

NOTA TECNICA Nº 3

Vimos anteriormente que conociendo el torque o la cupla y la velocidad de rotación, podemos calcular la potencia, con la fórmula:

$$\text{Potencia (CV)} = \text{Torque (Kgm)} \times \text{velocidad (rpm)} / 716,2$$

donde 716,2 es una constante de conversión de unidades, de tal manera que si expresamos el Torque en Kgm, la velocidad en rpm, la potencia nos da en CV. Por supuesto que si conocemos la potencia en CV y la velocidad en rpm, podemos obtener fácilmente el torque que necesitamos.

Reductores

Casi todas las máquinas utilizan reductores, motorreductores, o cualquier otro elemento mecánico que produzca una disminución de la velocidad. Esto no es solamente para producir una velocidad menor, sino también para poder obtener un trabajo, torque o cupla mayor.

Supongamos que en el eje de entrada de un reductor tenemos una potencia de 10 CV, una velocidad de 1500 rpm, y una cupla o torque de 5 Kgm, y hacemos una reducción de velocidad de 1:10, ¿que obtendremos a la salida del reductor?

Velocidad: Si tenemos a la entrada 1500 rpm, y una relación de reducción de 1:10, lógicamente a la salida tendremos 10 veces menos, o sea 150 rpm.

Potencia: Uds. habrán oído hablar que "en la naturaleza nada se crea, nada se pierde, todo se transforma", por lo tanto la potencia a la entrada y a la salida tiene que ser la misma, despreciando los rozamientos y el rendimiento que pueda tener el reductor.

Hace unos días, recibí un correo del Dr. Emilio Víctor Pineda, con una frase que decía: "Hay un tango que dice 'Madre hay una sola'. Bueno, también energía hay una sola. Así lo dijo Jean Perrin, notable físico francés, premio Nobel. El trabajo, el calor, la electricidad son las formas como la energía puede entrar o salir de un sistema; pero en el sistema la energía es una sola". Al motorreductor tenemos que verlo como un sistema, y por lo tanto, si a la entrada tenemos 10 CV, a la salida tendremos los 10 CV de potencia que teníamos a la entrada, nada se ha creado ni se ha perdido.

Torque o cupla: Si recordamos que *Potencia = Cupla x Velocidad* (y multiplicado por una constante que no tendremos en cuenta porque no nos interesan mucho las unidades), vemos que si la potencia se mantiene a la salida, al disminuir la velocidad, el torque tiene que aumentar en forma proporcional. De esta manera, a la salida tendremos una cupla 10 veces mayor que a la entrada, esto es: 50 kgm.

De la misma manera, si ponemos un reductor 1:60, que nos reduce la velocidad 60 veces, nos aumenta la cupla a la salida del reductor 60 veces. Es muy importante este concepto porque los reductores son un mal necesario en casi todo tipo de máquinas.

Claro que en algunos casos no se usa reductor; pero en cambio se usan poleas, cadenas, engranajes, o cualquier elemento que en forma mecánica disminuya la velocidad y aumente el torque a la salida; pero el concepto es el mismo. Si tenemos un juego de poleas que reducen la velocidad a la mitad, el torque en la polea mayor, será el doble que en la polea menor; pero la potencia a la entrada y a la salida será igual.

Motores

Ya hemos mencionado que los motores de corriente alternada son los mas utilizados en la industria por muchos factores. Podemos enumerar algunos: son muy populares y fáciles de

conseguir en cualquier ferretería industrial, en cualquier ciudad del mundo, son robustos, pueden trabajar a la intemperie, son relativamente livianos, baratos, tienen un rendimiento aceptable, no tienen partes de desgaste por rozamientos, salvo los rulemanes, etc.

Tienen un inconveniente solamente, y es que son rígidos en cuanto a su velocidad. La velocidad de estos motores depende de la frecuencia de alimentación y de su forma constructiva, y esto no es fácil de solucionar, o mejor dicho, no era fácil de solucionar hasta que aparecieron los variadores de velocidad para motores de corriente alterne. Hubo una gran cantidad de sistemas que permitían variar la velocidad de alguna manera; pero actualmente eso se consigue, en general con los variadores electrónicos de frecuencia, de los que hablaremos mas adelante.

En cuanto a la cupla o torque que transmiten los motores, también depende de la potencia y de la velocidad nominal del motor. Si recordamos la famosa fórmula que les di como machete:

$$\text{Potencia (CV)} = \text{Torque (Kgm)} \times \text{velocidad (rpm)} / 716,2$$

Vemos que como 716,2 es una constante, podemos recordar siempre que **Potencia = Cupla x Velocidad**. Podemos ponerlo así: $P = C \times n$ para simplificar lo que vamos a explicar ahora (no confundamos este **P** con el peso que usamos en la Nota Técnica Nº 2)

La velocidad de los motores es directamente proporcional a la frecuencia e inversamente proporcional al número de polos, por eso habíamos mencionado que la velocidad es rígida y que depende de la frecuencia y de la forma constructiva. La fórmula de la velocidad del motor es:

$$n \text{ (rpm)} = 120 \cdot f / p \text{ (120 por la frecuencia, dividido el número de polos del motor), o también}$$

$$n \text{ (rpm)} = 60 \cdot f / np \text{ (60 por la frecuencia, dividido el número de pares de polos del motor)}$$

