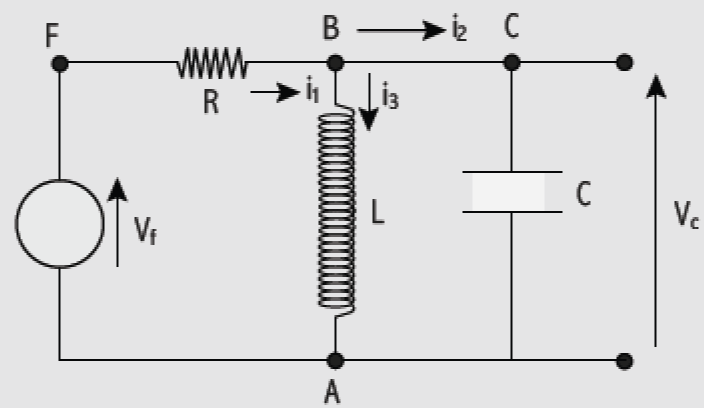
$$i(t) = \frac{1}{L}\int v(t)\mathrm{d}t$$

Leyes de Kirchoff

Primera ley de Kirchhoff: *"la suma algebraica de las corrientes en un punto de unión de circuitos es cero"*. En otras palabras la suma de corriente que entran a un nodo es igual a la suma de las que salen.

Segunda ley de Kirchhoff: *"en un circuito cerrado o malla la suma algebraica de las tensiones o caídas de potencial sobre cada elemento del circuito es igual a la fuerza electromotriz aplicada"*.

HALLAR LA TENSION DE SALIDA SOBRE EL CAPACITOR



Circuito R-L-C

SOLUCION

Si se emplea la primera ley de Kirchhoff se verifica que en el nodo B:

$$i_1 - i_2 - i_3 = 0$$

$$i_1 = i_2 + i_3 \quad (2\text{-}17)$$

pero

$$i_1 = \frac{V_F - V_B}{R} \quad (2\text{-}18)$$

Donde $V_F - V_B$ es la caída de potencial o tensión sobre la resistencia.

Por otro lado, la corriente i_2 será:

$$i_2 = C \cdot \frac{\mathrm{d}v_B}{\mathrm{d}t} \quad (2\text{-}19)$$ corriente que circula por el capacitor

Y la corriente i_3:

$$i_3 = \frac{1}{L}\int v_B \,\mathrm{d}t \quad (2\text{-}20)$$ corriente que circula por el inductor

Reemplazando en 2-17 será:

SOLUCION (cont.)

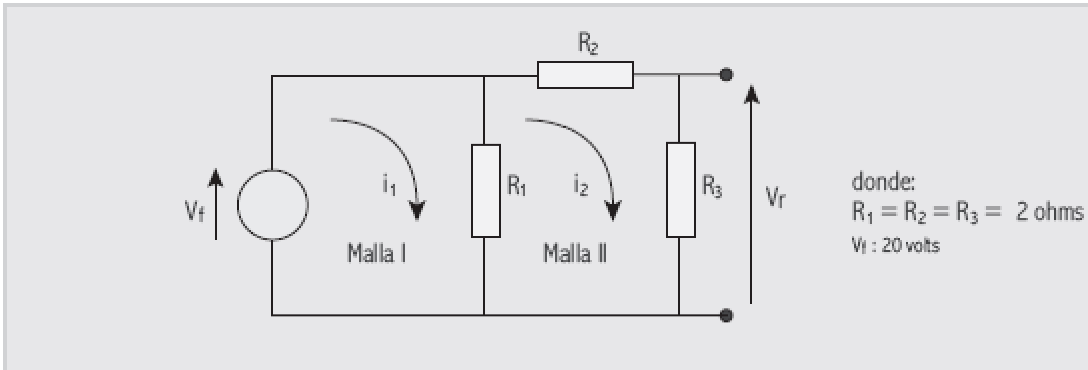
$$\frac{V_F - V_B}{R} = C\frac{\mathrm{d}V_B}{\mathrm{d}t} + \frac{1}{L}\int V_B\,\mathrm{d}t$$

No obstante, $V_C = V_B$, y reordenando,

$$V_F = RC\frac{\mathrm{d}V_C(t)}{\mathrm{d}t} + V_C + \frac{R}{L}\int V_C\,\mathrm{d}t \quad (2\text{-}21)$$

Resolviendo esta ecuación se puede obtener V_C (la tensión sobre el capacitor de salida del circuito).

