

PM ServoMotors AC





PM ServoMotors AC

Construcció



PM Permanent Magnets (Imants Permanents)
ServoMotor Motor "Esclau"
AC Funcionament per Corrent Alterna

VENTATJES Alt Rendiment, Alta Densitat Parell, Alta Precisió*

INCONVENIENTS Alt Cost, Necessitat d'un Drive

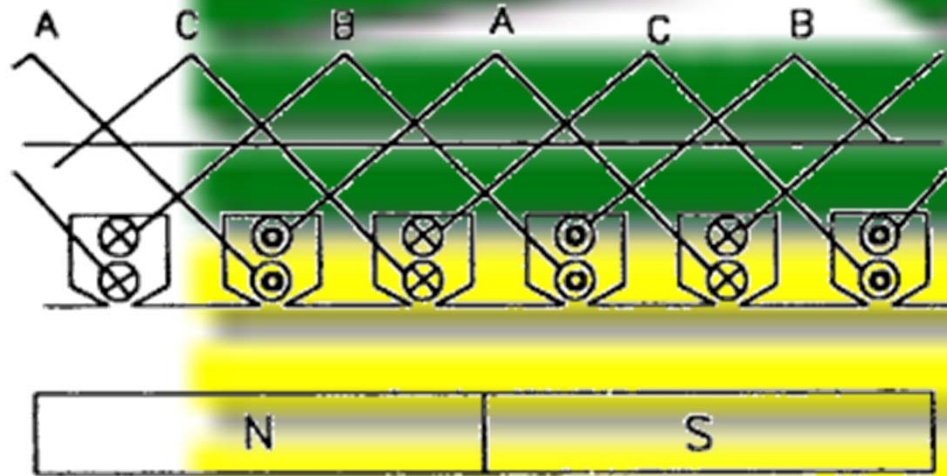
Motor PaP

- Gir de Forma Discreta (a passos)
- Control per Polarització Bobines
- No Necessita Realimentació
- Parell Arranc Moderat

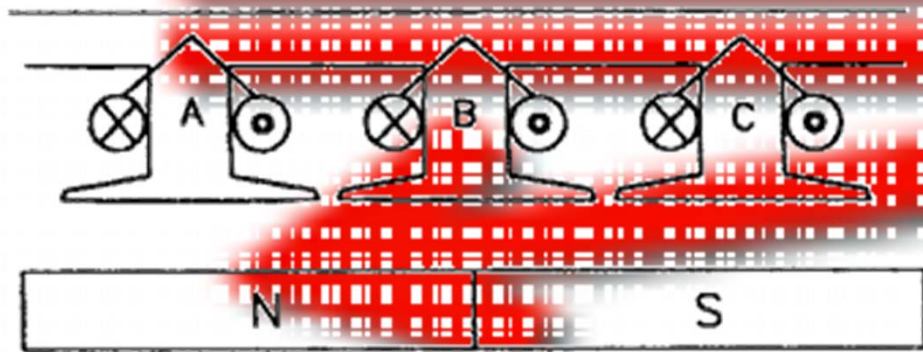
ServoMotor

- Gir de Forma Contínua
- Control per PWM
- Necessita Realimentació
- Alt Parell Arranc

Un Servo posseeix un estator molt similar al d'un motor AC, sent igual o similar la xapa magnètica (disseny i qualitat) però podent variar l'esquema de bobinat.



(a)



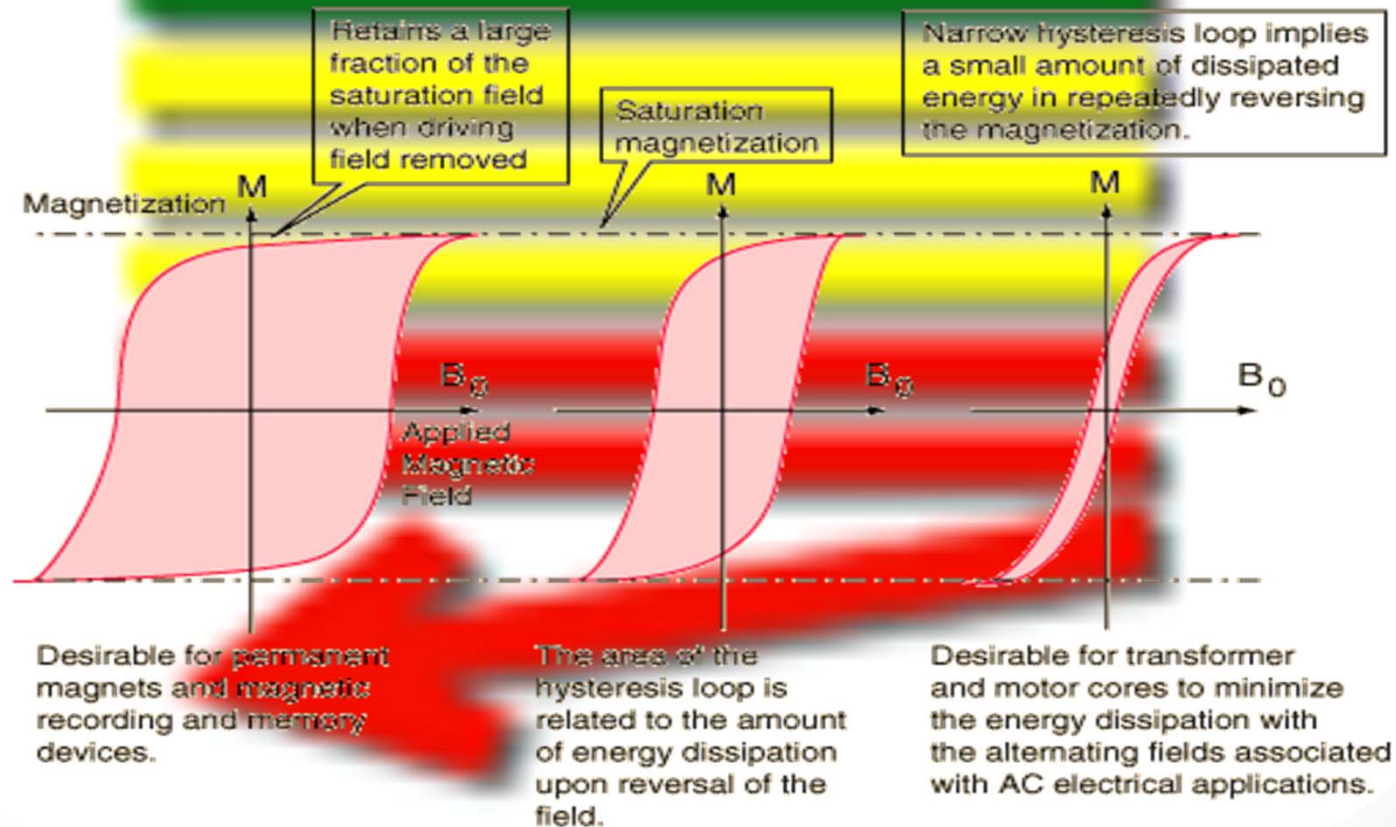
(b)



Els dos poden ser ServoMotors, un es amb pols sortints i expansió polar per imants més grans i el altre correspon a un estator ranurat amb bobinat similar al d'un motor d'inducció.

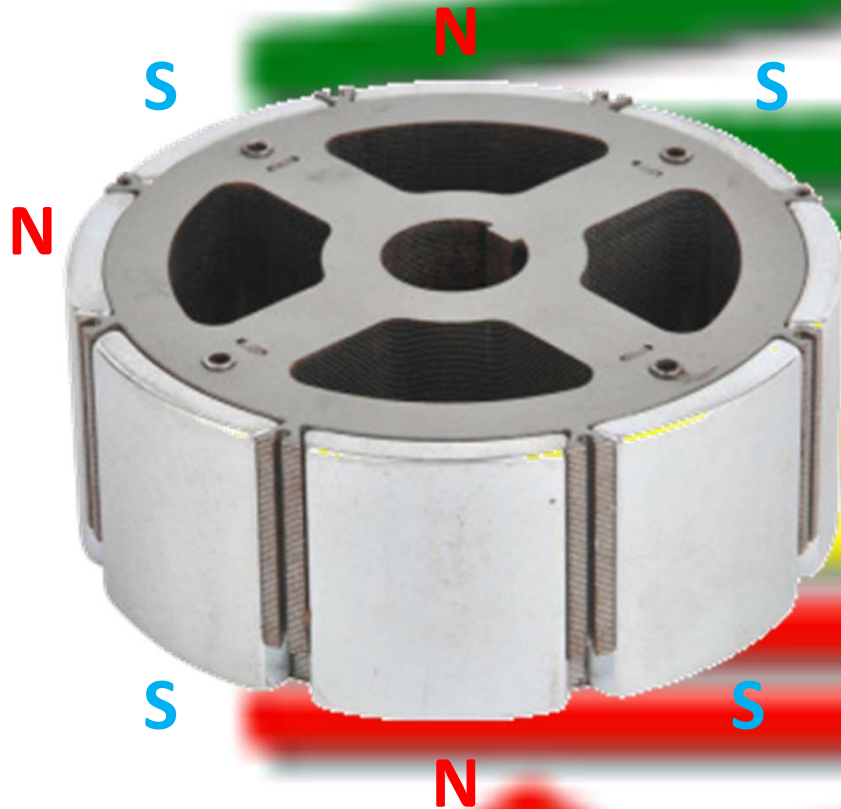
Es considera Imant Permanent a aquell material que posseeix un moment magnètic significatiu (camp magnètic) sense influència externa.

El tipus d'imant utilitzat en els rotors dels ServoMotors correspon a **NdFeB** (Neodimis o Terres Rares), caracteritzat pel seu alt camp magnètic generat, i alta coercitivitat (resistència a ésser desmagnetitzat).



