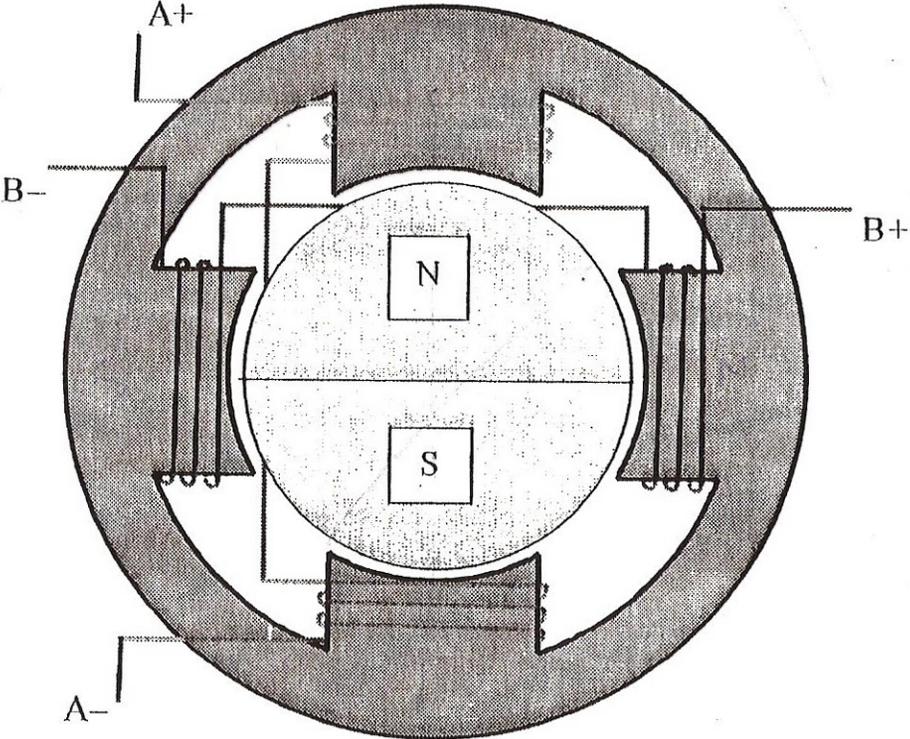
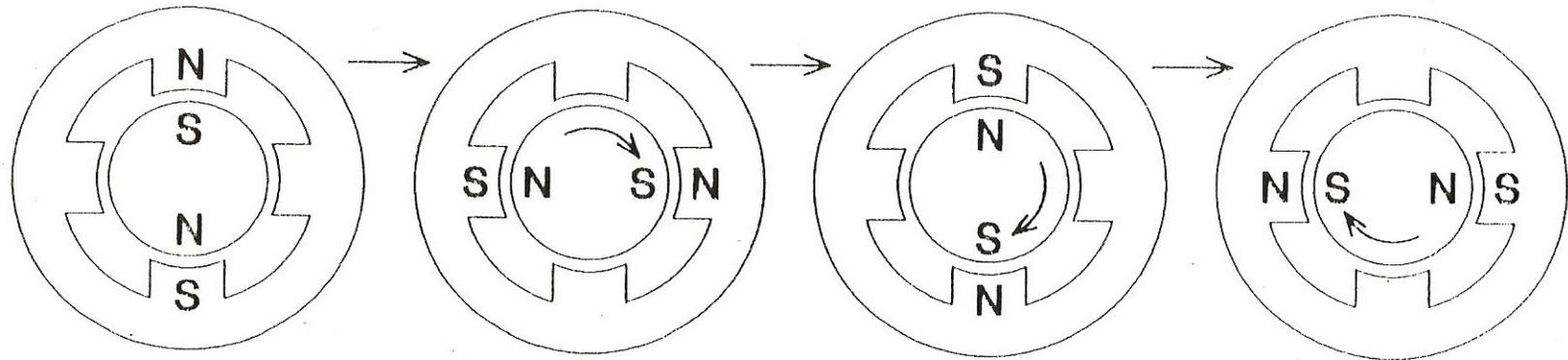
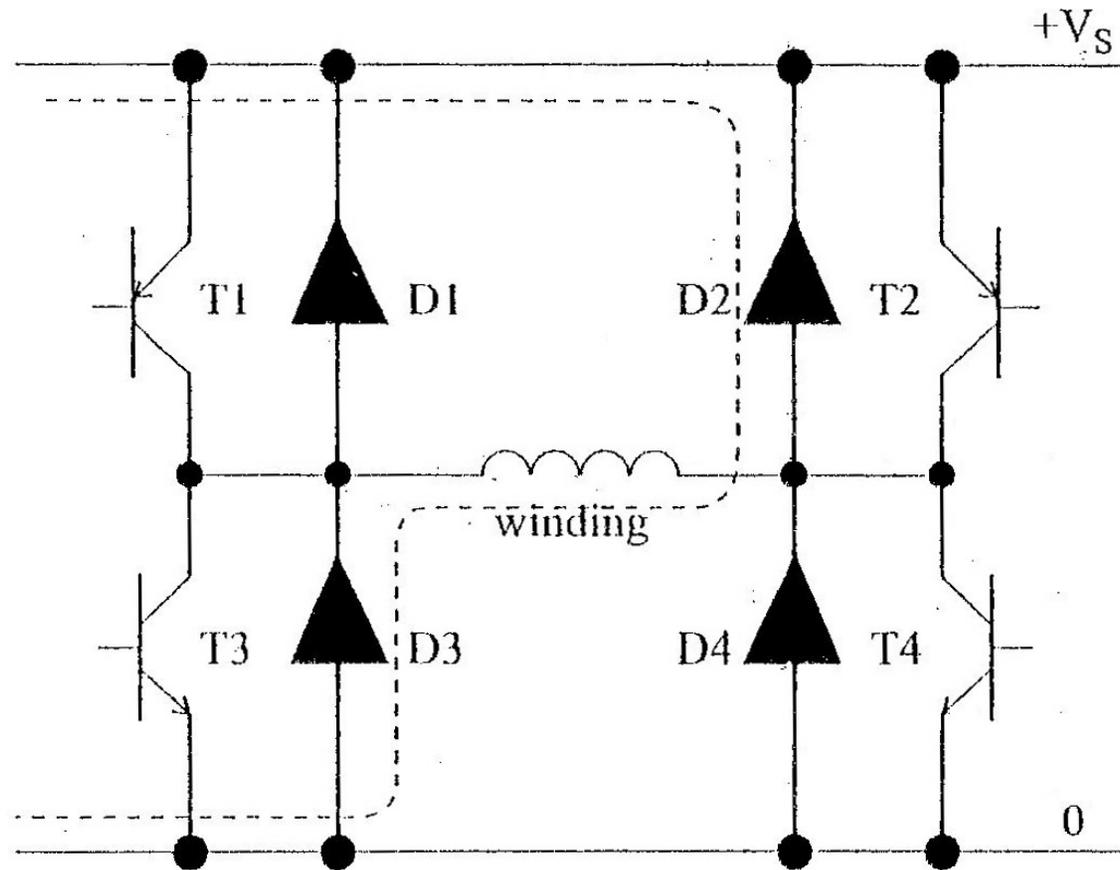


