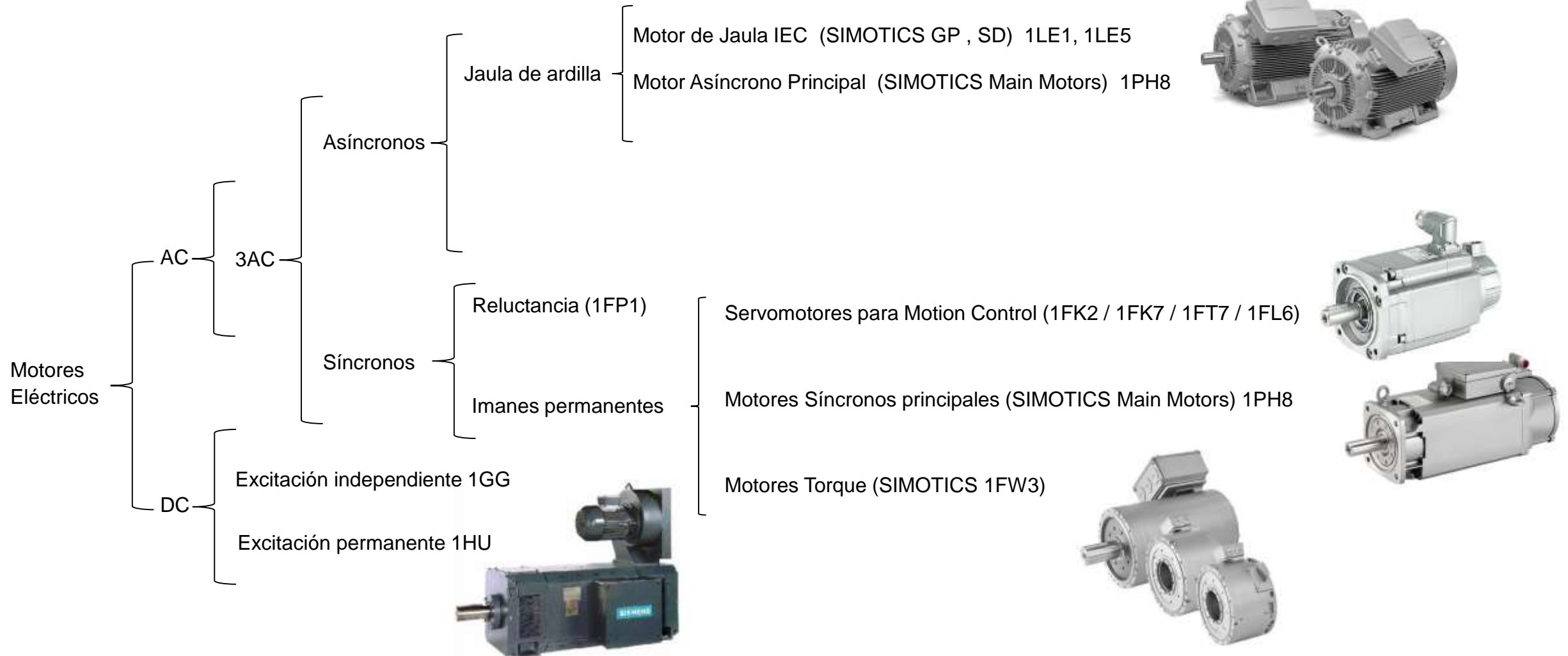


- 1** Introducción a las diferentes familias de motores de Siemens
- 2** Motores principales asíncronos y síncronos tipo 1PH8
- 3** Servomotores síncronos de Imanes permanentes (1FK2, 1FK7, 1FT7, 1FL6)
- 4** Introducción de los motores torque (1FW3)

# Vista general a la gama de motores SIMOTICS

**SIEMENS**  
*Ingenuity for Life*



# Motores principales asíncronos y síncronos 1PH8

**SIEMENS**  
*Ingenuity for Life*



# Definición del concepto de Servomotor

"Servus" , palabra del latín que significa "Sirviente" , por tanto se trata de un motor que sigue tajantemente todas las especificaciones de un controlador al que "Sirve"

Los servomotores se caracterizan por:

- Trabajar siempre de la mano de un accionamiento que realizará control de posición , velocidad o par según se requiera.
- Disponer de encoder integrado en el motor.
- Disponer de una baja inercia en el rotor, por tanto, disponen de una alta dinámica. (Motores de imanes permanentes).
- Gran capacidad de sobrecarga, lo que les permite trabajar en ciclos de servicio discontinuo como el S3.
- Como consecuencia del punto anterior, presentan excelentes capacidades para realizar controles de posición y de sincronismo.
- Diseño muy compacto (gracias a su forma constructiva y a poder ser autoventilados).
- Grados de protección muy elevados, IP64 , IP65, IP66 o IP67.
- Rizado de par bajo o muy bajo.

# Características motores principales 1PH8



Los servomotores se caracterizan por:

- Existir en dos versiones, como motor de inducción o como motor síncrono de imanes permanentes.
- Funcionamiento siempre con variador (Sinamics S120 todas las versiones y G120 sólo versiones de inducción).
- Motores con ventilación forzada o refrigeración por agua.
- Alta densidad de potencia.
- Excelente comportamiento en la zona de debilitamiento de campo (Versión de inducción).
- Alta dinámica para potencias elevadas (versión síncrona).
- Amplia gama de velocidades nominales (400 rpm a 12000 rpm).
- Amplia gama de potencias nominales (3,2 kW a 985 kW).
- Amplia gama de encoders disponibles (HTL, Seno Coseno , EnDat , Drive-Cliq).
- Posibilidad en motores de inducción de tener protección IP23, lo que aumenta aún más su densidad de potencia y los convierte en los sustitutos naturales de los SIMOTICS DC.
- Comparten tamaños y dimensiones de ejes con gran cantidad de motores antiguos (1PH4, 1PH6, 1PA6, 1PL6, 1PH7, 1GG5, 1GG6) por lo que son ideales para retrofits de máquinas existentes.

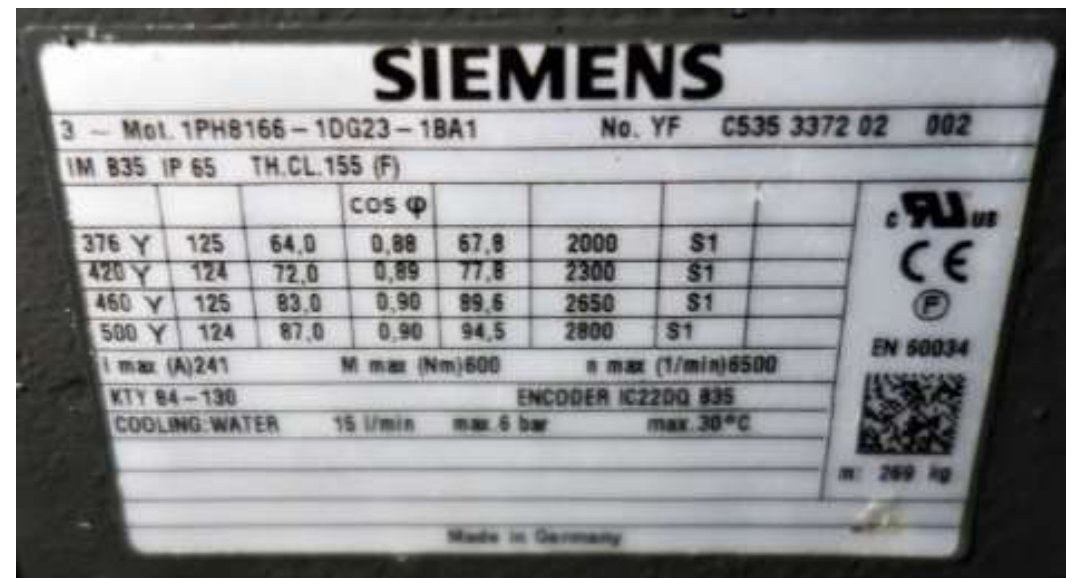
# Características motores principales 1PH8



## Placa de características de un motor 1PH8

SIEMENS							
3 - Mot. (1P)		L010		NO. YF		L020 L012	
L315 <sup>1</sup>							
IM L030		IP L040		TH.CL. L042			
U <sub>N</sub> (V)		I <sub>N</sub> (A)		P <sub>N</sub> (kW)		L048	
L050	L051	L060	L070	L080	L090	L100	L110
L120	L121	L130	L140	L150	L160	L170	L180
L190	L191	L200	L210	L220	L230	L240	L250
L257	L258	L260	L261	L263	L265	L266	L267
I <sub>max</sub> (A)		L270		M <sub>max</sub> (Nm)		L275	
L285				L290			
L295		L296		L297		L298	
L325 <sup>1</sup>				L320 <sup>1</sup>			
m: L335 kg		L330 <sup>1</sup>					
Siemens AG, Industriestr. 1, DE-97616 Bad Neustadt				Made in Germany			

No.	Description	No.	Description
L010	Article No.	L210	Rated power P <sub>N</sub> (3)
L012	Consecutive number	L220	cos φ (3)
L020	Factory serial number	L230	Rated frequency f <sub>N</sub> (3)
L025	UL mark	L240	Rated speed n <sub>N</sub> (3)
L030	Type of construction	L250	Operating mode (3)
L040	Degree of protection	L257	Rated voltage U <sub>N</sub> (4)
L042	Temperature class	L258	Connection method (4)
L045	Balancing code	L260	Rated current I <sub>N</sub> (4)
L048	Operating mode	L261	Rated power P <sub>N</sub> (4)
L049	for synchronous motors: induced voltage at rated speed V <sub>IN</sub>	L263	cos φ (4)
	for induction motors: cos φ	L265	Rated frequency f <sub>N</sub> (4)
L050	Rated voltage U <sub>N</sub> (1)	L266	Rated speed n <sub>N</sub> (4)

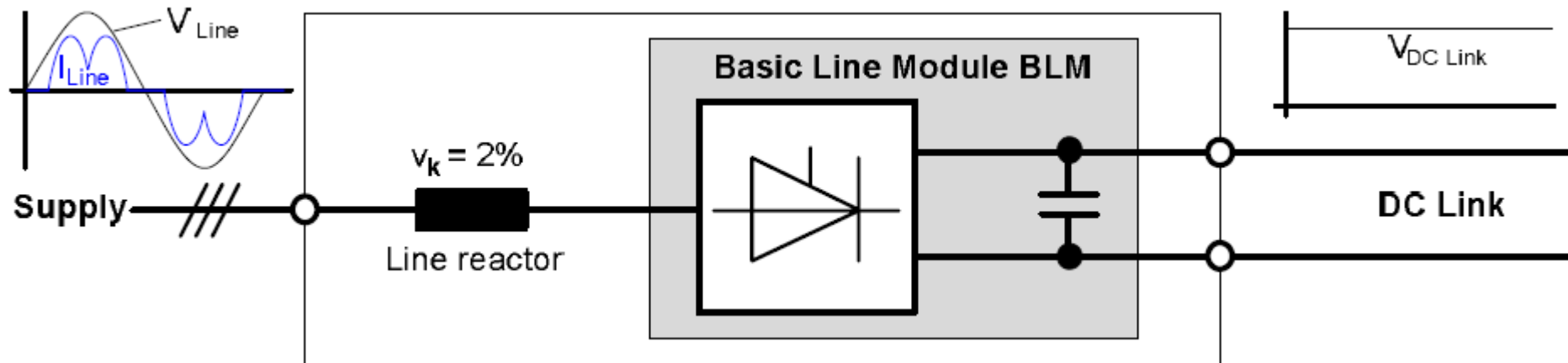


# Los servomotores de CA con corriente senoidal

## Forma constructiva y características principales:

Los servomotores SIMOTICS siempre van de la mano de accionamientos SINAMICS, de diferente tecnología:

