NUESTRA BIBLIOTECA

El Concepto de Voltaje Constante sobre la Carga

1. Introducción

Este artículo hace referencia al nuevo diseño de alternadores que permiten aumentar dramáticamente la potencia de salida generada, en comparación a la de los alternadores convencionales. Los resultados experimentales demuestran claramente esta capacidad de mejora y también el aumento de la performance de los mismos. Con este sistema se logra estabilidad en la carga por un lado, pero también se pueden obtener incrementos del voltaje de salida. Otra de las posibilidades que permite este nuevo sistema es la de poder obtener sistemas duales de tensión de salida (por ejemplo 42v/14v). Esta tecnología preserva la simplicidad y el bajo costo de los alternadores convencionales y puede ser implementada dentro del proceso de fabricación existente. La tecnología de los alternadores actuales muestra que a velocidades superiores al ralentí, el alternador convencional no puede alcanzar la máxima potencia posible debido a que la tensión de salida fija no se corresponde con las características del alternador para estas velocidades. La figura 1 muestra el diagrama de un alternador convencional con su puente rectificador.

Image not found or type unknown

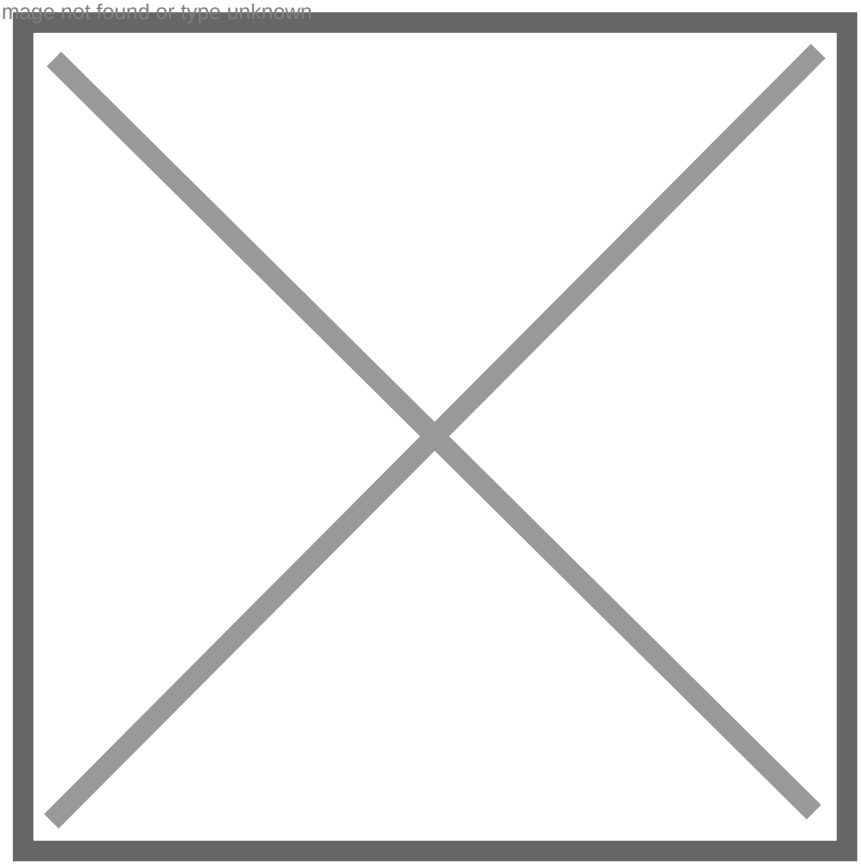


Fig. 1 - Alternador convencional

Se presenta un nuevo enfoque de diseño y control que permite la máxima potencia de carga comparable, a lograrse en todas las velocidades.

El nuevo sistema de alternador utiliza control de campo y un rectificador de conmutación (SMR) para lograr substancialmente mayor potencia y rendimiento que los sistemas convencionales, particularmente a velocidades por encima del ralentí.

La alta potencia se logra utilizando el rectificador de conmutación (SMR) como una segunda forma de control para mantener sin variación el voltaje sobre la carga del alternador. Esto se hace sin aumentar las pérdidas o estrés térmico del alternador. El alternador y el rectificador de conmutación (SMR) se muestran en la figura 2.

Este sistema está compuesto por un puente de diodos y un sistema switching compuesto por un componente electrónico MosFet (Qx) y un diodo (Dx). El transistor MosFet se activa y desactiva a alta frecuencia por medio de la modulación por ancho de pulso (PWM) con un ciclo de trabajo determinado (con el diodo activándose o desactivándose de manera complementaria). En cierto sentido, esta llave actúa como un transformador de corriente continua controlado por una señal modulada por ancho de pulso (PWM), también con un ciclo de trabajo determinado.

