



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Selección óptima de motores de inducción desde catálogo

Apellidos, nombre	Pineda Sánchez, Manuel (mpineda@die.upv.es)
Departamento	Departamento de ingeniería Eléctrica
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales Universidad Politécnica de Valencia



1 Resumen.

En este artículo se propone y se desarrolla un método sencillo y a su vez práctico de obtención del circuito equivalente del motor de inducción. Se aporta (no se analiza su método de análisis) las ecuaciones y esquemas más usuales de dichos circuito equivalentes.

Se desarrolla un ejemplo práctico de obtención de citado circuito equivalente desde la hoja de catálogo comercial, de tal manera que pueda servir de ejemplo de aplicación.

2 Introducción

Cuando en una aplicación industrial se necesita utilizar un motor eléctrico, se necesita conocer las características de dicha máquina eléctrica. Además de conocer los parámetros básicos de la aplicación, tales como potencia disponible, corriente y tensión de alimentación, etc., se deben de conocer otras características propias del motor, lo que permiten optimizar la aplicación y uso de este tipo de máquinas impulsoras.

Si además, debido a la aplicación, se requiere un control y/o regulación del motor eléctrico mediante equipos industriales adecuados, entonces se hace necesario incluso disponer de detalles del motor, que se obtienen de una serie ensayos normalizados que puedan aportar los valores de una identificación mucho más completa del motor. El problema aparece cuando no se dispone del motor o mejor dicho de una serie de motores que permitan ensayarlos de forma que se pueda realizar una elección lo más óptima posible.

Por lo tanto se trata de buscar métodos de análisis de motores que realmente no disponemos pero que podamos encontrar datos (los principales) en catálogos, y desde esta información se pueda realizar los estudios necesarios que permitan una elección lo más óptima posible que a su vez permita la adquisición del motor adecuado con un porcentaje de acierto muy elevado.

3 Objetivos

El autor de este artículo, considera de alta utilidad práctica e industrial la lectura y comprensión de este artículo, por parte de los técnicos que tengan la necesidad de adquirir un motor de inducción.

Por tanto son varios los objetivos que se plantean con la difusión de este artículo, entre ellos se pueden mencionar:

- Indicar la magnitud que define el orden de presentación de los motores en un catálogo.
- Identificación los parámetros que aparecen en un catálogo convencional de motores de inducción.
- Clasificar los parámetros del catálogo según sus características mecánicas, eléctricas, térmicas o constructivas.



- La obtención de otros valores útiles para la caracterización de un motor eléctrico en las aplicaciones industriales.

Dado que este trabajo debe de tener una extensión definida, no se va a analizar de forma generalizada como se llega a la gran mayoría de expresiones que se planteen, aquellas ecuaciones que no sean conocidas por el lector, o que necesiten mayor aclaración sobre ellas, se deberá recurrir a los tratados (bibliografía) sobre máquinas eléctricas rotativas, y en particular en la correspondiente a motores de inducción, no siendo por tanto objetivo de este artículo la demostración de las ecuaciones, ni la obtención clásica (mediante ensayos normalizados) del circuito equivalente.

4 Desarrollo

Sin lugar a dudas el método de identificación de motores de inducción más utilizado y explicado es el circuito equivalente, para aplicaciones mediante equipos de control y regulación electrónicos (arrancadores o variadores de frecuencia), es fundamental este tipo de representación, (ver figura 1). También es muy útil para obtener desde este circuito valores de potencias tanto entregadas, como de pérdidas en el motor como la potencia y corrientes demandadas a la red de alimentación. Debe ser conocido por el lector este tipo de representación.