**Tecnología “Básica”** , presente en el S120 con la BLM , el G120 con la PM240-2 , G130 y G150



$$V_{DC} = 1,35 \cdot V_{Line}$$

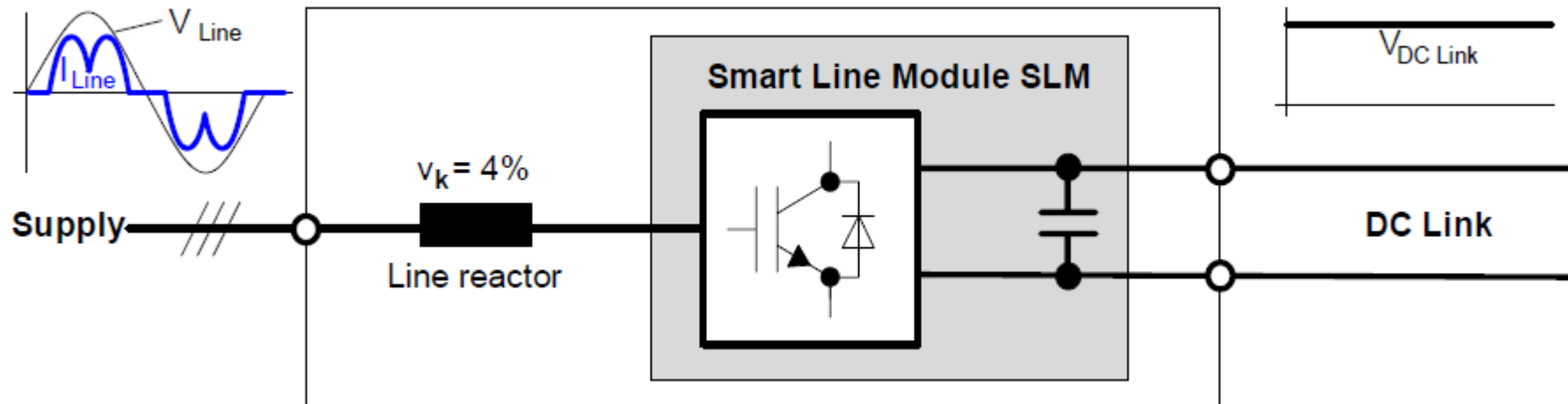
$$V_O \approx 0,95 \cdot V_{Line}$$

# Los servomotores de CA con corriente senoidal

## Forma constructiva y características principales:

Los servomotores SIMOTICS siempre van de la mano de accionamientos SINAMICS, de diferente tecnología:

Tecnología “Smart” , presente en el S120 con SLM



$$V_{DC} = 1,35 \cdot V_{Line}$$

$$V_O \approx 0,95 \cdot V_{Line}$$

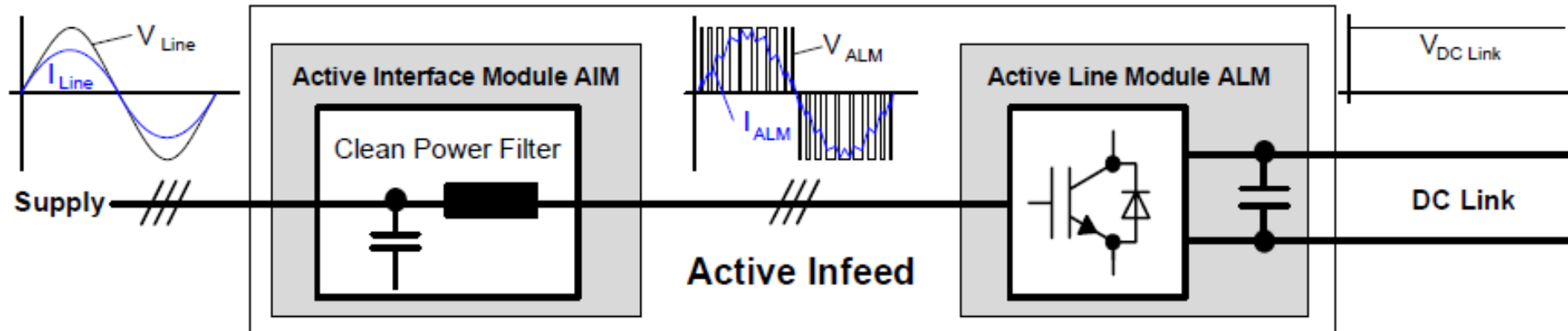


# Los servomotores de CA con corriente senoidal

## Forma constructiva y características principales:

Los servomotores SIMOTICS siempre van de la mano de accionamientos SINAMICS, de diferente tecnología:

**Tecnología “Active”** , presente en el S120 con ALM



$$V_{DC} = 1,5 \cdot V_{Line}$$

$$V_O \approx 1,06 \cdot V_{Line}$$

# Características motores principales 1PH8

SIEMENS

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos(\varphi) \cdot \eta$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi) \cdot \eta}$$

$$I = \frac{U}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L}$$

Converter type	Infeed module	Mains voltage	DC link voltage	Output voltage
		U <sub>supply</sub>	U <sub>ZK</sub>	U <sub>mot</sub>
SINAMICS S120 380 - 480 V 3 AC	Active Line Module	400 V	600 V	425 V
	Smart Line Module	400 V	528 V	380 V
	Smart Line Module	480 V	634 V	460 V



$$\text{BLM 400 V } I = \frac{64000}{\sqrt{3} \cdot 376 \cdot 0,88 \cdot 0,89} = 124 \text{ A}$$

$$K = \frac{U}{f} = \frac{376}{67,8} = 5,55 \text{ V/Hz}$$

Si se aumenta la tensión, y la frecuencia se mantiene, la intensidad sube y el bobinado se daña.

ALM 400 V

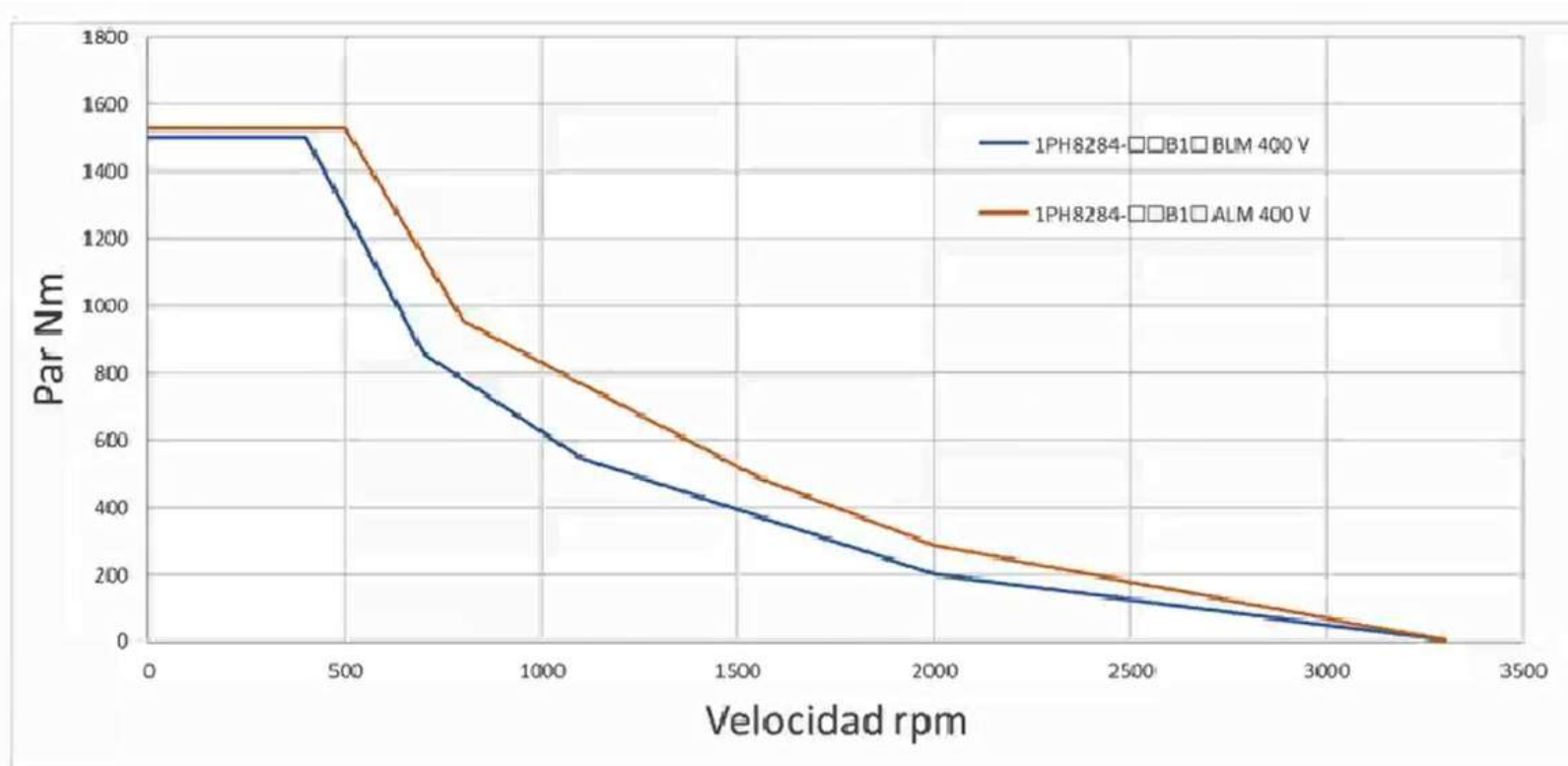
$$f = \frac{U}{k} = \frac{420}{5,55} = 76,36 \text{ Hz} \Rightarrow T_{ALM} = T_{BLM} = 306 \text{ Nm}$$

$$I_{ALM} = I_{BLM} = 124 \text{ A}$$

$$n_{ALM} = \frac{120 \cdot 76,36}{4} = 2291 \text{ rpm} \quad P_{ALM} = \frac{306 \cdot 2300}{9550} = 73 \text{ kW}$$

# Características motores principales 1PH8

En la siguiente gráfica se muestra la comparativa para un mismo devanado en el motor tipo 1PH8184-□□B□□, tanto con ALM como con BLM / SLM a 400V.



$$K = \frac{U}{f} \equiv \frac{P_n}{n_n} = \frac{80}{500} = \frac{63}{400} = 0,16 \text{ kW /rpm}$$

# Motor de inducción VS Motor de imanes permanentes

Motor de inducción 3-ph. 400 VAC, Smart/Basic Line Module, (SLM/BLM), 1PH8184-□□C□□

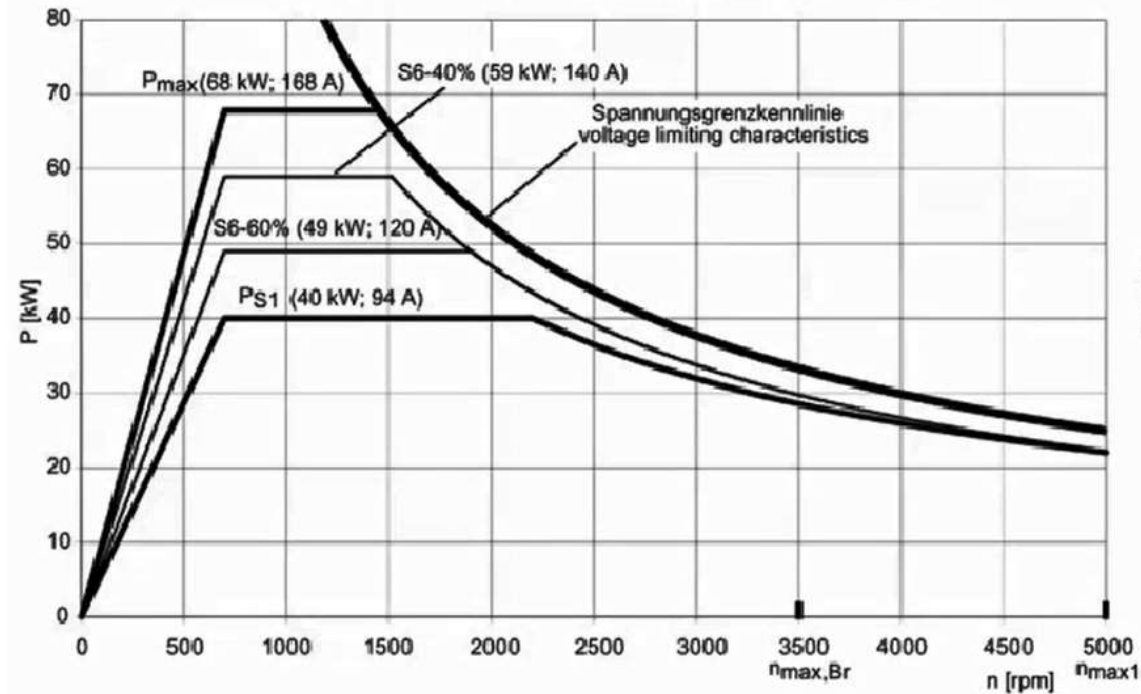
$n_{rated}$ [rpm]	$P_{rated}$ [kW]	$M_{rated}$ [Nm]	$I_{rated}$ [A]	$n_{max1}$ [rpm]	$n_{max2}$ [rpm]	$n_{max3}$ [rpm]	$n_{max, Br}$ [rpm]	$n_2$ [rpm]	$M_{max}$ [Nm]	$I_{max}$ [A]	$M_0$ [Nm]	$I_0$ [A]
700	40	546	94	5,000	-	-	3,500	2,200	925	168	546	94

