



Generadores diesel agrícolas rendimiento y dimensionamiento

Alfredo Antonio de Castro

Ing. Técnico Industrial e Ing. de Telecomunicaciones. Gerente Riego Solar

Los generadores diésel son una fuente de energía comúnmente utilizada en aplicaciones agrícolas, como en el riego de cultivos. Sin embargo, la eficiencia energética de un generador diésel puede verse afectada por varios factores, incluyendo el tipo de carga aplicada y el método de arranque utilizado. En este artículo, analizaremos el consumo específico en función de los diferentes tipos de carga, así como los pros y contras de los métodos de arranque directo, arranque progresivo y variador de frecuencia.

El generador diésel está formado principalmente por dos partes, un motor diésel de 4 a 6 cilindros, dependiendo de la potencia del generador. Este motor gira siempre a 1500 rpm para conseguir una frecuencia de 50Hz que es la utilizada en Europa, para ello un regulador actúa sobre la bomba inyectora según la carga aplicada al generador para mantener constante el régimen de giro.

Conectado al cigüeñal del motor diésel mediante un acople normalizado está el alternador, encargado de trasladar la energía mecánica proporcionada por el motor diésel en energía eléctrica a 400V. Para mantener constante esta tensión hay un regulador de voltaje que se encarga de este cometido.

La potencia de un generador diésel se mide en kilovatios (kW) y se puede medir en dos lugares diferentes: a la salida del motor y a la salida del alternador. La potencia a la salida del motor se llama potencia bruta, mientras que la potencia a la salida del alternador se llama potencia neta.

La potencia de un generador también se expresa en KVA que es el resultado de dividir lo anterior entre 0,8, (se estima un factor de potencia de 0,8 para dar el dato de potencia aparente).

RENDIMIENTO EN GENERADORES DIÉSEL

El rendimiento de un generador diésel utilizado en riego agrícola depende en gran medida del tamaño del generador y del tipo de carga que se esté alimentando.

En general, los generadores diésel tienen un mejor rendimiento cuando están operando cerca de su capacidad nominal, es decir, cuando están alimentando una carga cercana a su capacidad máxima. Esto se debe a que el motor diésel está diseñado para operar con una carga constante y, por lo tanto, su eficiencia se maximiza cuando está operando en o cerca de su capacidad nominal.

Sin embargo, si el tamaño del generador es demasiado grande para la carga que está alimentando, el rendimiento puede verse afectado negativamente. Esto se debe a que el generador diésel estará funcionando a una carga muy baja y, por lo tanto, su eficiencia será menor.

Por otro lado, si el tamaño del generador es demasiado pequeño para la carga que está alimentando, el generador diésel estará funcionando en su límite máximo, lo que puede provocar sobrecalentamiento y desgaste prematuro de los componentes del generador.

Es importante seleccionar un generador diésel de tamaño adecuado para la carga que se esté alimentando y utilizar protecciones adecuadas para evitar problemas como sobrecargas, cortocircuitos y otros eventos que puedan afectar el

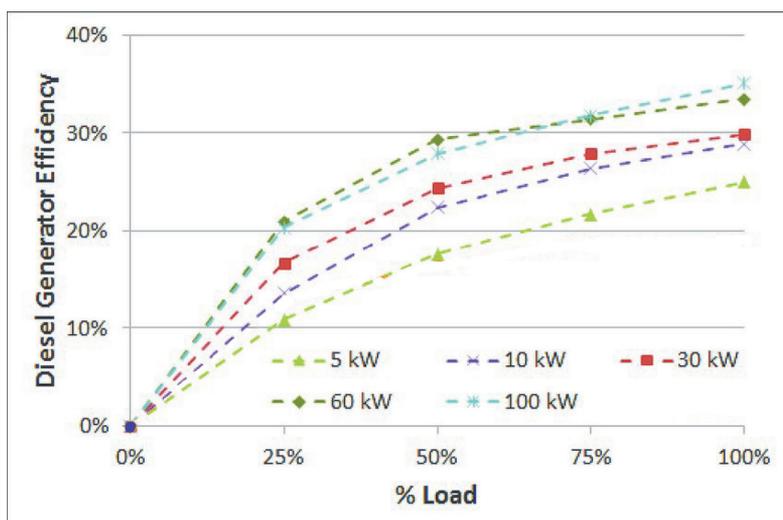


Figura 1. Eficiencia según carga para diferentes potencias.