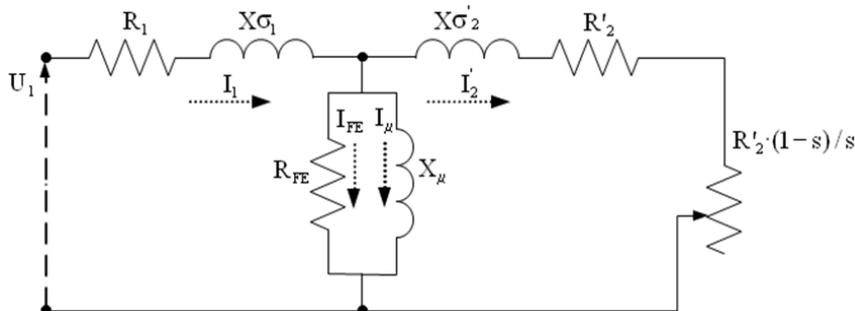


Figura 1.- Circuito equivalente clásico de un motor de inducción

Así mismo también es muy importante conocer como cada uno de los elementos del circuito equivalente interviene en los balances de potencias que se deben de realizar en los motores de inducción. En la figura 2, aparece un ejemplo práctico de este tipo de análisis, así como las ecuaciones que vincula cada uno de los elementos del circuito equivalente con los valores de potencia del balance. El lector debe de ser capaz de entender todas y cada una de estas conversiones, solo apuntar que la variable "m" viene a identificar el número de fases que tiene la máquina analizada, que para el caso que nos ocupa "m=3", es decir es una máquina trifásica convencional, que es sin duda la más utilizada.

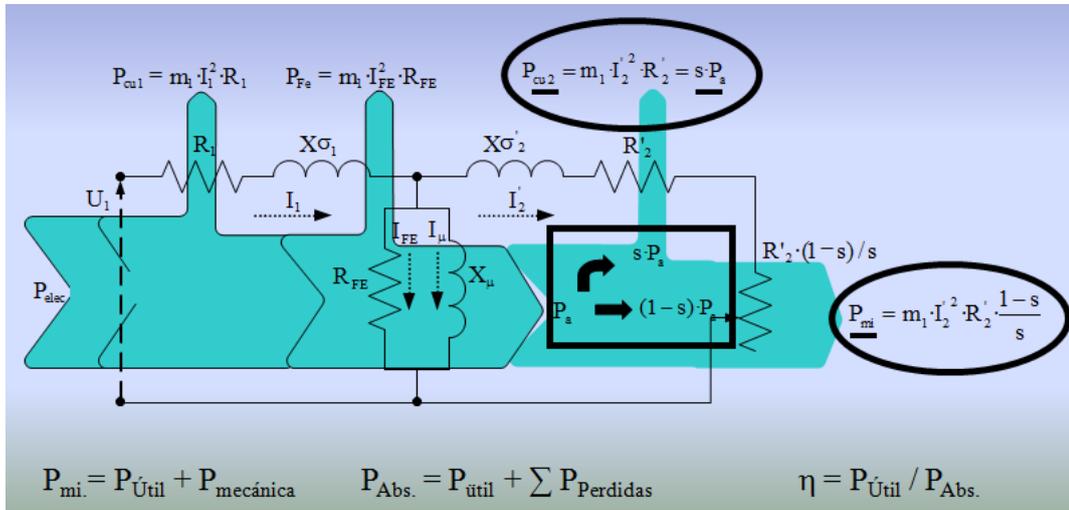


Figura 2.- Balance de potencias desde el circuito equivalente del motor de inducción

Otras representaciones gráficas muy importantes que se tiene del motor son las siguientes: Una la que relaciona la velocidad de giro del rotor y el par motor disponible en cada momento, es decir la curva de par velocidad, y otra que reacciona la velocidad de giro con la curva de corriente durante el transitorio de arranque. En la figura 3, se presenta un ejemplo.