Rotor. Magnetisme Dels Imants

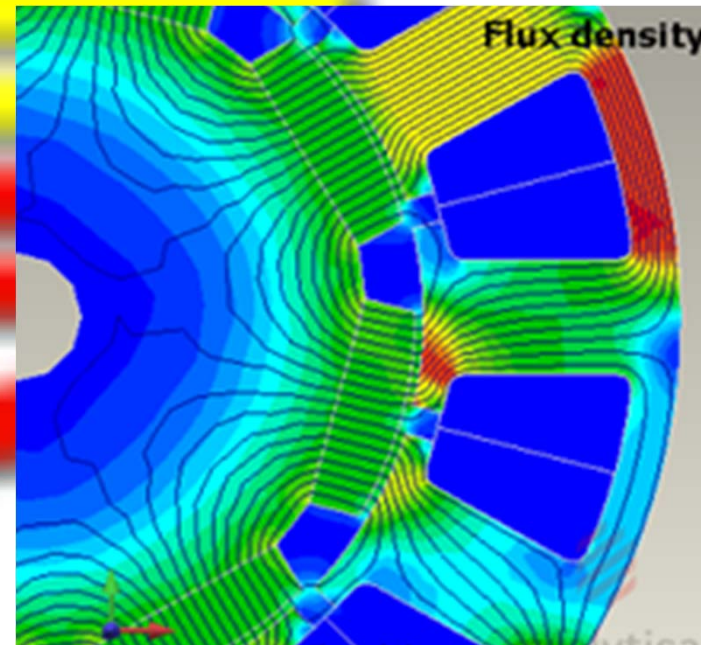
Els rotors dels ServoMotors tenen en forma de pols, imants de NdFeB.



Poden haver-hi varies files, i cada línia d'imants pot estar desfasada en angle respecte l'anterior.

La funció dels imants és generar el camp magnètic en el rotor.

Si un imant està en mal estat o bé està desmagnetitzat, el valor total de la FEM es veurà reduït, minvant així el parell nominal del motor i augmentant el corrent necessari.



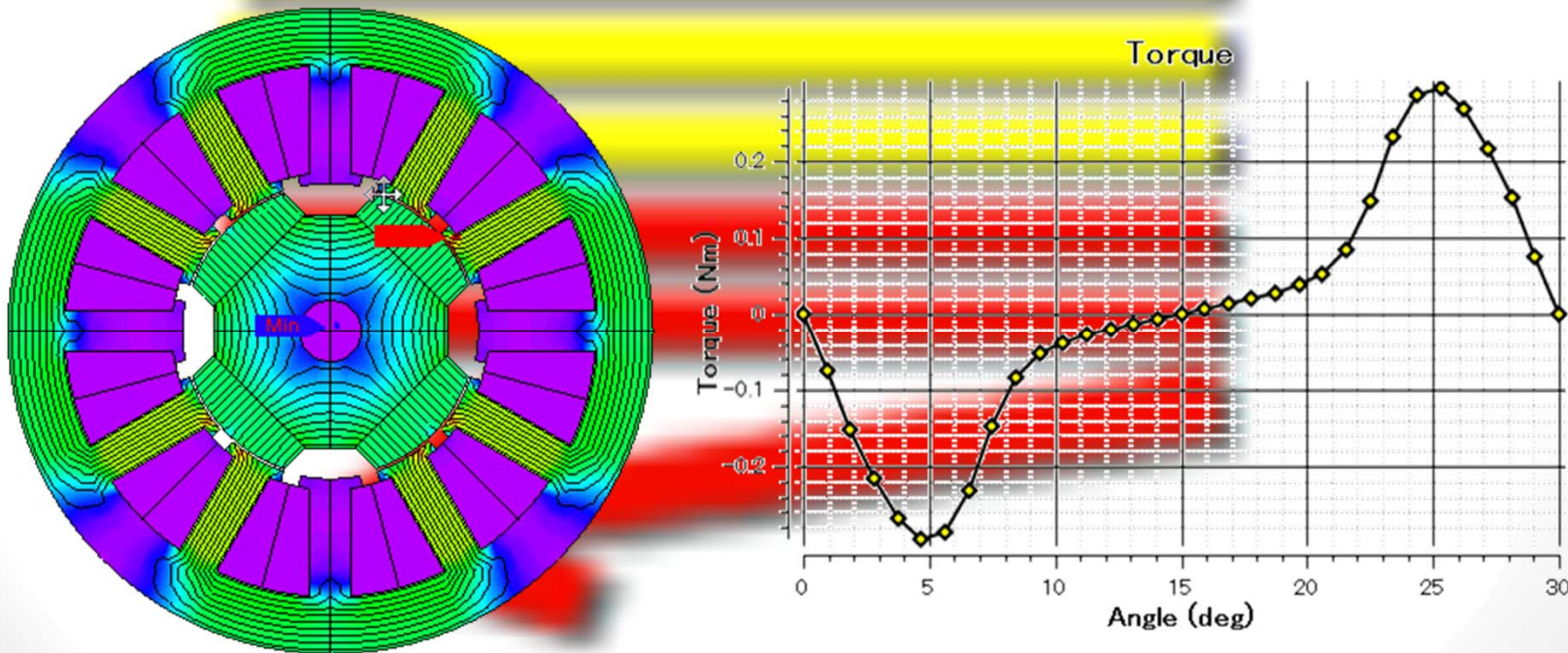
Rotor. "Cogging Torque"

El *Cogging Torque* ve de l'anglès i es l'associat al parell generat degut a la interacció entre els Imants Permanents del rotor i les ranures de l'estàtor. També anomenat **No-Current Torque** (parell sense corrent) o parell per reluctància.

Genera vibració.

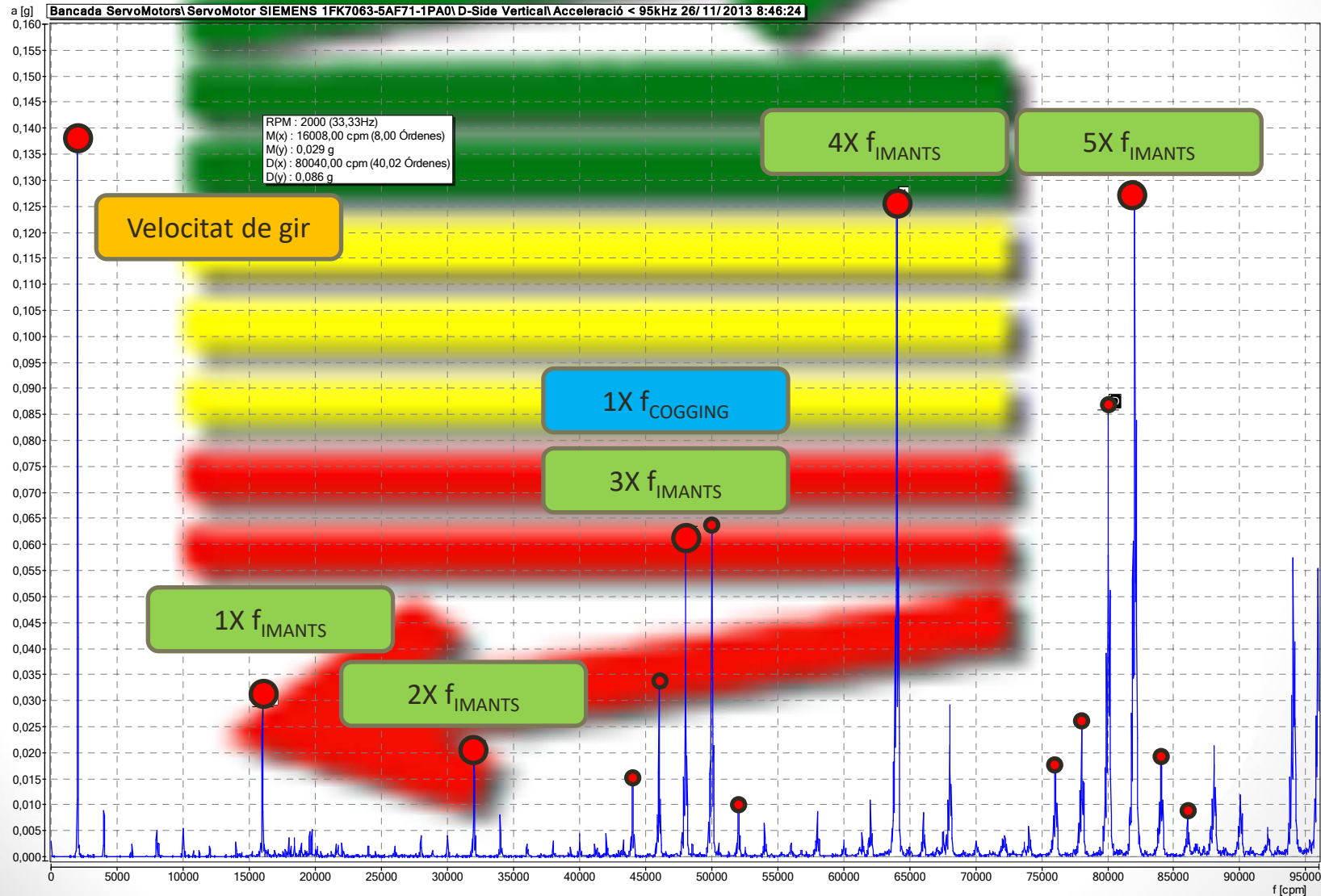
Aquest depèn de l'entreferro, el número de pols, el número de ranures, ...

Afecta molt a baixes velocitats, i genera rissat de parell i de velocitat. El gir del rotor redueix aquest efecte, així com ranures fraccionaries per pol.