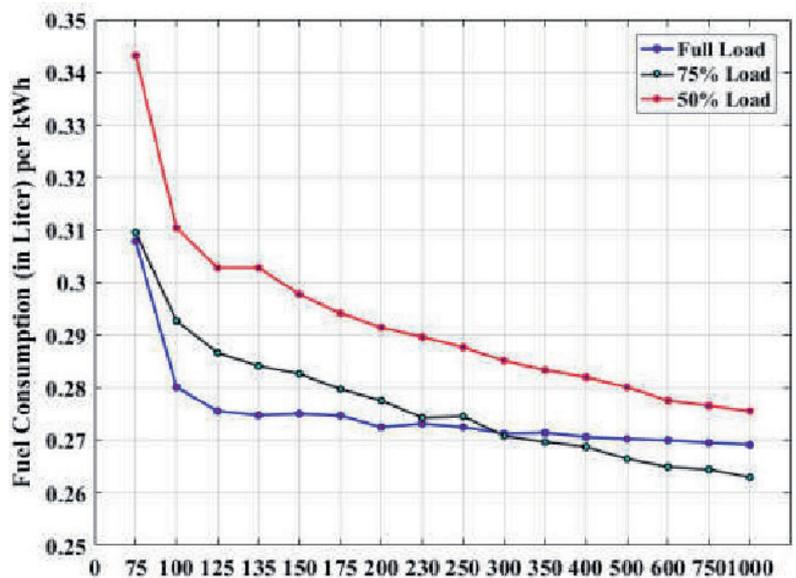
rendimiento y la vida útil del generador. Además, es importante realizar un mantenimiento adecuado del generador diésel para garantizar su buen rendimiento y prolongar su vida útil.

Conclusiones:

- Rendimiento se incrementa al aumentar la carga.
- Cuanto mayor es el generador mayor rendimiento máximo tiene.
- El rendimiento para cargas inferiores al 50% empeora considerablemente.