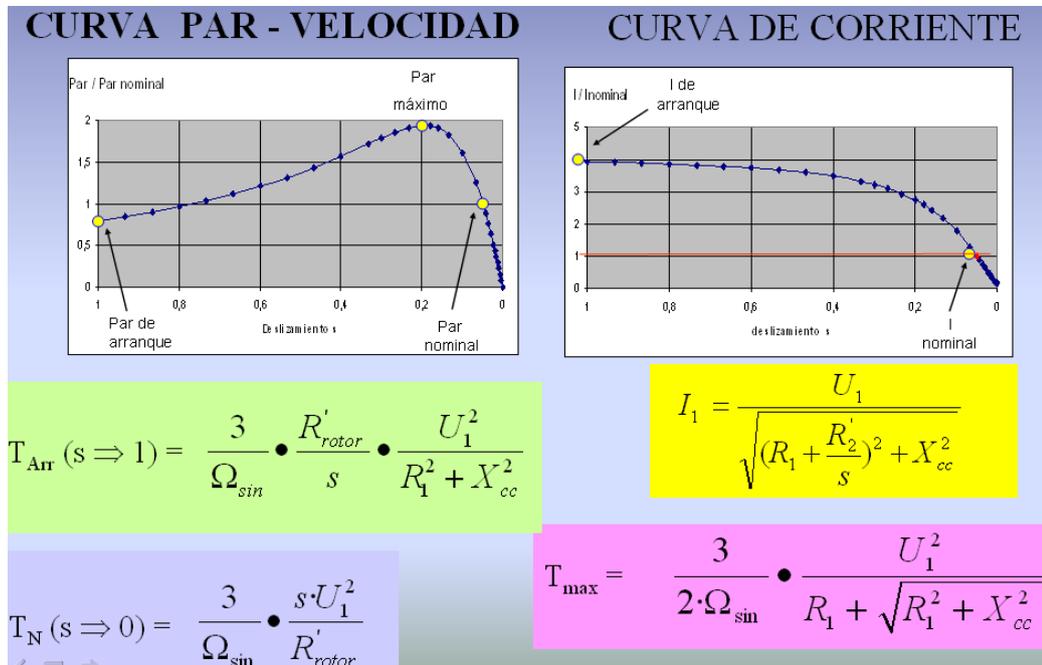


Figura 3.- Ejemplo de una curva de par (T) deslizamiento (s) y corriente deslizamiento

También se pueden observar en la figura 3, las ecuaciones tanto de la corriente como del par motor, y de esta última variable, se dispone además de dos punto muy interesantes de la característica (T_N par nominal, y T_{max} máximo par que posee



el motor). Ambas ecuaciones son aproximadas, pero dan una información muy importante y con unas expresiones relativamente sencillas.

4.1 Ejemplo de catálogo, clasificación de parámetros

Se ha elegido un catálogo de los que se pueden acceder desde internet de forma que cualquiera que esté interesado puede acceder al catálogo completo ya que en este artículo solo se hace mención a una de las hojas fundamentales, (ver figura 4).