Esto es sencillo de entender, si sabemos que un motor siempre tiene que tener un número par de polos. Acordémonos de un imán que tiene siempre dos polos, el positivo y el negativo. Bueno, en el motor, los bobinados tienen que formar polos magnéticos para que pueda funcionar, y por eso son siempre números pares. En la primer fórmula, es 120 porque el número de polos es el doble que el número de pares de polos, $np = 2.p$

Si tenemos un motor de cierta potencia, vamos a suponer 10 CV, de 4 polos, la velocidad de ese motor será: $120 \times 50 / 4 = 1500 \text{ rpm}$, esto para una frecuencia de 50 Hz, como tenemos en Argentina. Para el caso de Brasil que tienen 60 Hz, la velocidad será de $120 \times 60 / 4$, o sea 1800 rpm.

¿Que pasa si compramos en vez de un motor de 4 polos uno de 2 polos (un solo par de polos)? pasa que la velocidad va a ser el doble que en el motor de 4 polos, porque la velocidad será, para el caso de 50 Hz, $60 \times 50 / 2 = 3000 \text{ rpm}$, y para el caso de Brasil también será el doble de velocidad que el de 4 polos, o sea 3600 rpm.

¿Y que pasa con la cupla de ese motor de 10 CV? si aplicamos nuestro machete, nos va dar una cupla de aproximadamente 5 Kgm (después les explico mi regla mnemotécnica para acordarme de las cuplas de los motores y como calcularlas en forma aproximada, con rapidez, háganme acordar.

Si tenemos un motor de 10 CV, 1500 rpm, con una cupla de 5 Kgm, y en vez de comprar este motor, compramos uno de 10 CV; pero 3000 rpm, vamos a tener que de acuerdo a nuestra fórmula simplificada $P = C.n$, si despejamos **C**, tendremos que $C = P/n$, lo que significa que cuando mayor es **n**, menor será **C** ¿y cuanto menor?, bueno, en la misma proporción que aumenta la velocidad **n**. O sea que un motor de 10 CV, 3000 rpm, tendrá una cupla que será la

mitad de un motor de la misma potencia; pero de 1500 rpm, o sea, 2,5 Kgm. Lo contrario sucede si compramos un motor de 1000 rpm, que es un motor de 6 polos, vamos a tener un 50 % mas de cupla que en el motor de 1500 rpm, y 3 veces mas cupla que el motor de 3000 rpm.

Bueno, vamos ahora a la regla mnemotécnica que les prometí para terminar este capítulo:

Cuando me hablan de un motor de **X CV**, 1500 rpm, tomo en forma aproximadamente la mitad del valor de la potencia, o se que si la potencia es de 10 CV en un motor de 1500 rpm, tomo 5 y le agrego la unidad en Kilográmetros. Es decir que un motor de 10 CV, 1500 rpm, tiene una cupla aproximada de 5 Kgm, un motor de 30 CV, 1500 rpm, tendrá una cupla aproximada de 15 Kgm, y un motor de 100 CV, 1500 rpm, una cupla de 50 Kgm.

Ojo, nunca olvidarse de que esto es para motores de 1500 rpm, o sea de 4 polos en 50 Hz. Si no tenemos en cuenta esto, vamos a hacer mal cualquier cálculo. Si el motor, en vez de ser de 4 polos es de 2 polos, la cupla va a ser la mitad y la velocidad el doble, si tomamos un motor de 8 polos, la velocidad será la mitad y la cupla el doble. Y también tengamos en cuenta que esto es solamente una regla mnemotécnica y nos da un valor aproximado, para hacer una primera estimación. Si queremos el cálculo exacto, aplicamos la fórmula de nuestro machete.

También tenemos que tener en cuenta la frecuencia, y ahí no podemos aplicar la regla mnemotécnica de la cupla. Tenemos que tener en cuenta que un motor que en Argentina es de 10 CV, 1500 rpm, y tiene una cupla de aproximadamente 5 Kgm, en brasil, al ser la frecuencia de 60 Hz, hay una diferencia del 20 % (hagan la cuenta para que vean que no les miento), y por lo tanto el motor tendrá una velocidad un 20 % mayor, es decir $1500 \times 1,2 = 1800$ rpm, y la cupla será un 20 % menor, o sea 4 Kgm y pico.

En otro capítulo, les contaré como calcular la potencia necesaria para hacer determinado trabajo; pero debo aclararles que les daré la idea básica, porque el diseño de una máquina tiene muchos factores, que dependen del tipo de aplicación y hay muchos otros secretos que los diseñadores de máquinas lo saben bien y yo no voy a invadir el campo de los especialistas en el tema.

Si Ud. desea mayor asesoramiento, comuníquese con nosotros, que con mucho gusto lo ayudaremos a elegir el equipo adecuado para sus necesidades.

www.varimak.com.ar

Pedro Eduardo Valenzuela

VARIMAK S.A.

Cuyo 2640, (1640) Martínez, Pcia. de Bs.As.

Tel. (54-11) 4717-1617

Fax (54-11) 4717-1336

varimak@varimak.com.ar

www.varimak.com.ar