CONSUMO ESPECÍFICO EN FUNCIÓN DE LA CARGA APLICADA

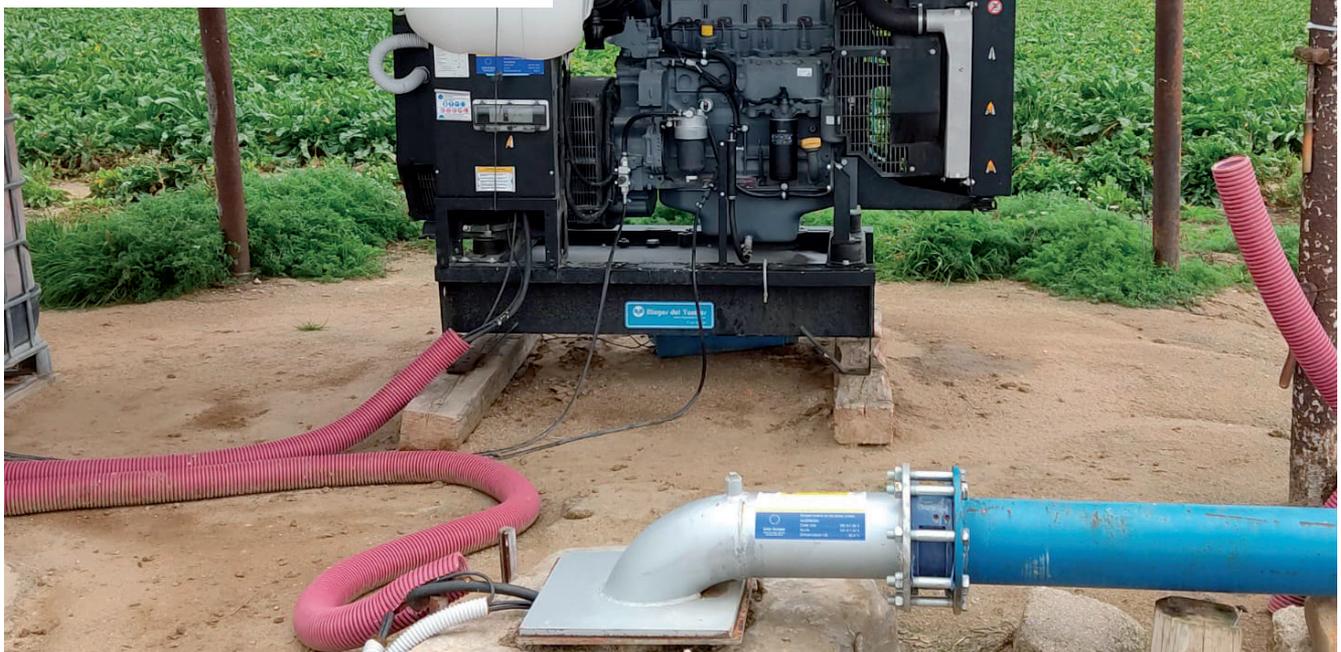
El consumo específico, también conocido como coeficiente de consumo de combustible (CEC), es una medida de la eficiencia de combustible de un generador diésel. Se define como la cantidad de combustible que se consume para producir una unidad de energía eléctrica (kWh). El CEC típico para un generador diésel de 132 kW (150CV) oscila en torno a 0,28 l/kWh de energía eléctrica producida, esto para una carga del 100% ya que para cargas más pequeñas el CEC aumenta.



Conclusiones:

- Consumo específico disminuye al aumentar la carga siendo menor al 100%
- Cuanto mayor es el generador menor es el consumo específico
- Para generadores de riego 125-150 KVA funcionando entre el 50% y el 75% 0,28-0,3 l/KWh.

Figura 2. Consumo específico según tamaño generador a diferentes cargas.



CONSUMO ABSOLUTO DE LA CARGA APLICADA

El consumo absoluto de un generador diésel son los litros que consume cada hora para una determinada carga aplicada a su salida.

Tamaño del Generador (kW)	1/4 de Carga (lt/hr)	1/2 de Carga (lt/hr)	3/4 de Carga (lt/hr)	Plena Carga (lt/hr)
20	2.3	3.4	4.9	6.1
30	4.9	6.8	9.1	11.0
40	6.1	8.7	12.1	15.1
60	6.8	11.0	14.4	18.2
75	9.1	12.9	17.4	23.1
100	9.8	15.5	22.0	28.0
125	11.7	18.9	26.9	34.4
135	12.5	20.4	28.8	37.1
150	13.6	22.3	31.8	41.3
175	15.5	25.7	36.7	48.1
200	17.8	29.1	41.6	54.5
230	20.1	33.3	47.3	62.8
250	21.6	36.0	51.5	68.1
300	25.7	42.8	60.9	81.4
350	29.9	49.6	70.8	95.0
400	33.7	56.4	80.6	108.3
500	41.6	70.0	99.9	135.1
600	50.0	83.3	119.2	162.0
750	61.7	103.7	148.8	202.1
1000	81.8	137.8	197.2	269.1
1250	101.8	171.5	246.1	336.1
1500	121.9	205.5	294.5	403.1
1750	142.0	239.2	343.3	470.1
2000	162.0	273.3	391.8	537.1
2250	182.1	307.0	440.6	604.1

Tabla 1. Consumo en litros/h para varias tallas de generador y cargas.

Conclusiones:

- Desde el punto de vista del consumo elegir un generador que trabaje cerca del 100% de su carga si es posible técnicamente.
- Para cargas por debajo del 50% se empeora mucho el consumo específico.
- Ejemplo 1 Carga de 50KW: Generador de 100KW al 50% de carga consume 15,5l/h. Generador de 200KW al 25% de carga consume 17,8l/h.
- Ejemplo 2 Carga de 100KW: Generador de 100KW al 100% consume 28 l/h, Generador de 200KW al 50% consume 29,1 l/h, Generador de 400KW al 25% consume 33,7l/h.