Datos de selección y pedido		Motores con rotor de jaula de ardilla										Ejecución básica		
Potencia nominal kW	Tamaño	Clave Complementos de la clave para tensión y forma constr. en la tabla a pie de página	Valores de servicio a potencia nominal					Relación entre			Clase de par	Curva de par según págs. 2/15 a 2/18	Momen- to de inercia J	Peso
			Veloci- dad nominal	Rendi- miento η	Factor de potencia $\cos \phi$	Corrien- te nominal a 400 V	Par no- minal	par de arranque y par nominal de giro	corriente de arranque y corriente nominal	par máximo y par nominal de giro				
			min ⁻¹	%		A	Nm				KL	kgm ²	aprox. kg	
0,06	56	1LA7 050-4AB..)	1305	56	0,78	0,20	0,43	1,9	2,8	2,0	13	10	0,00027	3,0
0,09		1LA7 053-4AB..)	1300	58	0,77	0,29	0,64	2,1	3,3	2,1	13		0,00027	3,0
0,12	63	1LA7 060-4AB..)	1350	56	0,70	0,44	0,85	1,9	2,7	1,9	13	10	0,0003	3,5
0,18		1LA7 063-4AB..)	1350	59	0,76	0,58	1,3	1,9	2,9	1,9	13		0,0004	4,0
0,25	71	1LA7 070-4AB..)	1350	60	0,79	0,76	1,8	1,9	3,0	1,9	13	10	0,0006	4,8
0,37		1LA7 073-4AB..)	1370	65	0,80	1,03	2,6	1,9	3,3	2,1	13		0,0008	6,0
0,55	80	1LA7 080-4AA..)	1395	67	0,81	1,45	3,7	2,2	3,9	2,2	16	3	0,0015	8,0
0,75		1LA7 083-4AA..)	1395	72	0,81	1,86	5,1	2,3	4,2	2,3	16		0,0018	9,4
1,1	90 S	1LA7 090-4AA..)	1410	73	0,83	2,65	7,5	2,0	4,3	2,3	16	2	0,0028	12,3
1,5	90 L	1LA7 096-4AA..)	1420	77	0,82	3,45	10	2,4	5,0	2,8	16	3	0,0035	15,6
2,2	100 L	1LA7 106-4AA..)	1420	80	0,82	4,9	15	2,5	5,2	2,6	16	3	0,0048	24
3		1LA7 107-4AA..)	1420	81,5	0,83	6,4	20	2,6	5,5	2,8	16		0,0058	26
4	112 M	1LA7 113-4AA..)	1440	84,0	0,83	8,3	27	2,7	6,5	3,0	16	2	0,011	31
5,5	132 S	1LA7 130-4AA..)	1455	86,0	0,81	11,4	36	2,4	6,3	3,1	16	3	0,018	45
7,5	132 M	1LA7 133-4AA..)	1455	87,5	0,82	15,1	49	2,7	6,7	3,2	16		0,024	56
11	160 M	1LA7 163-4AA..)	1460	88,5	0,84	21,4	72	2,4	6,3	2,9	16	3	0,040	76
15	160 L	1LA7 166-4AA..)	1460	90,0	0,84	28,5	98	2,8	6,5	3,2	16		0,052	93
18,5	180 M	1LA5 183-4AA..)	1460	90,5	0,83	35 ¹⁾	121	2,3	7,5	3,0	16	3	0,13	112
22	180 L	1LA5 186-4AA..)	1460	91,2	0,84	41 ¹⁾	144	2,3	7,5	3,0	16		0,15	126
30	200 L	1LA5 207-4AA..)	1465	91,8	0,86	55	196	2,6	7,0	3,2	16	3	0,24	170
37	225 S	1LA5 220-4AA..)	1470	92,9	0,87	66 ¹⁾	241	2,8	7,0	3,2	16	3	0,32	215
45	225 M	1LA5 223-4AA..)	1470	93,4	0,87	80 ¹⁾	293	2,8	7,7	3,3	16		0,36	235
55	250 M	1LA6 253-4AA..)	1475	94,0	0,87	97	356	2,4	6,7	2,5	16	4	0,79	435
75	280 S	1LA6 280-4AA..)	1480	94,7	0,86	132	484	2,5	6,7	2,7	16	4	1,4	610
90	280 M	1LA6 283-4AA..)	1480	94,9	0,86	160 ¹⁾	581	2,5	6,8	2,7	16		1,6	660
110	315 S	1LA6 310-4AA..)	1485	94,8	0,86	194	707	2,5	6,7	2,7	16	4	2,2	830
132	315 M	1LA6 313-4AA..)	1485	95,5	0,87	230 ¹⁾	849	2,5	6,9	2,7	16		2,7	910
160	315 L	1LA6 316-4AA..)	1485	95,8	0,87	275	1030	2,5	7,0	2,7	16		3,2	1060
200	315 L	1LA6 317-4AA..)	1488	96,2	0,87	345	1280	2,6	7,0	2,7	16		4,2	1200
250	315	1LA8 315-4AB..)	1488	96,0	0,88	425	1600	1,9	6,5	2,8	13	16	3,6	1300
315		1LA8 317-4AB..)	1488	96,3	0,88	540 ¹⁾	2020	2,0	6,8	2,8	13		4,4	1500
355	355	1LA8 353-4AB..)	1488	96,3	0,87	610 ¹⁾	2280	2,1	6,5	2,6	13	16	6,1	1900
400		1LA8 355-4AB..)	1488	96,4	0,87	690 ¹⁾	2570	2,1	6,5	2,6	13		6,8	2000
500		1LA8 357-4AB..)	1488	96,8	0,88	850 ¹⁾	3210	2,1	6,5	2,4	13		8,5	2200
560	400	1LA8 403-4AB..)	1492	96,8	0,88	950 ¹⁾	3580	1,9	6,5	2,7	13	24	13	2800
630		1LA8 405-4AB..)	1492	97,0	0,88	1060 ¹⁾	4030	1,9	6,8	2,7	13		14	3000
710		1LA8 407-4AB..)	1492	97,0	0,89	690 ¹⁾	4540	1,9	6,8	2,7	13		16	3200
800	450	1LA8 453-4AC..)	1492	97,0	0,88	780 ¹⁾	5120	1,6	7,0	2,6	10	24	23	4000
900		1LA8 455-4AC..)	1492	97,1	0,88	880 ¹⁾	5760	1,6	7,0	2,6	10		26	4200
1000		1LA8 457-4AC..)	1492	97,1	0,89	970 ¹⁾	6400	1,7	7,0	2,6	10		28	4400

Figura 4.- Ejemplo de hoja de catálogo de motores trifásicos de inducción.