Obtener la tension sobre R3



Aplicando la segunda ley de Kirchhoff:

Para la malla I,

$$V_F = (i_1 - i_2)R_1$$

$$V_F = L_1 R_1 - i_2 R_1 \quad (2\text{-}29)$$

Para la malla II,

$$0 = R_2 i_2 + (i_2 - i_1)R_1 + R_3 i_2 \quad (2\text{-}30)$$

Reordenando la ecuación:

$$i_1 R_1 = i_2(R_1 + R_2 + R_3) \quad (2\text{-}31)$$

Obtener la tension sobre R3

$$i_1 = i_2 \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1} \quad (2\text{-}32)$$

$$v_F = i_2 \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1} R_1 - i_2 R_1$$

$$v_F = i_2 (R_1 + R_2 + R_3 - R_1)$$

$$v_F = i_2 (R_2 + R_3) \quad (2\text{-}32)$$

$$i_2 = \frac{v_F}{R_2 + R_3} = \frac{20\,\mathrm{V}}{4} = 5 \text{ Amp.}$$

para hallar la tensión sobre el resistor R_3 aplicamos la ley de Ohms:

$$v_{R3} = i_2 R_3 = 5 \cdot 2 = 10 \,\text{Volts}$$

Bloques funcionales del sistema termico

$$R = \frac{T_s - T_b}{q} \quad (2\text{-}34)$$

Donde: R es la resistencia térmica entre los puntos A y B; T_s es la temperatura del punto A; T_b es la temperatura del punto B, y q es el flujo de calor entre los puntos A y B.

A su vez, como el calor se puede transferir por conducción, convección o radiación, la resistencia térmica será diferente de acuerdo con la forma en que se transfiere.

Por ejemplo, si el calor se transfiere por conducción, como ocurre en los materiales sólidos, el flujo se define como:

$$q = AK\frac{T_s - T_b}{L} \quad (2\text{-}35) \text{ Flujo de calor por conducción}$$

Donde: A es el área de la sección transversal del material a través de la cual se conduce el calor; K es la conductividad térmica del material; L es la distancia entre los puntos A y B, y T_s y T_b son las temperaturas en los puntos A y B, respectivamente.

De 2-34 y 2-35 obtenemos que R es igual a:

$$R = \frac{L}{AK}$$

Bloques funcionales del sistema termico

R es directamente proporcional a la distancia de los puntos A y B, e inversamente proporcional a la sección y la conductividad térmica del material.

Si el calor se transfiere por convección, como se observa en los materiales líquidos y los gases, el flujo se define como:

$q = AH(T_s - T_b)$ (2-36) Flujo de calor por convección

Donde: A es el área a través de la cual se encuentra la diferencia de temperatura, y H es el coeficiente de transferencia de calor.

De 2-34 y 2-36 obtenemos que R es igual a:

$$R = \frac{1}{AC}$$

Bloques funcionales del sistema termico

La capacitancia térmica, **C**, es una medida de la capacidad de un sistema de acumular o almacenar energía calórica interna.

Se la define como el producto de la masa "m" del elemento por "c" que es la capacidad calorífica específica de ese elemento.

$C = m \cdot c$ (2-37)

Por otro lado, si se tiene un sistema en el que q_1 es el flujo de calor interior del sistema y q_2, el flujo saliente de energía, se define como tasa de intercambio de energía del sistema (T_i) a la siguiente expresión:

$$T_i = q_1 - q_2$$

Por lo tanto, un incremento en la energía interna implica un aumento en la temperatura:

$$T_i = q_1 - q_2 = m \cdot c_e \frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}t} \quad (2\text{-}38)$$

Donde: m es la masa del cuerpo y c_e es el calor específico del cuerpo.