Motor síncrono 3-ph. 400 VAC, Smart/Basic Line Module, (SLM/BLM), 1PH8184-2□C□□

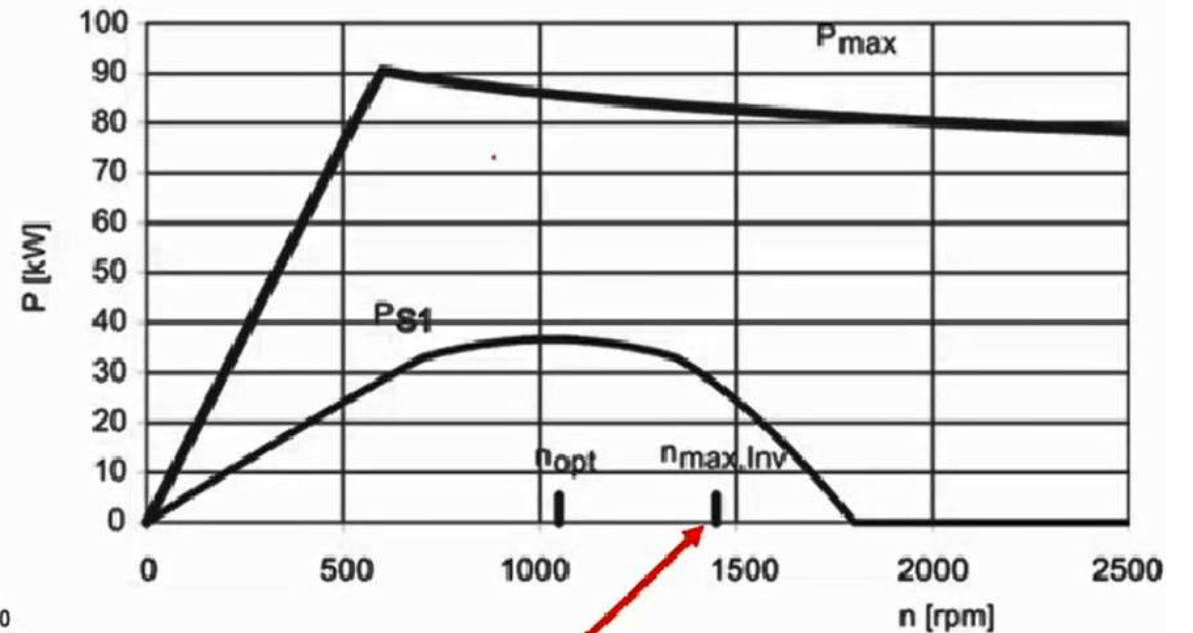
$n_{rated}$ [rpm]	$P_{rated}$ [kW]	$M_{rated}$ [Nm]	$I_{rated}$ [A]	$P_{opt}$ [kW]	$n_{opt}$ [rpm]	$n_{max}$ [rpm]	$n_{max, Br}$ [rpm]	$n_{max, Inv}$ [rpm]	$M_{max}$ [Nm]	$I_{max}$ [A]	$M_0$ [Nm]	$I_0$ [A]
700	33	450	80	37	1,050	3,800	3,500	1,450	1,450	260	480	84

# Motor de inducción VS Motor de imanes permanentes

### Motor de inducción, curva Potencia / Velocidad



### Motor síncrono, curva Potencia / Velocidad

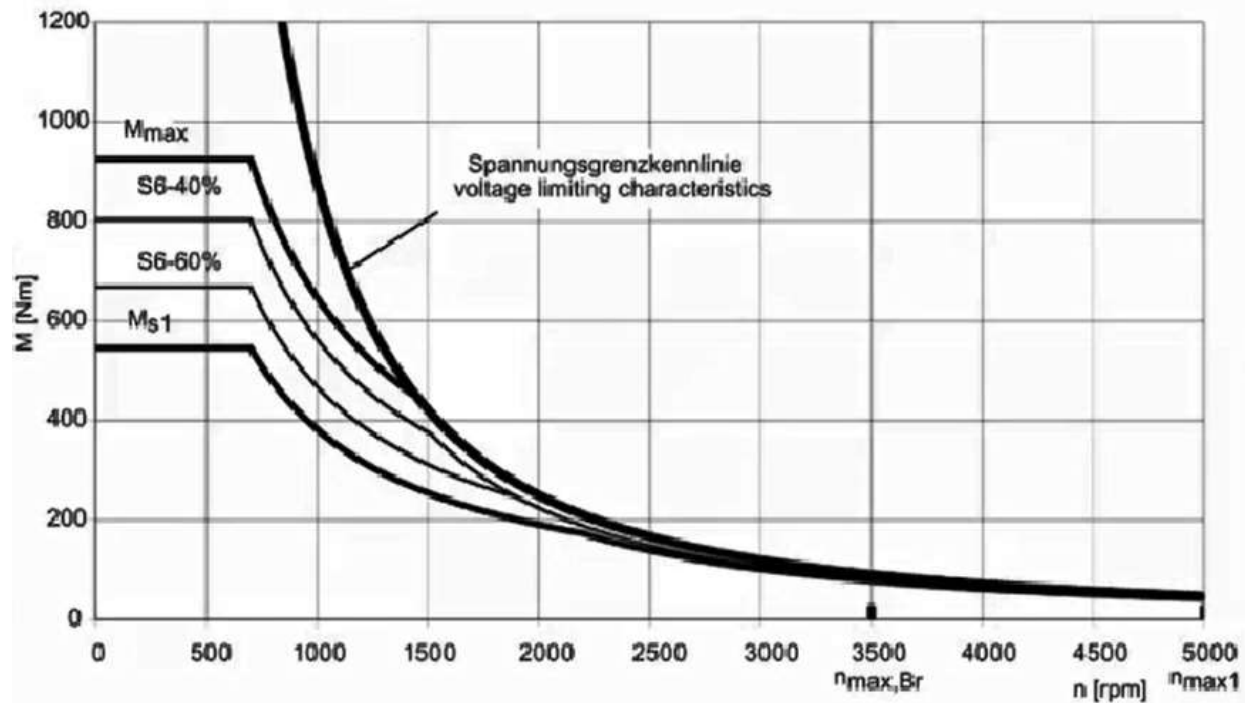


5000 rpm VS 1500 rpm

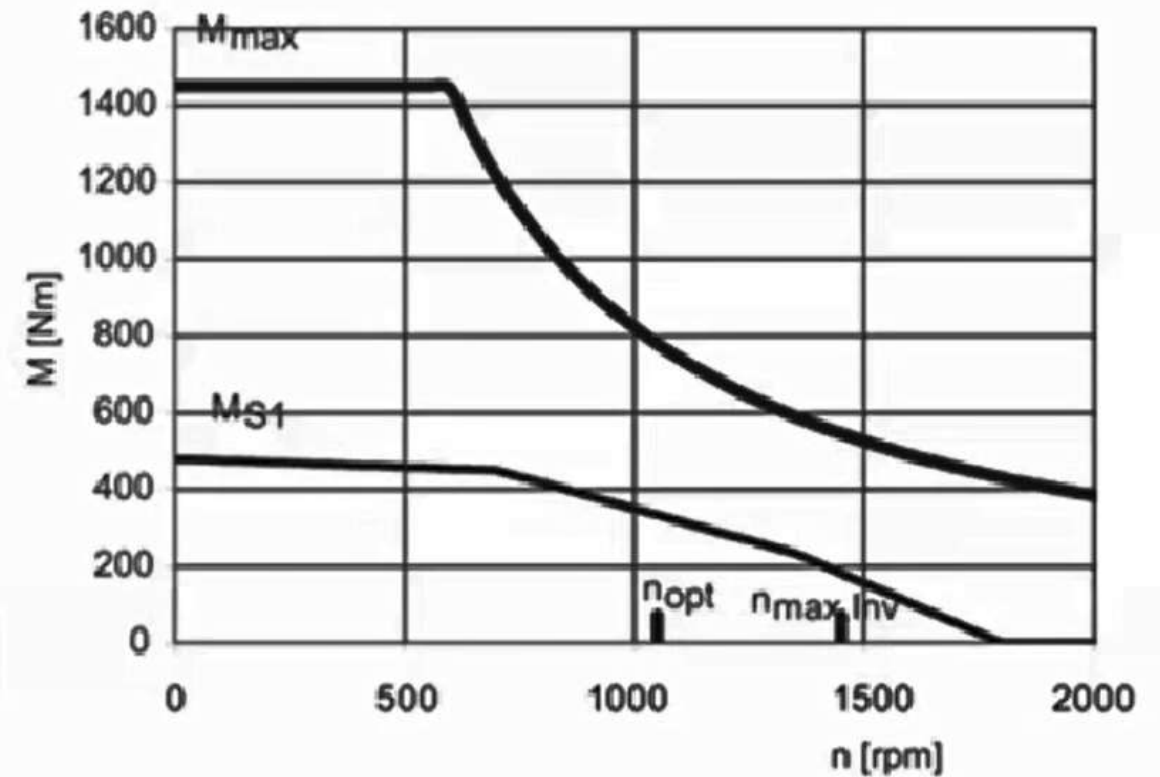


# Motor de inducción VS Motor de imanes permanentes

## Motor de inducción, curva Par / Velocidad



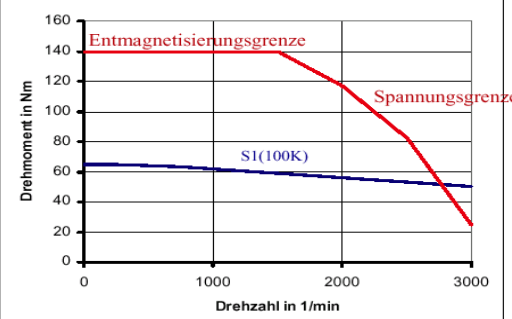
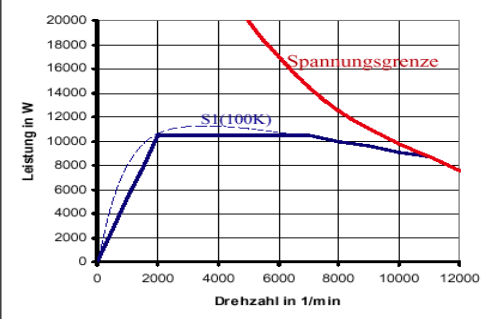
## Motor síncrono, curva Par / Velocidad



