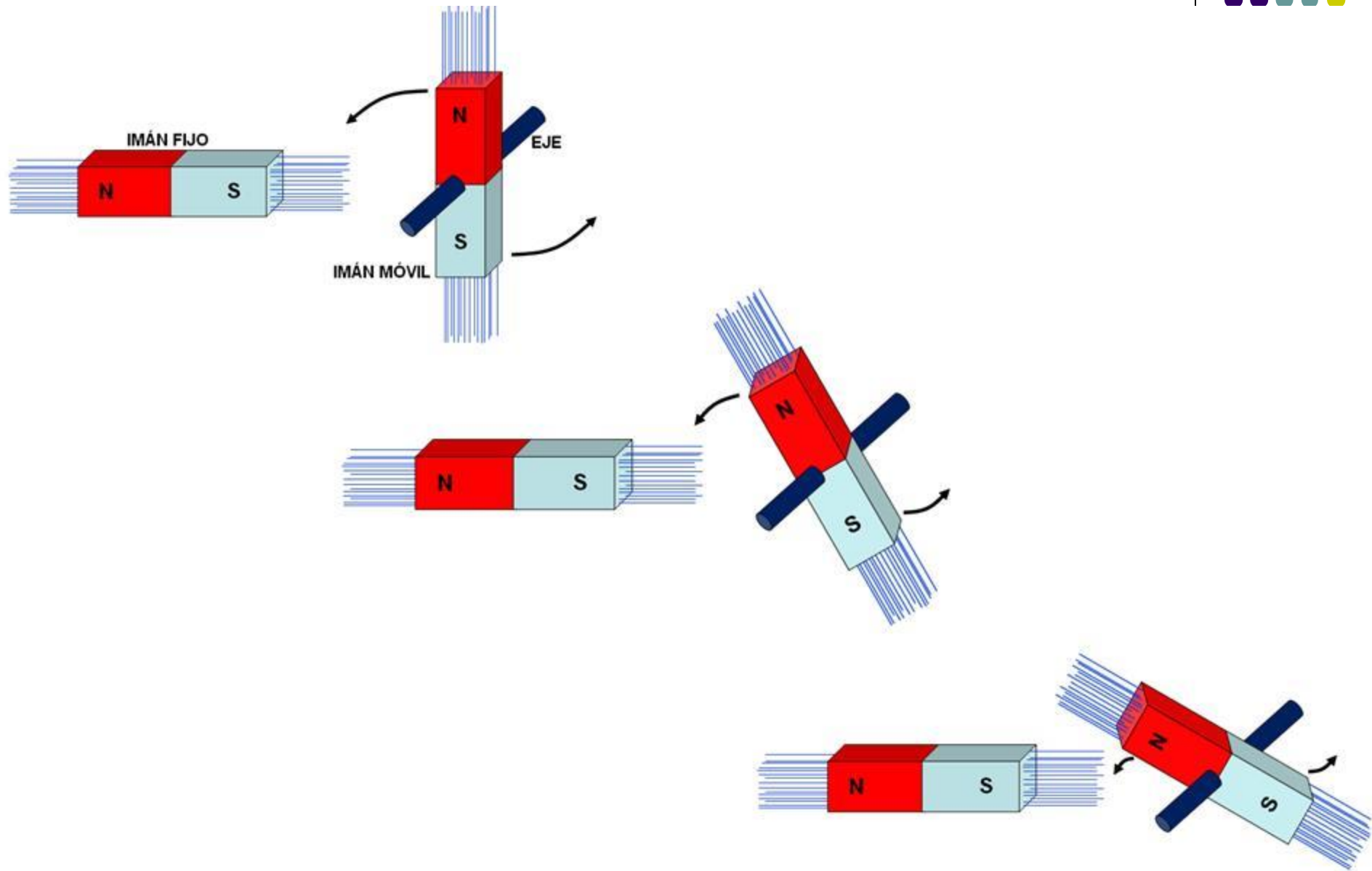
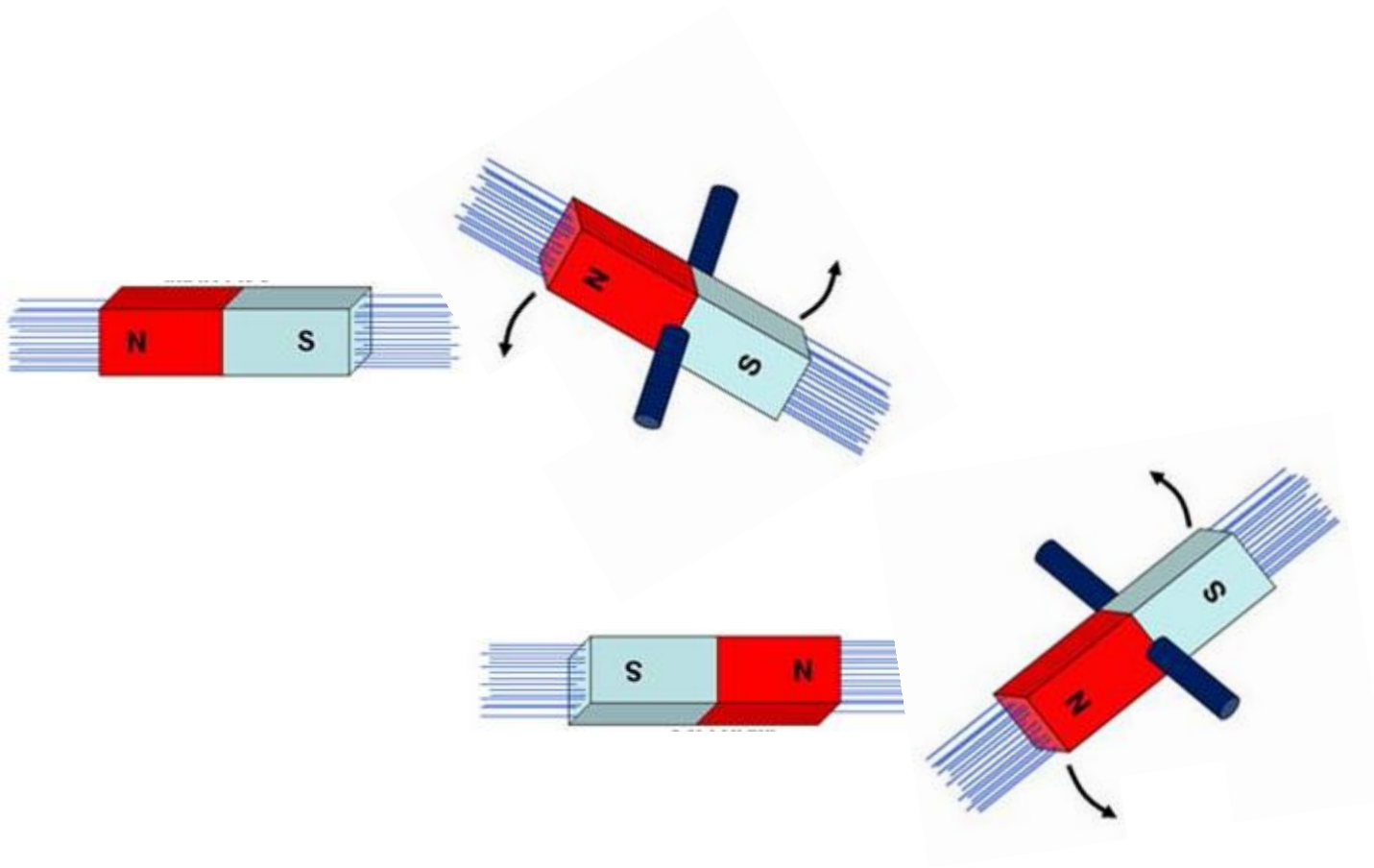
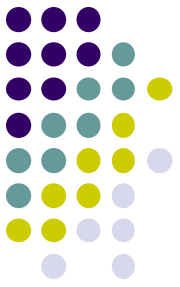
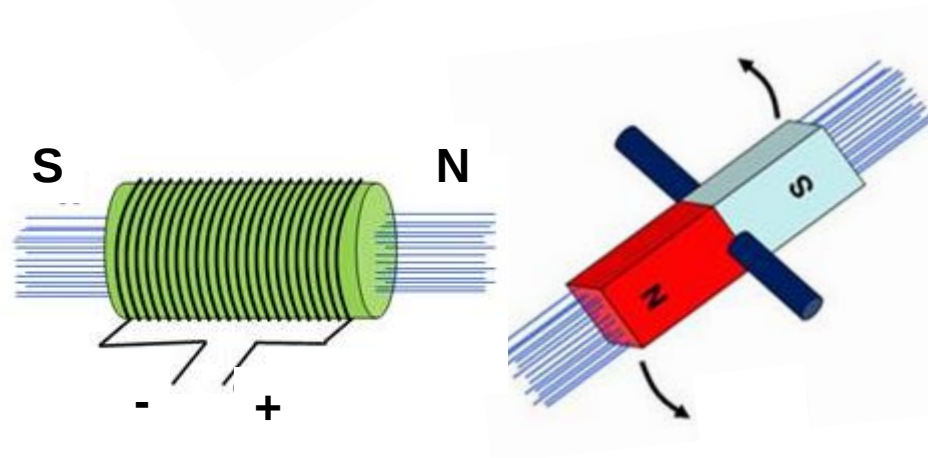
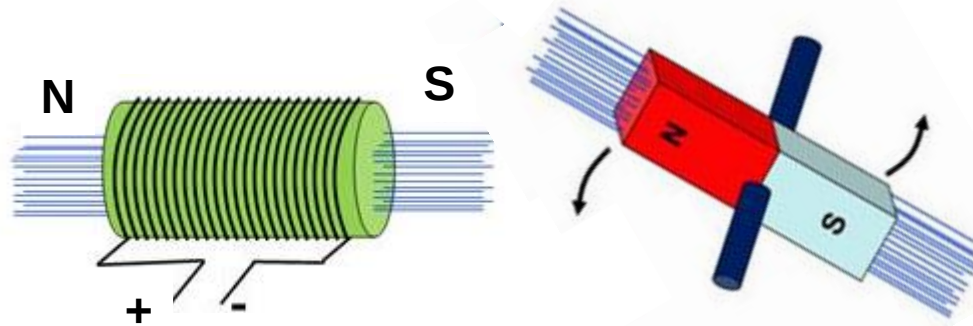
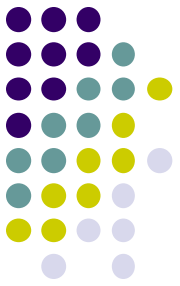