Hay que decir que no hay dos motores iguales en una misma serie, por lo que los valores de la hoja del catálogo con respecto a los valores reales de un motor pueden diferir en un bajo porcentaje. Estas variaciones están reguladas en la Normativa de los motores.



Realmente se ha retocado mínimamente, y por claridad, la presentación de la hoja de catálogo en su cabecera, donde se han añadido una serie de recuadros y se han modificado la posición de los títulos superiores. Así el recuadro exterior (de color azul) remarca las variables identificativas de la serie de motores causa de este estudio. Todos ellos son fabricados para aplicaciones de 50 Hz (hercios). La disposición de los devanados consiguen formar 4 polos, lo que implica que la velocidad de campo magnético inductor (velocidad de sincronismo, n_s) sea 1500 rpm (revoluciones por minuto). Se hace notar aquí que para cálculos con variables con valores expresados en el sistema internacional la velocidad hay que recalcularla en radianes por segundo, sabiendo que se puede calcular como (1 revolución = 2π radianes).

En la primera columna quedan identificado la diversidad de potencias en las que se fabrican este tipo o serie de motores, desde 60 W (vatios) hasta 1000 kW. Como la normativa sobre este tipo de máquinas recoge, la lista de potencias está normalizada.

La columna dos y tres, y tal como indica la leyenda del primer recuadro (en negro), hace referencia a las formas constructivas del motor (o serie de motores). En estas dos columnas se indica la referencia de la serie y la forma de anclaje o arriostamiento. En otras hojas del catálogo aparecerá la forma constructiva según los valores de estas dos columnas. Decir que normativamente hay ciertas medidas constructivas que están fijadas por la potencia y la velocidad de sincronismo (o el número de pares de polos, $n_s=60 f/p$, donde "f" es la frecuencia y "p" es el número de pares de polos, si "p=2" la máquina dispone de 4 polos).

En las columnas 4 a 8 están los valores de funcionamiento nominal del motor (datos que viene n reflejados obligatoriamente en la placa de características), ver recuadro 2 en rojo. En este apartado hay parámetros tanto de tipo mecánico (par "T" como la velocidad de giro para este punto nominal de trabajo "n"), como parámetros eléctricos (rendimiento " η ", factor de potencia " $\cos\phi$ " y corriente "A") y todos ellos considerando que el motor se alimenta desde una red de 400 V (voltios). Aunque no viene especificado en esta hoja de catálogo el motor se encuentra configurado en estrella.

Los valores de las columnas de la 9 a la 11, son valores referidos a la potencia o par entregado por el eje Son parámetros mecánicos y sirven para poder localizar los puntos más importantes de la curva par velocidad, ver figura 3. Con estos datos y con los datos a tener en cuenta de la máquina que se pretende "arrastrar" o hacer girar, de la que mecánicamente se debe conocer el "par resistente" y su evolución en el tiempo, e puede calcular el comportamiento del conjunto motor-carga.

Existen máquinas que tiene durante todo su funcionamiento un par de arrastre constante, otras tienen un par proporcional a la velocidad o a la velocidad al cuadrado. Existen tantos pares de arrastres como máquinas. En la figura 5, se puede observar un posible par motor con tres posibles pares resistentes. Para el ejemplo de par resistente 1 y 3, el punto de funcionamiento de la aplicación determinaría la velocidad 1, y para la otra aplicación la velocidad de giro 2.