# Motor de inducción VS Motor de imanes permanentes

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

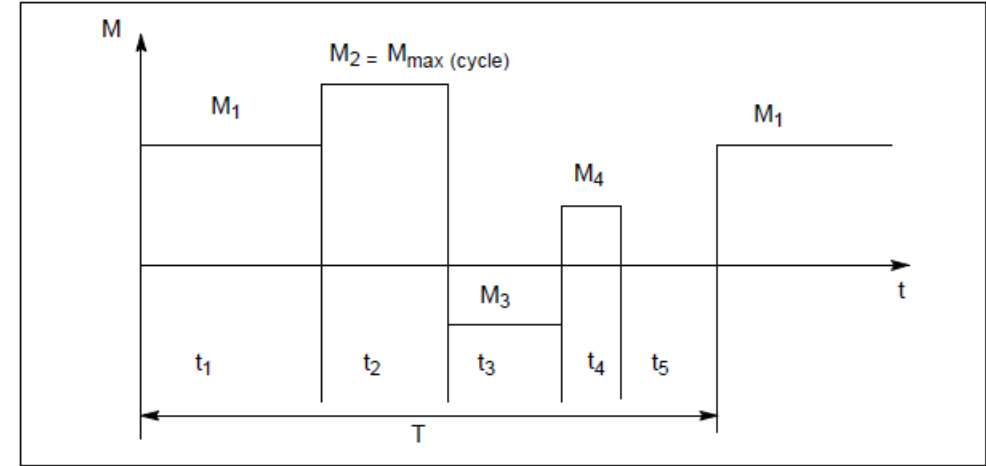
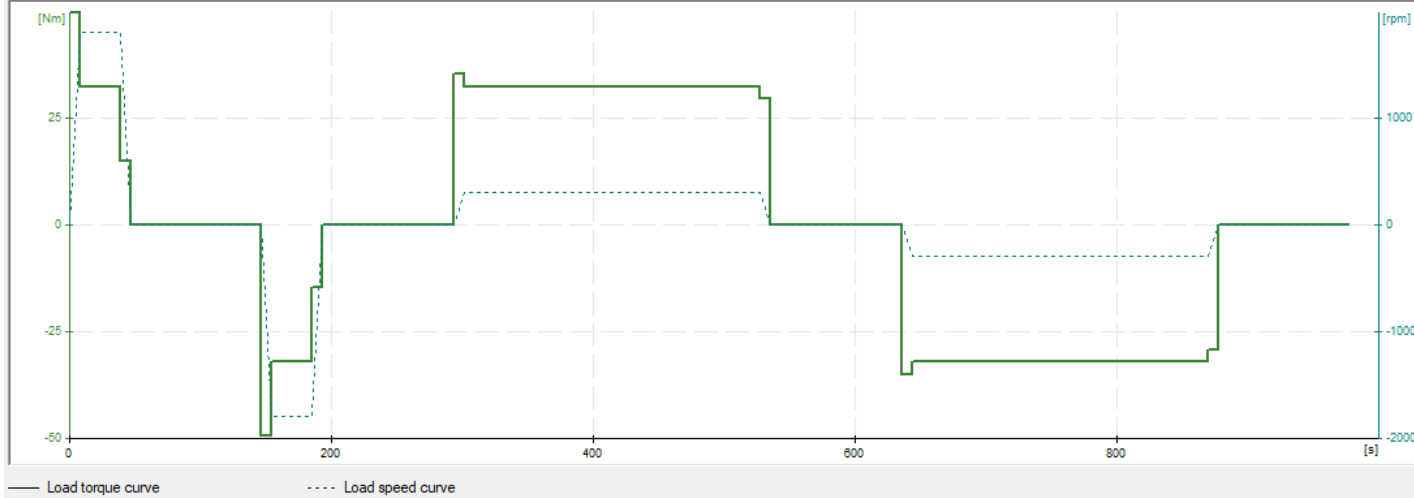
MOTORES SÍNCRONOS		MOTORES DE INDUCCIÓN		
Curvas Características				
	<b>+ Mayor densidad de par</b> <b>+ Mayor par continuo</b> <b>+ Baja Inercia</b> <b>+ Gran capacidad de sobrecarga momentánea</b> <b>+ Gran capacidad de aceleración</b> <b>+ Menor temperatura rotórica</b>		<b>+ Alta velocidad, en la zona de debilitamiento de campo</b> <b>+ Costes bajos incluso en motores de altas prestaciones.</b> <b>+ Posibilidad de ajustar consumos con el arranque Estrella – triángulo (Sólo motores normalizados con arranque DOL)</b> <b>+ Consumos de Corrientes menores a cargas parciales o en la zona de de debilitamiento de campo.</b>	
	<b>- Caros por usar materiales magnéticos.</b> <b>- Control complicado en la zona de debiliamiento de campo (Implica inyectar corriente adicional)</b> <b>- Limitación de los valores de corriente y par máximos por el material magnético.</b>		<b>- Baja densidad de par</b> <b>- Consume corriente reactiva para la magnetización</b> <b>- Capacidad de aceleración menor:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor Inercia</li> <li>- Caída del par en la zona de debilitamiento de campo.</li> </ul>	



# Dimensionamiento motores 1PH8



Type	Duration [s]	n-end [rpm]	Startup torque [Nm]	End torque [Nm]	Holding brake
1	8,00000	1799,92	49,53	49,53	No
2	31,00000	1799,92	32,20	32,20	No
3	8,00000	0,00	14,87	14,87	No
4	100,00000	0,00	5,48	5,48	Yes
5	8,00000	-1799,92	-49,53	-49,53	No
6	31,00000	-1799,92	-32,20	-32,20	No
7	8,00000	0,00	-14,87	-14,87	No
8	100,00000	0,00	5,48	5,48	Yes
9	8,00000	299,99	35,09	35,09	No
10	226,00000	299,99	32,20	32,20	No
11	8,00000	0,00	29,31	29,31	No
12	100,00000	0,00	5,48	5,48	Yes
13	8,00000	-299,99	-35,09	-35,09	No
14	226,00000	-299,99	-32,20	-32,20	No
15	8,00000	0,00	-29,31	-29,31	No
16	100,00000	0,00	5,48	5,48	Yes

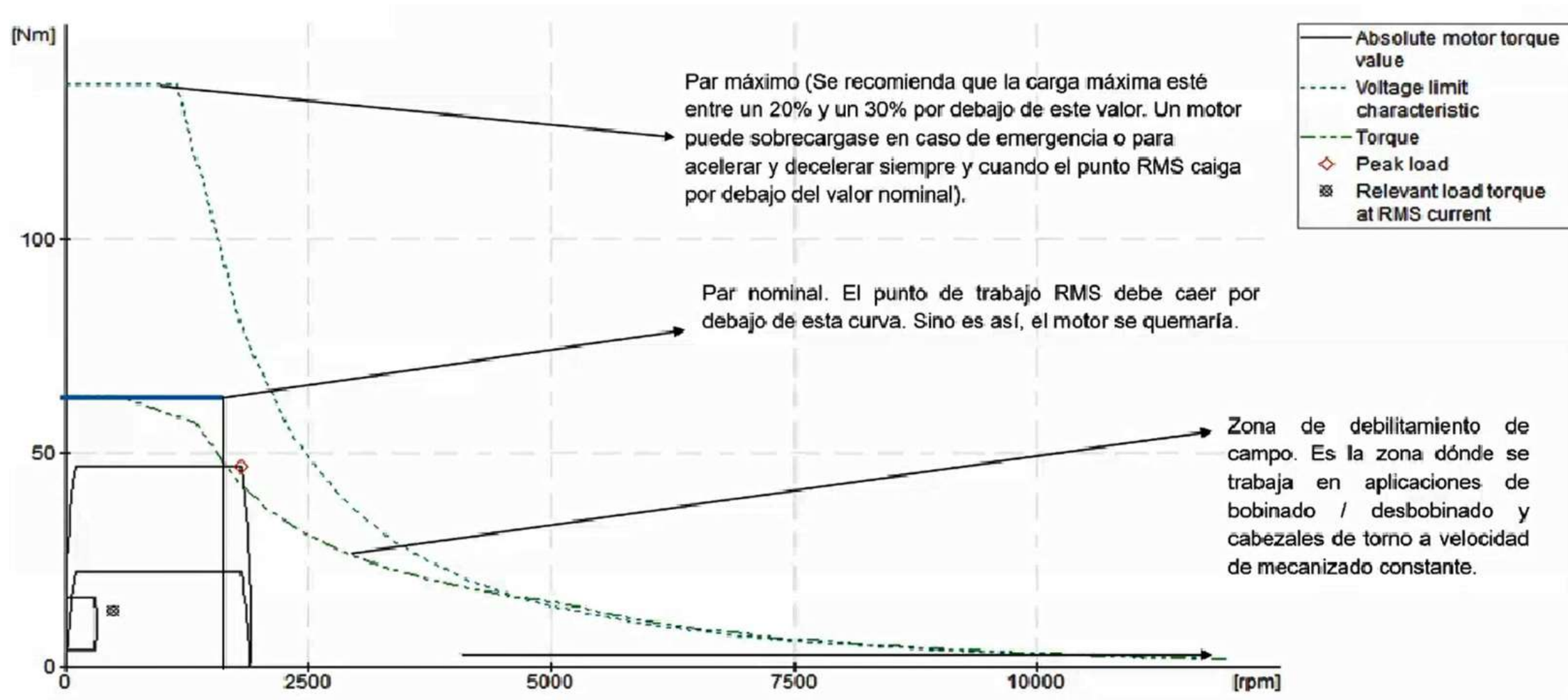


The RMS torque  $M_{rms}$  must be calculated from the load cycle:

$$M_{rms} = \sqrt{\frac{M_1^2 * t_1 + M_2^2 * t_2 + \dots}{T}}$$



# Dimensionamiento motores 1PH8



# Motor de inducción VS Motor de imanes permanentes

## Aplicaciones principales

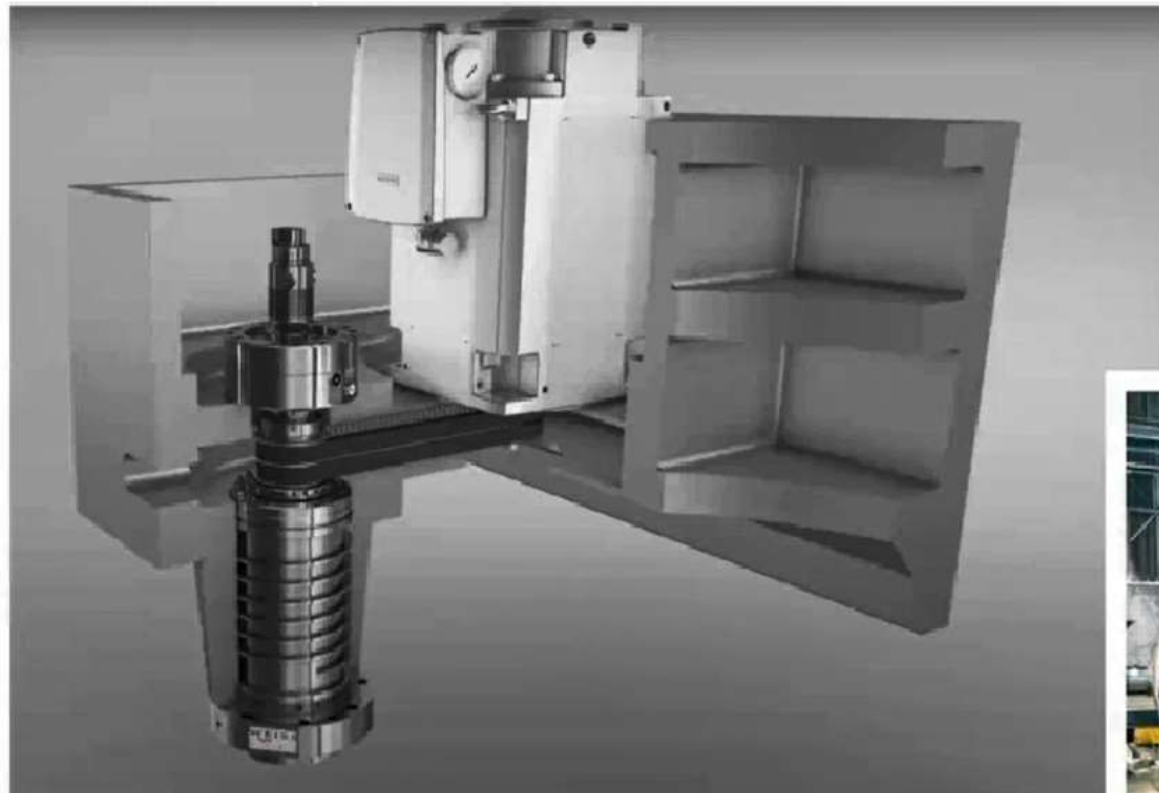
- Aplicaciones de elevación (Motor de inducción sustituyendo a motores de CC).
- Bobinadoras y desbobinadoras (Motor de inducción).
- Extrusoras (Motor síncrono).
- Cizallas volantes (Ambas versiones, el motor síncrono es más dinámico).
- Cabezales de máquina herramienta (Motor de inducción).
- Motor principal de prensas mecánicas (Motor de inducción).
- Motor buffer en servoprensas (Motor de inducción).
- Motor de avance en máquinas herramienta pesadas (Motor síncrono).
- Camino de rodillos en laminadores (ambas versiones).