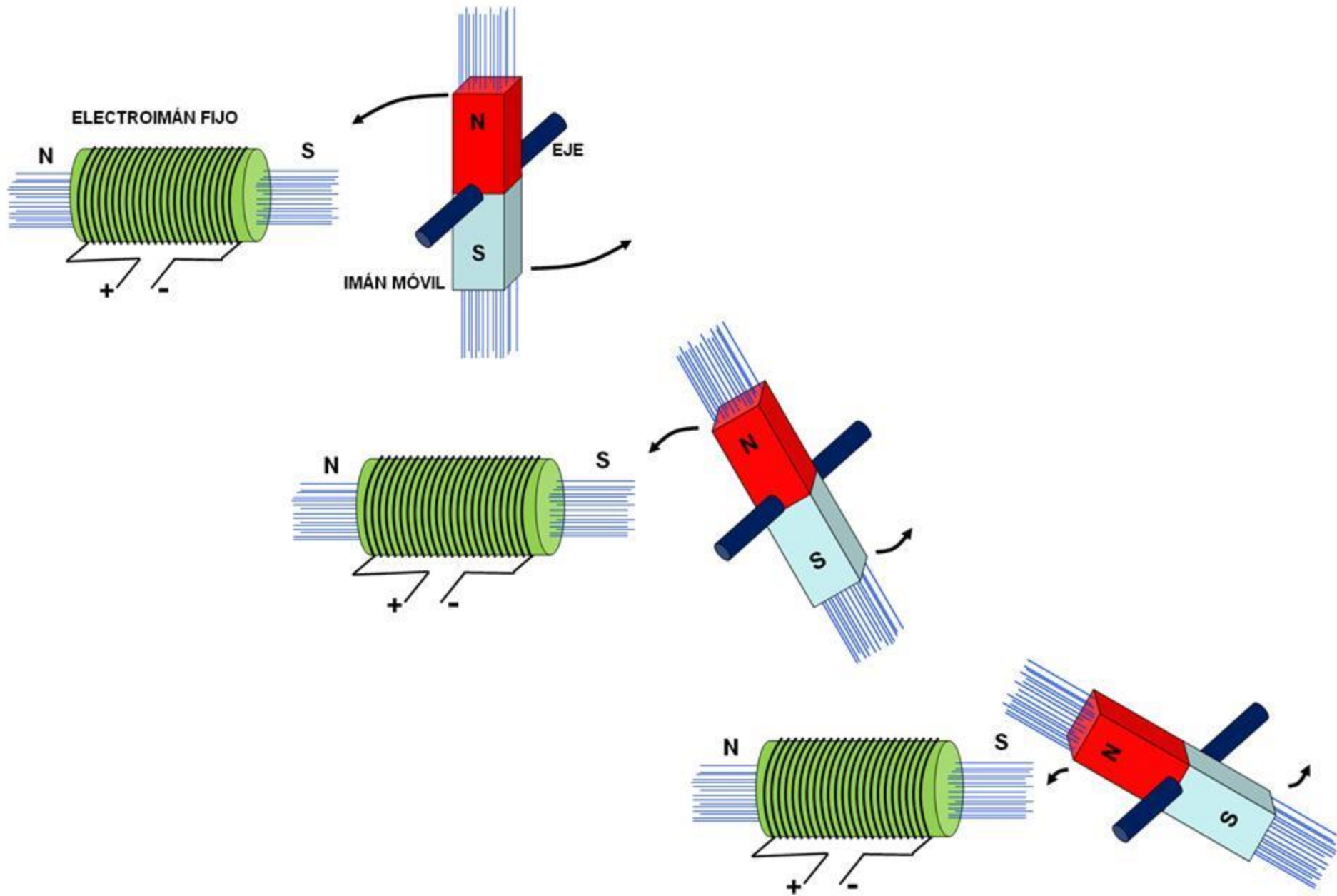
Funcionament bàsic del motor elèctric

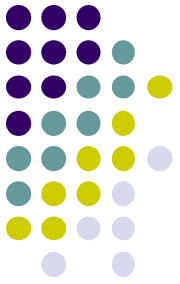




Motors elèctrics







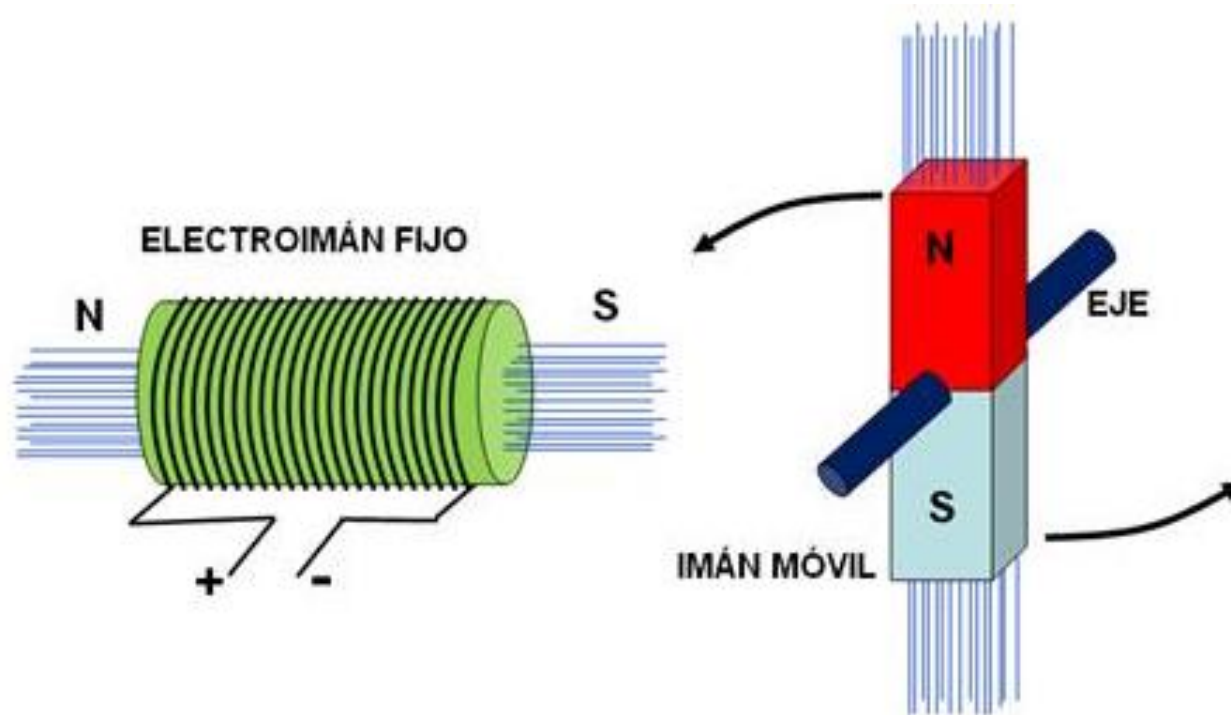
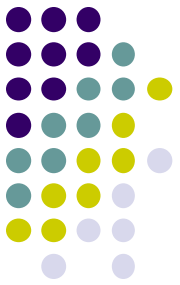
Excel...



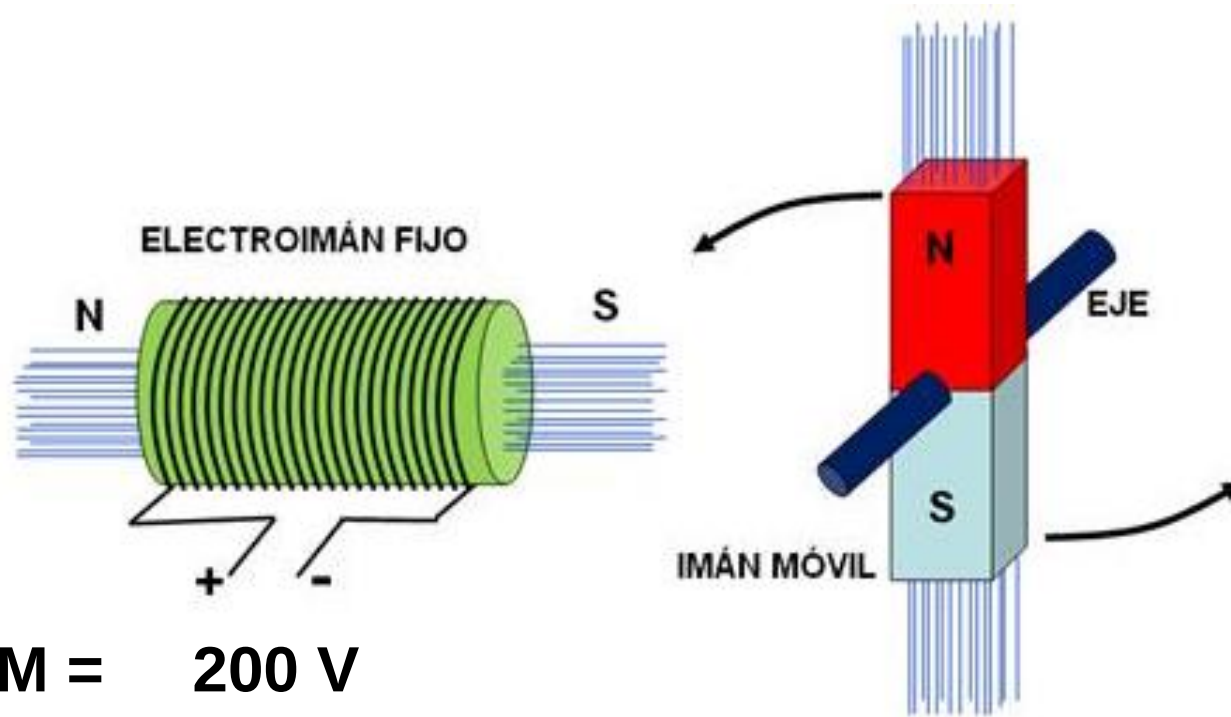
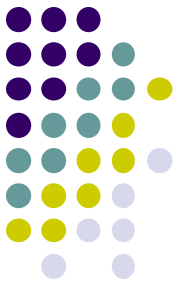
Equació de Lorentz

- $F = q \cdot (v \times B + E)$
- $F = q \cdot v \times B$ $F = q \cdot E$
- $F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$
- $F = q \cdot e/t \cdot B \cdot \sin \alpha$
- $F = q/t \cdot e \cdot B \cdot \sin \alpha$
- $F \times r = I \cdot e \times r \cdot B \cdot \sin \alpha$
- $T = I \cdot s \cdot B \cdot \sin \alpha$ (per el n^o d'espises)
- $T = M \cdot B \cdot \sin \alpha$

F.C.E.M.



F.C.E.M.

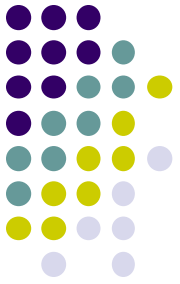


FEM = 200 V

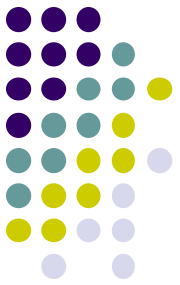
FCEM = 80 V

V ef = 120 V

**Proporcional
a les r.p.m**

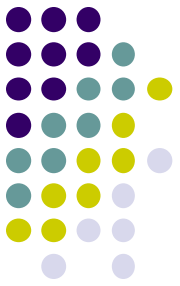


Excel...



Motor c.a. síncron de imants permanents - c.c. brushless

Motor síncron d'imants permanents – DC brushless

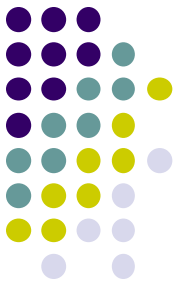


Síncrono
(Imanes
permanentes)

Tiene una velocidad de giro constante, siendo igual el giro del rotor que la velocidad del campo magnético creado por el estátor. Es el motor más extendido entre los vehículos eléctricos, y puede ser de dos tipos; de flujo radial (los más habituales) o de flujo axial (ideales para ser integrados en las ruedas), dependiendo de la posición del campo magnético de inducción, que puede ser perpendicular o paralelo al eje de giro del rotor. Sus ventajas: alto rendimiento, control de velocidad sencillo, bajo ruido, vibración, tamaño y peso. Su desventaja: alto coste.

- Nissan LEAF
- BMW i3
- Hyundai IONIQ
- Kia Soul EV
- VW e-Golf/e-Up
- BYD E6
- Smart ED
- iMIEV/iOn/C-Zero
- Outlander PHEV
- Toyota Prius
- Chevrolet Volt/Bolt
- Opel Ampera
- Opel Ampera-e
- Porsche Mission E

Motor síncron d'imants permanents – DC brushless

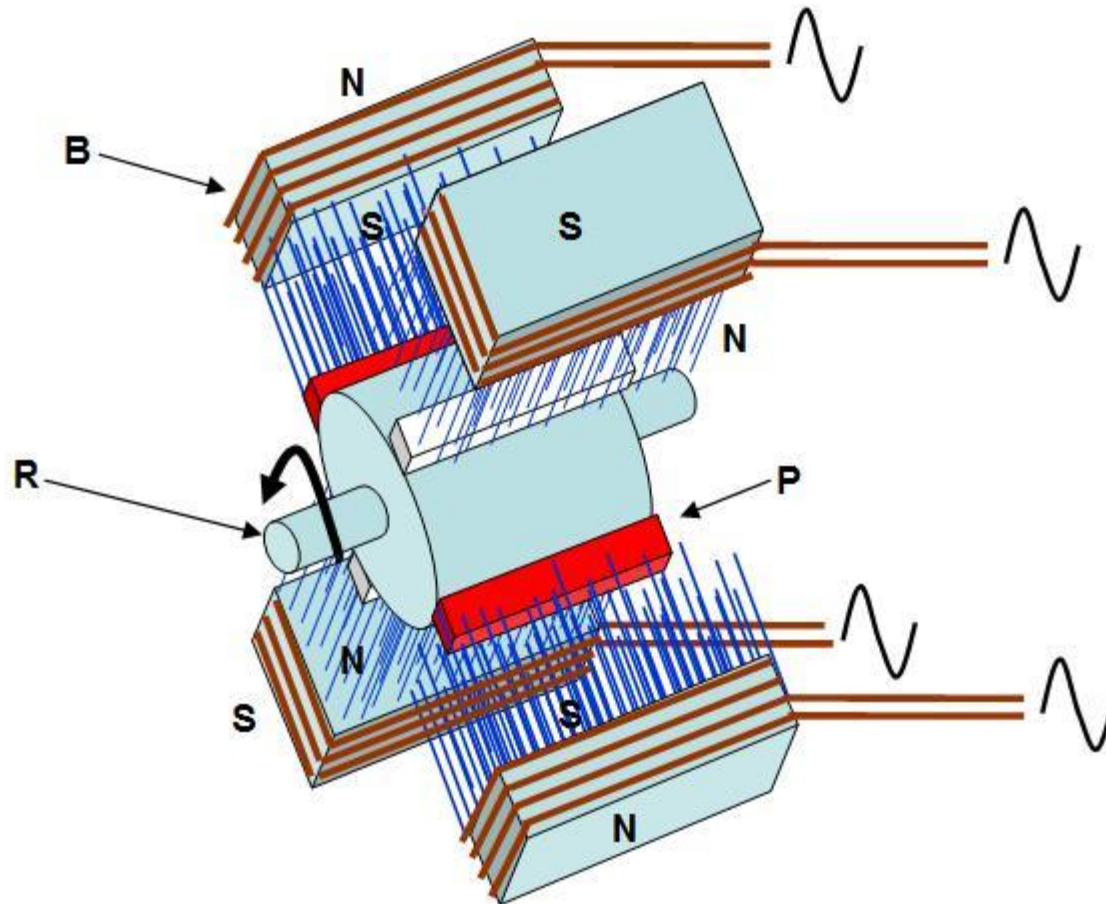


Brushless

Este motor tiene imanes permanentes situados en el rotor que funcionan mediante la alimentación secuencial de cada una de las fases del estátor. Pueden ser “inrunner”, mayor velocidad de giro y menor par, o “outrunner” menor velocidad y mayor par. Se utilizan mucho en vehículos híbridos. Sus ventajas: bajo ruido y rozamiento, robustez y ausencia de mantenimiento. Sus desventajas: precio elevado, poca potencia y motor poco experimentado.