Image not found or type unknown

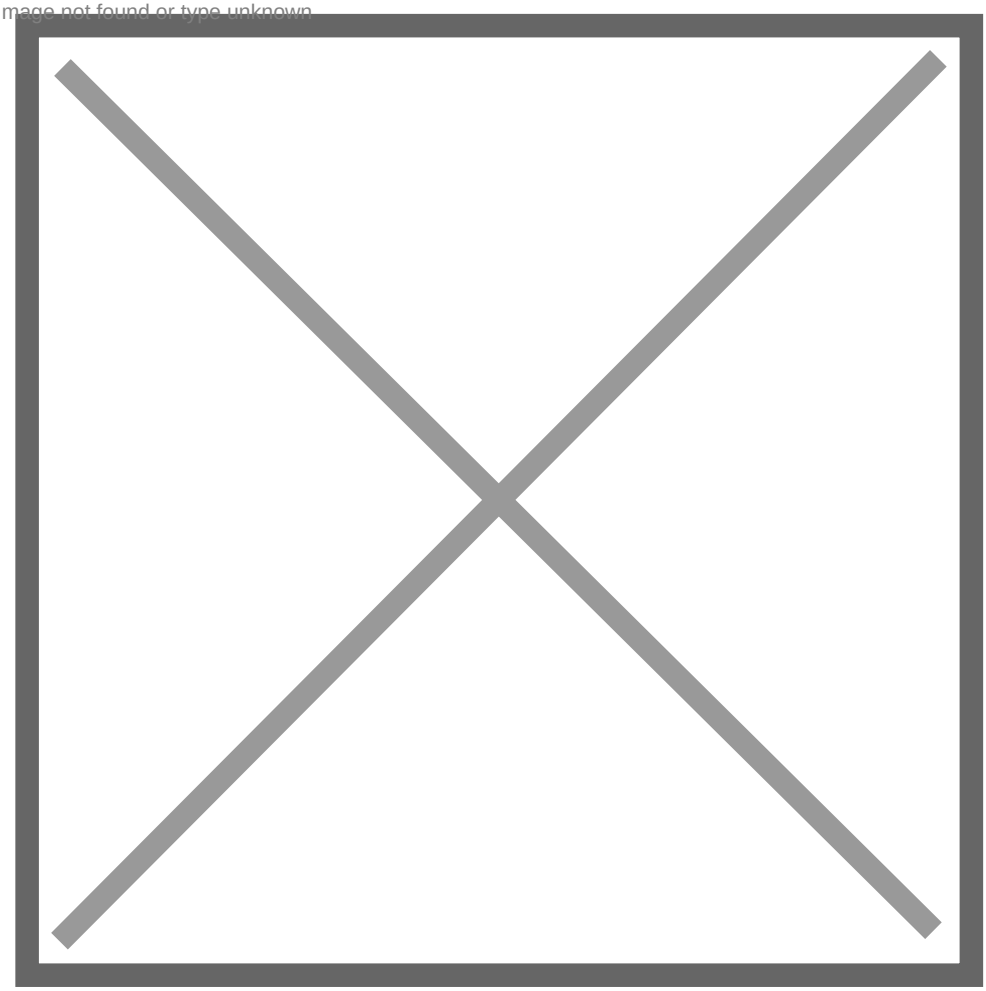


Fig.2 – Alternador con rectificador de conmutación (SMR)

Controlando el ciclo de trabajo se puede variar el voltaje Vx a la salida del puente rectificador a un valor por debajo del voltaje de salida del alternador Vo.Para este sistema, la potencia de salida del alternador es función del voltaje del puente rectificador Vx más que del voltaje de salida Vo.

Ajustando el ciclo de trabajo, este alternador puede generar la máxima potencia de salida para muchas velocidades, mientras entrega un voltaje de salida constante Vo (por ejemplo, de 42v).

Esta forma de operación permite obtener más potencia a varias velocidades de la que puede entregar un alternador con su puente rectificador entregando un voltaje fijo (una excepción importante a esta mejora es en el ralentí, donde la performance del nuevo diseño es idéntica al de los alternadores convencionales).