# Motores principales 1PH8, algunas aplicaciones

**SIEMENS**  
*Ingenuity for Life*

Cabezal de máquina herramienta

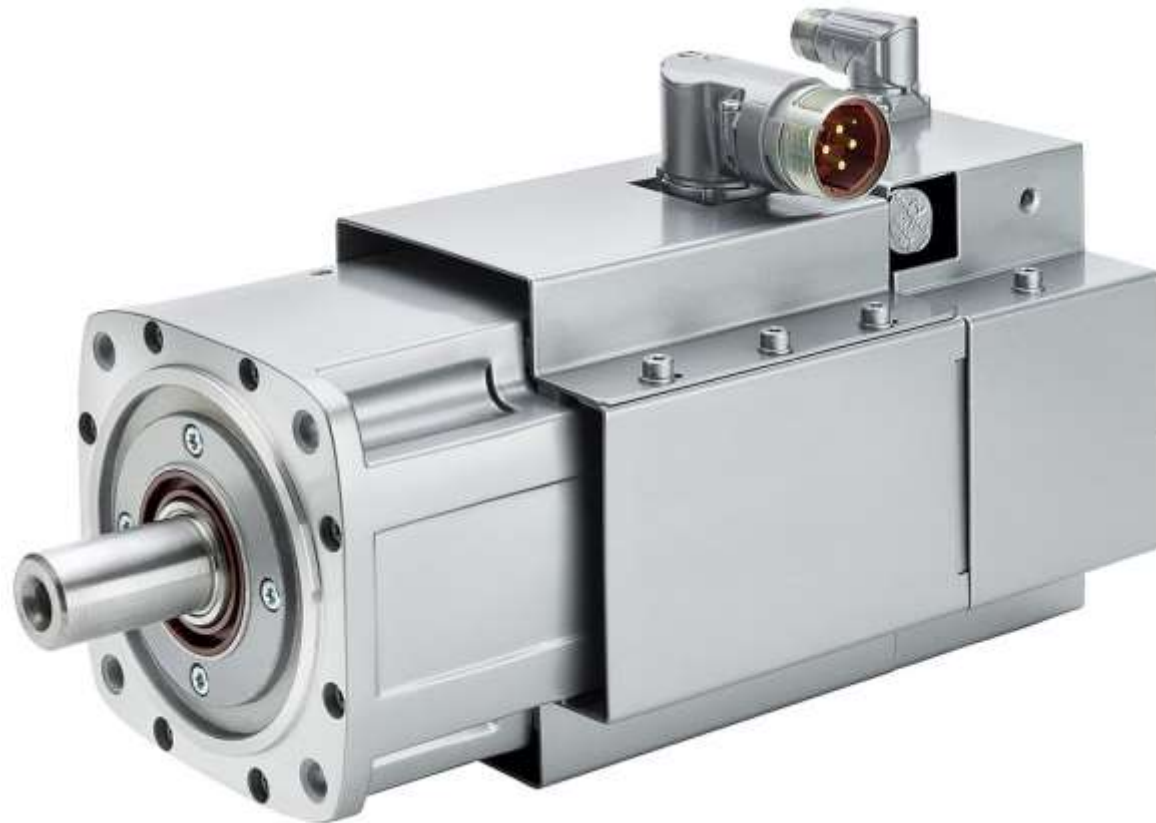


Bobinadora



# Servomotores síncronos de Imanes permanentes (1FK2, 1FK7, 1FT7, 1FL6)

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



# Servomotores síncronos de imanes permanentes (1FK2, 1FK7, 1FT7, 1FL6)

Comparativa entre familias de servomotores síncronos				
Tipo de motor	1FK7	1FT7	1FL6	1FK2
Rango de potencia	0,05 kW – 8,17 kW	0,88 kW – 45,5 kW	0,05 kW – 7 kW	0,05 kW – 6,4 kW
Velocidades nominales	2000 / 3000 / 4500 / 6000 rpm	2000 / 3000 / 4500 / 6000 rpm	2000 / 3000 rpm	2000 / 3000 / 6000 rpm
Tipos de refrigeración	Autoventilado / Ventilación forzada	Autoventilado / Ventilación forzada / Agua	Autoventilado	Autoventilado
Tipo de control	S120	S120	V90	S210



# Servomotores síncronos de imanes permanentes (1FK2, 1FK7, 1FT7, 1FL6)

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

Motor 1FK7



Motor 1FT7



# Servomotores síncronos de imanes permanentes (1FK2, 1FK7, 1FT7, 1FL6)

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

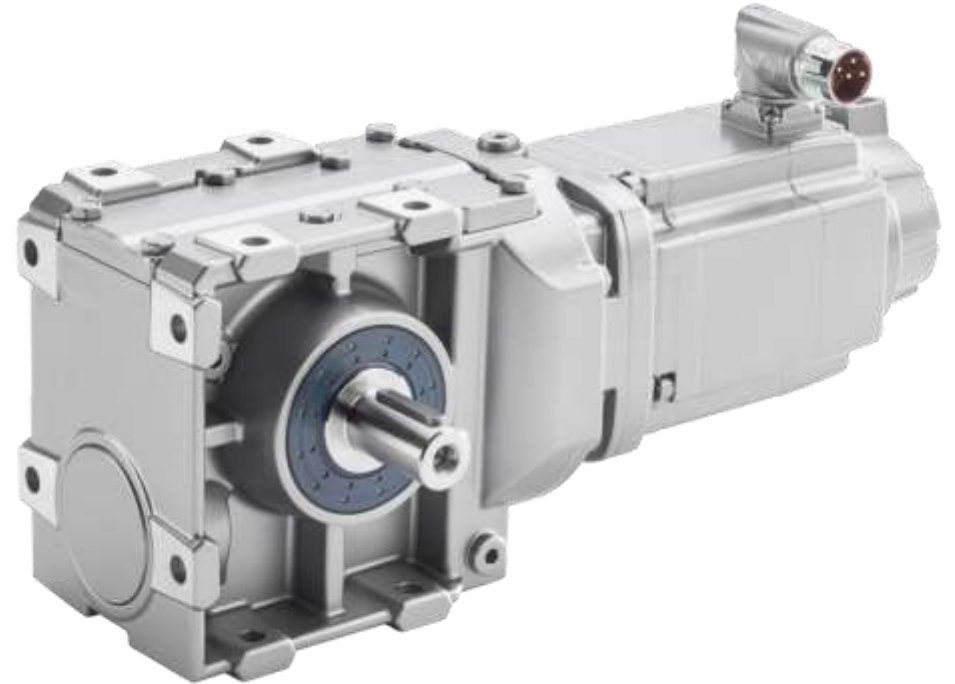
Motor 1FL6



Motor 1FK2







Servorreductor 1FG1



# Datos de placa de servomotores síncronos de imanes permanentes **SIEMENS**

*Ingenuity for Life*

<b>SIEMENS</b>			
3 ~ Mot. 1FT7105-5AF71-1CH1-Z			
No.YF: F9621 1798 01 001			Z: X04
M <sub>0</sub>	50 Nm	I <sub>0</sub>	26 A
n <sub>max</sub>	3500 /min		
M <sub>N</sub>	28,0 Nm	I <sub>N</sub>	15,0 A
n <sub>N</sub>	3000 /min		
○	Th.Cl.155(F)	U <sub>IN</sub>	375 V ○
Encoder AM24DQI P53		IP 65	
Brake 24 VDC_36,5W_85 Nm		RN 000	
XXXXX-XXXXX-XXXXX-XX		m: 14 kg	
	EN60034		
SIEMENS AG, DE-97616 Bad Neustadt Made in Germany			

Tipo motor y referencia. Número de serie y opciones "Z".

Datos eléctricos y mecánicos, son los más importantes, se nos indica:

- M<sub>0</sub> (Par a rotor parado)
- M<sub>N</sub> (Par nominal)
- I<sub>0</sub> (Intensidad a rotor parado)
- I<sub>N</sub> (Intensidad nominal)
- n<sub>max</sub> (Velocidad máxima)
- n<sub>N</sub> (Velocidad nominal)
- Clase térmica se indica una 155(F) equivale a 100K en la curva de los motores.
- U<sub>IN</sub> Tensión inducida a velocidad nominal

Otros datos:

- Encoder y freno
- Grado de protección , texto del cliente
- Normativa y lugar de fabricación

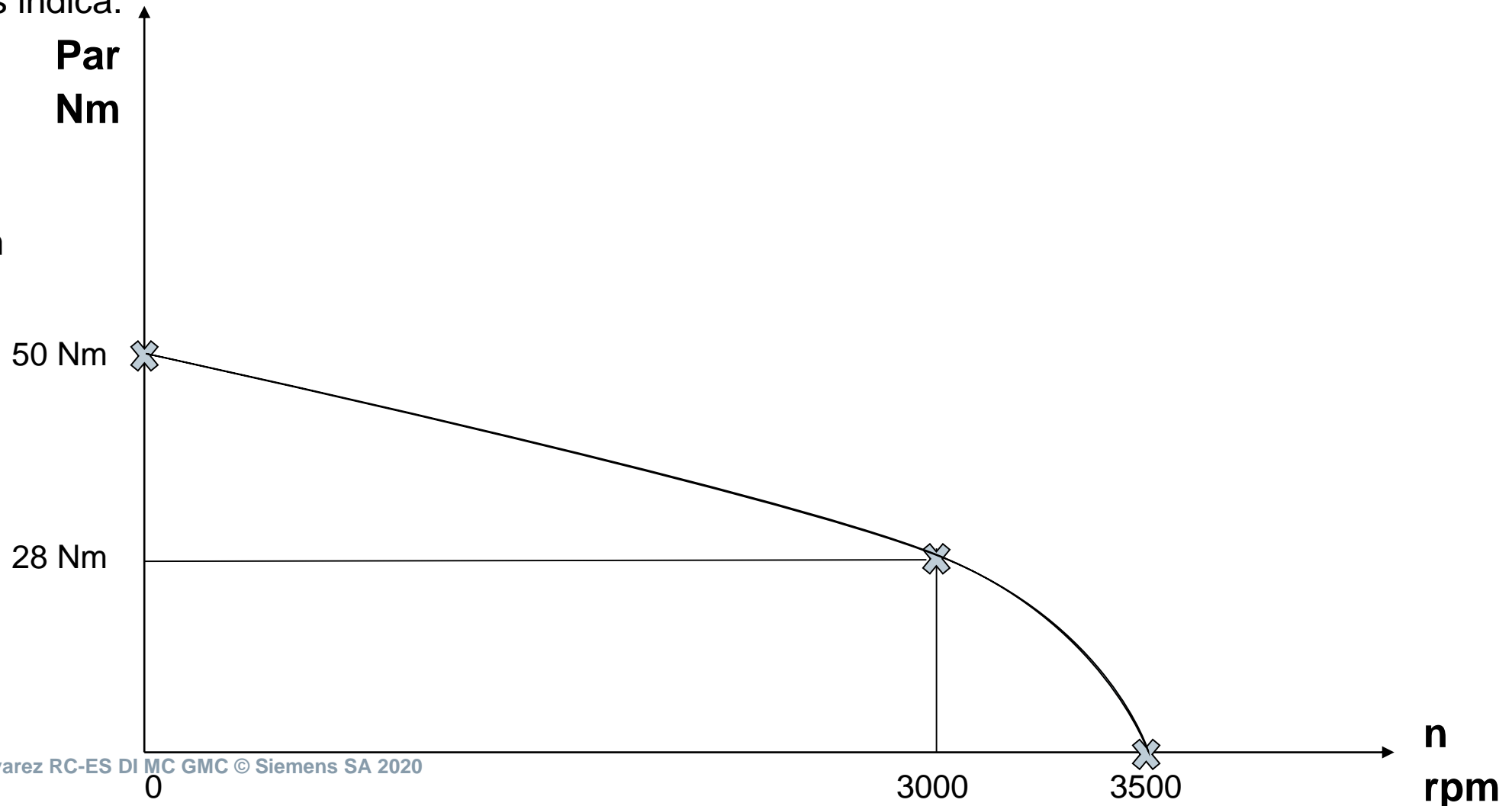


# Datos de placa de servomotores síncronos de imanes permanentes **SIEMENS**

*Ingenuity for Life*

Datos eléctricos y mecánicos, son los más importantes, se nos indica:

- $M_0 = 50 \text{ Nm}$
- $M_N = 28 \text{ Nm}$
- $I_0 = 26 \text{ Nm}$
- $I_N = 15 \text{ Nm}$
- $n_{\text{max}} = 3500 \text{ rpm}$
- $n_N = 3000 \text{ rpm}$