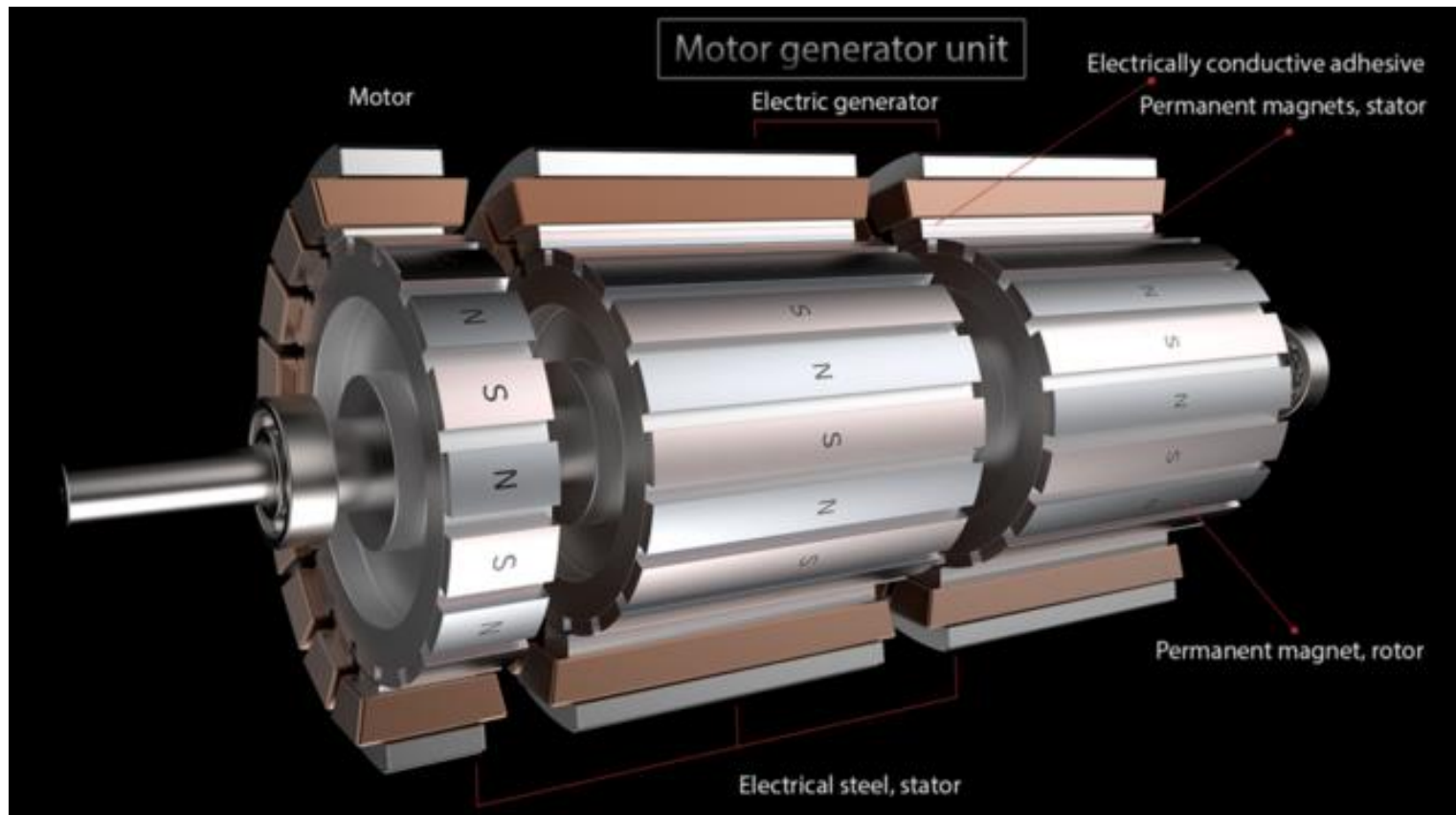
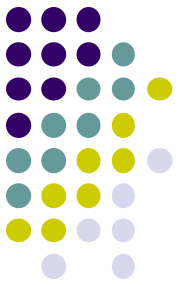
•Honda Insight

Motor síncron

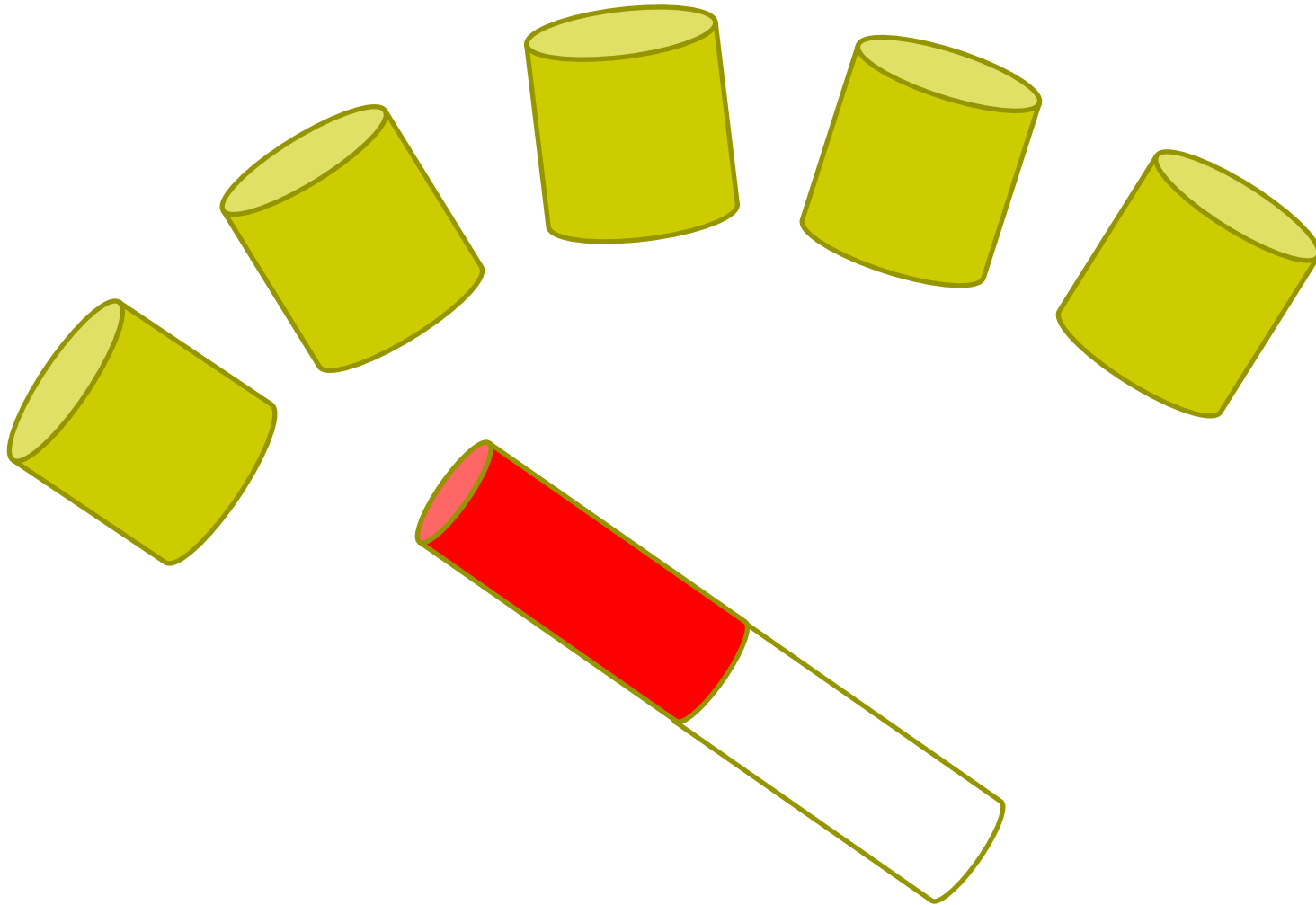
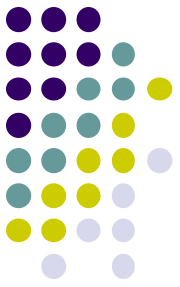


“gir” del camp magnètic

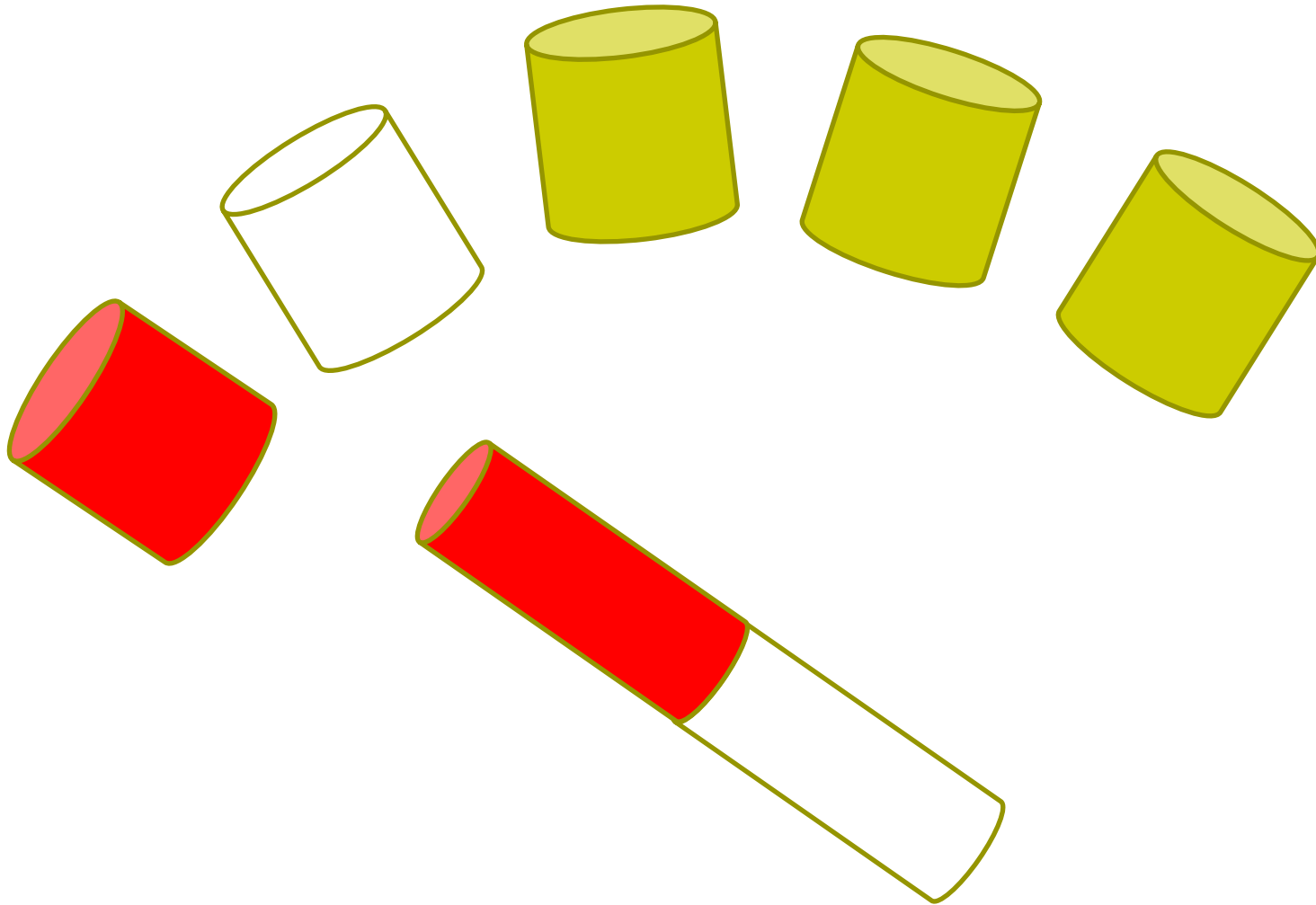
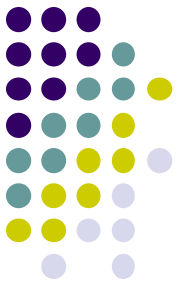
Motor síncron



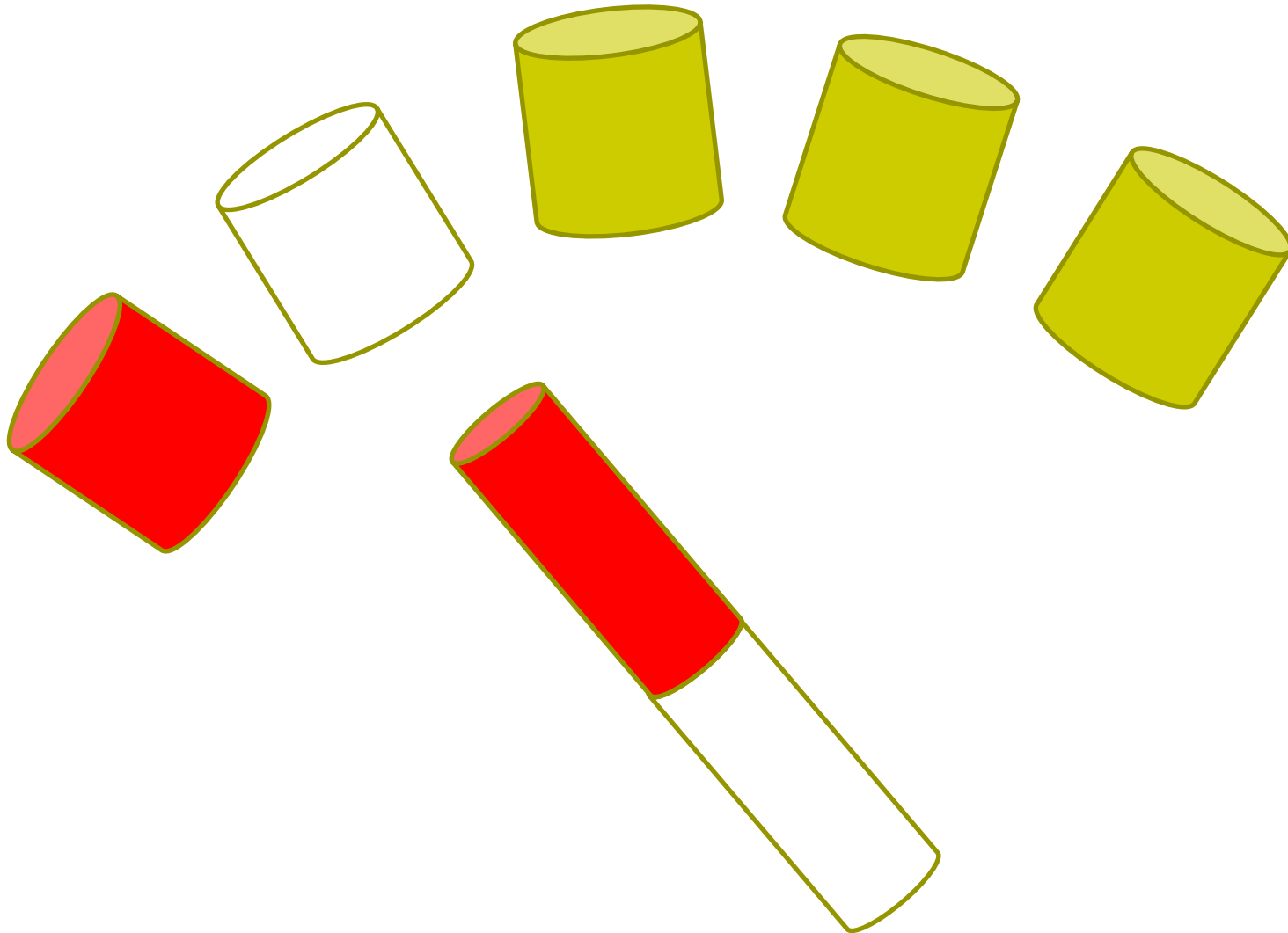
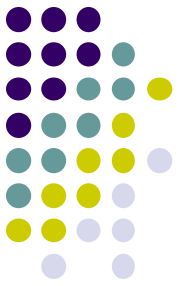
Motors síncrons: “girs”