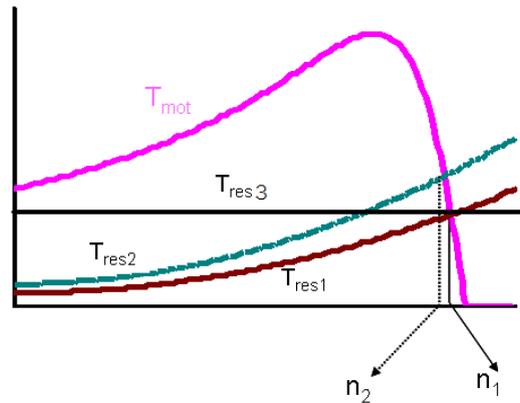


Figura 5. Ejemplos de un motor ante tres pares resistentes distintos

Las últimas 4 columnas de la hoja de catálogo son otros parámetros de tipo mecánico y de la forma evolutiva del par motor disponible, todos ellos en esta hoja quedan identificados y para ver realmente como son habría que buscar en otras hojas de catálogo. Pero este trabajo se plantea desde el punto de vista de los valores eléctricos, se deja el estudio más analítico a otros textos.

4.2 Parámetros de índole eléctricos más representativos de la hoja de catálogo

En este trabajo los parámetros que interesan son aquellos que nos pueden ayudar a obtener las variables eléctricas que determinen una aplicación y con ello determinar si un motor es o no utilizable para la aplicación.

En la figura 6, se ha recortado la tabla de la hoja de catálogo y se ha querido elegir un motor en concreto (el de 7,5 kW de potencia). De todos los valores de este motor se extraen los valores necesarios para desarrollar el ejemplo de aplicación. Los datos de la derecha de la figura son los de catálogo y los que se calculan de forma directa de las leyendas del catálogo, tal como son los pares máximos y de arranque, así como la corriente de arranque. Si ahora examinamos de nuevo la figura 3 y las ecuaciones que allí se representan, veremos que las dos gráficas (la de corriente y la de la curva par-velocidad) pueden representarse, al menos de forma aproximada. Para determinar el punto de velocidad de par máximo se realiza una aproximación muy real que es tomar como una recta la que uniría tres puntos característicos de dicha recta, uno la de el par a la velocidad de sincronismo (donde $n=1500$ rpm), la del par nominal, que queda dicho punto determinado por el par nominal (en este ejemplo $T_N= 49$ Nm.) y la velocidad de giro del rotor para este punto de funcionamiento es de $n = 1455$ rpm. Como una recta queda definida por dos puntos de ella ya se dispone de la resta, se traza el punto en el que esta recta alcanza el par máximo ($T_{max}= 157$ Nm.).

El lector podría ahora calcular las características del motor elegido, tomando inicialmente como recta las curvas de unión entre los valores obtenidos.



Datos de selección y pedido

Potencia nominal kW	Tamaño	Clave Complementos de la clave para tensión y forma constr. en la tabla a pie de página	Valores de servicio a potencia nominal					Relación entre		
			Velocidad nominal min ⁻¹	Rendimiento %	Factor de potencia cos φ	Corriente nominal a 400 V A	Par nominal Nm	par de arranque y par nominal de giro	corriente de arranque y corriente nominal	par máximo y par nominal de giro
1500 min⁻¹, 4 polos, 50 Hz										
0,06	56	1LA7 050-4AB..?	1305	56	0,78	0,20	0,43	1,9	2,8	2,0
0,09		1LA7 053-4AB..?	1300	58	0,77	0,29	0,64	2,1	3,3	2,1
0,12	63	1LA7 060-4AB..?	1350	56	0,70	0,44	0,85	1,9	2,7	1,9
0,18		1LA7 063-4AB..?	1350	59	0,76	0,58	1,3	1,9	2,9	1,9
0,25	71	1LA7 070-4AB..	1350	60	0,79	0,76	1,8	1,9	3,0	1,9
0,37		1LA7 073-4AB..	1370	65	0,80	1,03	2,6	1,9	3,3	2,1
0,55	80	1LA7 080-4AA..	1395	67	0,81	1,45	3,7	2,2	3,9	2,2
0,75		1LA7 083-4AA..	1395	72	0,81	1,86	5,1	2,3	4,2	2,3
1,1	90 S	1LA7 090-4AA..	1410	73	0,83	2,65	7,5	2,0	4,3	2,3
1,5	90 L	1LA7 096-4AA..	1420	77	0,82	3,45	10	2,4	5,0	2,8
2,2	100 L	1LA7 106-4AA..	1420	80	0,82	4,9	15	2,5	5,2	2,6
3		1LA7 107-4AA..	1420	81,5	0,83	6,4	20	2,6	5,5	2,8
4	112 M	1LA7 113-4AA..	1440	84,0	0,83	8,3	27	2,7	6,5	3,0
5,5	132 S	1LA7 130-4AA..	1455	86,0	0,81	11,4	36	2,4	6,5	3,1
7,5	132 M	1LA7 133-4AA..	1455	87,5	0,82	15,1	49	2,7	6,7	3,2