Rotor. "Cogging Torque"

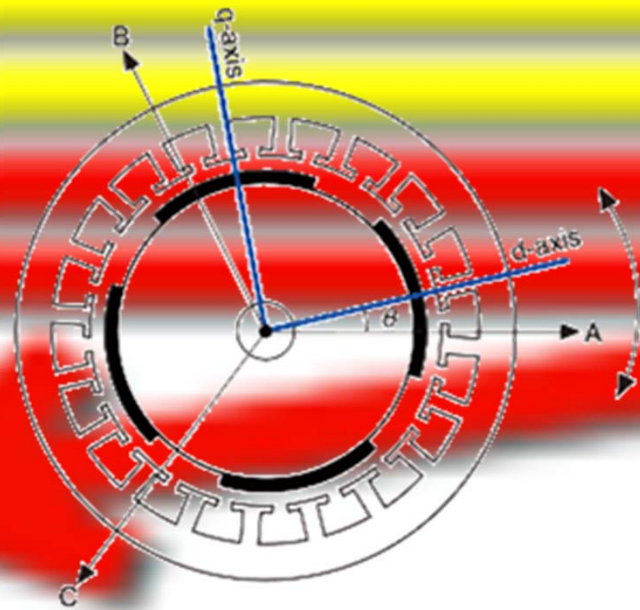
M situat al $2p \cdot n$, corresponent al pas d'imants. L'harmònic 3 i 5 corresponen al *cogging torque*, sent $n \cdot Q_1$ amb bandes laterals de la pròpia velocitat de gir.





PM ServoMotors AC

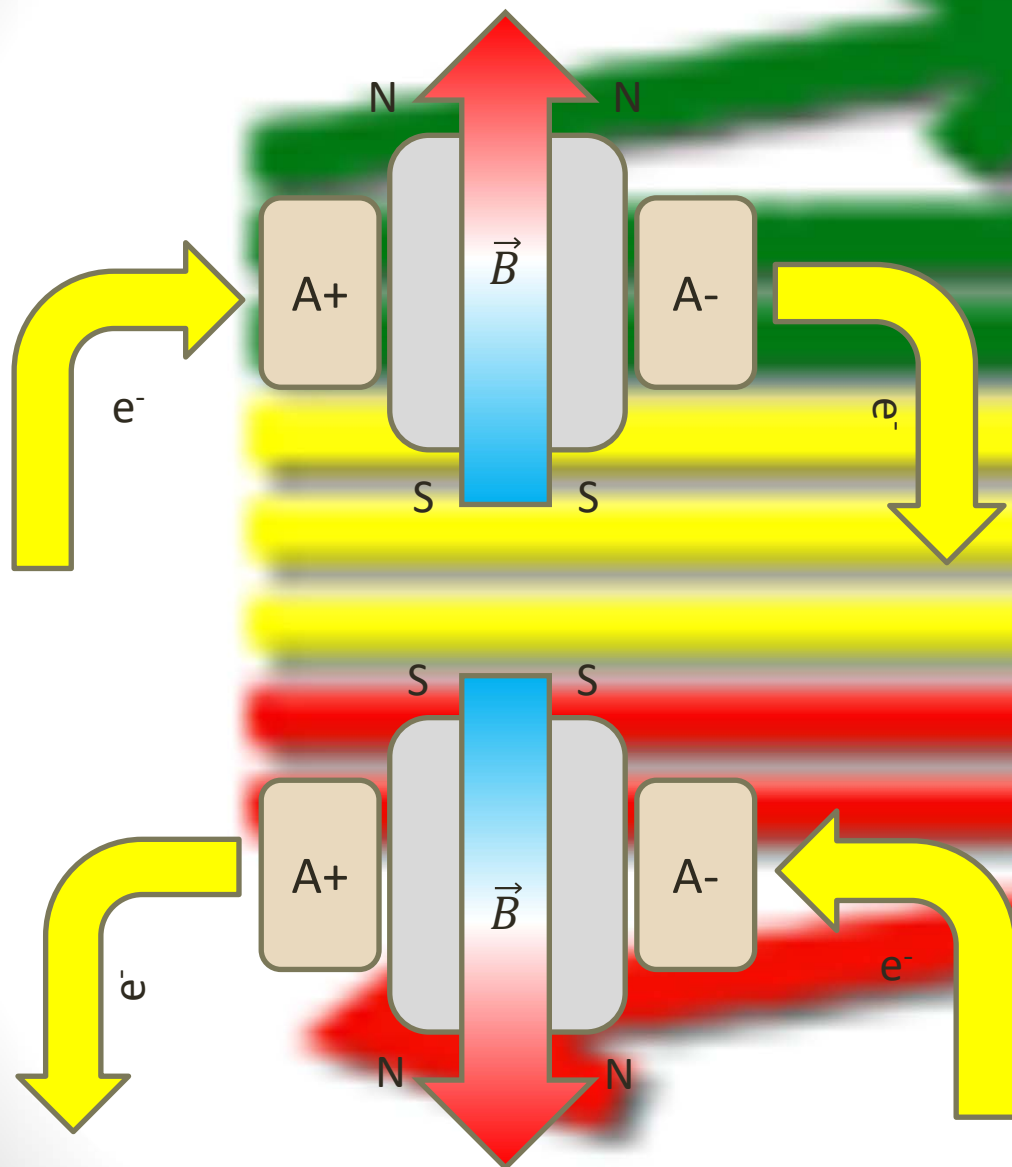
Funcionament



Funcionament. Seqüència Commutació

La majoria de servos es connexionen en estrella.

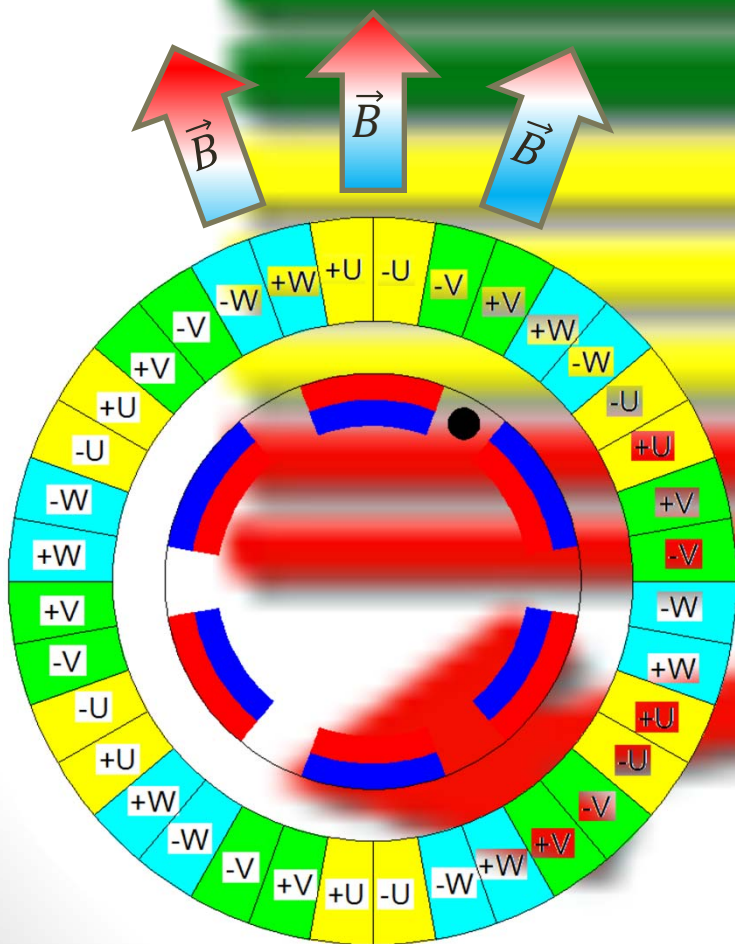
Taula de Commutacions



Nº	$\pm U$	$\pm V$	$\pm W$
1	+1	-1	0
2	+1	-1	-1
3	+1	0	-1
4	+1	+1	-1
5	0	+1	-1
6	-1	+1	-1
7	-1	+1	0
8	-1	+1	+1
9	-1	0	+1
10	-1	-1	+1
11	0	-1	+1
12	+1	-1	+1

Funcionament. Seqüència Commutació SERVO 6p

Aquesta Commutació significa que la bobina U està recorreguda en sentit de + a - i les altres dues (V i W) estan recorregudes de - a +. Les tres creen un camp magnetic polaritzan en Nord cap a dalt.

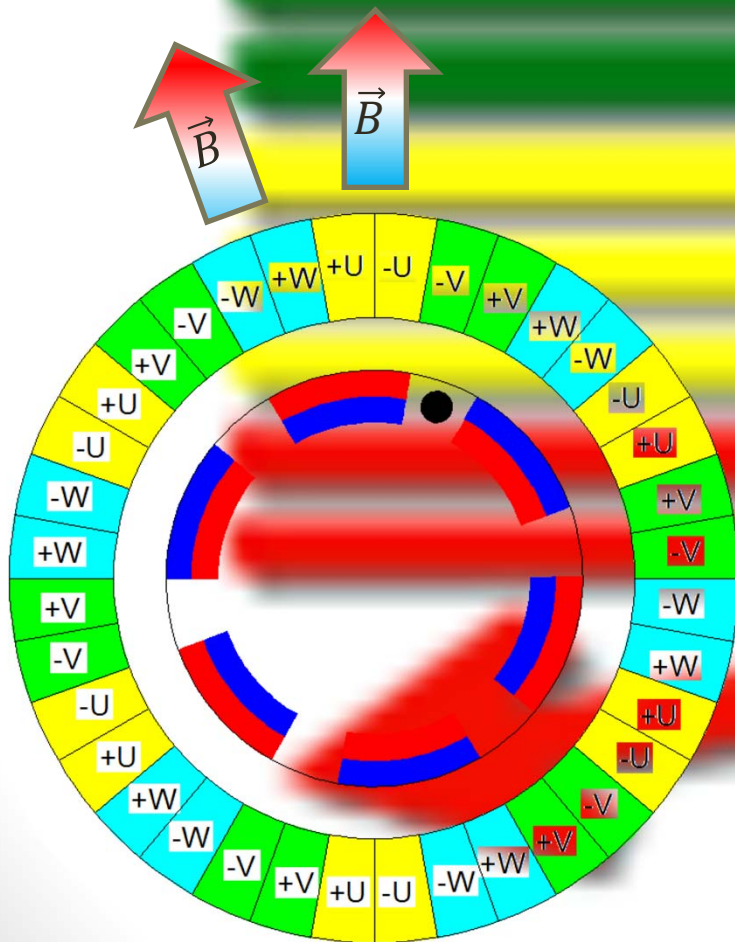


+U-V-W

Nº	±U	±V	±W
1	+1	-1	0
2	+1	-1	-1
3	+1	0	-1
4	+1	+1	-1
5	0	+1	-1
6	-1	+1	-1
7	-1	+1	0
8	-1	+1	+1
9	-1	0	+1
10	-1	-1	+1
11	0	-1	+1
12	+1	-1	+1