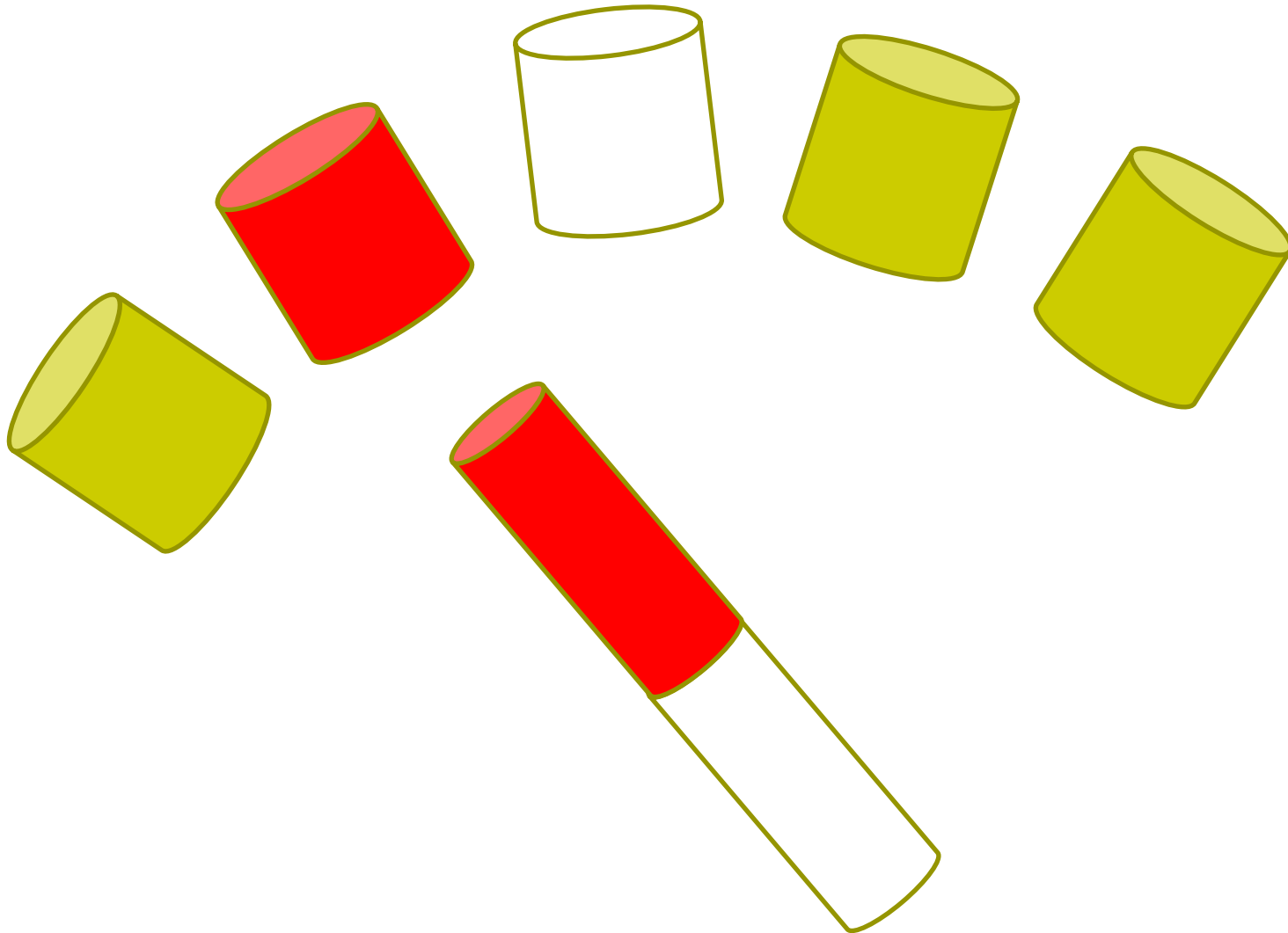
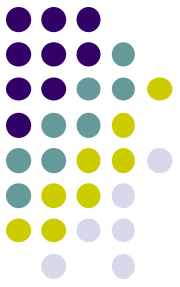
Motors síncrons: “girs”



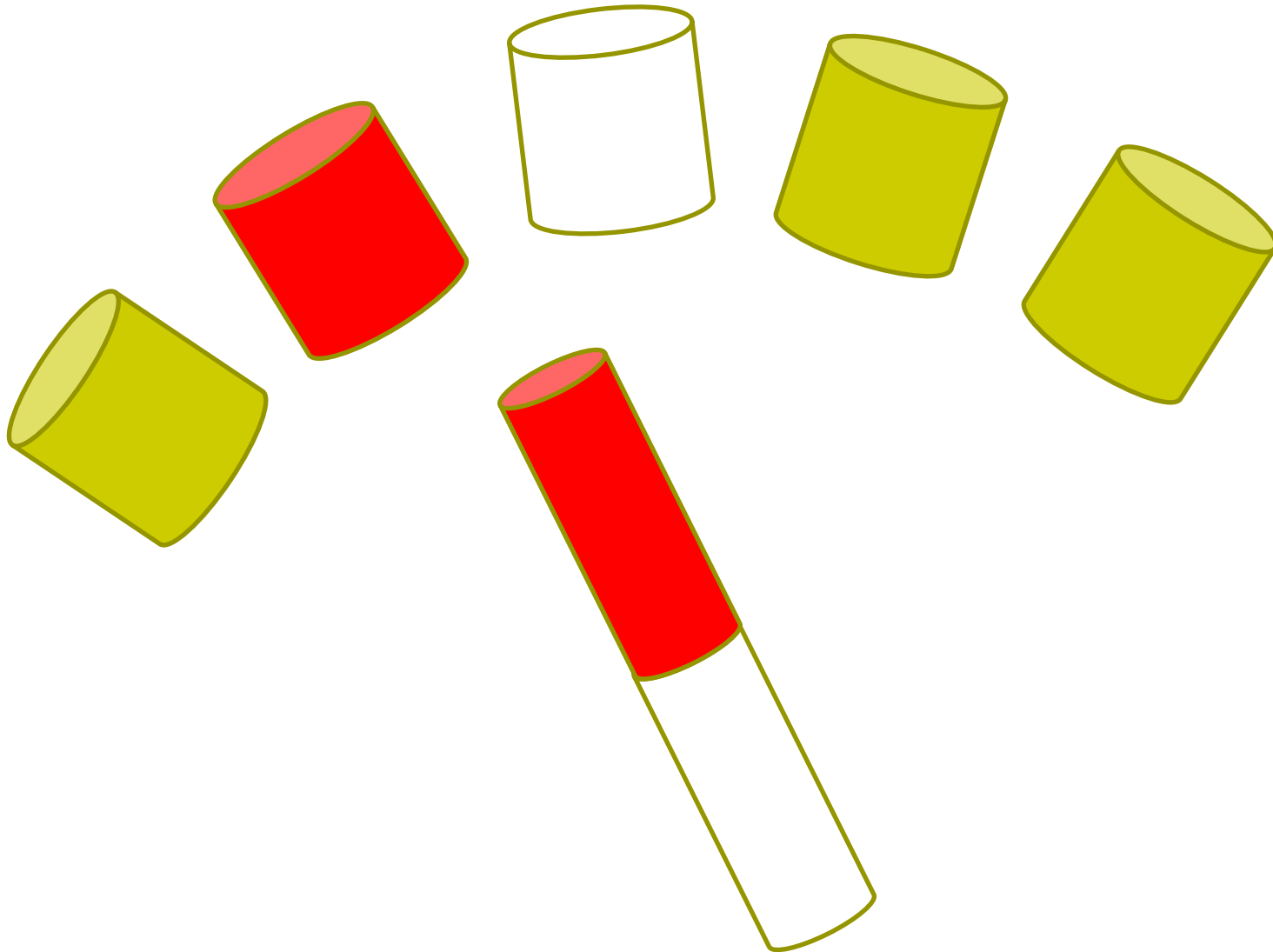
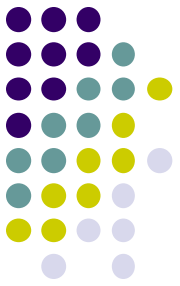
Motors síncrons: “girs”



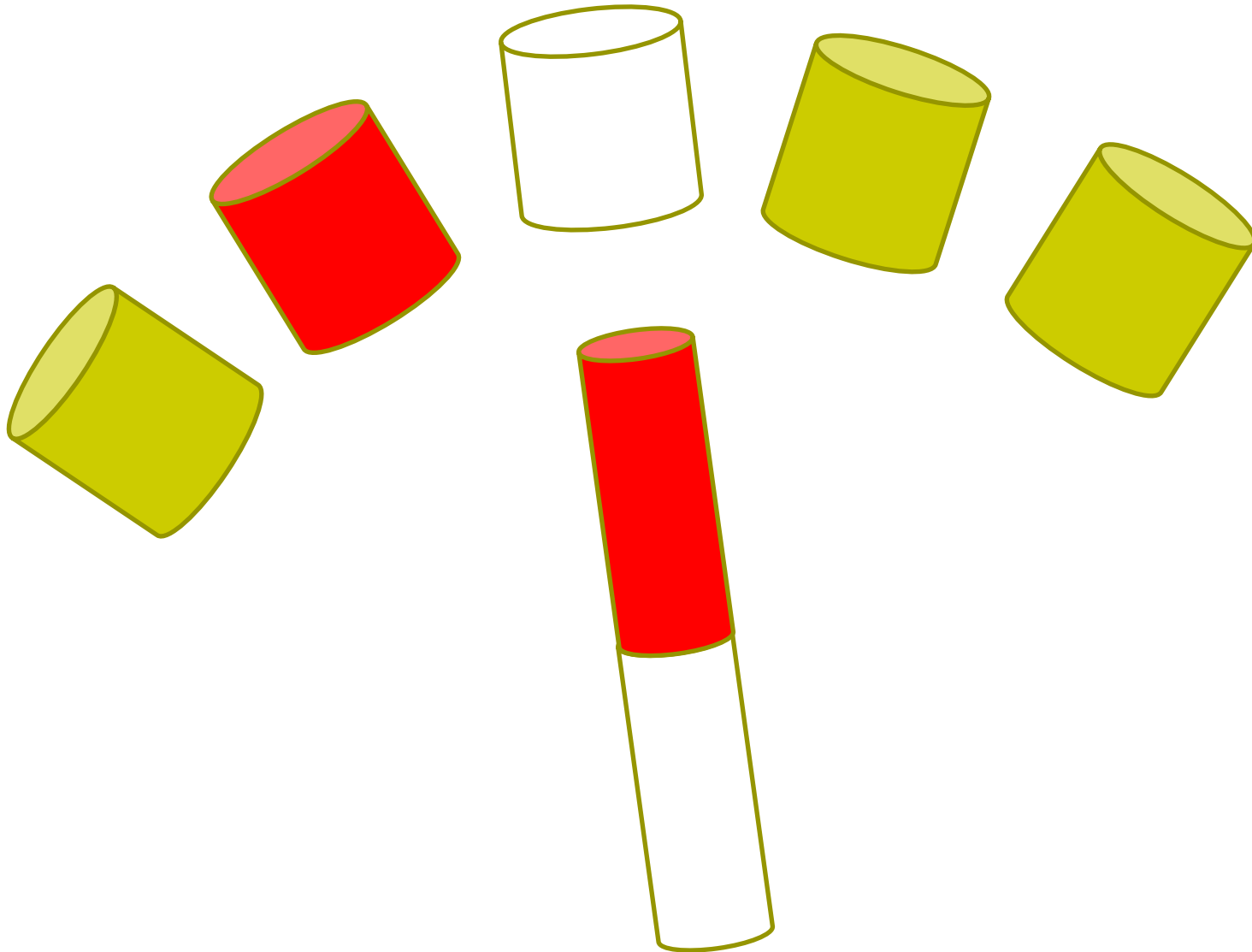
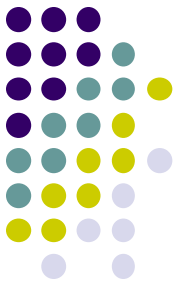
Motors síncrons: “girs”



