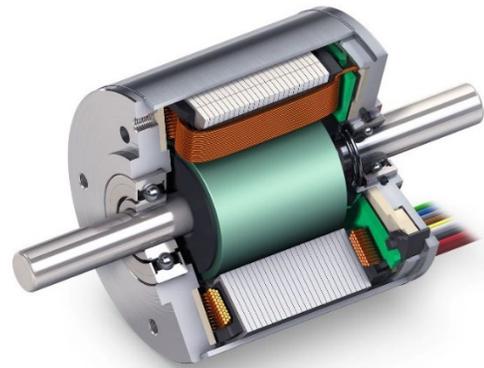


## Motores de corriente directa como generadores

Tanto los motores de escobillas como sin escobillas (BLDC, sin escobillas) de corriente directa (DC) pueden funcionar como generadores. Sin embargo, hay algunos puntos importantes a considerar en el diseño.

*Urs Kafader*  
Jefe de capacitación en **maxon**



De vez en cuando, me preguntan sobre qué tan ideales son los motores DC de maxon para ser operados como generadores. Dado que nuestros motores son muy eficientes, esto también es cierto cuando funcionan como generadores. Los cálculos básicos entre velocidad y voltaje, así como corriente y torque son muy simples. A continuación, algunas reglas para llevar a cabo una selección exitosa.

### ¿Voltaje DC o AC?

**Regla #1: Para la generación de voltaje de corriente directa (DC), seleccione un motor con escobillas DC o use un motor sin escobillas EC (BLDC, sin escobillas) con rectificador de voltaje. Para la generación de voltaje de corriente alterna (AC), seleccione un motor EC sin escobillas y conecte solo 2 fases. Los sensores Hall no son necesarios en los motores sin escobillas.**

### Constante de velocidad $k_n$

Muchos generadores funcionan a velocidades de 1000 rpm o menos. Esa es una velocidad bastante baja para motores pequeños. Generar 10 V o más a 1000 rpm requiere una constante de velocidad de solo 100 rpm/V o menos. Estos bobinados son difíciles de encontrar en la cartera de maxon. Solo hay unos pocos bobinados de alta resistencia en motores más grandes que satisfacen este requisito. Los motores más pequeños tienen constantes de velocidad más altas.

Tipo de motor	Constante de velocidad $k_n$ (rpm / V)	Voltaje por 1000 rpm (V / 1000 rpm)	Resistencia en bornes (ohm)	Observaciones
DCX 32L	97.9	10.2	4.1	Bobinado con $k_n$ más baja
DCX 26 L EB	111	9.0	11.6	Bobinado con $k_n$ más baja
RE 50 GB	39.5	25.3	3.9	Bobinado con $k_n$ más baja
RE 40 GB	56.2	17.8	10.2	$k_n$ más baja disponible
RE 25 GB	97.8	10.2	36.8	Bobinado con $k_n$ más baja
EC-max 40	76.1	13.1	7.2	Bobinado con $k_n$ más baja
EC-I 40 HT 70W	104	9.6	2.0	Bobinado con $k_n$ más baja
EC-I 40 HT 100W	104	9.5	0.9	Bobinado con $k_n$ más baja
EC-flat 45 50W	95	10.5	7.5	Bobinado con $k_n$ más baja
EC-flat 45 70W	72.7	13.7	6.9	Bobinado con $k_n$ más baja
EC-flat 60 100W	83.4	12.0	1.1	Bobinado con $k_n$ más baja

La tabla 1 muestra una selección de motores con constantes de velocidad bajas (o constante de generador alta = voltaje generado por velocidad). Por lo general, es el bobinado del motor con la resistencia en bornes más alta solo lo que da como resultado una constante de velocidad de menos de 1000 rpm / V.

**Regla #2: Sin considerar la carga, el bobinado debe tener una constante de velocidad de  $k_n < n / u$  o menor. Como alternativa, la velocidad del motor se puede mejorar mediante el uso de un reductor (ver más abajo).**

### Resistencia

La regla #2 requiere motores con constantes de generador altas. Desafortunadamente, estos bobinados también tienen mayor una resistencia en los bornes. La alta resistencia reduce el voltaje de salida bajo carga y el voltaje de salida se vuelve muy sensible a la corriente de carga.

**Regla #3: Para un voltaje de salida estable en un cierto rango de carga, seleccione un motor más grande donde la resistencia sea menor incluso en motores con constantes de generador altas.**

Los motores EC-i 40 High Torque son muy interesantes desde este punto de vista.

### Restricciones de potencia

No seleccione el motor-generador solo por consideraciones de potencia. Para cumplir con los requisitos de torque, es posible que necesite un motor con una potencia nominal mucho más alta que la potencia generada; en particular si la velocidad del generador es bastante baja en comparación con las velocidades típicas del motor.

### Limitaciones de torque y velocidad

La cantidad de torque en el generador define el tamaño y el tipo del motor-generador. Seleccione un tipo de motor con un torque continuo superior al torque del generador. Al calcular el torque o la carga actual, considere el tipo de operación. ¿El generador funcionará continuamente durante largos períodos de tiempo, o en ciclos de operación intermitentes, o solo durante intervalos cortos? Tomando en cuenta lo anterior, es necesario elegir un tamaño de motor con suficiente torque o corriente continua. También es importante respetar la velocidad máxima de cada tipo de motor. Sin embargo, debido a las velocidades generalmente bajas, esto casi nunca es un problema.