Funcionament. Seqüència Commutació SERVO 6p

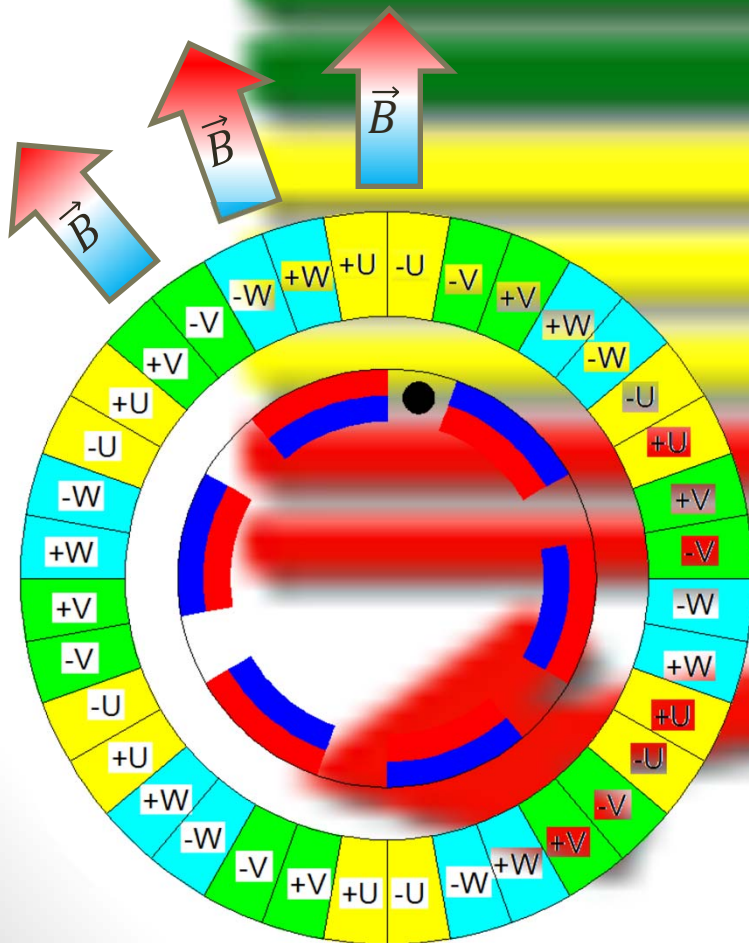
Aquesta Commutació significa que la bobina U està recorreguda en sentit de + a – la bobina V de – a +. Les dues creen un camp magnetic polaritzan en Nord cap a fora. La bobina W no està connectada



Nº	±U	±V	±W
1	+1	-1	0
2	+1	-1	-1
3	+1	0	-1
4	+1	+1	-1
5	0	+1	-1
6	-1	+1	-1
7	-1	+1	0
8	-1	+1	+1
9	-1	0	+1
10	-1	-1	+1
11	0	-1	+1
12	+1	-1	+1

Funcionament. Seqüència Commutació SERVO 6p

Aquesta Commutació significa que la bobina U i V estan recorregudes en sentit de + a - i l'altre W està recorreguda de - a +. Les tres creen un camp magnetic polaritzan en Nord cap a fora.



Nº	±U	±V	±W
1	+1	-1	0
2	+1	-1	-1
3	+1	0	-1
4	+1	+1	-1
5	0	+1	-1
6	-1	+1	-1
7	-1	+1	0
8	-1	+1	+1
9	-1	0	+1
10	-1	-1	+1
11	0	-1	+1
12	+1	-1	+1

Alineació Estàtica

L'alineació per un ServoMotor és **Imprescindible** = Posició Estator respecte Rotor
Cada fabricant imposa una Alineació o Calatje específic

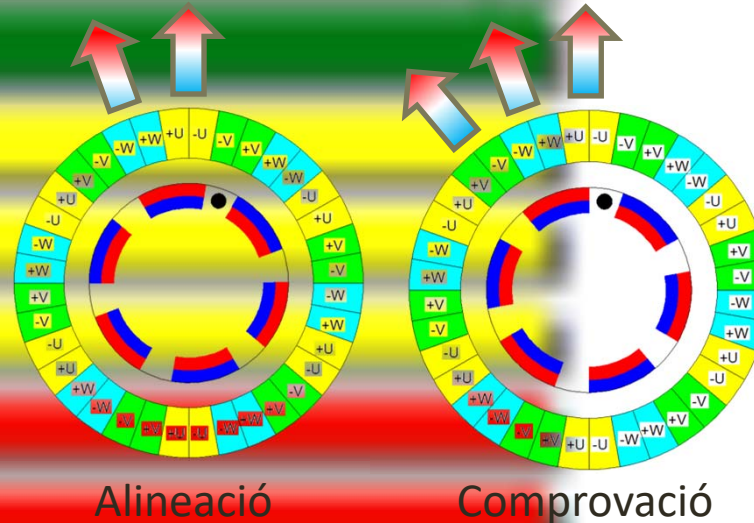
Polarització de l'estator amb una Commutació o Bloqueig i ajustar l'Angle o Estat

P.e. Fabricant ABCDEF

+U -W = 33°

+U +V -W = 43°

S'utilitzen les commutacions L-L
per alinear i les commutacions
L-N per comprovar



Existència d'una **Base de Dades** amb Fabricant / Model / Feedback / Alineació
Poder llegir el Calatje del motor **Abans de ser Desmuntat**
Aconseguir un **Motor Idèntic** per poder copiar l'alineació
Compartir informació amb **Fonts Externes**