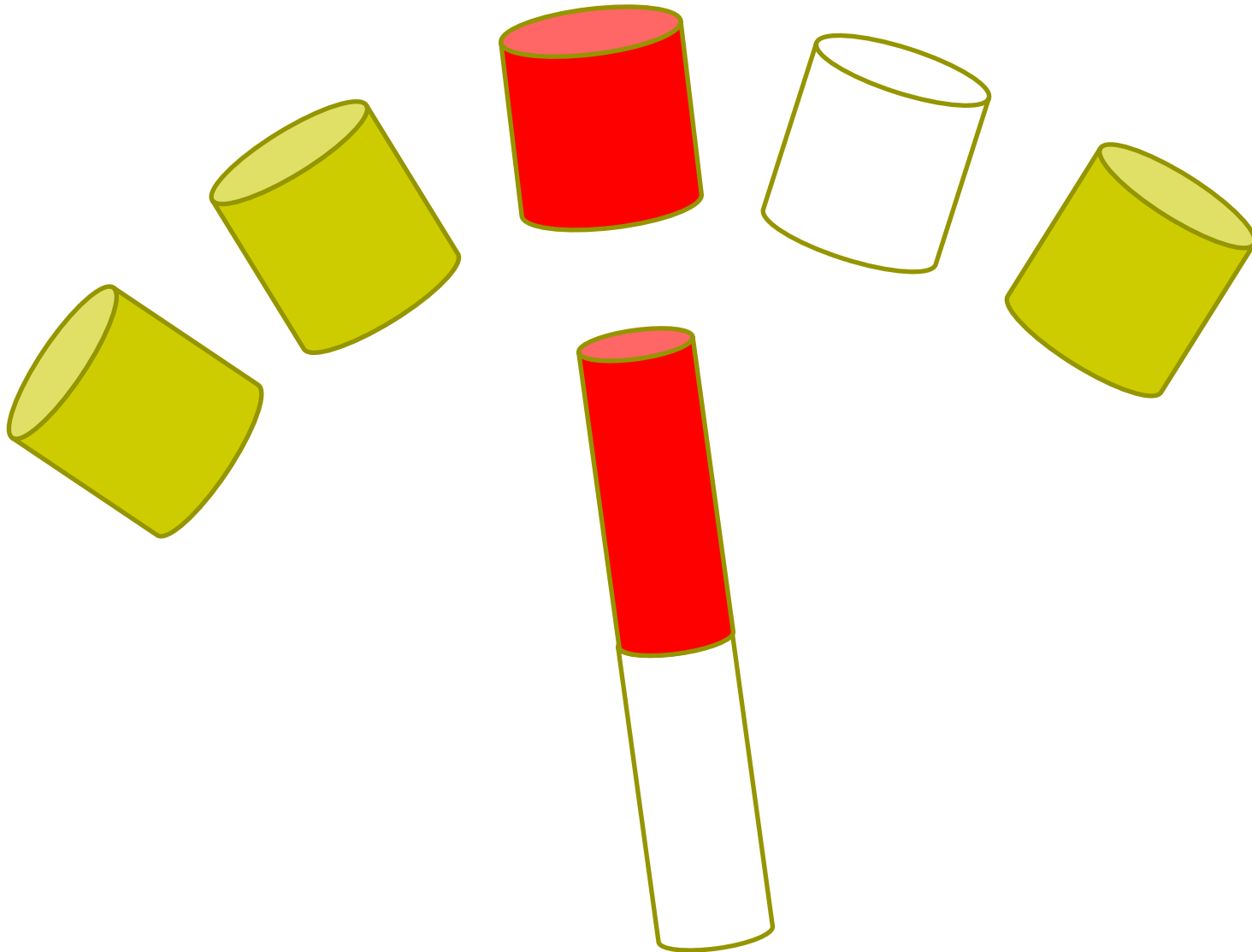
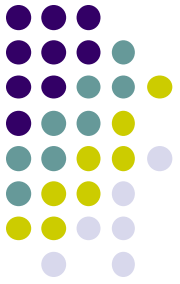
Motors síncrons: “girs”



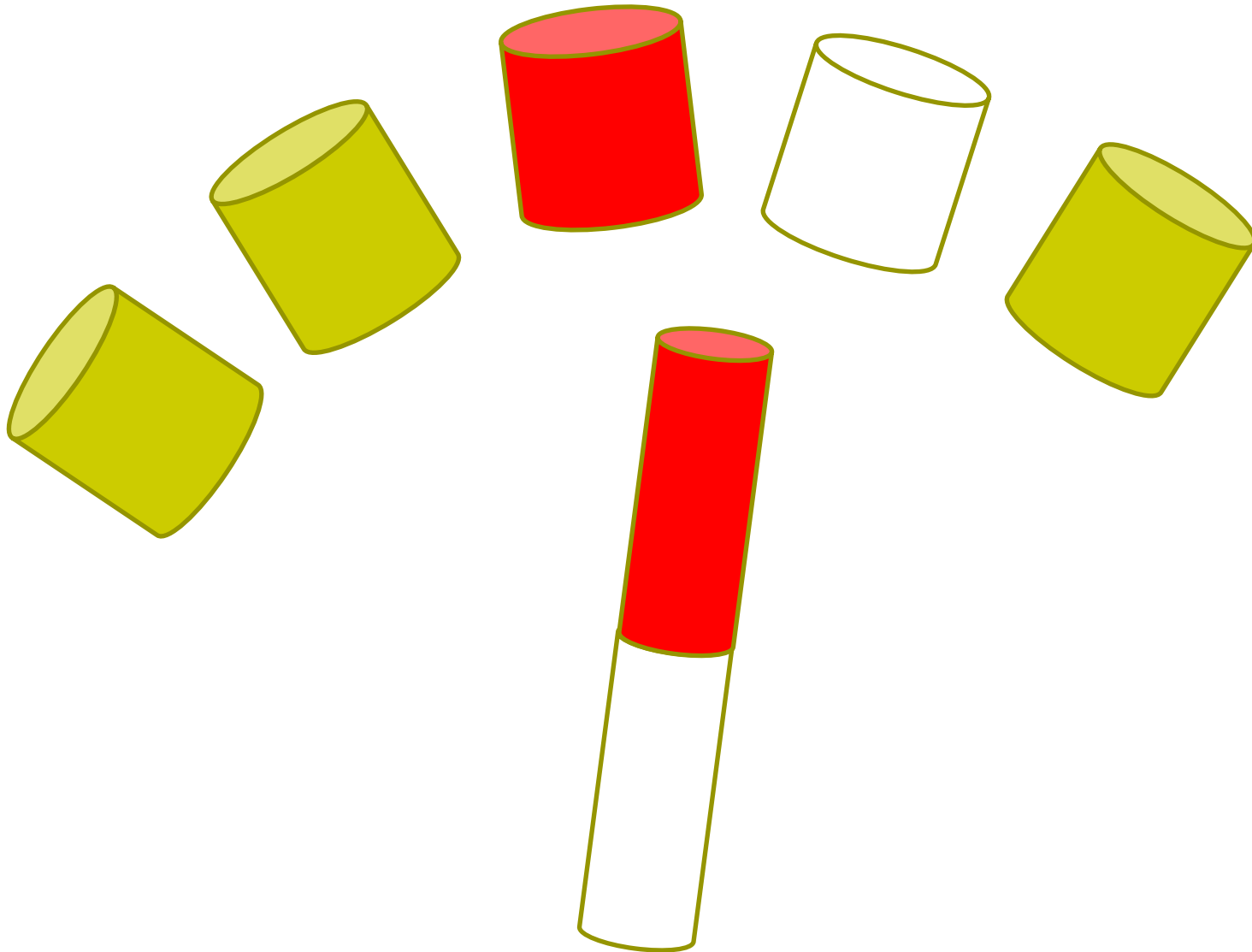
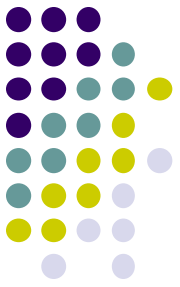
Motors síncrons: “girs”



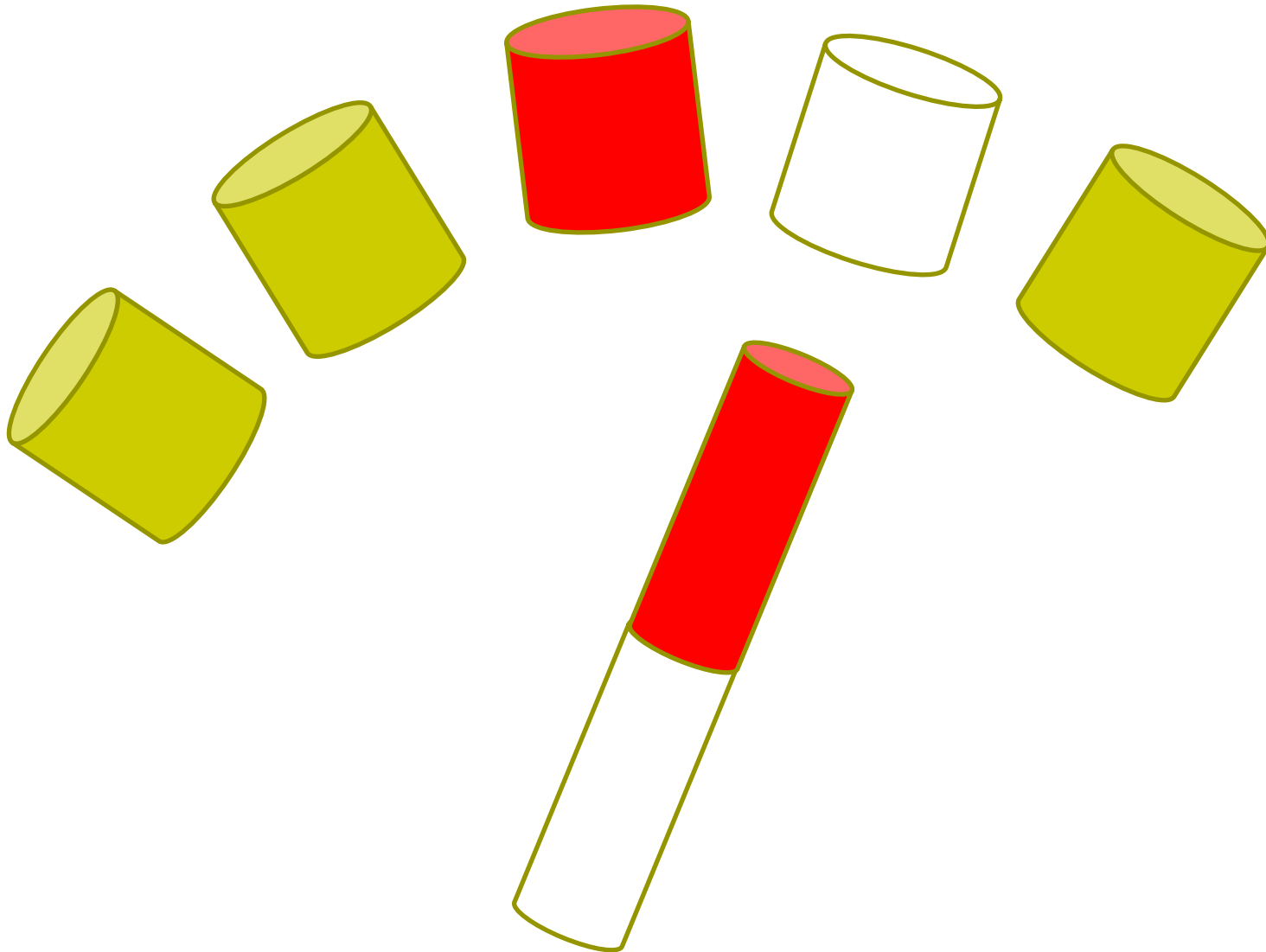
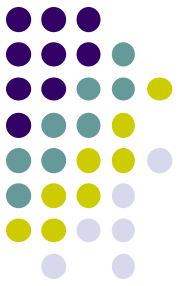
Motors síncrons: “girs”



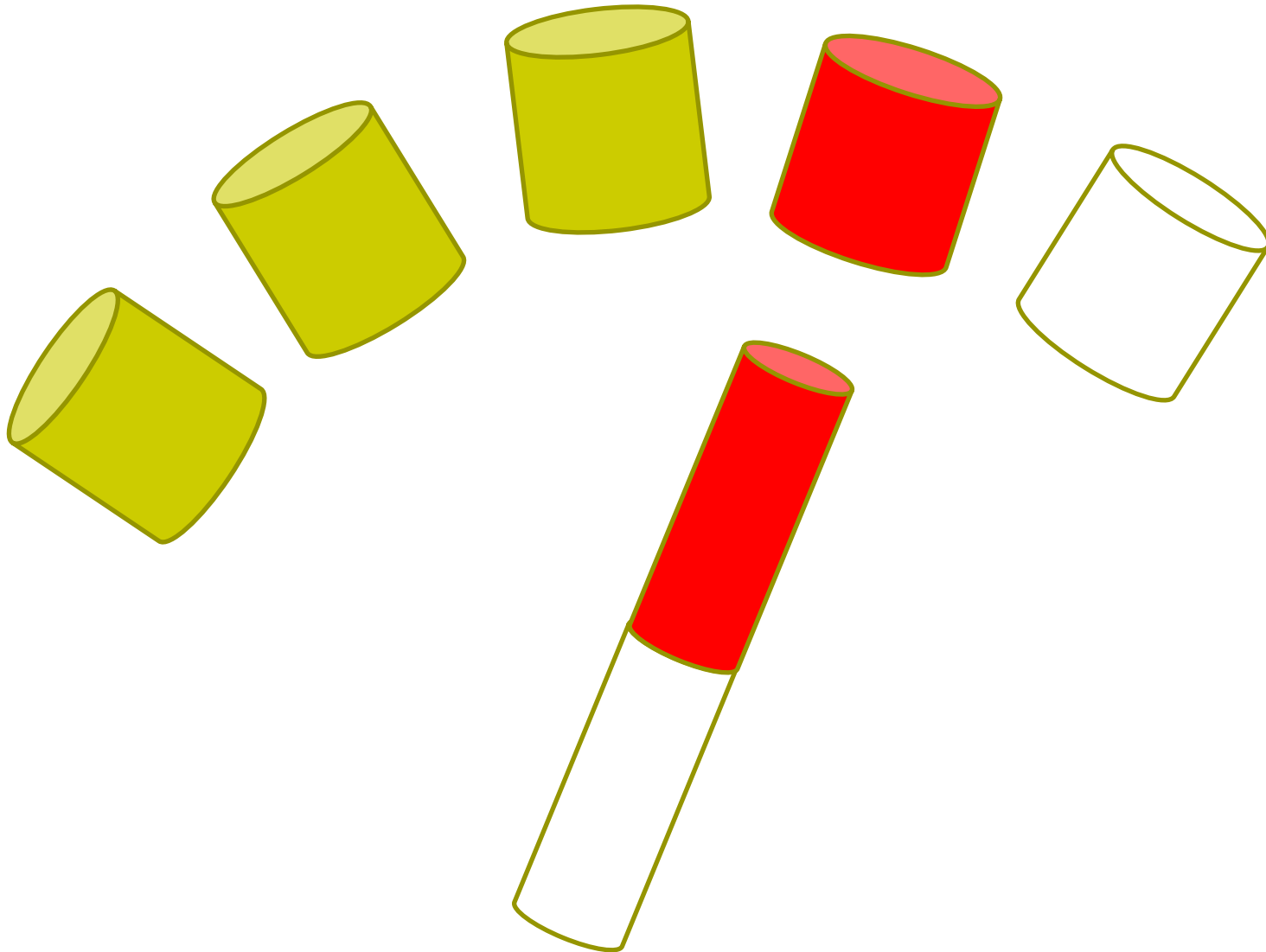
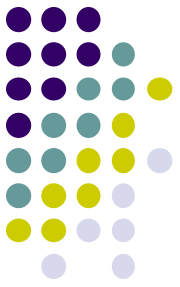
Motors síncrons: “girs”