TIPOS DE CARGA

La carga aplicada a la salida del generador va a tener un efecto en su comportamiento y en su dimensionamiento por lo que es muy importante saber la carga adecuada para poder dimensionarlo bien.

Carga resistiva

- Son las más comunes en aplicaciones domésticas.
- Permiten seleccionar el generador ajustado a la carga sin sobredimensionarlo.
- No tienen transitorios de arranque

Carga inductiva

Son las más comunes en aplicaciones industriales.

- Típicas de motores y bombas.
- Tienen transitorios de arranque, un motor puede consumir de 5 a 10 veces la corriente nominal en un arranque directo, haciendo necesario sobredimensionar el generador, soluciones:
 - Arranque estrella-triángulo
 - Arrancador progresivo
 - Variador de Frecuencia

Figure 1. AC voltage and current sine waves

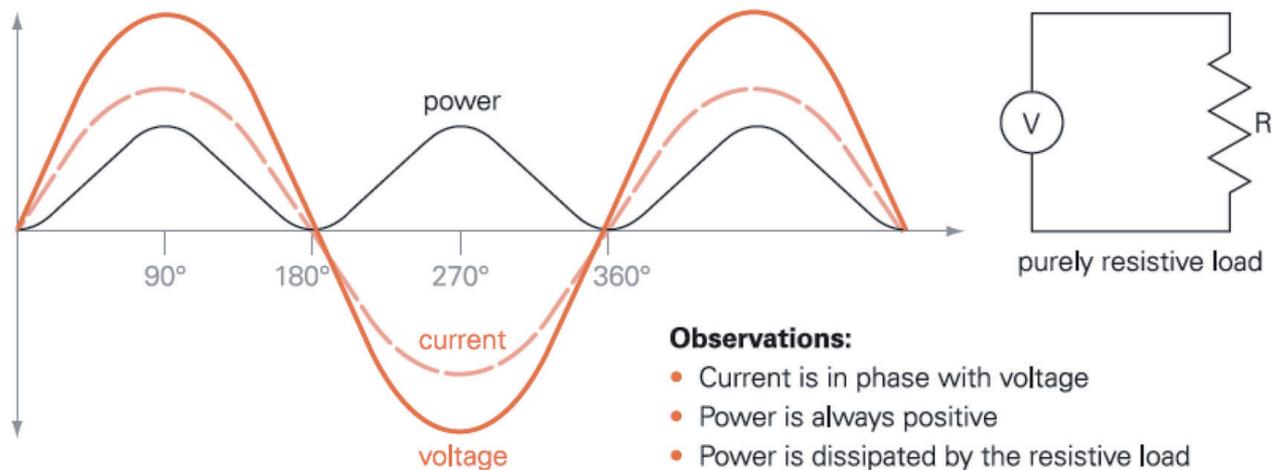


Figura 3. Carga resistiva.

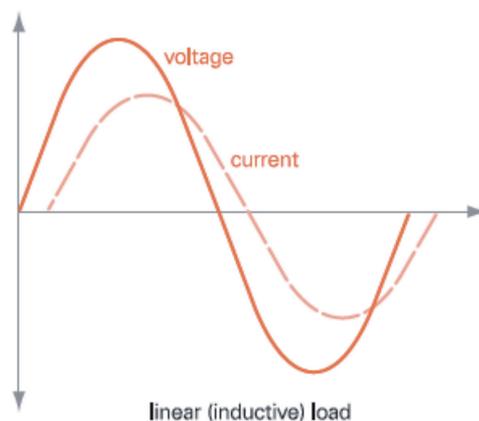


Figura 4. Carga inductiva.