Alineació ServoMotor

Si

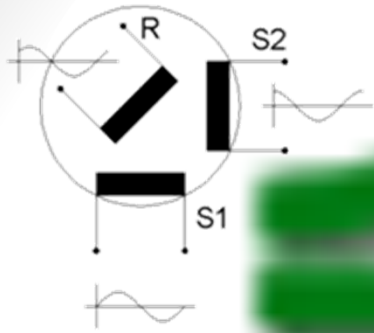


PM ServoMotors AC

Realimentació

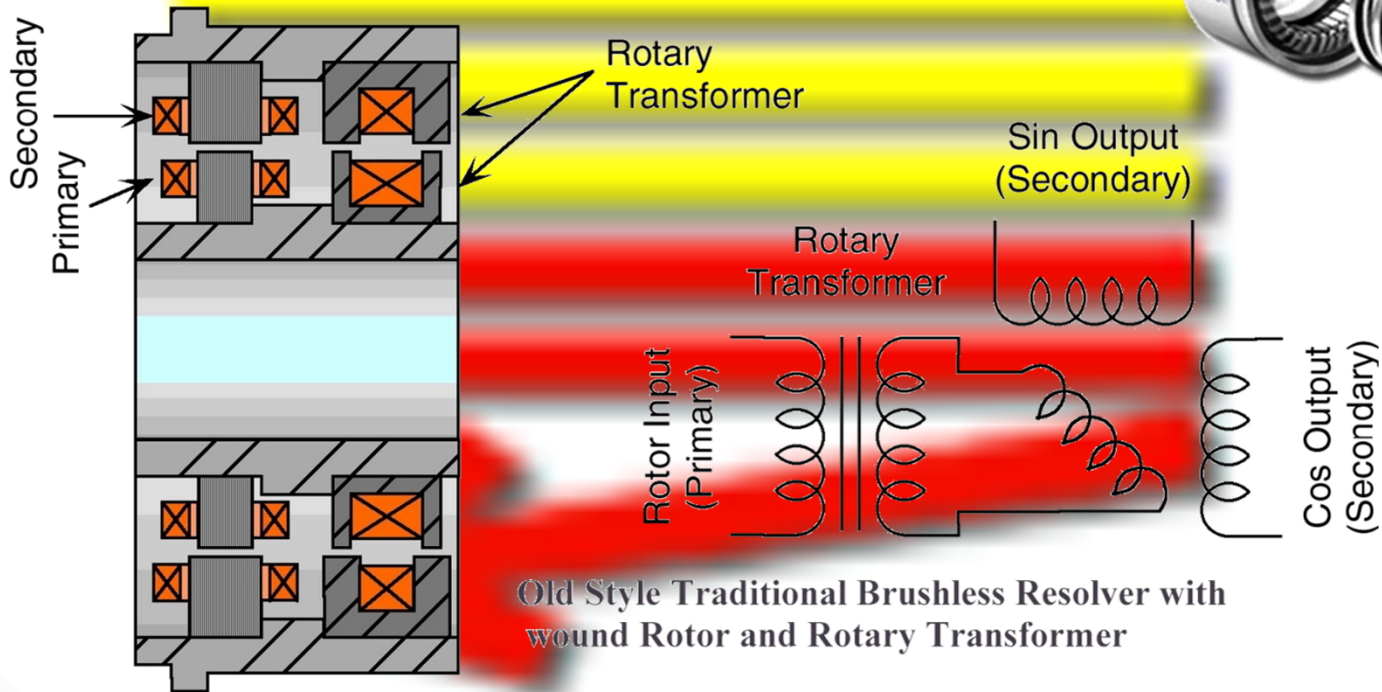


Realimentacions ServoMotors. El resolver



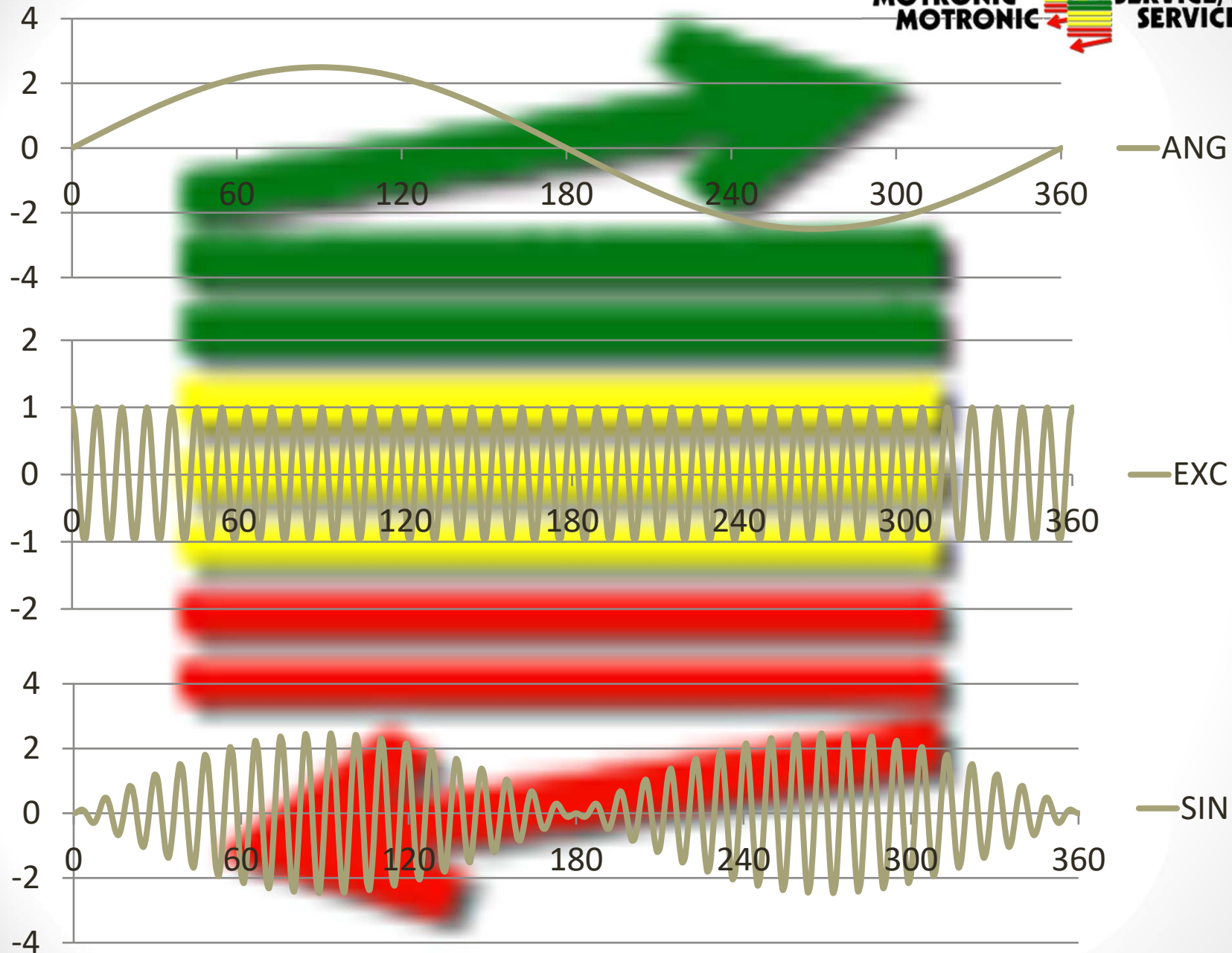
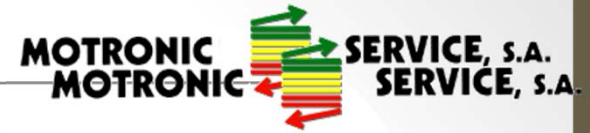
Una Excitació i Dues Bobines a 90° per Proporcionar Posició i Velocitat en una mateixa lectura.
Pot ser Angle elèctric o Angle Mecànic (Nº Velocitats o Pols)

- EXC** Bobina Excitació (Alimentació; p.e.: 5V 4000Hz) (R2 R4)
- SIN** Bobina Sinus (S1 S3)
- COS** Bobina Cosinus(S2 S4)

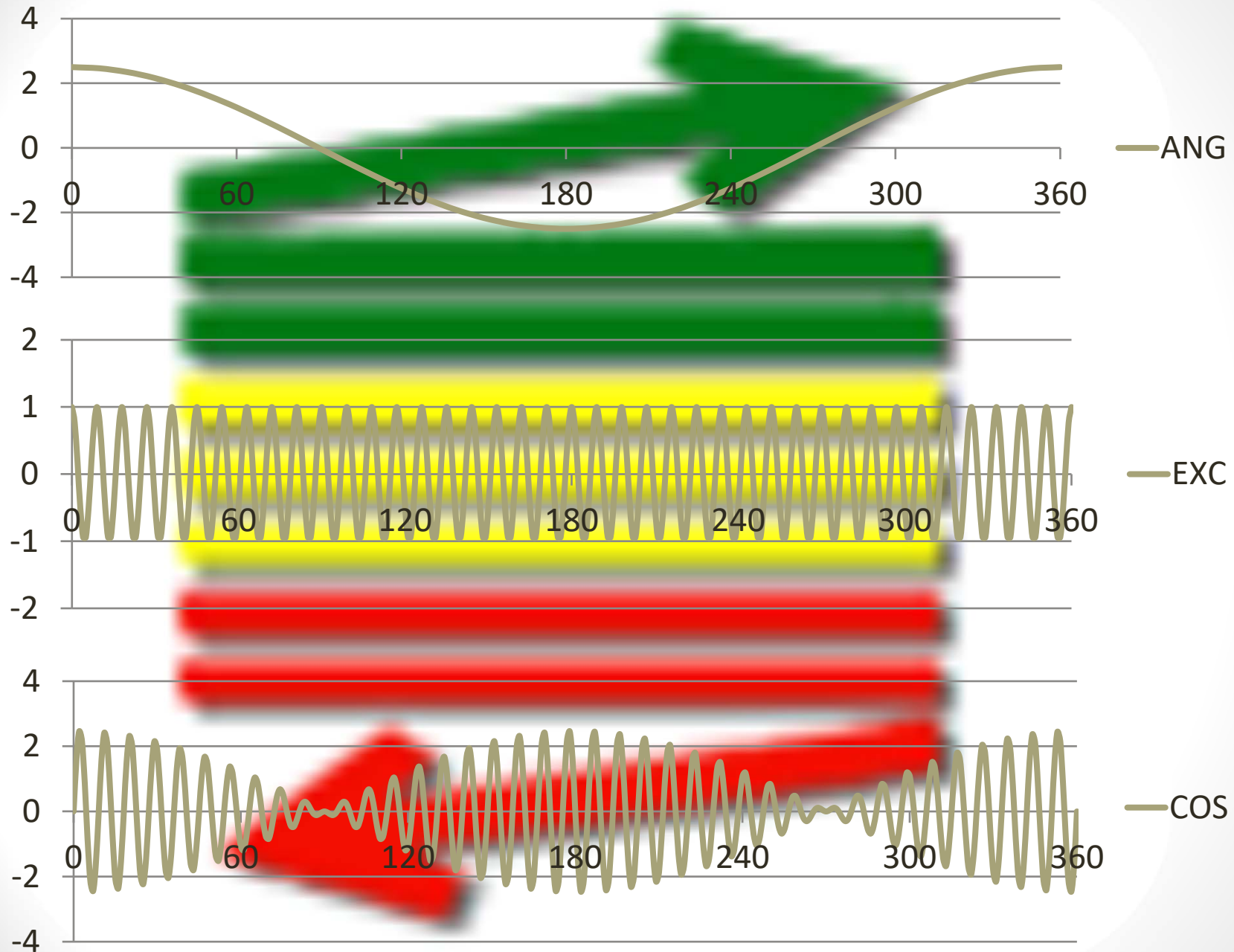


Old Style Traditional Brushless Resolver with wound Rotor and Rotary Transformer

Realimentacions ServoMotors. El Resolver SIN



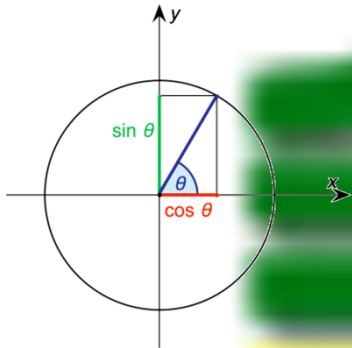
Realimentacions ServoMotors. El Resolver COS



Angle

S'extreu l'amplitud del SIN i la del COS i es computa l'angle

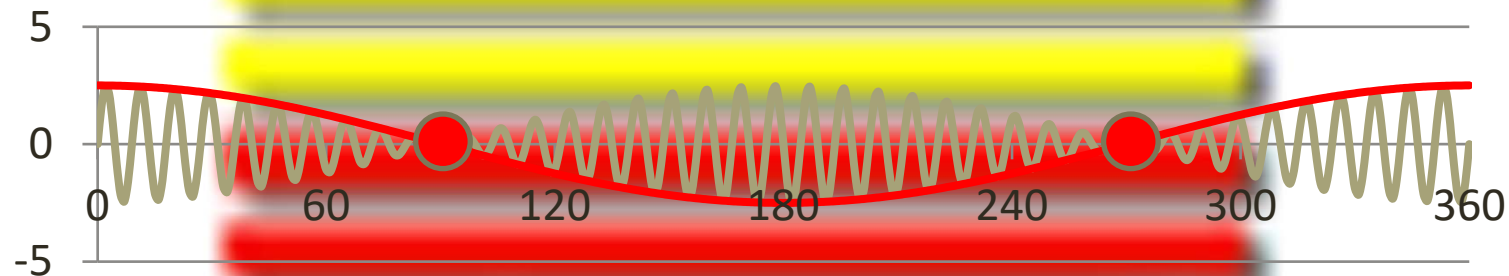
$$\alpha = \tan^{-1} \frac{\text{SIN}}{\text{COS}} \quad \text{SIN}^2 + \text{COS}^2 = \text{constant} \quad \alpha = 2 \cdot \pi \cdot f$$



ALERTA S'ha de tenir en compte els quadrants (signes) ja que el càlcul directe de la calculadora NO és correcte