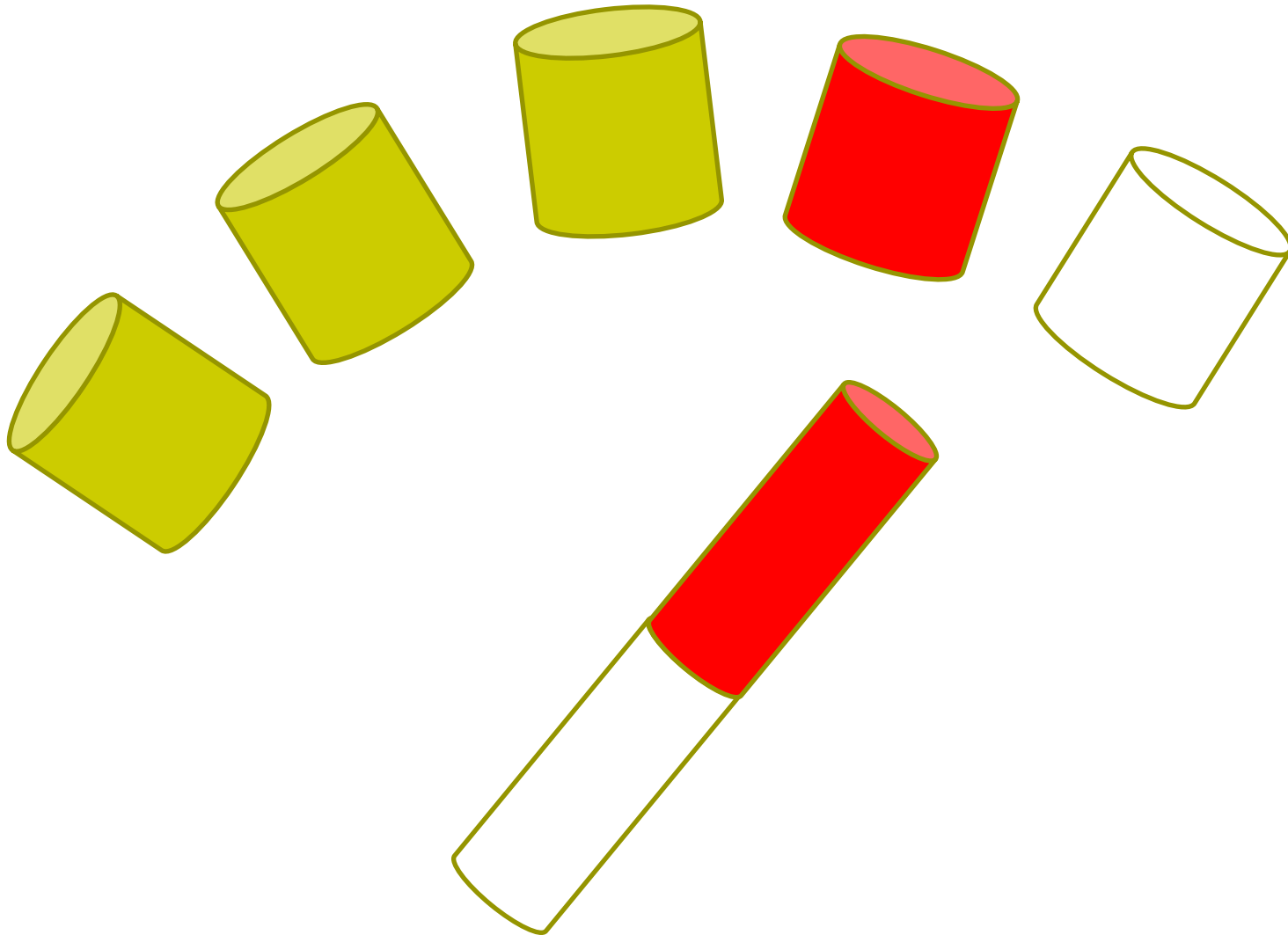
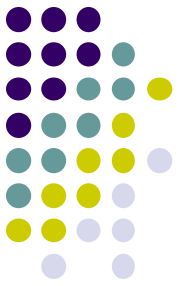
Motors síncrons: “girs”



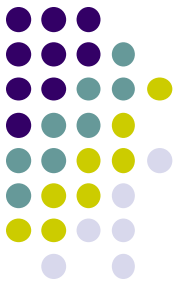
Motors síncrons: “girs”



Motors síncrons: “girs”

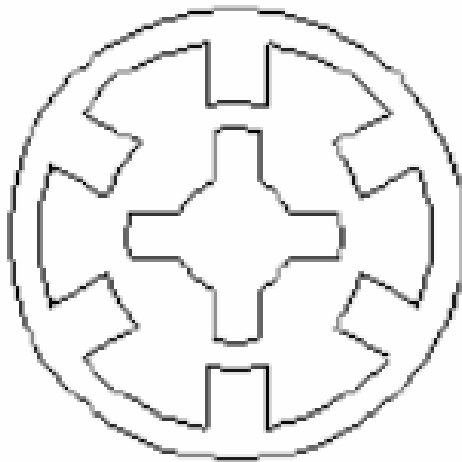
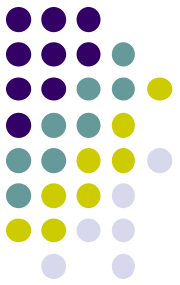


Funcionament del motor síncron

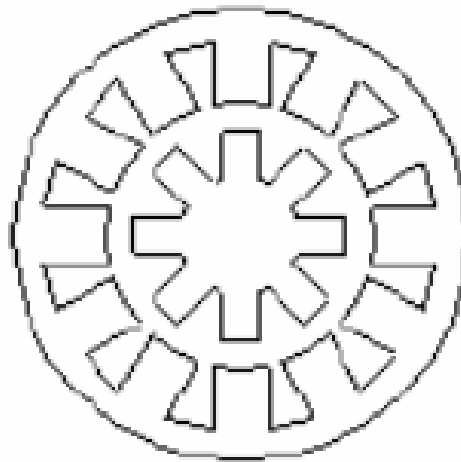


- La electrònica necessita “saber” la posició del rotor (imants permanents).
- Això es fa amb sensors Hall.
- Sempre s’envia senyal a dues bobines que tinguin un imant al mig.
- La polaritat de cada bobina (N-S) es posa en funció del sentit de gir.

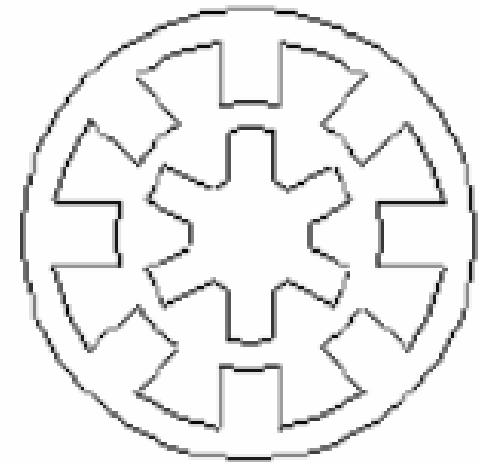
Trifàsics - Tetrafàsics



3 Fases 6/4



3 Fases 12/8



4 Fases 8/6

Combinacions més comuns en motors industrials trifàsics i tetrafàsics

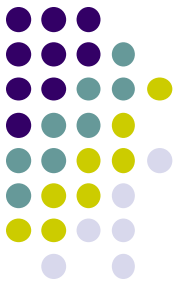


Motors síncrons trifàsics ...

- N^o Bobines estator és múltiple de 3.
- N^o àleps del rotor és múltiple de 2
- N^o Bobines i N^o d'àleps poden ser iguals o diferents

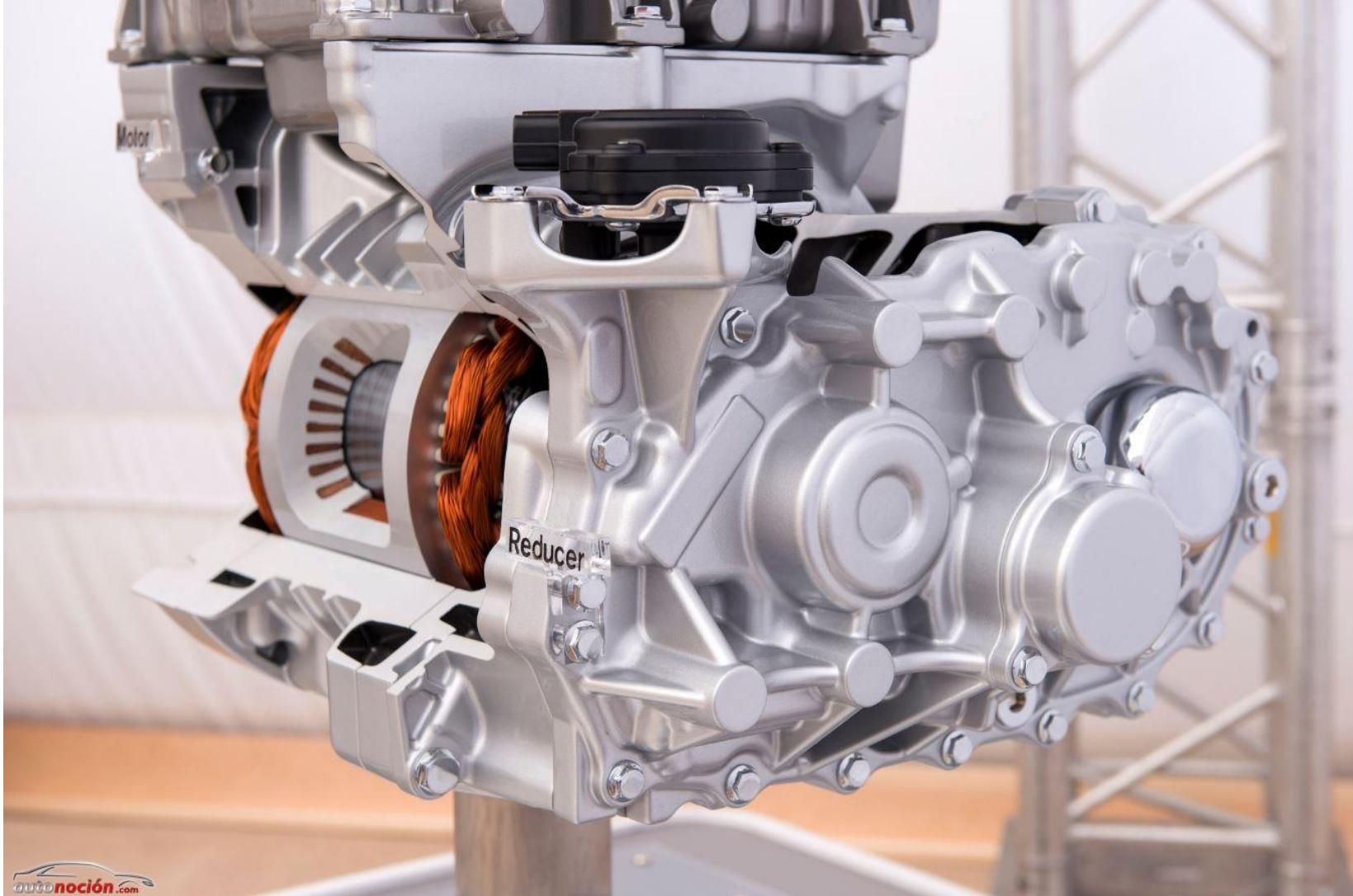
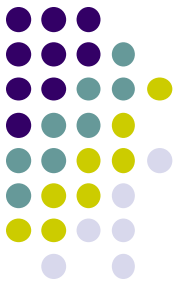
Motors síncrons tetrafàsics ...

- N^o Bobines estator és múltiple de 4.
- N^o àleps del rotor és múltiple de 2
- N^o Bobines i N^o d'àleps poden ser iguals o diferents.