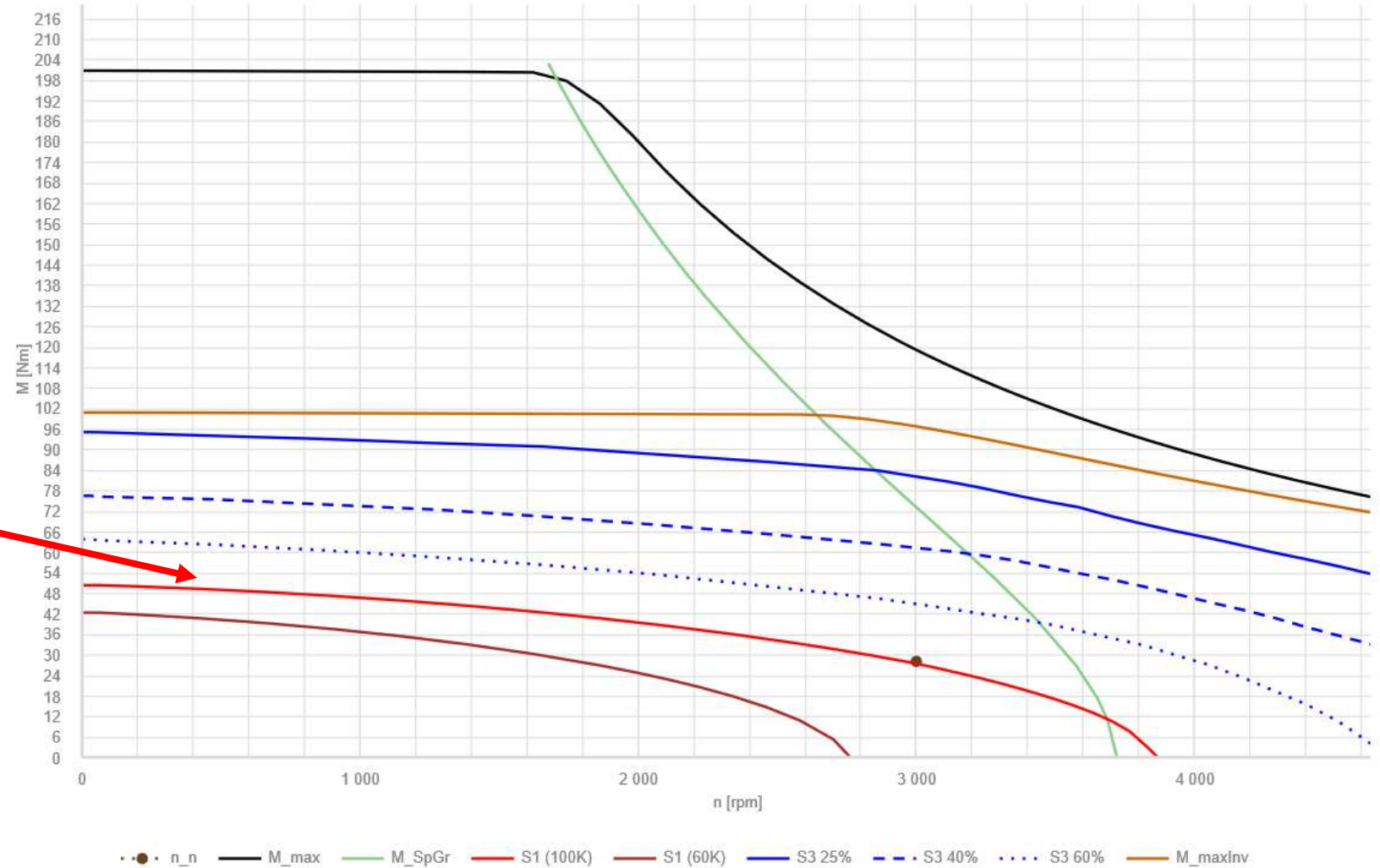


# Datos de placa de servomotores síncronos de imanes permanentes **SIEMENS**

*Ingenuity for Life*

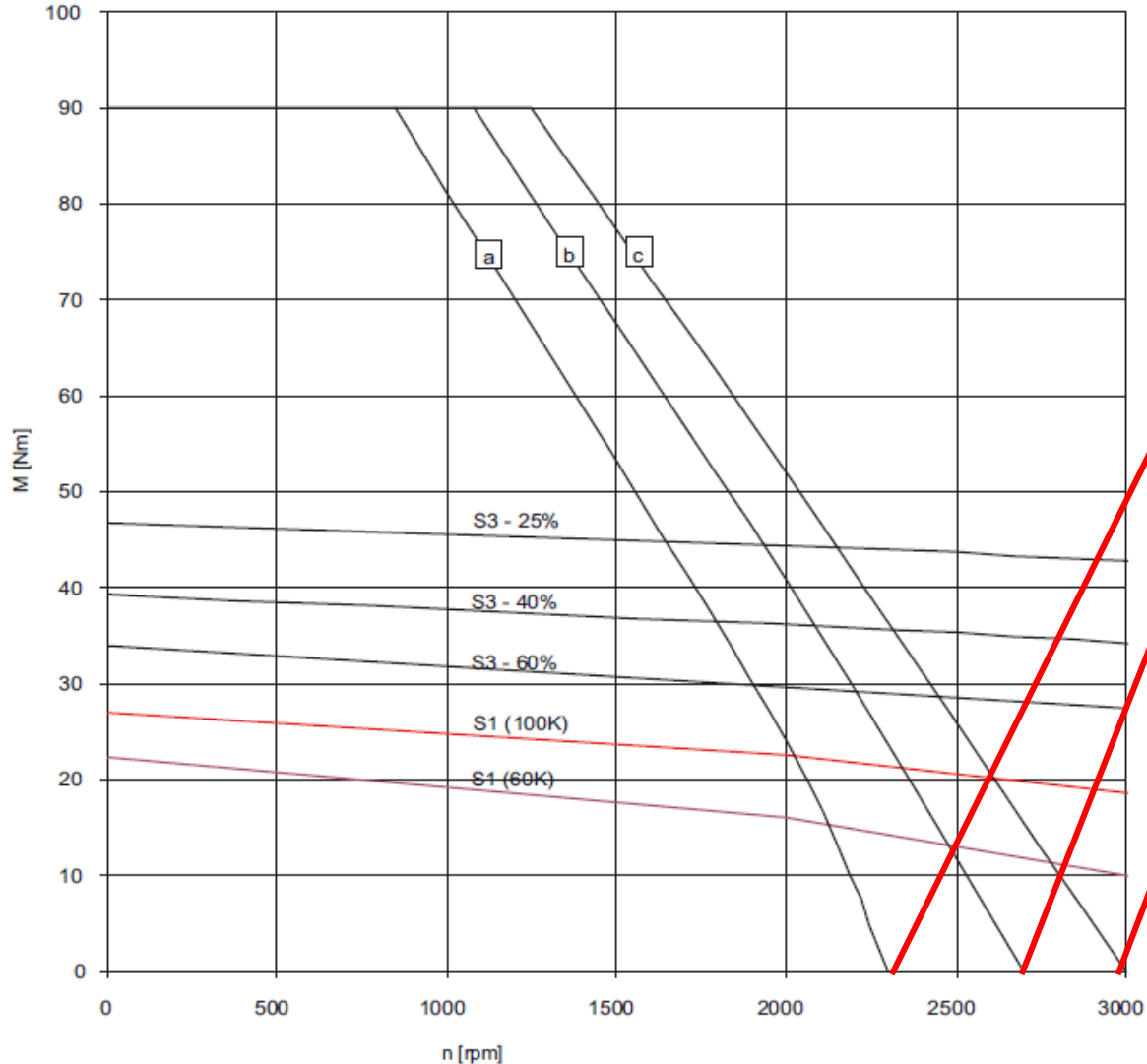
Datos eléctricos y mecánicos, son los más importantes, se nos indica

- $M_0 = 50 \text{ Nm}$
- $M_N = 28 \text{ Nm}$
- $I_0 = 26 \text{ Nm}$
- $I_N = 15 \text{ Nm}$
- $n_{\text{max}} = 3500 \text{ rpm}$
- $n_N = 3000 \text{ rpm}$



# Límite de tensión en servomotores síncronos:

1FT6086 - 8AC71



$$U_{motor} = K_V \cdot n \leq U_{max}$$

$K_V$  Constante de tensión [V / 1000 rpm]

1FT6086  $K_V = 142 \text{ V} / 1000 \text{ rpm}$

$$n_{limit} = \frac{340}{1,42} = 2390 \text{ rpm}$$

$$n_{limit} = \frac{380}{1,42} = 2770 \text{ rpm}$$

$$n_{limit} = \frac{425}{1,42} = 2999 \text{ rpm}$$

f.e.m =  $142 \cdot 2 = 284 \text{ V}$

- [a] MASTERDRIVES MC,  $V_{DC \text{ link}} = 540 \text{ V (DC)}$ ,  $V_{Mot} = 340 \text{ V}_{rms}$
- [b] SIMODRIVE 611 (UE),  $V_{DC \text{ link}} = 540 \text{ V (DC)}$  and MASTERDRIVES MC (AFE),  $V_{DC \text{ link}} = 600 \text{ V (DC)}$ ,  $V_{Mot} = 380 \text{ V}_{rms}$
- [c] SIMODRIVE 611 (ER),  $V_{DC \text{ link}} = 600 \text{ V (DC)}$ ,  $V_{Mot} = 425 \text{ V}_{rms}$

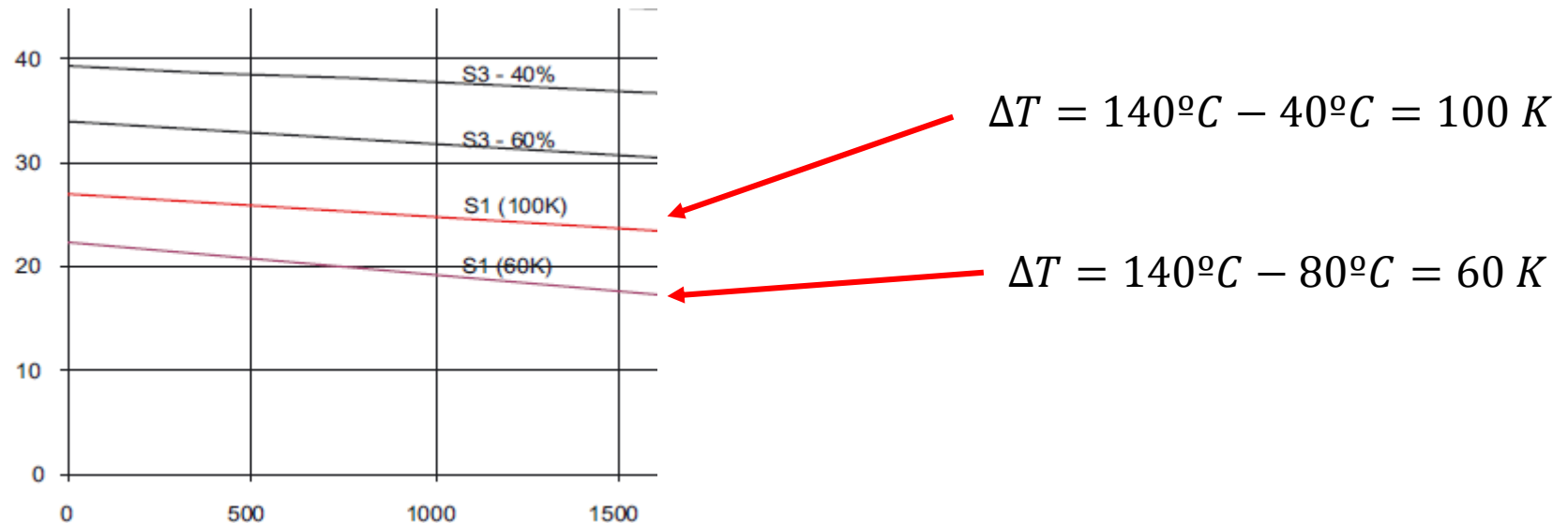
# Ciclos de trabajo y calentamiento en servomotores síncronos

**Calentamiento:** Los servomotores síncronos de imanes permanentes están diseñados para tener un calentamiento de 140°C para un temperatura ambiente de 40°C en un servicio continuo S1.

$\Delta T = 140^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C} = 100\text{ K}$  Para este caso , aplica la curva S1 100K.

Si por ejemplo la brida del servo está en contacto con elemento caliente (reductor) , y , la temperatura del reductor es de 80°C:

$\Delta T = 140^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C} = 60\text{ K}$  Para este caso , aplica la curva S1 60K (es la curva S1 100K con derating).



# Ciclos de trabajo y calentamiento en servomotores síncronos



**Ciclos:** Son ciclos normalizados en los que se toma como base el tiempo que está trabajando el motor y cuanto es el calentamiento de este durante este tiempo.