Velocitat

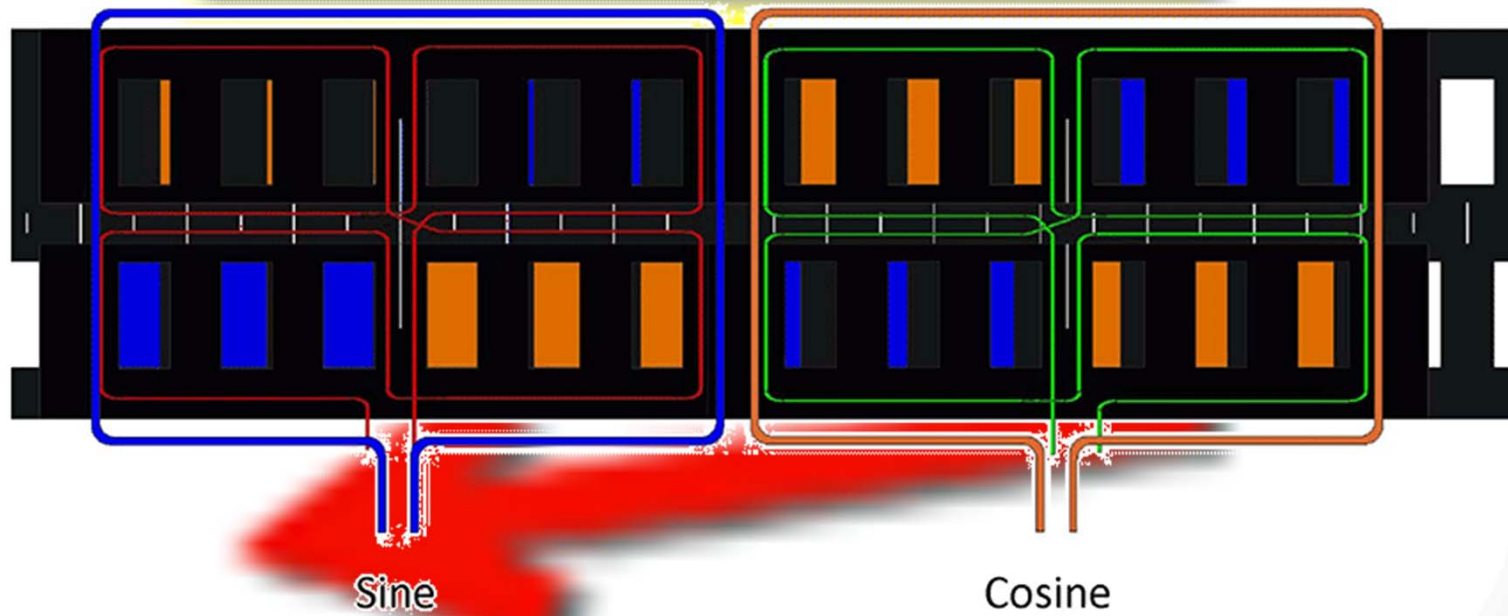
Càlcul a partir del Pas per zero de l'ona resultant demodulada



Es Necessita saber per un bon càlcul:

- Número de Velocitats del Resolver
- Direcció d'avanç del Resolver
- Tensió i Freqüència d'Alimentació Ideals

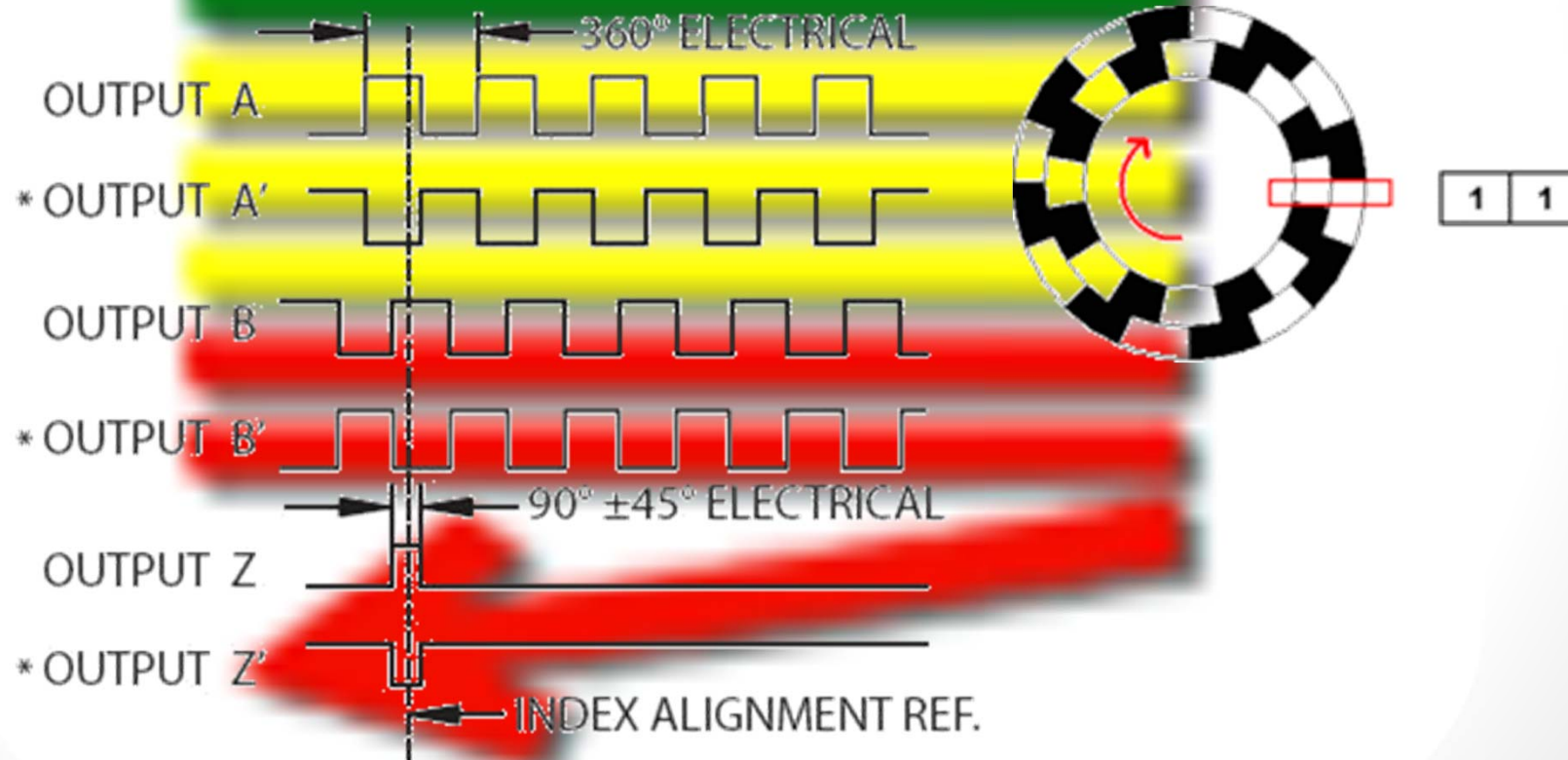
0/16





Correspon a dos canals (A i B) amb els seus corresponents complementaris (A' i B') i un mòdul Z amb el Z'

A i B: Canals Incrementals (Per Velocitat i Posició)
Z: Mòdul de Posicionament (Referència de Zero)





Correspon a una lectura d'un nombre determinat de bits per una mesura de posició Absoluta (no necessita referencia)

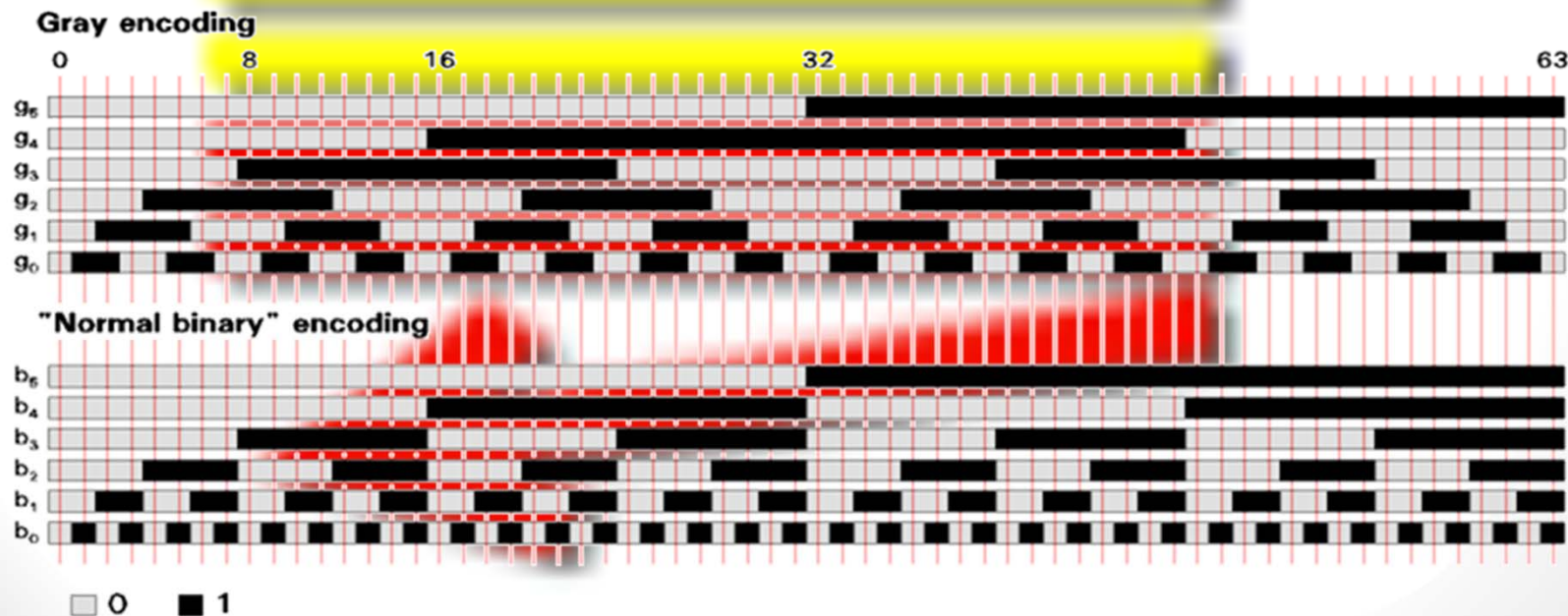
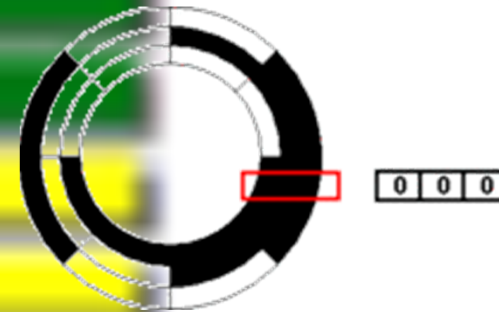
Es basa en la codificació Gray Code (Codi Gris) similar al Binari

Cada Sector del disc és ÚNIC

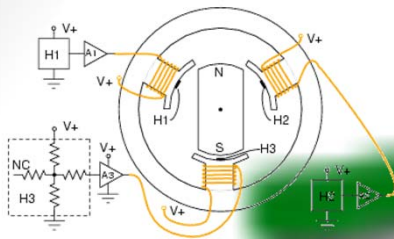
Nº Bits: precisió de la posició angular.