Motores de paso de imán permanente: simples.

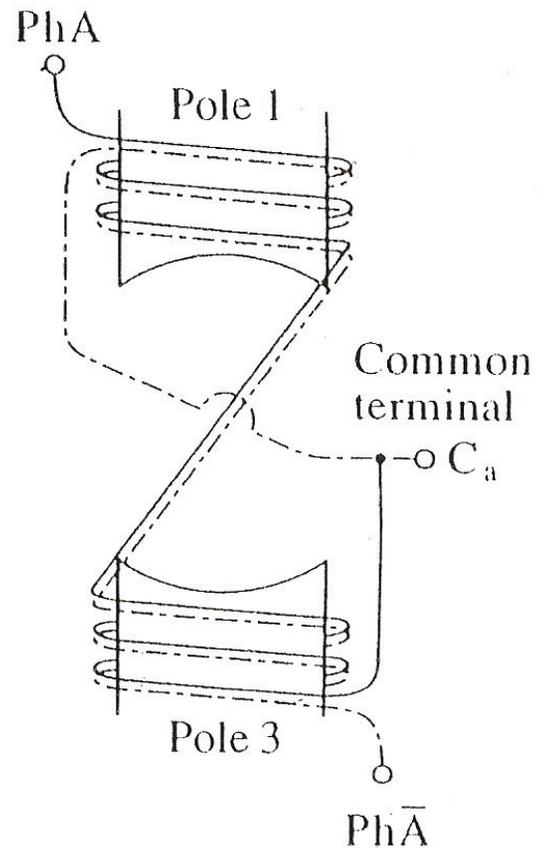


Secuencia de operación del motor de pasos de imán permanente simple



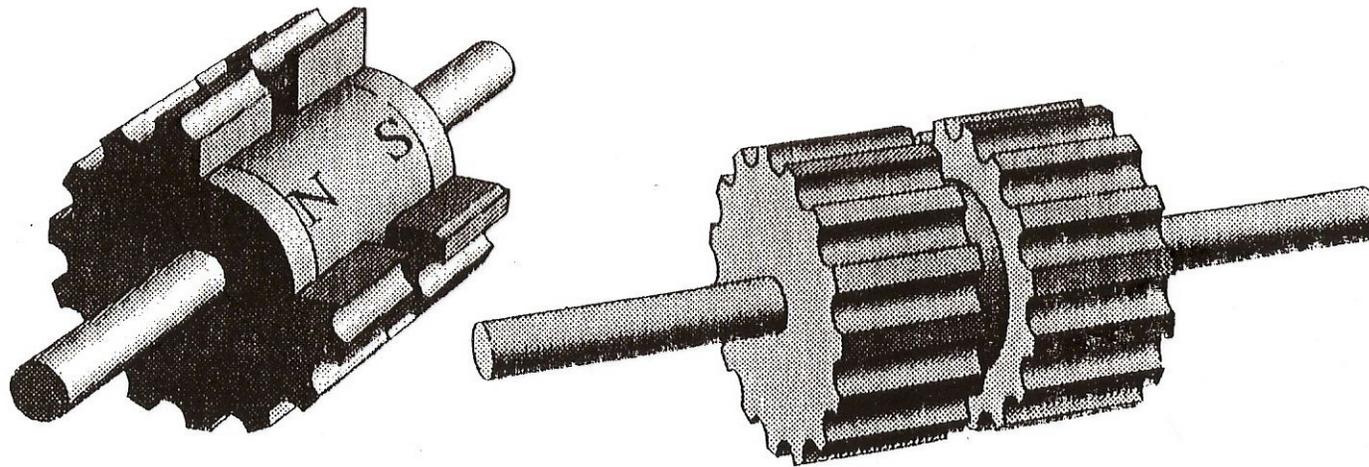


Actuador puente para aplicar el pulso bipolar en el motor de pasos de imán permanente simple básico,