De Catálogo:

$$T_N = 49 \text{ Nm.}$$

$$T_{Arr.} = 133 \text{ Nm.}$$

$$T_{Max.} = 157 \text{ Nm.}$$

$$I_N = 15 \cdot 1/26 \cdot 1 \text{ A.}$$

$$I_{Ar.} = 101/175 \text{ A.}$$

Figura 6.- Parámetros eléctricos más importantes en una aplicación industrial

Las ecuaciones de la figura 3, nos permiten localizar varios de los parámetros del circuito equivalente, así:

$$I_1 = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + \frac{R'_2}{s})^2 + X_{cc}^2}} \quad (1)$$

$$T_{Arr} (s \Rightarrow 1) = \frac{3}{\Omega_{sin}} \cdot \frac{R'_{rotor}}{s} \cdot \frac{U_1^2}{R_1^2 + X_{cc}^2} \quad (2)$$

a) Corriente del motor

b) Par (T) disponible en el eje del motor

$$T_N (s \Rightarrow 0) = \frac{3}{\Omega_{sin}} \cdot \frac{s \cdot U_1^2}{R'_{rotor}} \quad (3)$$

$$T_{max} = \frac{3}{2 \cdot \Omega_{sin}} \cdot \frac{U_1^2}{R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_{cc}^2}} \quad (4)$$

c) Par (T) nominal del motor

d) Par máximo disponible en el motor

De la ecuación (3) se puede obtener un valor aproximado de la resistencia de pérdidas del rotor, ya que el resto de datos o son conocidos o son fácilmente calculables. Un vez calculado de forma muy aproximada este valor con la ecuación (1) y (2) se pueden obtener el resto del circuito equivalente simplificado. La figura 7 representa un circuito equivalente simplificado.

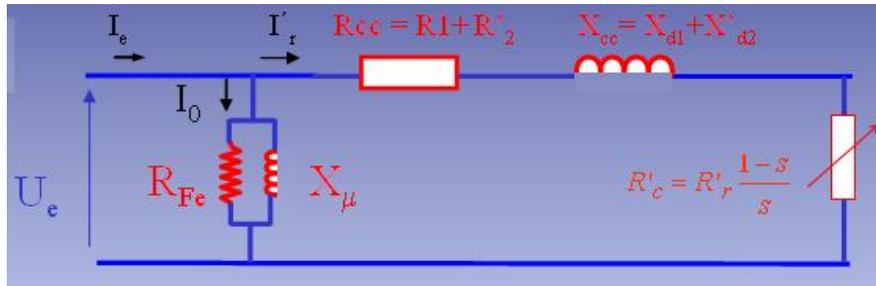


Figura 7.- Circuito equivalente simplificado de un motor de inducción

En el esquema de la figura 7, la diferencia con el circuito de la figura 1 o del representado en mediante el diagrama del balance de potencia, de la figura 2, es que los elementos del circuito magnético se cambian de sitio, asumiendo que el flujo de la máquina es constante. Sí no influye en el cálculo de las pérdidas ni en las caídas de tensión del resto de resistencias, y de las caídas de tensión producidas por las inductancias de dispersión (X_{cc}). Como se a dicho este de un circuito simplificado pero que se utiliza convencionalmente en los cálculo, y se llega a este circuito tanto con los ensayos normalizados como mediante el análisis de los datos de catálogo como estudiando adecuadamente los datos obtenidos desde la placa de bornas.