SIEMENS			
3 - Motor 1FK7040 - 5AK71 - 1KV3 - Z			
No.YF U538 6114 01 001		Z: A13	
M <sub>10</sub> 1,6 Nm	I <sub>0</sub> 2,25 A	n <sub>1max</sub> 6000 /min	I <sub>max</sub> 7,7 A
M <sub>1N</sub> 1,0 Nm	I <sub>N</sub> 1,5 A	n <sub>1N</sub> 6000 /min	n <sub>2</sub> 900 /min
Th.Cl.155 (F)	U <sub>N</sub> 258 V	IP 64	M <sub>2N</sub> 9,70 Nm (S3-60%)
Encoder A - 32	BRAKE 24VDC 13,0W 3001602	RN 000	K02
gear unit type: DYA-090	oil type: Optimol PD1		
ratio: i = 10	quantity of oil: 0,014 l m 8 kg		
mounting position: any			
C <sub>RU</sub> US		Made in Germany	
		CE EN 60034	

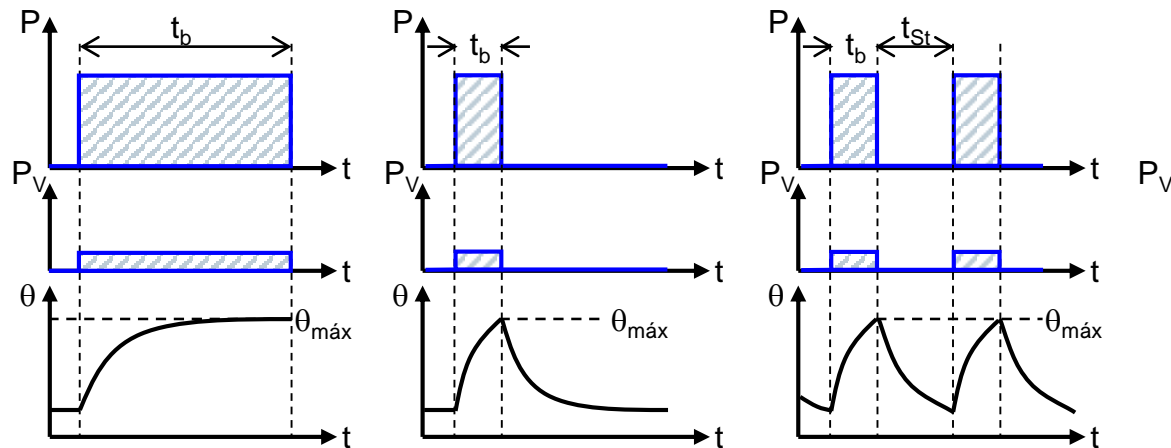
Duty types according to EN 60034-1 (IEC 60034-1)

Duty type	Description	Information required	Factor for increased power $k_{DC}$	
S1	Continuous duty Cyclic duration factor = 100 %	-	-	-
S2	Constant load for a brief time, e.g. S2 - 30 min	Load duration	60 min	1.10
			30 min	1.20
			10 min	1.40
S3	Intermittent periodic duty, where starting has no significant influence (cyclic operation), e.g. S3 - 40 %	Cyclic duration factor in % (referred to 10 min)	60 %	1.10
			40 %	1.15
			25 %	1.30
			15 %	1.40

S1

S2

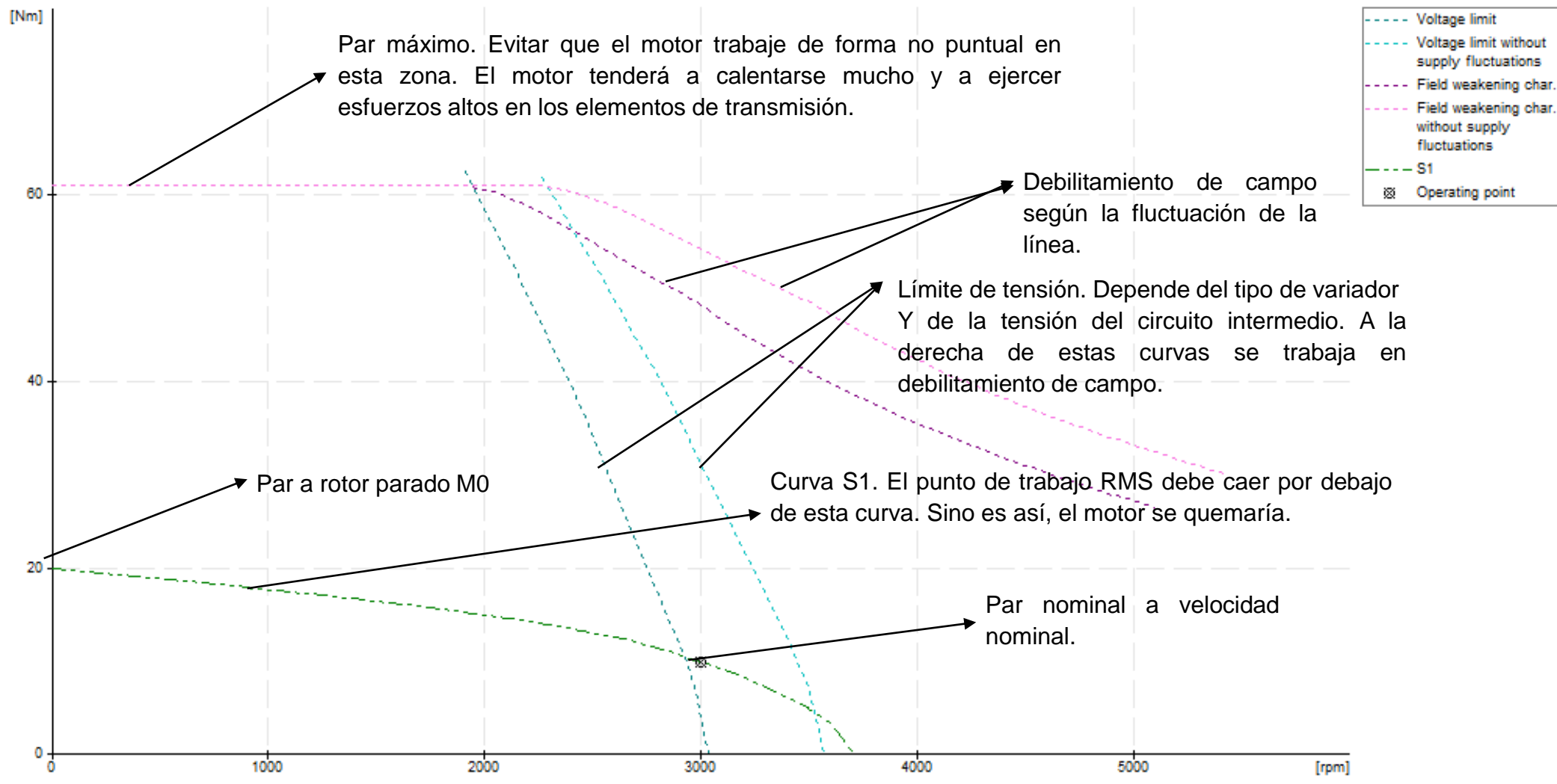
S3



$$P_{DC} = P_{rated} \cdot k_{DC}$$

Code	Description	Unit
$P_{DC}$	Power for the new duty cycle	kW
$P_{rated}$	Rated motor power	kW
$k_{DC}$	Factor for increased power	-

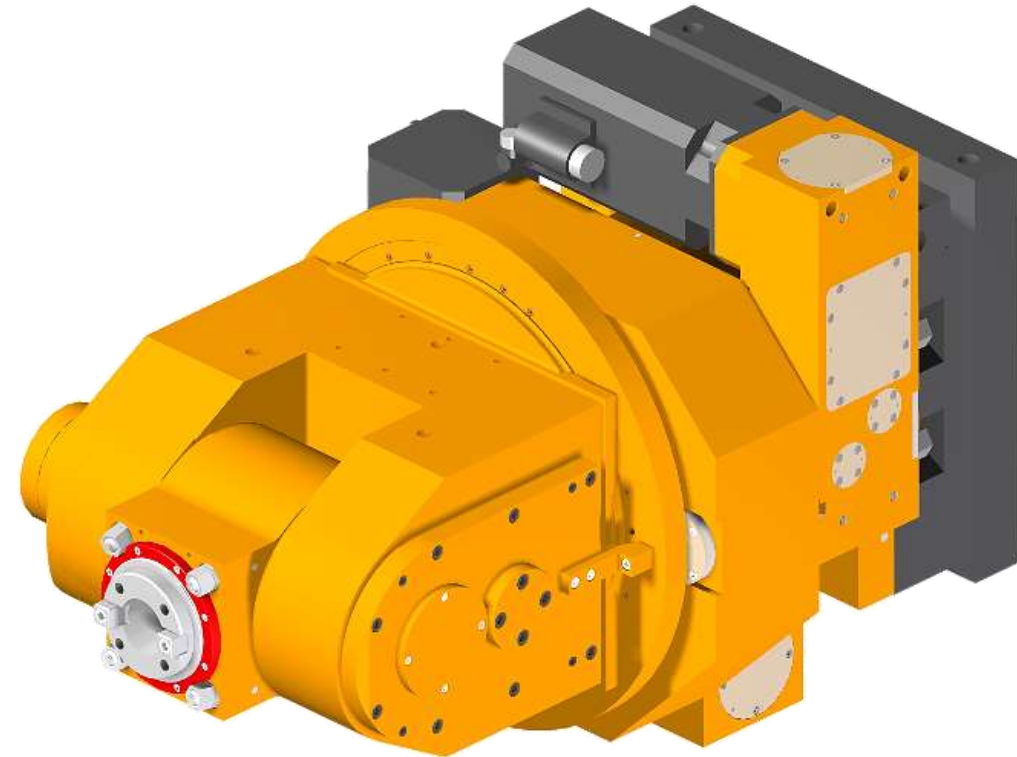
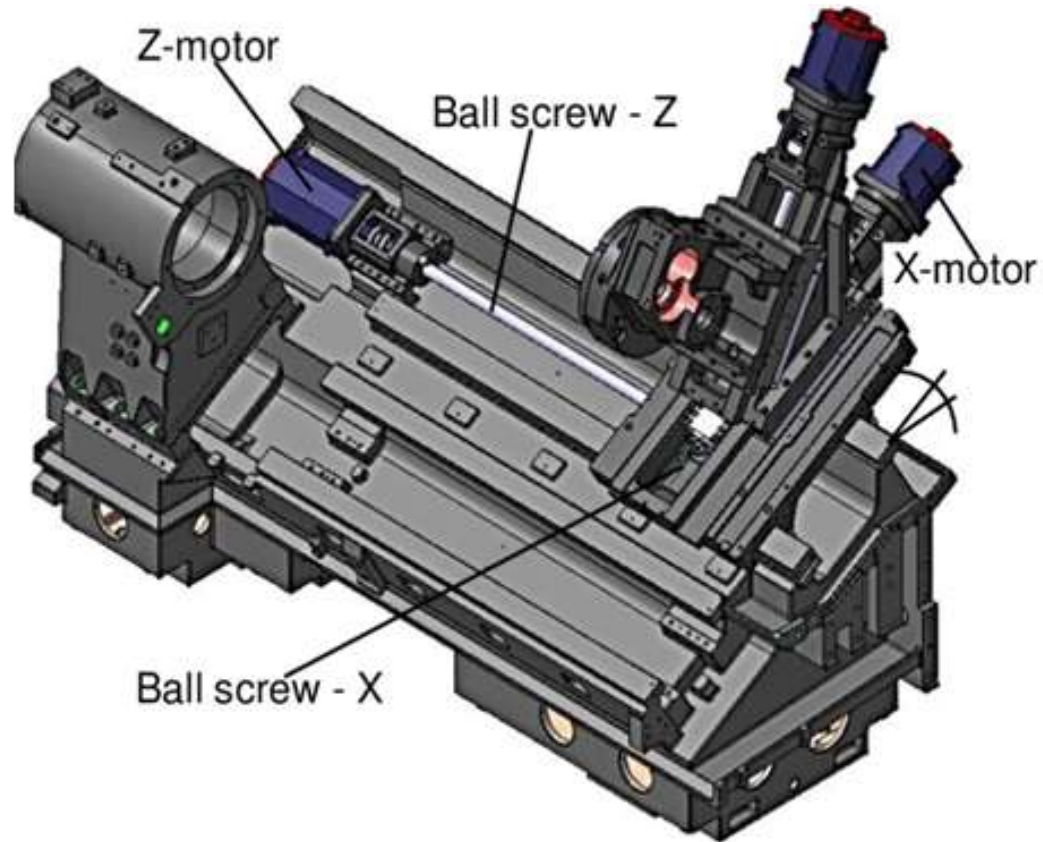
# Dimensionamientos de servomotores síncronos