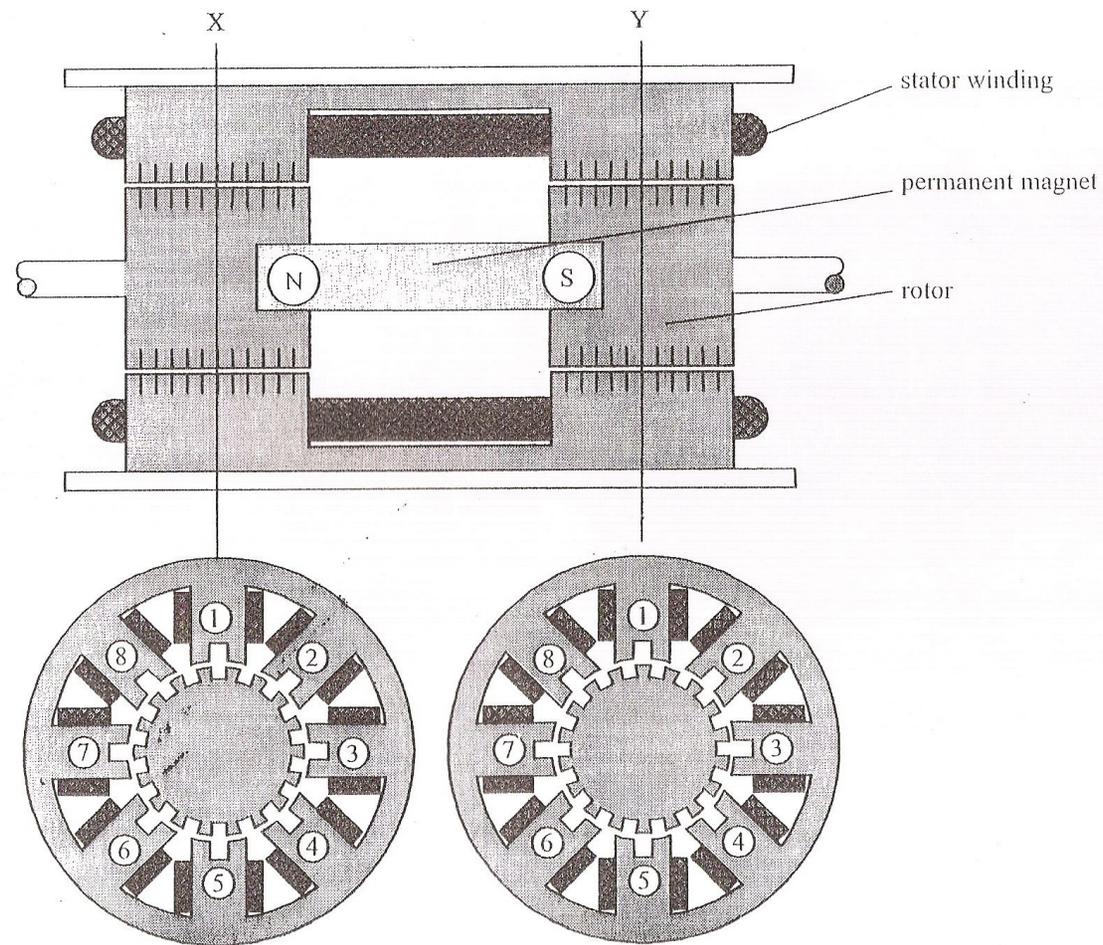


Arreglo de bobinas bifilar para aplicar pulsos de las dos polaridades con actuadores unipolares.

Motores de pasos de imán permanente híbridos de un solo elemento.



Estructura del rotor.



Corte longitudinal y transversal del motor híbrido de imán permanente.

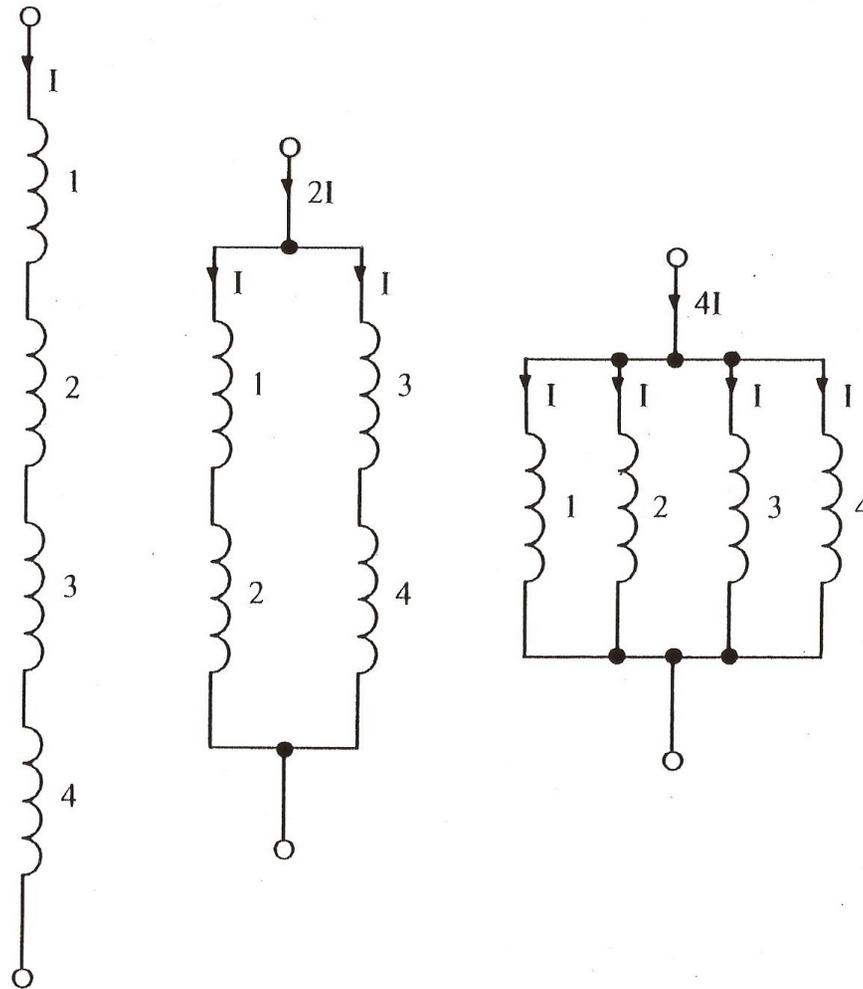
Principios de operación:

- 1- Los dientes de los bloques de estator están alineados.
- 2.- Los dientes de los bloques de rotor están en contra fase.
- 3.- La alimentación es bifásica (fases A y B) y de doble polaridad.
- 4.- Las bobinas 1, 3, 5 y 7 están conectadas a la fase A, con 3 y 5 “positivos” y 1 y 7 “negativos”
- 5.- las bobinas 2, 4, 6 y 8 están conectadas a la fase B, con 2 y 6 “positivos” y 4 y 8 “negativos”.
- 6.- las bobinas se energizan en secuencia y una sola a la vez, con una de las dos polaridades de corriente (“positiva” y “negativa”)

- 7.- Los campos generados en las bobinas del estator interaccionan constructivamente (cuando tienen polaridades complementarias) o destructivamente (cuando tienen la misma polaridad) con el campo de los dientes del rotor.
- 8.- Las parejas de dientes rotor-estator que interaccionan constructivamente se alinean. Las interacciones destructivas eliminan el campo en el entre hierro entre las parejas de dientes correspondientes.
- 9.- La secuencia $A+, B+, A-, B-$ produce giro en sentido de las agujas del reloj.
- 10.- La secuencia $A+, B-, A-, B+, A+, \dots$ produce giro en sentido contrario a las agujas del reloj.

Bobinado	Dirección de la corriente	Campo hacia afuera	Campo hacia adentro
A	+	3,7	1,5
A	-	1,5	3,7
B	+	4,8	2,6
B	-	2,6	4,8

Matriz de direcciones del campo en las bobinas de estator



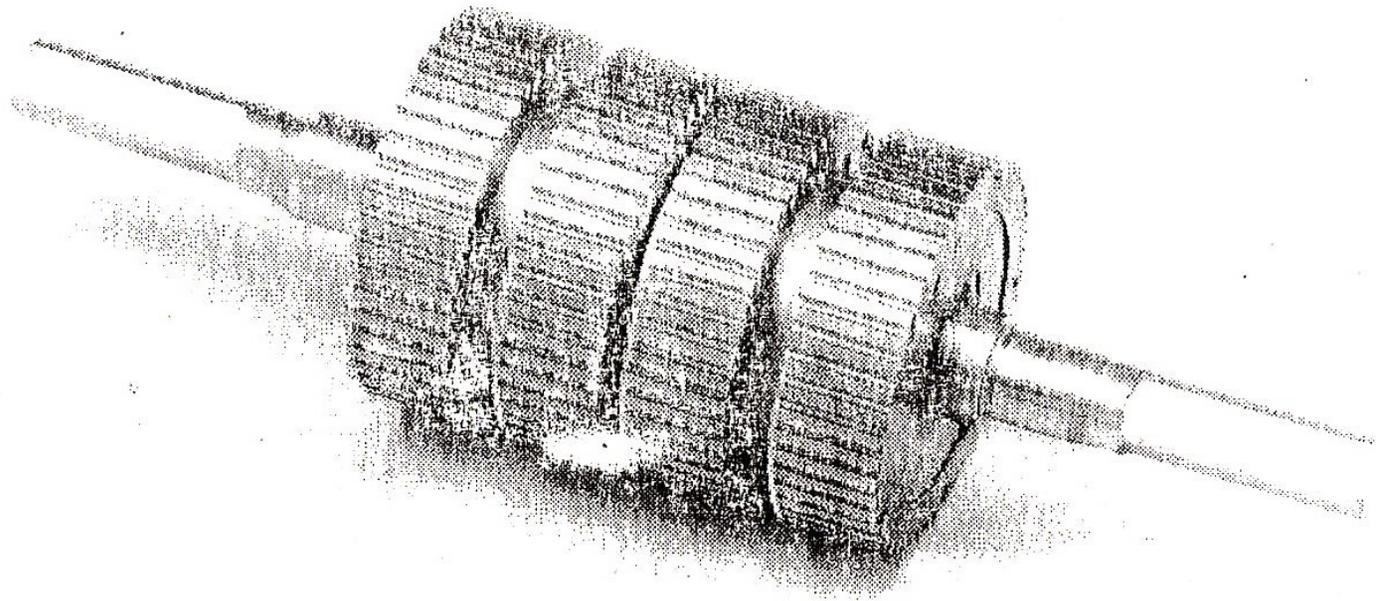
Posibles formas de conectar las cuatro bobinas de cada fase.

Conexión	Corriente en la fuente	Resistencia en el circuito	Tensión en la fuente	Potencia entregada
Serie	I	$4R$	$4rI$	$4RI^2$
Serie / paralelo	$2I$	R	$2RI$	$4RI^2$
Paralelo	$4I$	$R/4$	RI	$4RI^2$

Efecto del tipo de conexión de las bobinas sobre el circuito de manejo de la fase.

Motores de pasos de imán permanente híbridos de múltiples elementos.

Los motores de pulsos híbridos de imán permanente de múltiples (n) elementos están formados por un número n de motores híbridos individuales idénticos (mismo paso de avance) montados sobre un mismo eje, de forma que los pares generados por los n elementos individuales se suman.



Rotor de un motor de pasos híbrido de imán permanente de dos elementos.