## Limitaciones de corriente y voltaje

El bobinado más apropiado de un tipo de motor dado tiene que ver con los requisitos de corriente y voltaje generado. Seleccione un bobinado que pueda generar el voltaje  $U$  requerido incluso bajo carga. Suponiendo una velocidad fija del generador  $n$ , requerimos un voltaje generado del bobinado  $U_t$  que es mayor que  $U$ .

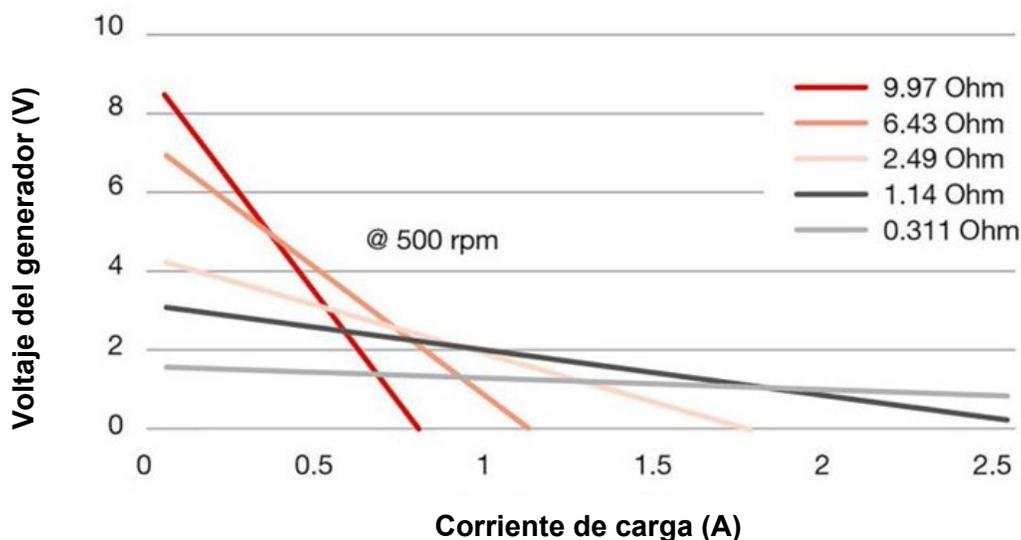
Sin considerar la carga, se selecciona la constante de velocidad de acuerdo con la Regla # 2, es decir, un bobinado con una resistencia suficientemente alta. Dado que la capacidad de corriente disminuye con el aumento de la resistencia, se tiene que verificar que la corriente continua aún sea lo suficientemente grande.

$$U_t = n/k_n - R_{\text{mot}} \cdot I_L > U$$

La gráfica muestra muy bien los efectos ambivalentes de diferentes bobinados.

- Cuanto mayor sea la resistencia del bobinado, mayor será el voltaje generado (sin carga).
- Sin embargo, cuanto mayor sea la resistencia del bobinado, más sensible será el voltaje generado a los cambios de corriente de carga.

Estos efectos contradictorios pueden eliminarse hasta cierto punto seleccionando motores más grandes que muestren menor resistencia para la misma constante del generador (de acuerdo con la Regla # 3).



*Las líneas de voltaje-corriente de los diferentes bobinados del RE 40 con escobillas de metal precioso alcanza una velocidad de 500 rpm. Es importante observar las diferentes pendientes de cada bobinado.*

## Combinaciones de motorreductores

**Regla #4: Utilice reductores para aumentar velocidades muy bajas. Sin embargo, los reductores maxon no son realmente buenos para ser impulsados desde la salida. Utilice reductores que puedan ser accionados hacia atrás (back-drivable), es decir, reductores planetarios de hasta dos etapas o reductores de engranajes rectos (o reductores con un diseño especial).**

La razón para usar combinaciones de motorreductores es que tiene un mecanismo de accionamiento muy lento en los generadores; por ejemplo, al ser impulsado por una turbina eólica o hidráulica o incluso a mano. Algunas observaciones y recomendaciones:

- Los reductores deben ser accionados en operación inversa en estos casos. Sin embargo, los reductores maxon no están realmente diseñados para el funcionamiento invertido y la eficiencia es baja.
- Los reductores de alta reducción (3 etapas y superiores) no pueden ser accionados hacia atrás; es decir, no girarán cuando se impulsen desde la salida con el torque máximo permitido. Puede usar reductores planetarios de 1 o 2 etapas, los cuales pueden operar desde la salida.
- Más bien, use reductores de engranajes rectos en lugar de reductores planetarios. Los reductores de engranajes rectos pueden ser accionados hacia atrás más fácilmente y la eficiencia generalmente es mayor.

### **Caso especial: Motor DC como tacodinamo**

**Regla #5: Para tacodinamos de corriente directa, use motores DC con escobillas de metal precios que se adapten mejor a las corrientes pequeñas. Seleccione el bobinado de acuerdo con el voltaje de tacodinamo requerido y el rango de velocidad en su aplicación. No se preocupe por la resistencia del bobinado, solo asegúrese de que haya una resistencia de carga de varios kiloohmios ( $k\Omega$ ) para mantener las corrientes pequeñas.**

Para más información:

maxon precision motors, inc.

Mexico

+52 81 2188 1940

ventas.mx@maxongroup.com

[https://es.maxongroup.com/es/sales\\_company\\_in\\_mexico](https://es.maxongroup.com/es/sales_company_in_mexico)