# Servomotores síncronos de Imanes permanentes (1FK2, 1FK7, 1FT7, 1FL6) aplicaciones típicas

Motores de avance en máquinas herramienta



# Servomotores síncronos de Imanes permanentes (1FK2, 1FK7, 1FT7, 1FL6) aplicaciones típicas

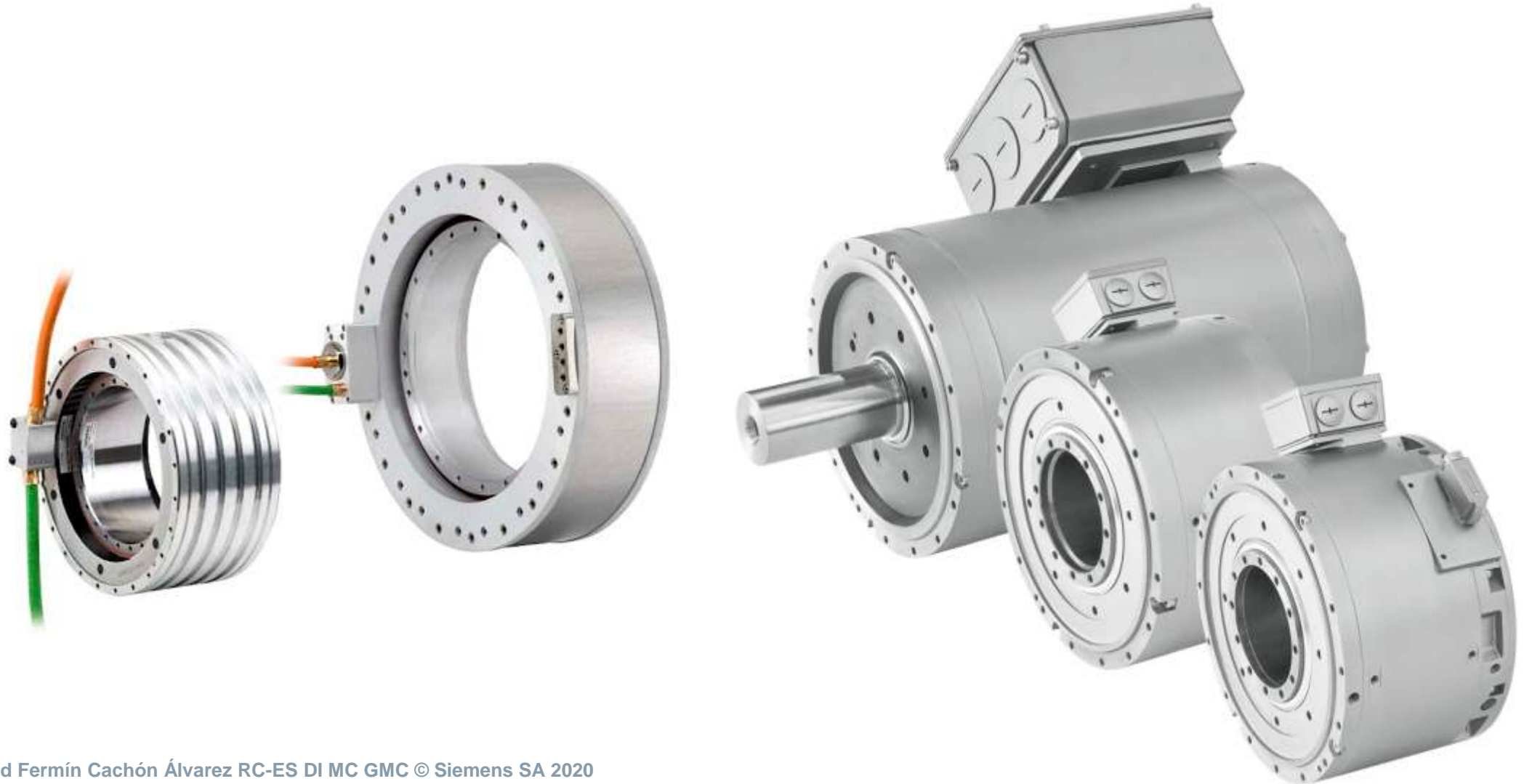
Aplicaciones de maquinaria en general





# Introducción de los motores torque (1FW3)

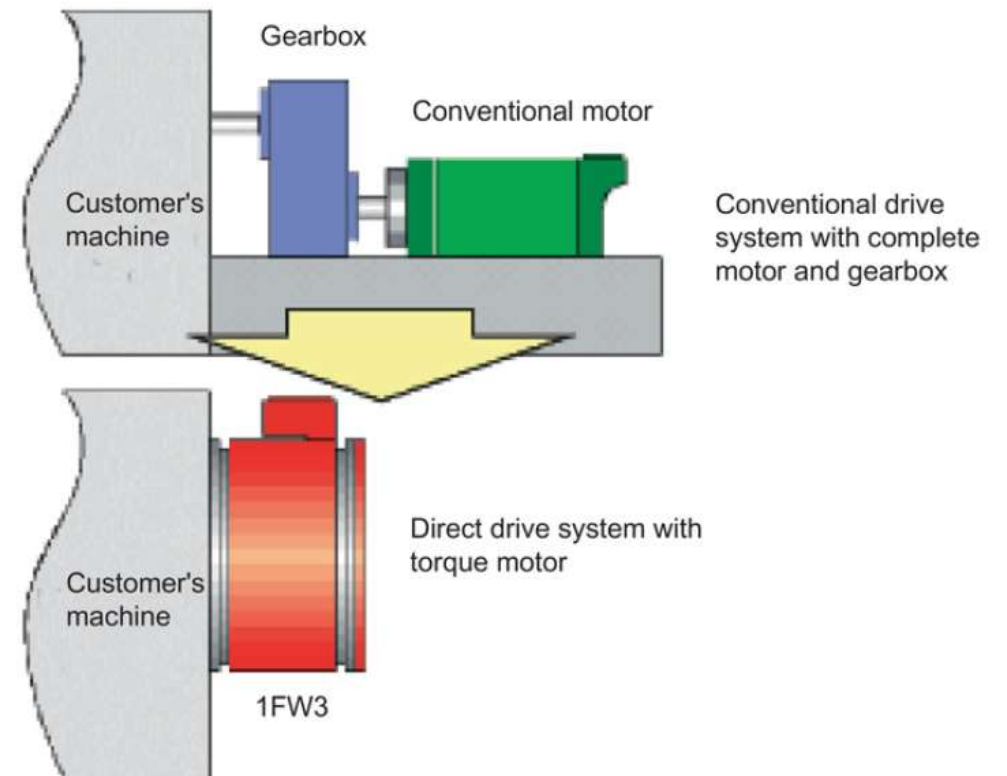
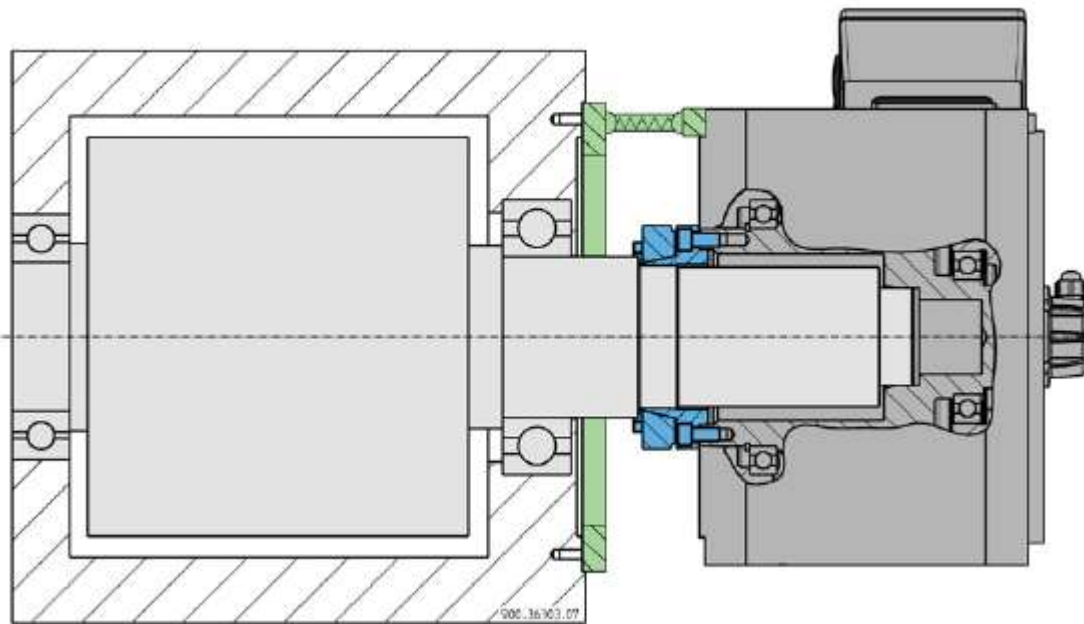
**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



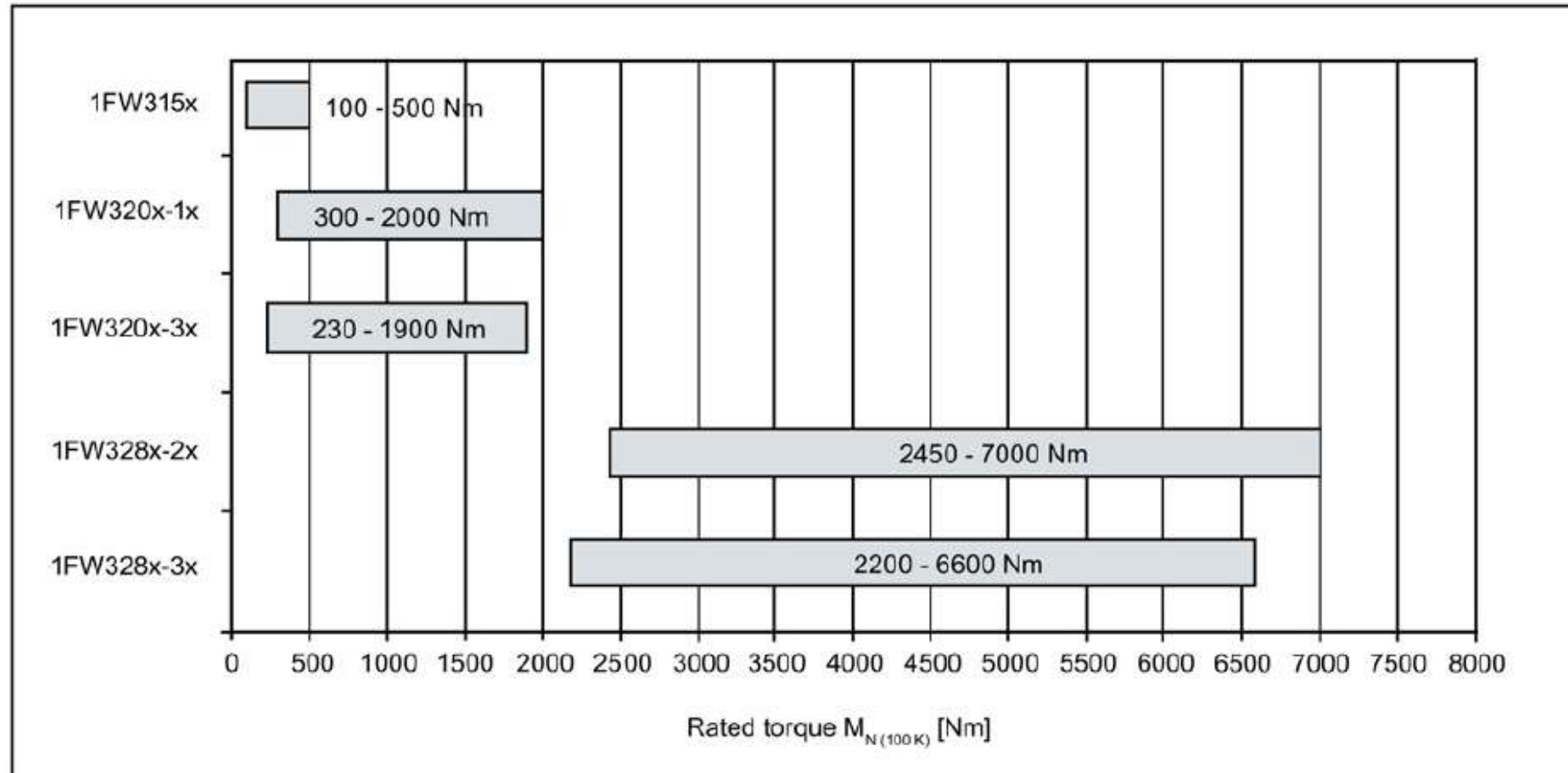
# Introducción de los motores torque (1FW3)

**Los Motores Torque** son motores síncronos de imanes permanentes con una gran cantidad de polos lo que les confiere la particular característica de poder dar pares muy altos en rangos de velocidades amplios.

¿Cuál es el objetivo de esto? Evitar el uso de reductores entre el motor y la aplicación.



# Introducción de los motores torque (1FW3)



# Introducción de los motores torque (1FW3)

## Características principales:

Posibilidad de eje hueco, sólido o versión “Plug on” para montaje con brazo de reacción.

Pares nominales hasta 7000 Nm

Velocidades nominales hasta 600 rpm

Refrigeración por agua.

Motores “Stand alone”, familia 1FW3

Motores para incorporar (IP00), familia 1FW6

Se trata de accionamientos directos que deben funcionar con S120 y Active Line Module.



¡Gracias por su atención!

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



## Selección del servomotor adecuado para cada aplicación

**Fermín Cachón Álvarez**

Ingeniero Industrial

RC-ES MC

Calle Laida, Edificio 205 planta 1a

48170

Zamudio (Bizkaia)

E-mail: [fermin.cachonalvarez@siemens.com](mailto:fermin.cachonalvarez@siemens.com)