Motor híbrido de imán permanente.

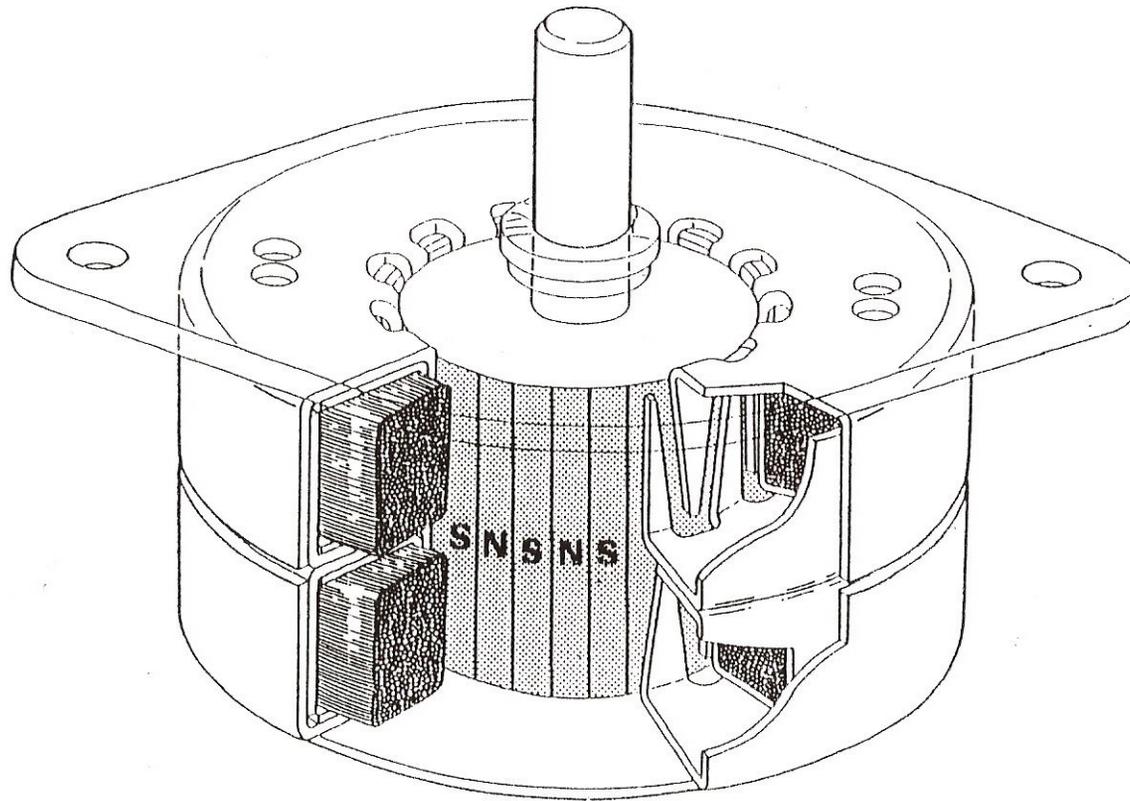
Número de dientes del rotor: p

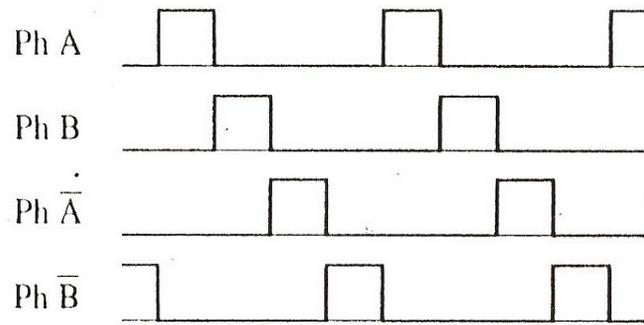
Paso del diente del rotor: $360/p$

Ángulo de avance (paso) por pulso: $360/4p = 90/p$

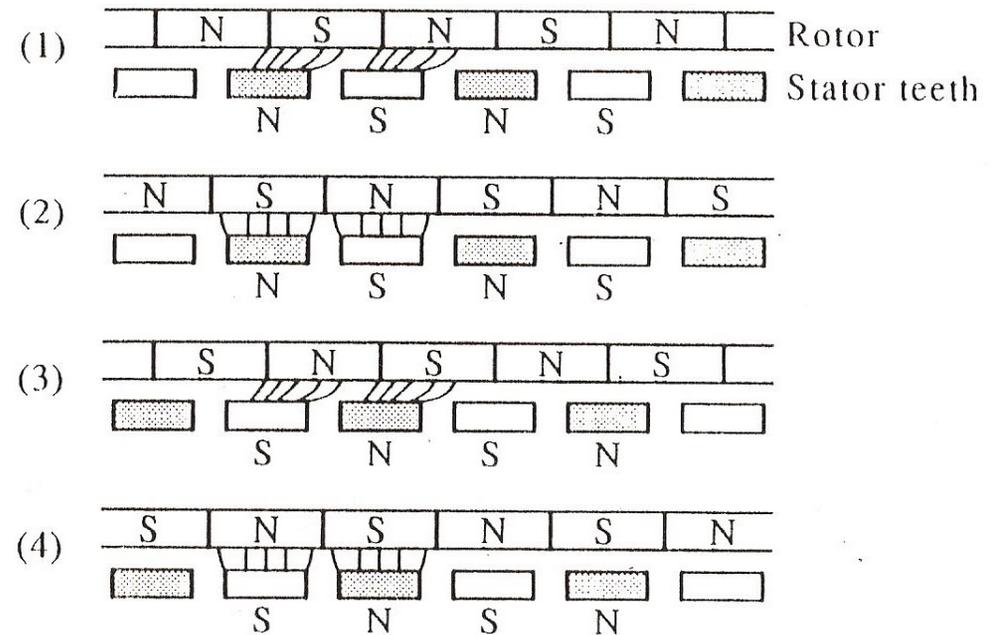
Motores de pasos de imán permanente de múltiples polos