08 bits = $2^{08} = 0256$ posicions (error $\pm 1,406^\circ$)

12 bits = $2^{12} = 4096$ posicions (error $\pm 0,088^\circ$)



Realimentacions ServoMotors. Sensors Efecte Hall

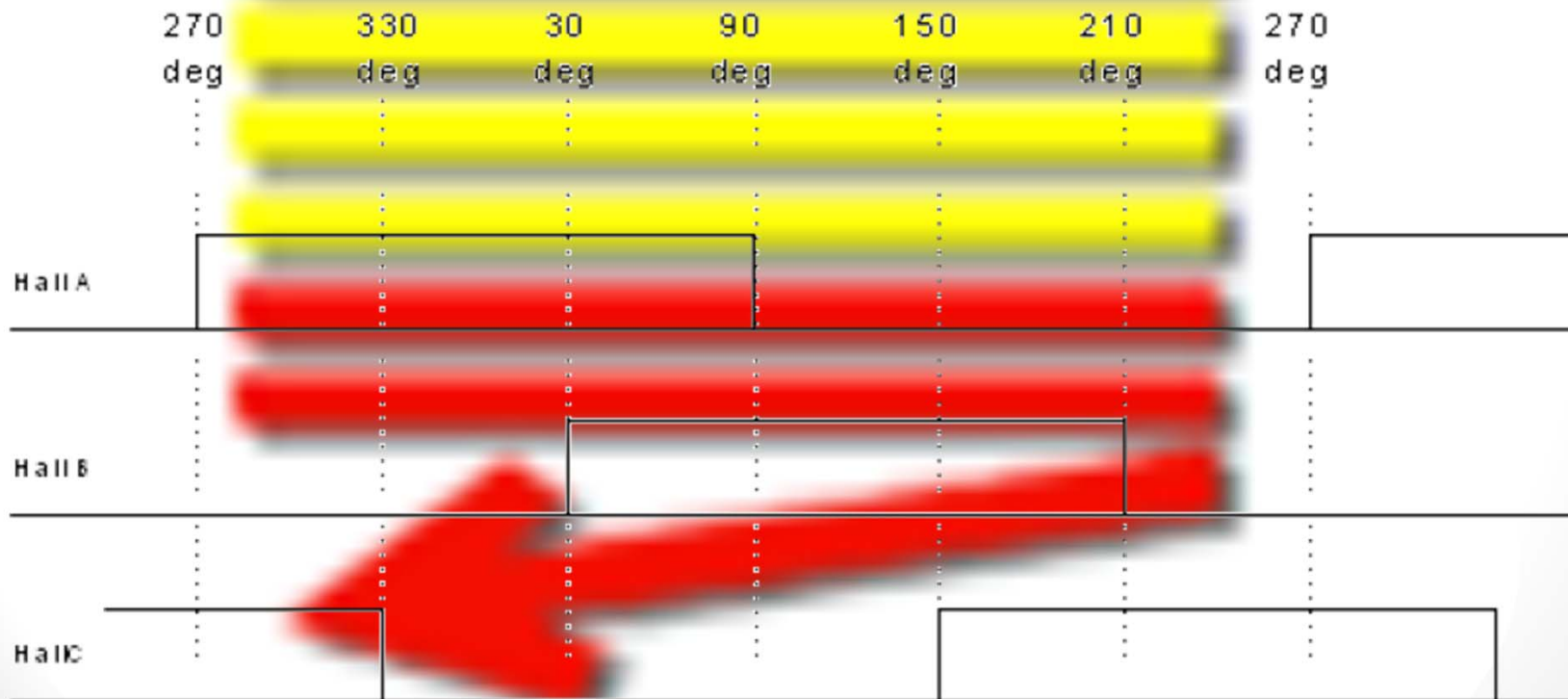


Sensors per principi d'efecte Hall; Alimentació i Senyal Actualment en desús
 S'utilitza com a mecanisme electrònic de Commutació
 No te precisió per fer posicionament

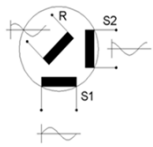
Hi ha Dues Tecnologies

Distribució 120°

Distribució 60°



Cada tipus de realimentació és adient per determinades aplicacions, cada un amb les seves característiques, avantatges i inconvenients.



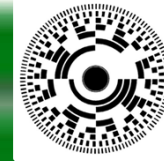
Resolver

- Industrialment Robust
- Posició de Mesura Simple
- No incorpora electrònica
- Preu Moderat
- Substitució Dificultat Mitja



Encoder Incremental

- Correcte per moltes aplicacions
- Necessita Homing
- Incorpora electrònica
- Preu Moderat
- Substitució Dificultat Baixa

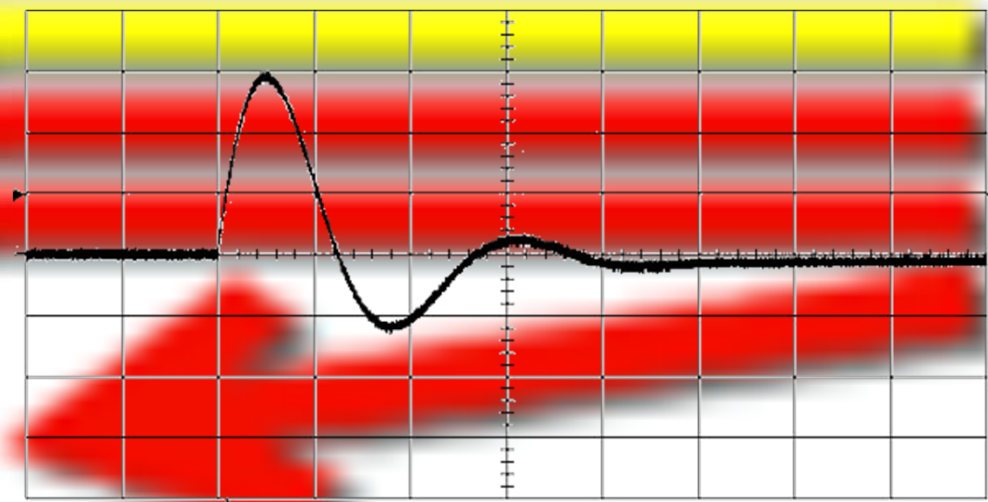


Encoder Absout

- Necessari per aplicacions d'alta precisió
- No necessita Homing
- Incorpora Electrònica
- Preu Alt
- Subtitució Dificultat Alta

PM ServoMotors AC

Proves



20 μs 1.00 kV
maximum(1) 3.00 kV

La resistència del bobinat d'un servo es mesura exactament igual que la d'un motor convencional, normalment connectat en estrella.

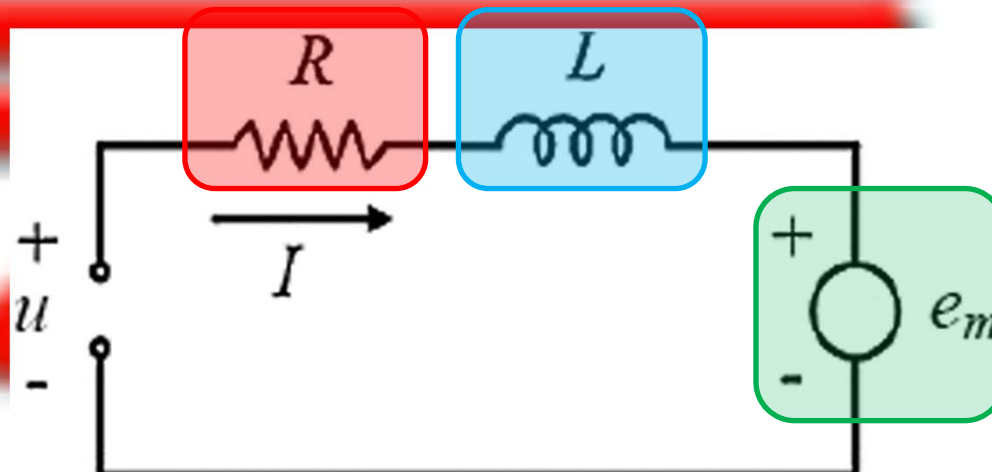
$$u_{PH} = R_{PH} \cdot i_{PH} + L_{PH} \cdot \frac{di_{PH}}{dt} + k_E \cdot n$$

Resistència Inductància FEM

R_{PH} correspon a la resistència per fase del bobinat (la meitat que la de línia).

Es comprova que les 3 fases estiguin equilibrades i el valor correspongui amb el de catàleg i/o placa de característiques.