$\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}t}$: variación de la temperatura del cuerpo en función del tiempo.

Si denominamos C a la capacitancia térmica del cuerpo:

$C = m \cdot c_e$ (2-39)

quedará:

$$\left[q_1 - q_2 = C\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}t}\right] \quad (2\text{-}40)$$

Modelo matematico del sistema termico

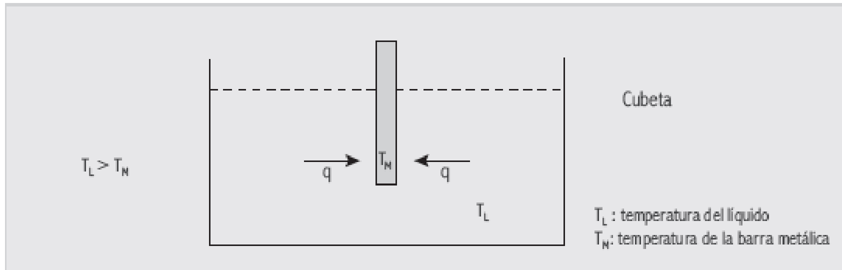


Fig. 2-23. Sistema térmico elemental.

Por otro lado, podemos considerar la capacitancia térmica C:

$$q_1 - q_2 = C\frac{dT_M}{dt}$$

Dado que sólo existe flujo de calor desde el líquido hacia la barra, será:

$q_2 = 0$ y $q_1 = q$ entonces,

$$q = C\frac{dT_M}{dt} \qquad (2\text{-}42)$$

Sustituyendo q en 2-34 quedará:

$$C\frac{dT_M}{dt} = \frac{T_L - T_M}{R}$$

O sea,

$$R \cdot C\frac{dT_M}{dt} + T_M = T_L \quad (2\text{-}43)$$

Ejemplo de un horno electrico

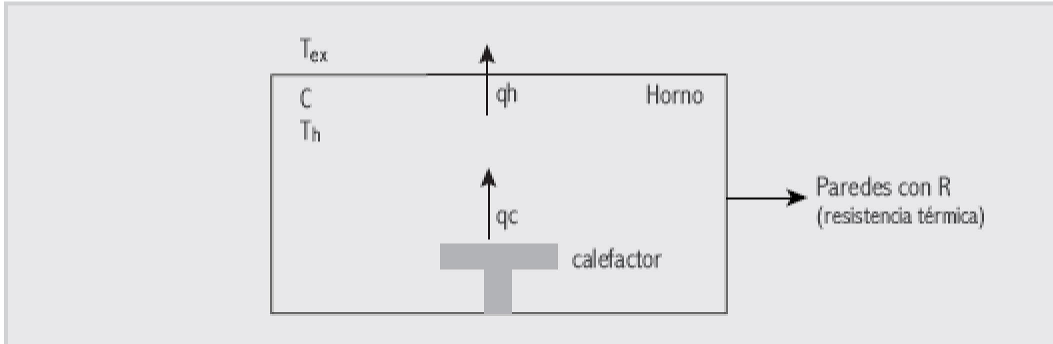


Fig. 2-24. Esquema del horno.

La temperatura del horno es T_h y la del exterior es T_{ex}, en consecuencia, el flujo de ca desde el horno hacia afuera dependerá de la resistividad térmica de sus paredes:

$$q_h = \frac{T_h - T_{ex}}{R}$$

Además, si el aire dentro del horno tiene una capacitancia térmica "C" entonces:

$$q_C - q_h = C\frac{dT_h}{dt}$$

Si sustituimos q_h de la expresión anterior resulta:

$$q_C - \frac{T_h - T_{ex}}{R} = C\frac{dT_h}{dt}$$

Por lo cual será:

$$RC\frac{dT_h}{dt} + T_h = Rq_C + T_{ex} \qquad T_{ex} = RC\frac{dT_h}{dt} + T_h - Rq_C$$