Motor de pasos de imanes permanentes tipo “uña y diente”
 (“claw and tooth”)



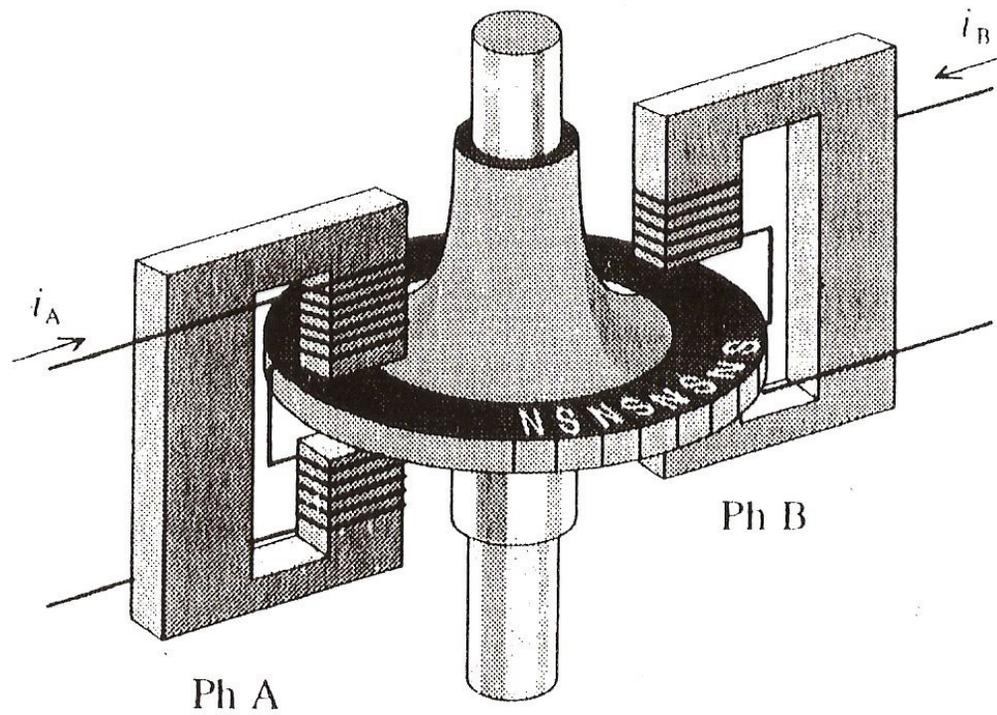


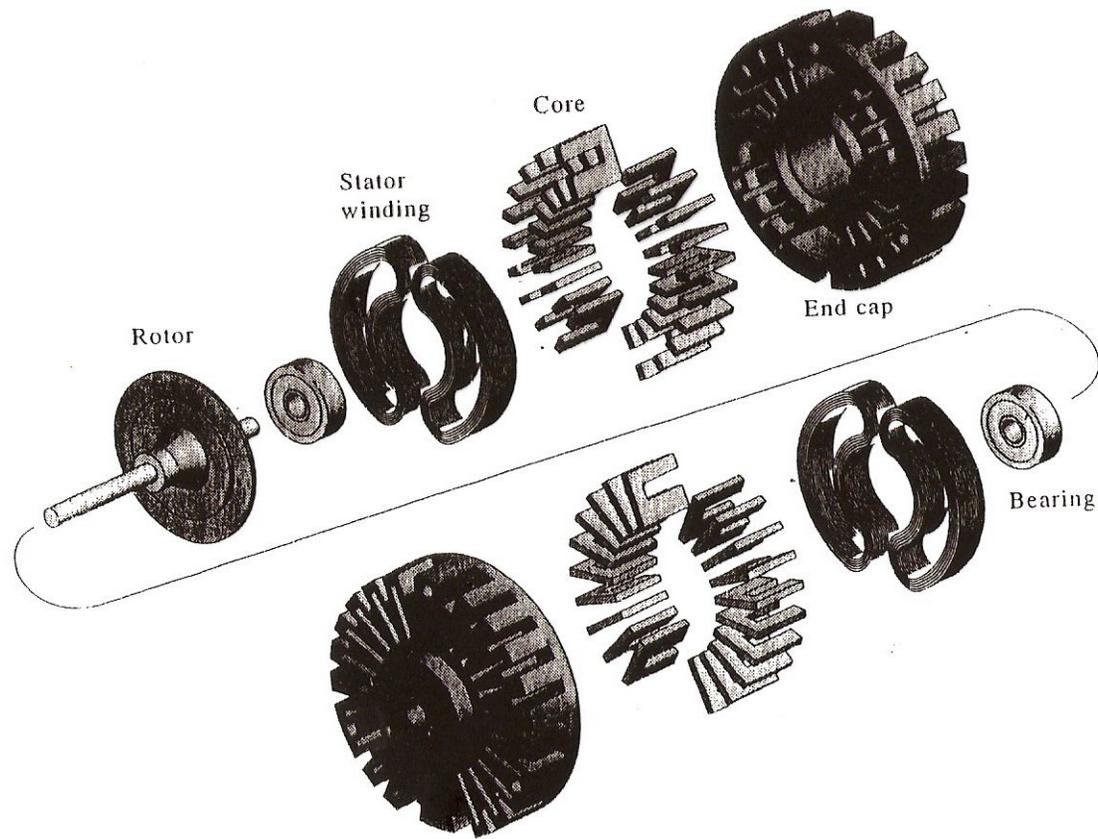
(a)



Secuencia de energización de las fases (izquierda) y secuencia de desplazamientos del rotor (derecha) en un motor de pasos de imanes permanentes tipo “uña y diente”.