4.3 Fundamentos para el cálculo y balance de potencias

Según se ha visto en el apartado anterior, con los datos del catálogo se pueden obtener los valores fundamentales del circuito equivalente simplificados. Además también se ha analizado como se puede determinar la resistencia de perdidas del rotor. si se aplican ahora las formulas expuesta en la figura 2, permitirá el cálculo de las diferentes potencias que se dan en el motor. Para ello se tiene identificados los valores en el punto nominal del deslizamiento "s", el valor de la "R_{Rotor}", con estos y las expresiones:

$$P_{mi} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot R_2' \cdot \frac{1-s}{s} \quad (5)$$

a) Potencia interna del motor

$$P_{cu2} = m_1 \cdot I_2'^2 \cdot R_2' = s \cdot P_a \quad (6)$$

b) Pérdidas en devanados del rotor

$$\eta = \frac{P_u}{P_{el}} = \frac{P_u}{P_{je} + P_{Fe} + P_{jr} + P_m + P_u} \quad (7)$$

c) Rendimiento del motor

$$P_u = P_{mi} - P_{mec} = T_u \Omega \quad (8)$$

d) Potencia útil del motor

Las expresiones 5, 6, 7 y 8 deben ser ampliamente conocidas por el lector y permiten el cálculo de casi todos los parámetros. Solo quedarían realizar un desglose entre las pérdidas de los devanados estáticos y las pérdidas en el hierro, pero como se ha determinado de las ecuaciones analizadas en el



apartado anterior el valor de la resistencia del estator (R_{estator}) y con la corriente nominal y la expresión de pérdidas ($P_{je} = 3 \cdot I_N^2 \cdot R_{\text{est}}$) se pueden estimar y de la expresión (7) ya se calcularía la potencia que nos falta.

5 Cierre

Con la técnica estudiada en este artículo se presenta una forma adecuada de poder elegir el motor correcto para cada aplicación, sin tener que recurrir a pruebas o ensayos que muchas veces no son practicables, bien porque simplemente no se puede disponer de toda una batería de motores cada vez que se necesite adquirir uno, bien porque las potencias del motor requerido necesiten de unos bancos de ensayo de características poco comunes.

La importancia de los estudios que se proponen en este trabajo está fuera de dudas ya que en muchísimas ocasiones se tiene la necesidad de incorporar un nuevo motor bien por tratarse de una máquina nueva o bien porque la máquina requiera una sustitución la producirse una avería o simplemente para mejorar el rendimiento.

Por lo tanto se trata de un trabajo totalmente educativo y claro, que el lector puede seguir fácilmente con el ejemplo planteado, pero que como es normal necesita de los conocimientos básicos de máquinas eléctricas rotativas. Constituyendo este trabajo una importante ayuda a su educación tecnológica, ya que son muchas las especialidades que adquieren los conocimientos básicos pero se le queda pendiente los ejercicios que les permitan la elección de un motor adecuado.

6 Bibliografía

6.1 Libros:

- [1] Pérez Cruz, J., Pineda Sánchez, M., Puche Panadero, R. "Aplicaciones Técnicas Industriales de Motores de Inducción". UPV. 2010.
- [2] Roger Folch, J., Riera Guasp, M., Roldán Porta, C. "Tecnología Eléctrica". Síntesis. 2010.
- [3] J.M. Merino Azcarraga. "Arranque Industrial de Motores Asíncronos", Mc Grau Hill. 1995.
- [4] Pérez Cruz, J., Pineda Sánchez, M., Puche Panadero, R. "Introducción a las Instalaciones y Tecnología Eléctrica". UPV. 2009.
- [5] Martínez Román, JA, Pérez Cruz, J., Pineda Sánchez, M. "Prácticas de Laboratorio de Máquinas Eléctricas". UPV. 2009.
- [6] Roger Folch, J., Riera Guasp, M., Pineda Sánchez, M., Pérez Cruz, J. "Prácticas de Laboratorio de Tecnología Eléctrica". UPV. 2011.

6.2 Referencias de fuentes electrónicas:



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

[7] Catálogos de motores eléctricos de inducción. Ver páginas web de:

<http://www.abb.es/product/es/9AAC133417.aspx?country=ES>

<http://www.automation.siemens.com/mcms/drives/en/motor/Pages/Default.aspx>