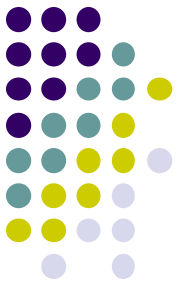


Nissan

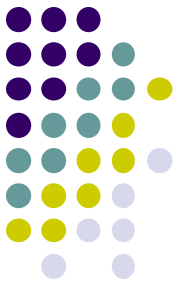
Nissan



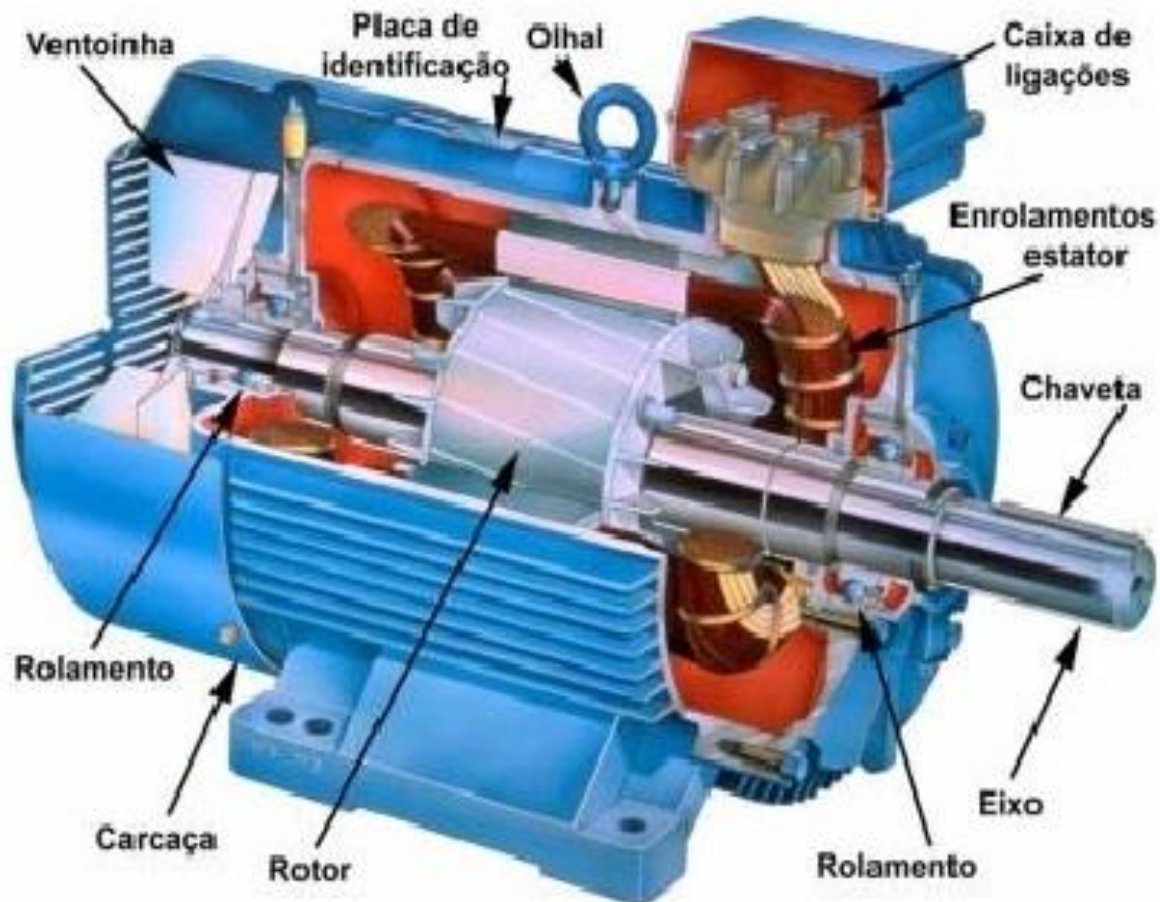
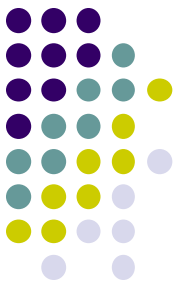
BMW



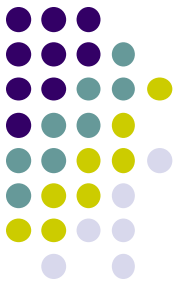
BMW



Motor síncron d'imants permanents



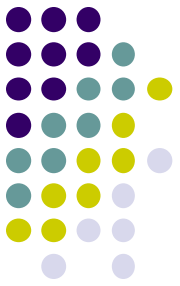
Motor síncron



- Imants de Neodimi $\approx 1,3$ a $1,4$ Tesla

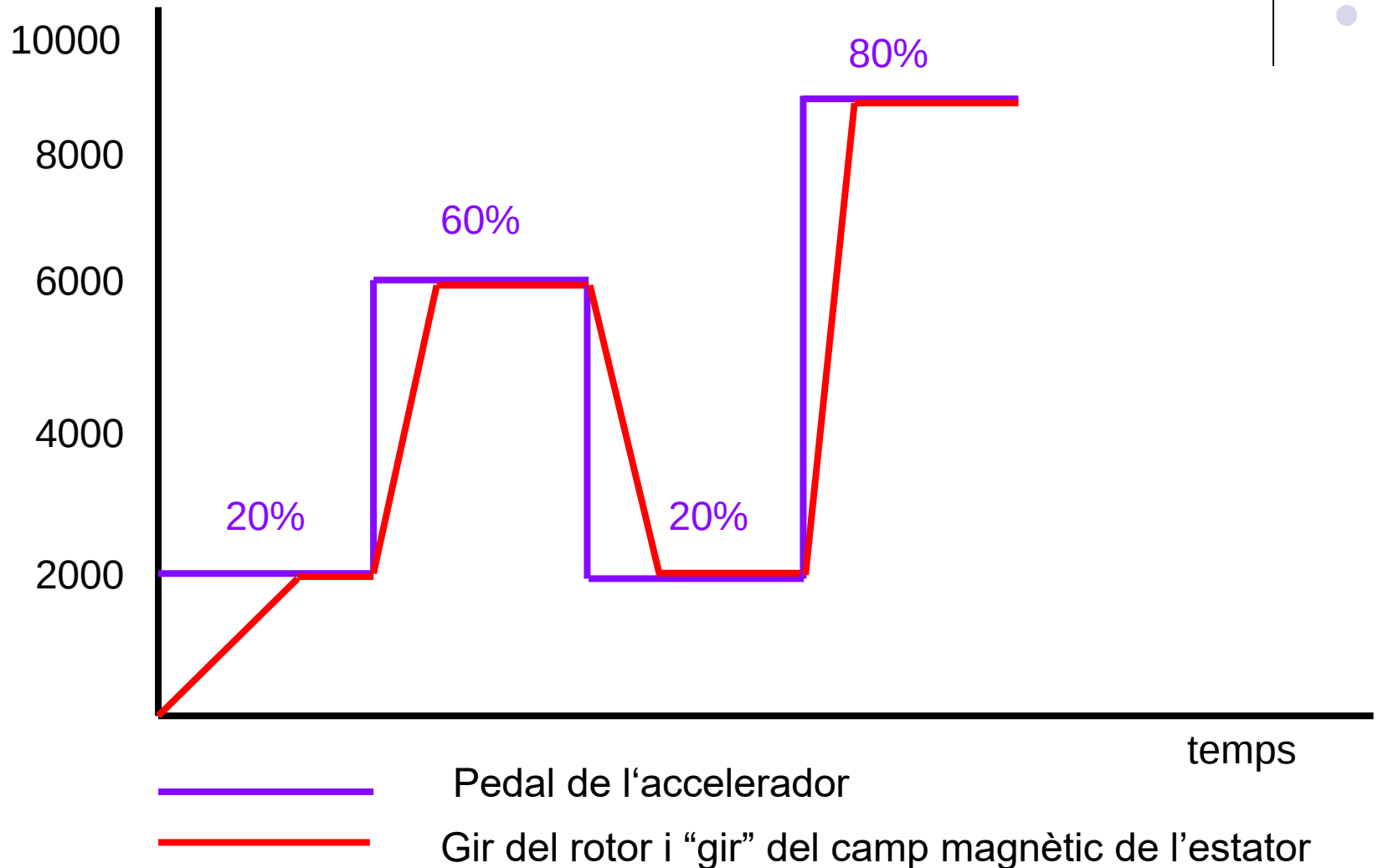
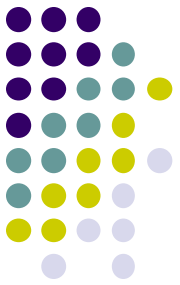


Toyota

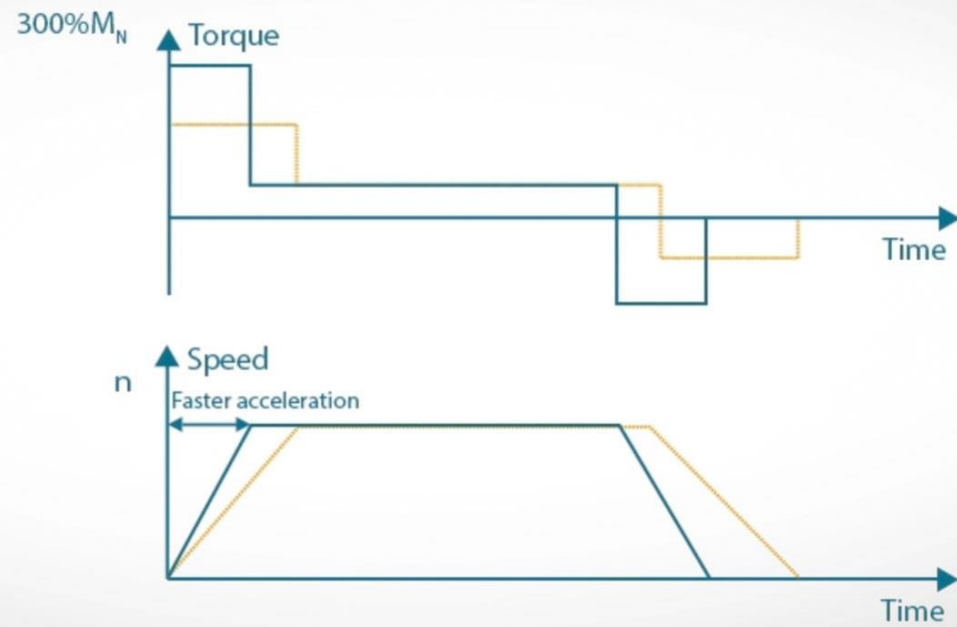
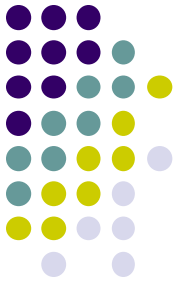


- “ El fabricante japonés ha confirmado el desarrollo de **un nuevo tipo de motor eléctrico** que reduce a la mitad la necesidad del uso de estas tierras raras. Por ejemplo **elimina el neodimio**, además de otros como el **iterbio** y el **disprosio**. En su lugar usarán otros materiales también raros pero menos escasos y costosos, como **el lantano y el cerio**, que tienen según el fabricante nipón un coste 20 veces menor que el propio neodimio.”

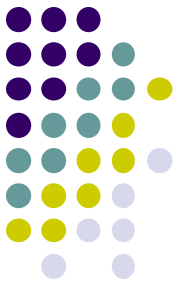
Motor síncron



SIEMENS



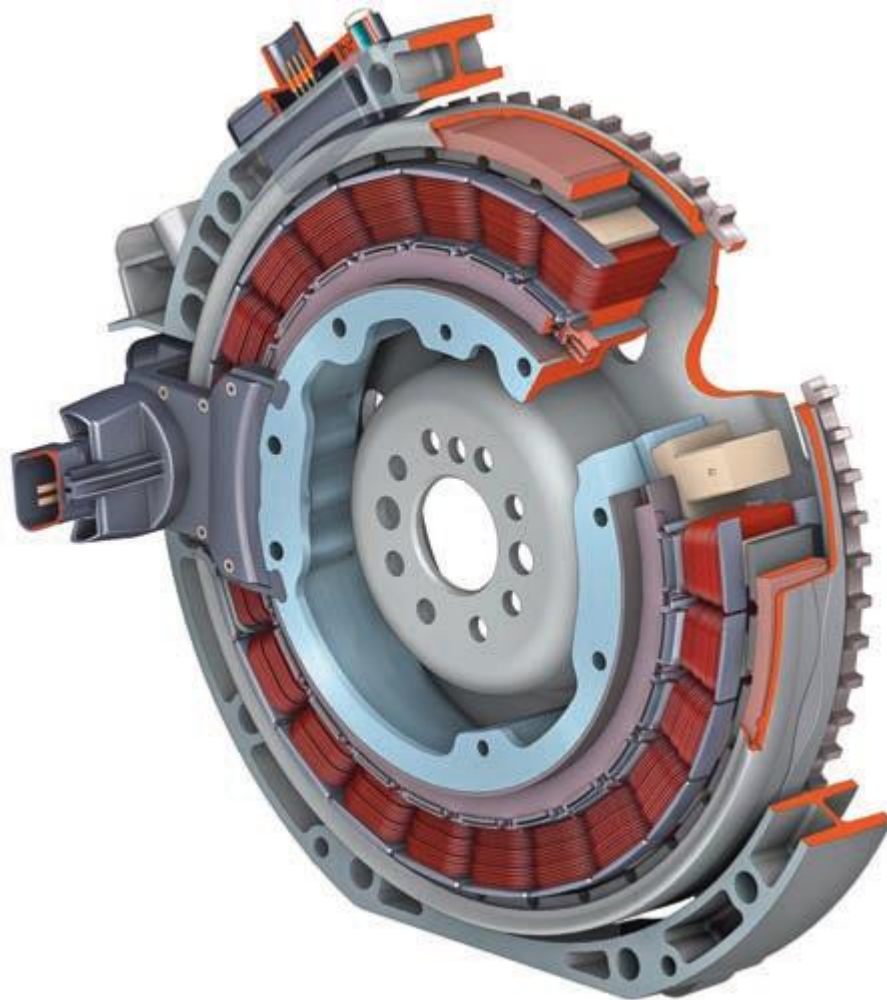
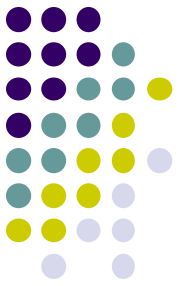
AUDI



Audi Q5 hybrid quattro Generador Motor Integrado (IMG)



Mercedes S-400 mHEV



NISSAN LEAF



192 CELDAS



48 MODULOS

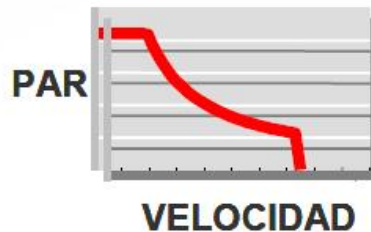


PACK BATERIA

C:\Users\...\nd-slide.