Carga no lineal

- Típicas de la utilización de electrónica de potencia (Variadores, Fuentes de alimentación conmutadas...)
- El transitorio de arranque, se reduce ajustando la rampa de aceleración-deceleración del variador.
- Problemas de distorsión armónica en la línea haciendo necesario sobredimensionar el alternador o que esté adaptado a este tipo de cargas.

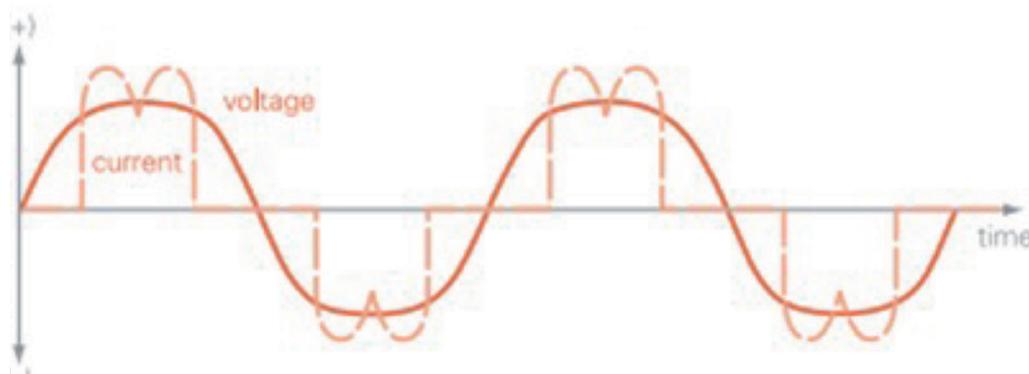


Figura 5. Carga no lineal

MÉTODOS DE ARRANQUE

El método de arranque utilizado en un generador diésel también puede afectar su eficiencia energética debido al dimensionamiento de este. A continuación, se analizan los tres métodos de arranque más comunes: arranque directo, arranque progresivo y variador de frecuencia.

Dependiendo del método utilizado podremos seleccionar un generador que trabaje más cerca de su capacidad máxima mejorando su eficiencia.

Arranque directo

El arranque directo es el método más simple y económico de arrancar una carga. Consiste en conectar la carga directamente al generador diésel mediante un contactor o un seccionador, sin utilizar ningún dispositivo de arranque adicional. Sin embargo, el arranque directo de una carga inductiva, como una bomba sumergible, puede tener un impacto negativo en el generador diésel, ya

que la corriente de arranque puede ser muy alta y sobrecargar el generador. Por lo tanto, es necesario sobredimensionar el generador para arranque directo con la consiguiente pérdida de rendimiento una vez arrancada la carga. Existe una variante de este método utilizando un arranque estrella-triángulo que minimiza la corriente en el arranque.

Arranque progresivo

El arranque progresivo es un método de arranque que utiliza un arrancador progresivo, que se encarga de controlar la corriente que llega a la bomba durante el arranque utilizando electrónica de potencia. De esta manera, se reduce la corriente de arranque y se protege tanto el generador como la carga. Esto permite utilizar un generador diésel de menor tamaño en comparación con el arranque directo, lo que puede mejorar la eficiencia energética del sistema al poder dimensionar mejor el generador.

Variador de frecuencia

El variador de frecuencia se encarga de controlar la velocidad del motor eléctrico que acciona la bomba sumergida. El variador de frecuencia ajusta la frecuencia y la tensión de salida para controlar la velocidad del motor eléctrico y, por ende, la velocidad de la bomba.

Con este sistema podemos controlar la velocidad del arranque haciendo una aceleración de la bomba suave que permita al generador ajustarse y no bajar su velocidad de giro.

El uso de un variador de frecuencia permite ajustar la velocidad de la bomba de acuerdo a las necesidades de la aplicación, lo que significa que se puede controlar la cantidad de agua que se suministra y la presión en la red de distribución. Además, el uso de un variador de frecuencia también ayuda a reducir el consumo de combustible del generador diesel y prolonga la vida útil de la bomba al evitar arranques y paradas bruscas.