Motor de imanes permanentes de disco





Despiece de un motor de pasos de imanes permanentes tipo disco.

Motores de pasos de giro de imán permanente híbridos, de disco y de “claw-tooth”

Secuencia de excitación de las fases:

a-Giro en sentido “positivo”: A^+ , B^+ , A^- , B^-

a-Giro en sentido “negativo”: A^+ , B^- , A^- , B^+

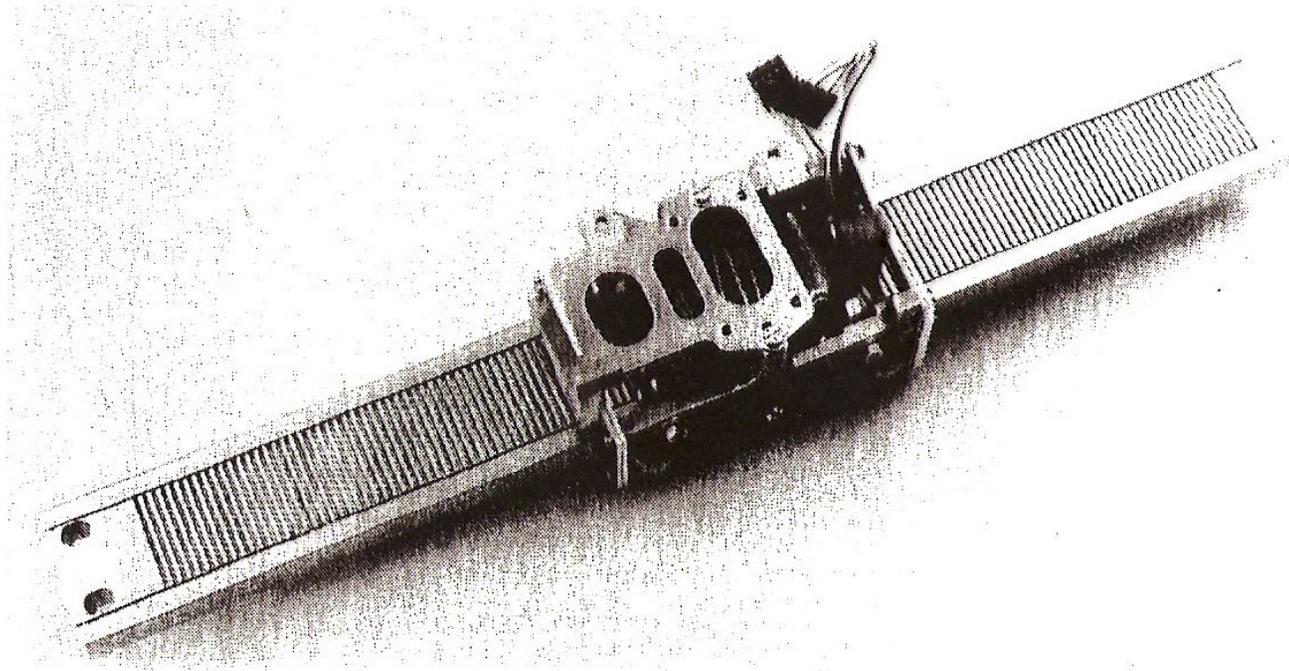
Si p es el número de dientes en el rotor:

Paso entre dientes (en grados): $P_d = \frac{360}{p}$

Desplazamiento por paso (en grados): $a_p = \frac{90}{p}$

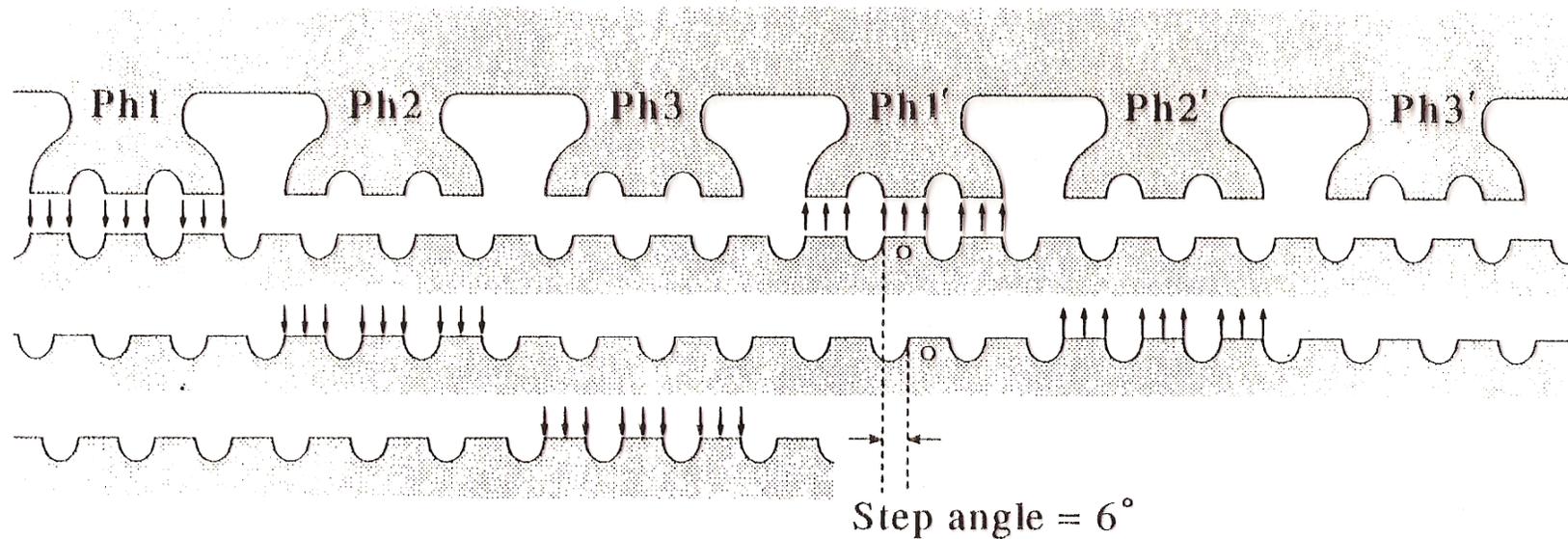
Número de pasos por vuelta: $P_v = 4p$

Motores de pasos de desplazamiento lineal



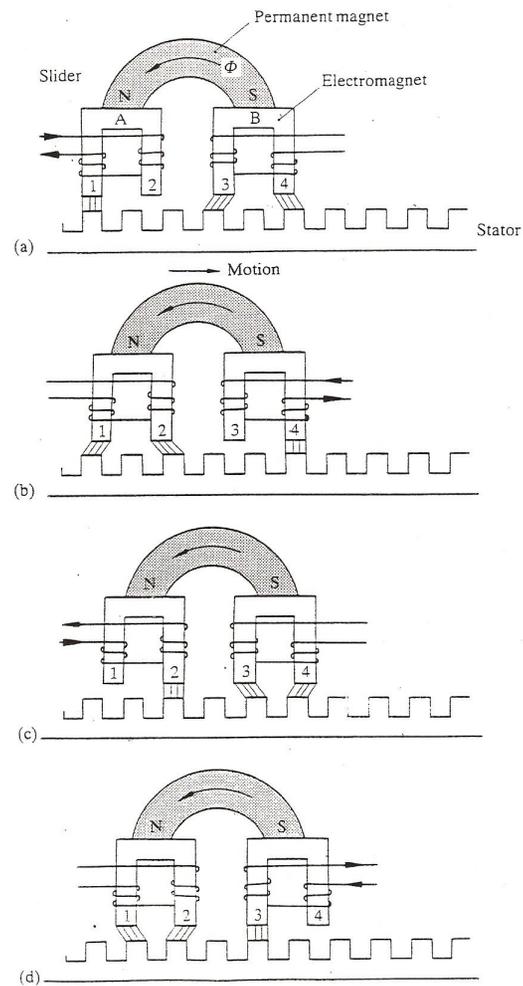
1.- De reluctancia variable.

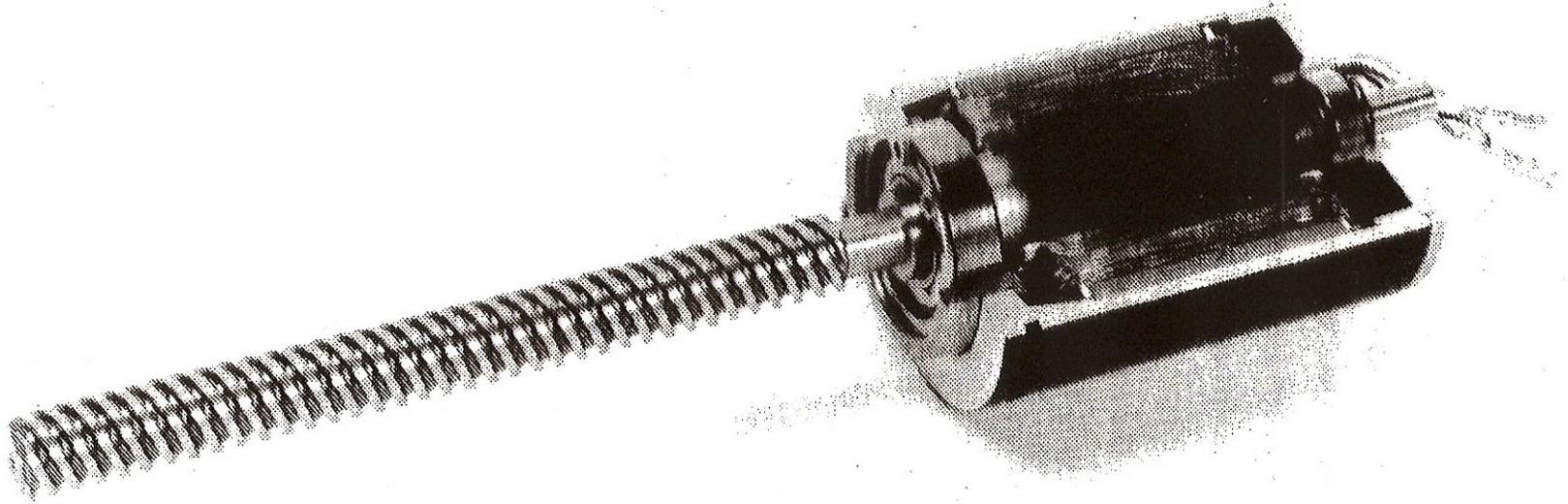
El motor de pasos lineal de reluctancia variable opera con la misma estructura y los mismos principios que se presentaron al considerar el corte lineal de un motor de reluctancia variable de giro.



normalmente las bobinas están colocadas en una estructura capaz de desplazarse (“carro”) y la vía con dientes está fija. La estructura inversa también es posible.

Motor lineal híbrido





Motor de pasos giratorio con una prolongación del eje tipo “tornillo sin fin” para producir movimiento lineal en una carga acoplada mediante una tuerca y un carro deslizante.