El circuit equivalent per fase d'aquest tipus de motors correspon al següent:



Proves. Càlcul de la Inductància

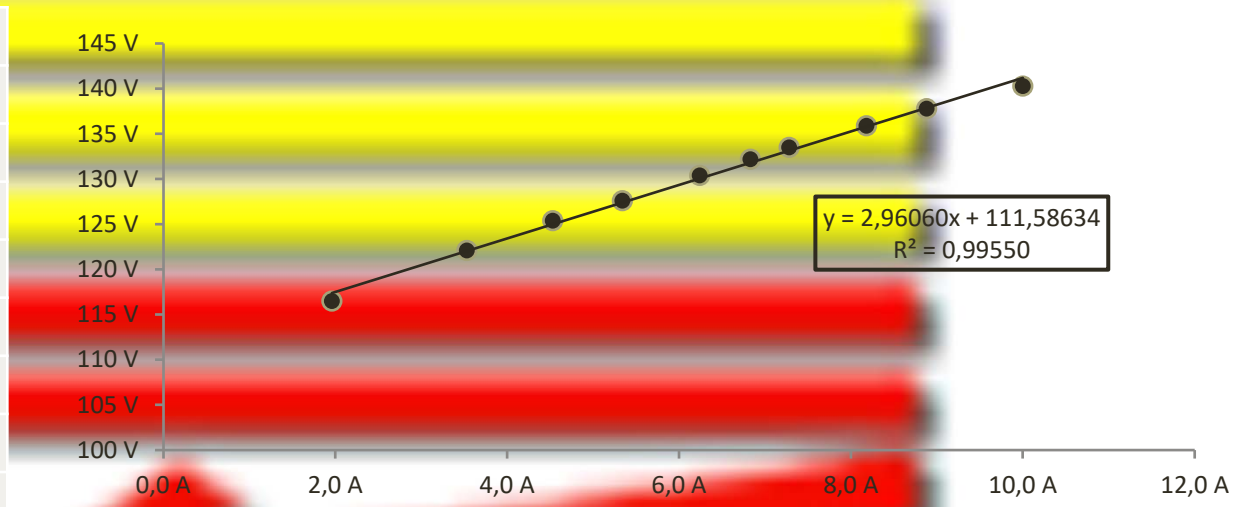
La inductància del bobinat d'un servo es pot mesurar utilitzant mètodes directes (PdMA o altres) o bé calculant-ho a partir de una prova en càrrega.

$$u_{PH} = R_{PH} \cdot i_{PH} + L_{PH} \cdot \frac{di_{PH}}{dt} + k_E \cdot n$$

Resistència Inductància FEM

L_{PH} correspon a la inductància per fase del bobinat (la meitat que la de línia).

n_{TEST}	2000 rpm
$U_{MAX} \leq U_{MAX_VSD} (230V)$	
U [V]	I [A]
116,5 V	1,96 A
122,1 V	3,53 A
125,4 V	4,53 A
127,6 V	5,34 A
130,4 V	6,24 A
132,2 V	6,83 A
133,5 V	7,28 A
135,9 V	8,18 A
137,8 V	8,88 A
140,3 V	10,00 A



$$6,94 [mH] = L_{LL} \qquad 3,47 [mH] = L_{LN}$$

Es compara el valor de la constant amb el valor de catàleg i/o de placa per valorar si és o no correcte.

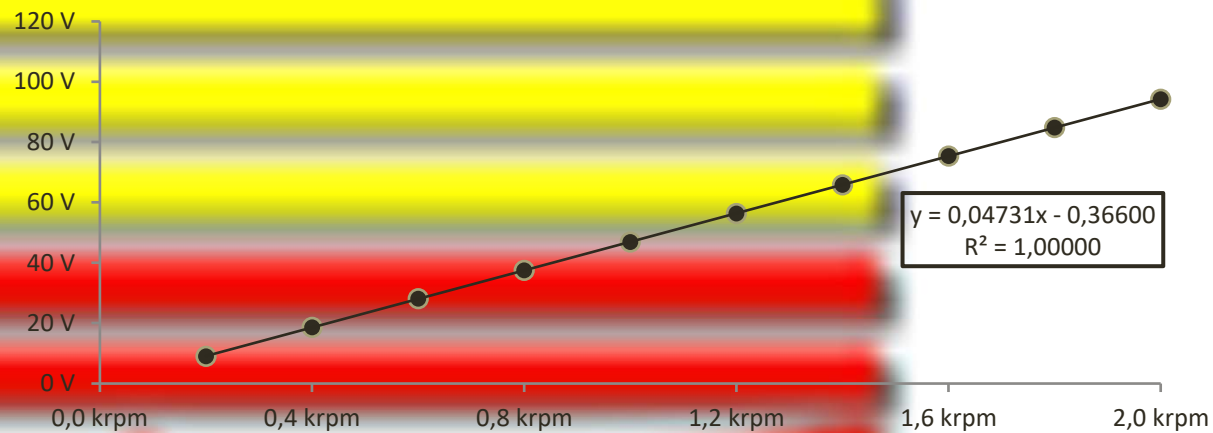
La FEM correspon a la força electromotriu (tensió) generada per un servo pel simple fet de girar.

$$u_{PH} = R_{PH} \cdot i_{PH} + L_{PH} \cdot \frac{di_{PH}}{dt} + k_E \cdot n$$

Resistència
Inductància
FEM

k_E és una constant específica, mesurada en V/rpm, V/krpm o mV/rpm

n [rpm]	FEM [V]
200 rpm	9,0 V
400 rpm	18,6 V
600 rpm	28,1 V
800 rpm	37,5 V
1000 rpm	46,9 V
1200 rpm	56,4 V
1400 rpm	65,9 V
1600 rpm	75,4 V
1800 rpm	84,8 V
2000 rpm	94,2 V



$$0,04731 \left[\frac{V}{rpm} \right] = 47,31 \left[\frac{V}{1000 rpm} \right] = k_E$$

Es compara el valor de la constant amb el valor de catàleg i/o de placa per valorar si és o no correcte.

Surge Test

Les proves d'ona de xoc s'han de fer sense el rotor, ja que la inductància del rotor en funció del seu angle afecta molt a l'ona resultant. La tensió és $2 \cdot U + 1000V$.

Dielectric Test

La prova a $2 \cdot U + 1000V$ entre bobinat i terra durant un minut.

Vibracions en Buit

Es mesuren les vibracions en els 5 punts d'acord amb IEC60034-14

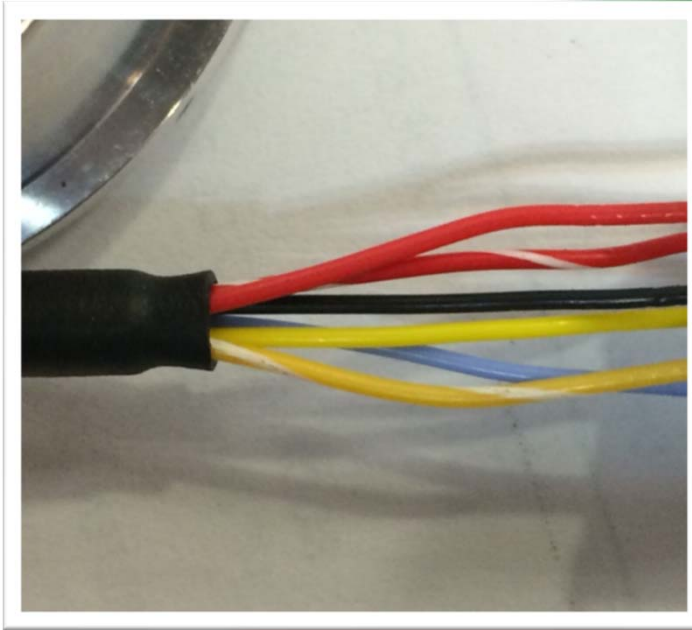


PM ServoMotors AC

Causes de Falla



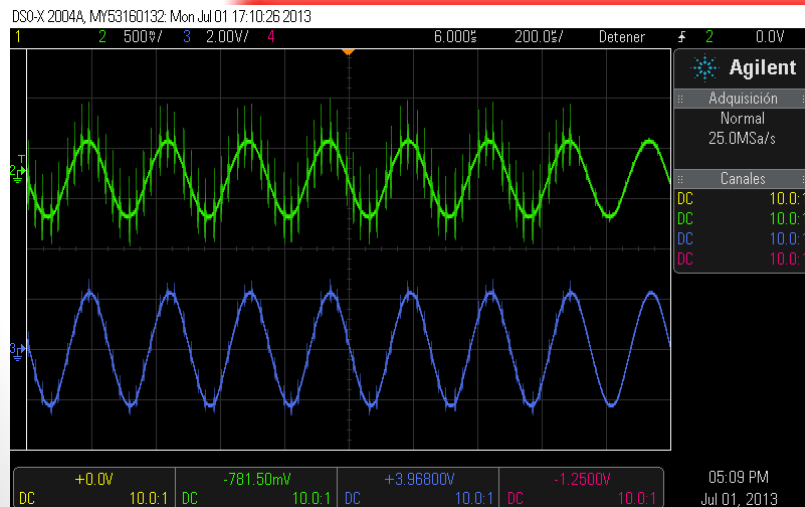
Falla el Resolver



$R_{SIN} = R_{COS}$ i pot ser igual o no a la R_{EXC}
Alimentació habitual 5V 5kHz per EXC

Colors Normalitzats Resolver

- EXC+ vermell-blanc
- EXC- negre-blanc
- COS+ vermell
- COS- negre
- SIN+ blau
- SIN- groc



Sobrecorrent

El motor pot fallar per un problema en el feedback o per desmagnetització dels imants. Es pot discernir aquest factor mesurant tensió a l'estator a una determinada velocitat i comprovar amb la de placa. Si la tensió és molt inferior (en buit o en càrrega) els imants poden estar danyats. Si està correcte, el feedback pot tenir algun problema.



L'encoder no fa res

Pot ser que l'encoder sigui de tipus comunicació sèrie, i la transmissió no sigui de freqüència, sinó la senyal estigui formada per dades. També es pot trobar encoders del tipus $1V_{SS}$, que es necessita amplificar la senyal així com multiplexar la informació de sortida.

Tipus EnDAT01



EQN 1325.001 - 2048	B7
5V+-5%	Id.Nr. 312 214-16
EnDat01	S.Nr. 11 781 681 H
HEIDENHAIN	
783301 Traunreut-Germany	

Tipus $1V_{SS}$