EFFECTO DE LA CONEXIÓN DE LAS CARGAS AL GENERADOR

Existen 2 efectos en los transitorios de arranque y paro de una carga.

- Efectos de los transitorios sobre la frecuencia / velocidad del motor, se produce al arrancar o parar una carga en el generador haciendo que disminuya o aumenten el número de rpm del motor y por consiguiente la frecuencia del generador. Al aumentar la carga la bomba inyectora debe inyectar más combustible para mantener la velocidad de giro.
- Efecto de los transitorios sobre la tensión del alternador, producidos al conectar o desconectar una carga, el AVR deberá aumentar la corriente o disminuirla en el rotor para ajustar la tensión de salida.

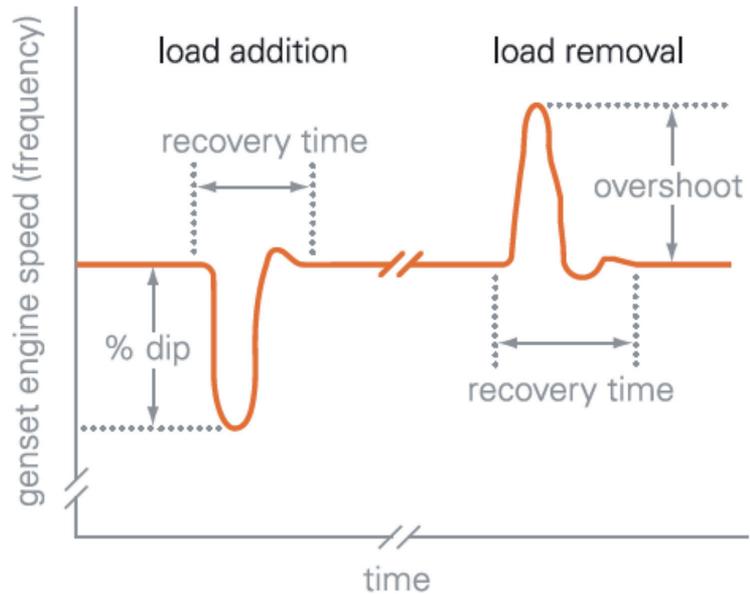


Figura 6. Transitorio arranque-paro.

CONCLUSIONES

- Elija siempre la potencia del grupo electrógeno para trabajar como mínimo entre el 50 y el 70% de la potencia total, de esta forma se garantiza un correcto funcionamiento de la máquina. Trabajar por debajo del 50% empeorará mucho el rendimiento y acercarnos al 100% también será imposible pues en el arranque de nuestra bomba vamos a necesitar un margen de potencia para que el motor y alternador funcionen bien y no bajen las ni las revoluciones ni la tensión de salida.
- No sobredimensionar el grupo, solo cuando sea estrictamente necesario por el tipo de carga o arranque.
- Utilizar arrancadores progresivos para minimizar el transitorio de arranque, aunque este se mejora utilizando variadores de frecuencia ajustando las rampas.
- El uso de variadores de frecuencia es necesario si queremos ahorrar bajando la presión de trabajo y nuestro sistema de riego nos lo permite, si no utilizar un arrancador.
- Los variadores de frecuencia mejoran los transitorios de arranque y parada aunque afectan al alternador, siendo necesario sobredimensionarlo y adecuarlo a este tipo de cargas, por tanto el motor diésel puede ser ajustado a la carga pero el alternador deberá soportar este tipo de cargas no lineales, también las protección contra defectos a tierra que incorporan los generadores (diferenciales) deberán de ser adecuadas para no tener disparos de estas debido a este tipo de cargas.



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural
Europa invierte en las zonas rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



PNDR
Programa Nacional
de Desarrollo Rural
2014-2020

EFFIREM

Reducción del coste energético del riego en remolacha
mediante eficiencia energética y reducción del
consumo de agua

Actuación cofinanciada por la Unión Europea



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

Europa invierte en las zonas rurales

INVERSIÓN:

Coste total	585.366,20 €
Ayuda	540.166,20 €
Cofinanciación UE	80 %