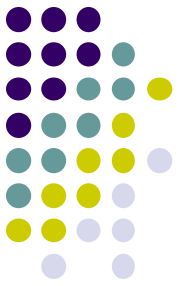


**INVERTER
(VARIADOR DE FRECUENCIA)**

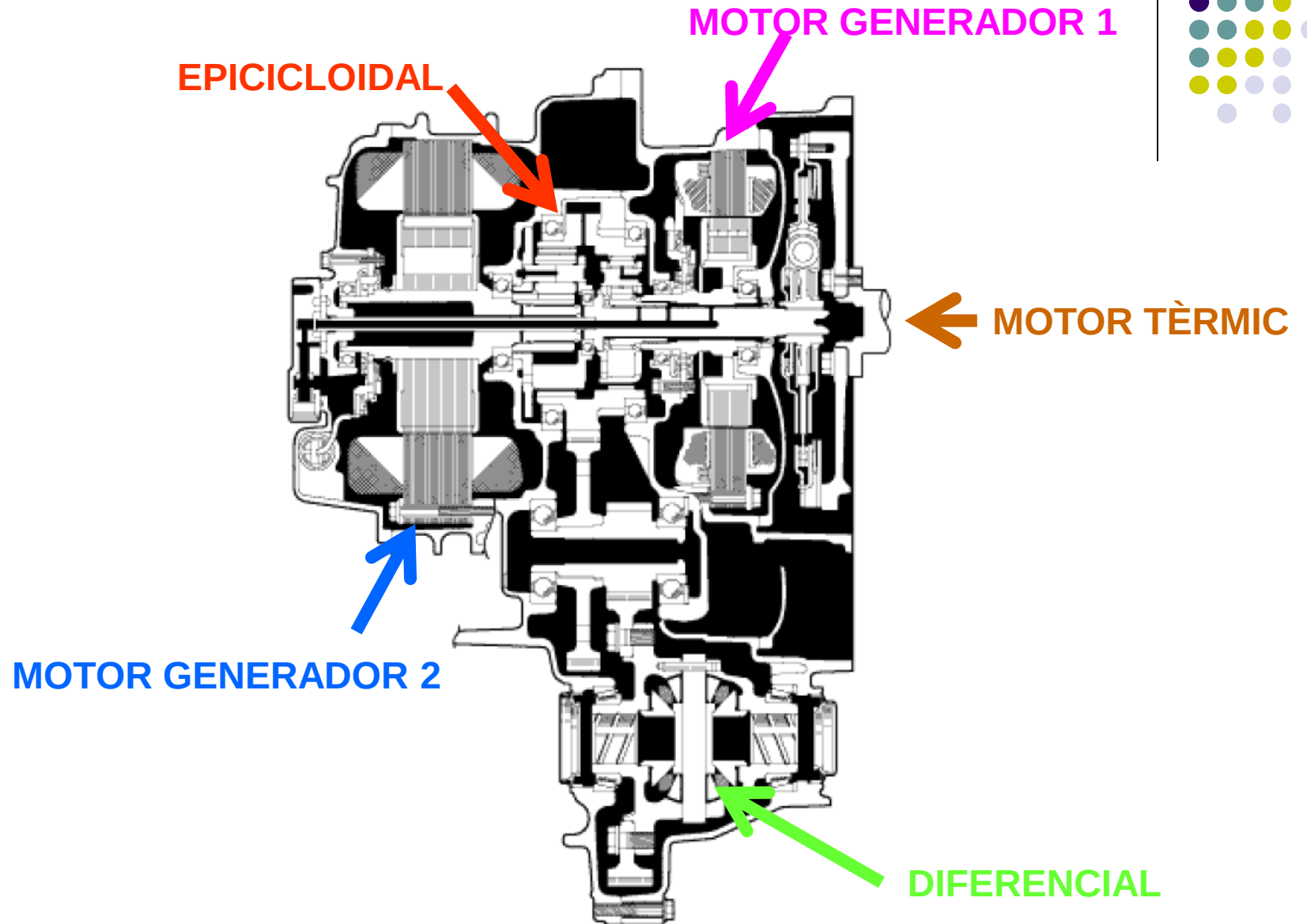
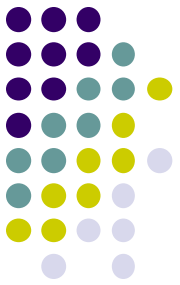


MOTOR SINCRONO > 10000 rpm

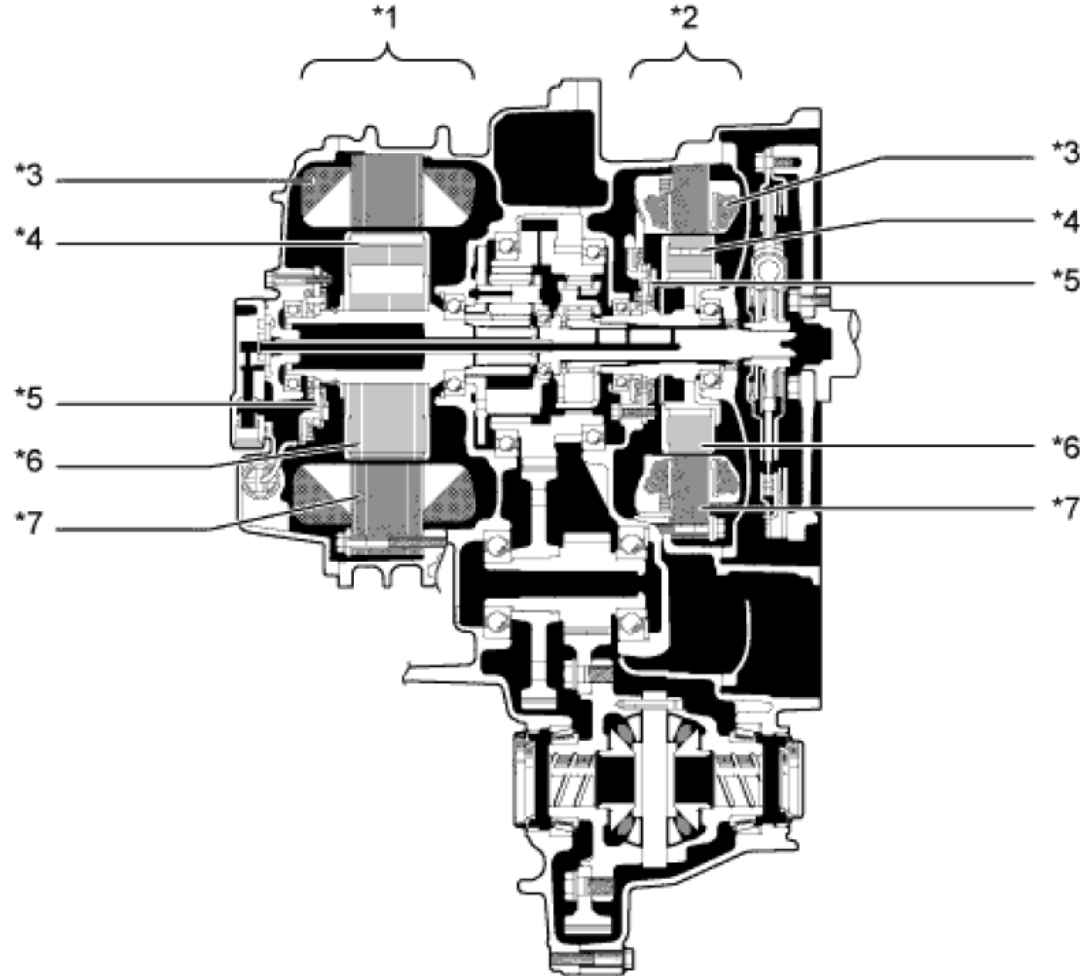
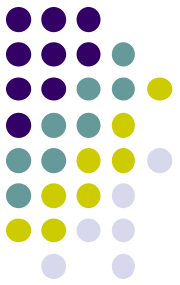
Toyota



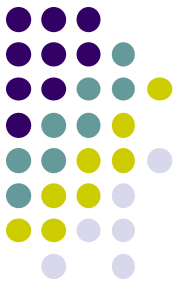
TOYOTA PRIUS



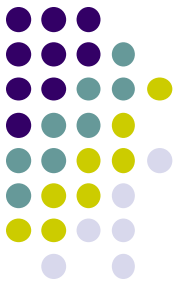
TOYOTA PRIUS



*1	MG2	*2	MG1
*3	Bobina del estator	*4	Imán permanente
*5	Transformador de coordenadas	*6	Rotor
*7	Estator	-	-



Motor asíncron



Motor asíncron o d'inducció

Asíncrono

El giro del rotor no corresponde a la velocidad de giro del campo magnético producido por el estátor. Su rotor puede ser de tipo jaula de ardilla o bobinado. Las bobinas inductoras del estátor son trifásicas, desfasadas entre sí a 120° . Sus ventajas: alta eficiencia, bajo coste, fiabilidad, bajo ruido y vibraciones y par constante. Sus desventajas: baja densidad de potencia, bajo par en el arranque y riesgo de sobrecarga.

- Tesla Model S
- Tesla Model X
- Tesla Model 3
- Tazzari Zero
- Mahindra Reva

Motor asíncrono

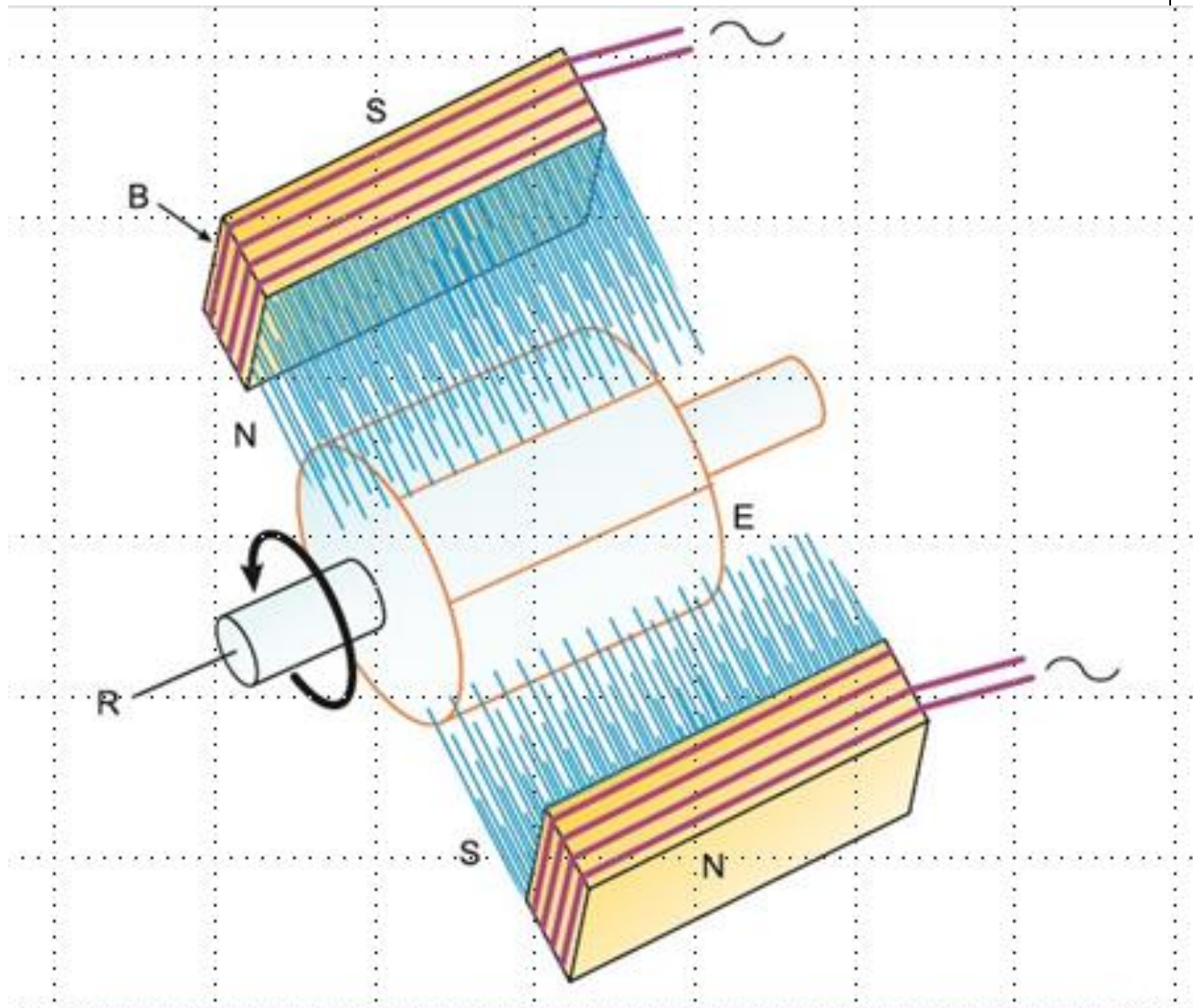
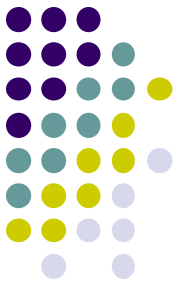
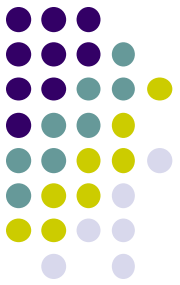


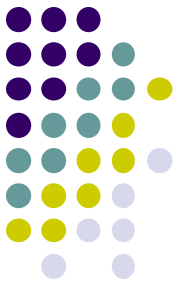
Figura 10.26. Esquema de un motor asíncrono con dos bobinas en el estator.

Lleis de Maxwell



Nombre	Forma diferencial	Forma integral
Ley de Gauss:	$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$
Ley de Gauss para el campo magnético:	$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$	$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$
Ley de Faraday:	$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$
Ley de Ampère generalizada:	$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$	$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \int_S \vec{J} \cdot d\vec{S} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$

Llei de Faraday



Nombre	Forma diferencial	Forma integral
Ley de Gauss:	$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$
Ley de Gauss para el campo magnético:	$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$	$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$
Ley de Faraday:	$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$
Ley de Ampère generalizada:	$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$	$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \int_S \vec{J} \cdot d\vec{S} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$

La variació de fluxe magnètic produeix un corrent elèctric sobre una espira