Lo que hace posible obtener mejores potencias de salida, es el rectificador de conmutación (SMR) que es quien provee el voltaje controlado que hace falta para mantener el voltaje constante de la carga del alternador para varias velocidades. Este mantenimiento del voltaje de la carga sin variaciones, es mucho más simple de obtener controlando debidamente el ciclo de trabajo del rectificador de conmutación (SMR) como una función de la velocidad del alternador. La potencia de salida se puede regular de manera eficiente a valores por debajo del máximo, mediante el control del campo del alternador.

Esto es debido a que el voltaje Vx del puente rectificador puede ser igual o menor que el voltaje de salida Vo.

La figura 3 muestra la capacidad de la potencia de salida de esta configuración en función de diferentes velocidades de operación del alternador.

Image not found or type unknown

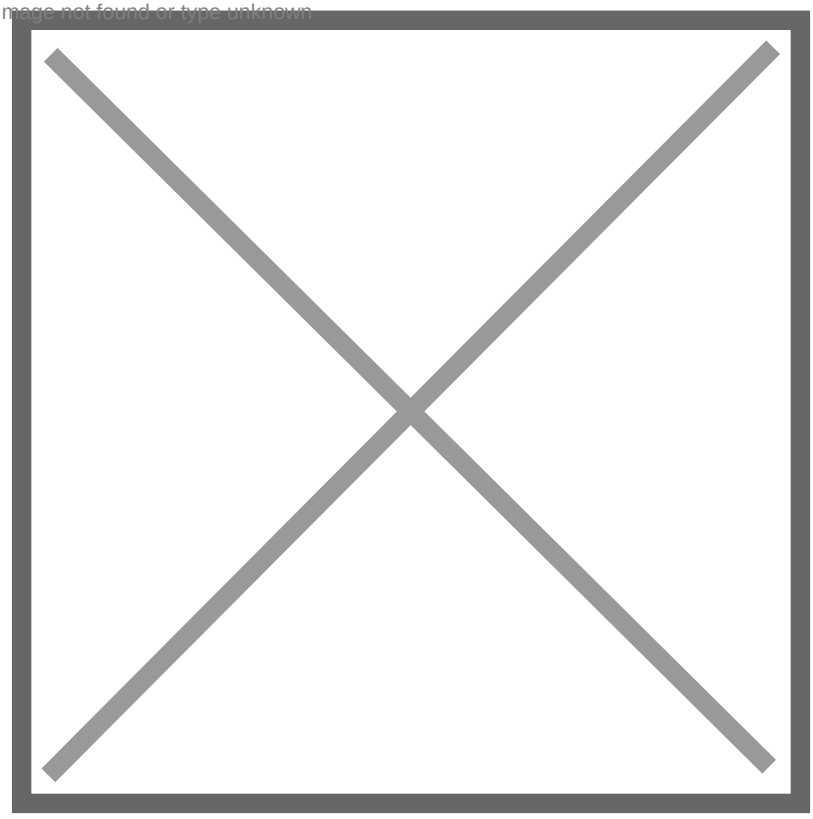


Fig.3 – Potencia vs. Velocidad

Utilizando solamente un diodo rectificador y para un voltaje de 14v, esta configuración es capaz de alcanzar 1kw durante el ralentí (1800rpm) y puede aumentar hasta 1,5kw para una velocidad crucero (6000rpm).Con la técnica del rectificador de conmutación (SMR) y para un voltaje de 50v, la configuración tiene la misma capacidad en el ralentí, pero es capaz de alcanzar 4kw a la

velocidad de crucero.

Esta mejora en la capacidad de generar potencia a velocidades por arriba del ralentí, no es debido fundamentalmente al cambio en el voltaje de salida puesto que el alternador puede ser rebobinado para operar a cualquier voltaje con la misma capacidad de generación de potencia.Es decir, las mejoras resultan de la libertad de usos que se le puede dar al rectificador conmutado (SMR) para que mantenga el voltaje constante de la carga para los diferentes rangos de velocidades.

2. Evaluación experimental

El nuevo diseño y los tipos de control descriptos anteriormente tienen la capacidad de aumentar fuertemente la potencia de salida de los alternadores para automóviles. Se presenta aquí una evaluación experimental de este nuevo enfoque, incluyendo un examen de capacidad de potencia promedio y potencia pico, pérdidas, eficiencia y sus implicancias en la fabricación de los mismos. Esta configuración experimental incorpora a un alternador tradicional manejado por un variador de velocidad controlado por computadora.

A la placa de diodos rectificadores se le agrega un rectificador de conmutación (SMR) conectado directamente a las fases, tal cuál lo muestra la figura 4.

Image not found or type unknown

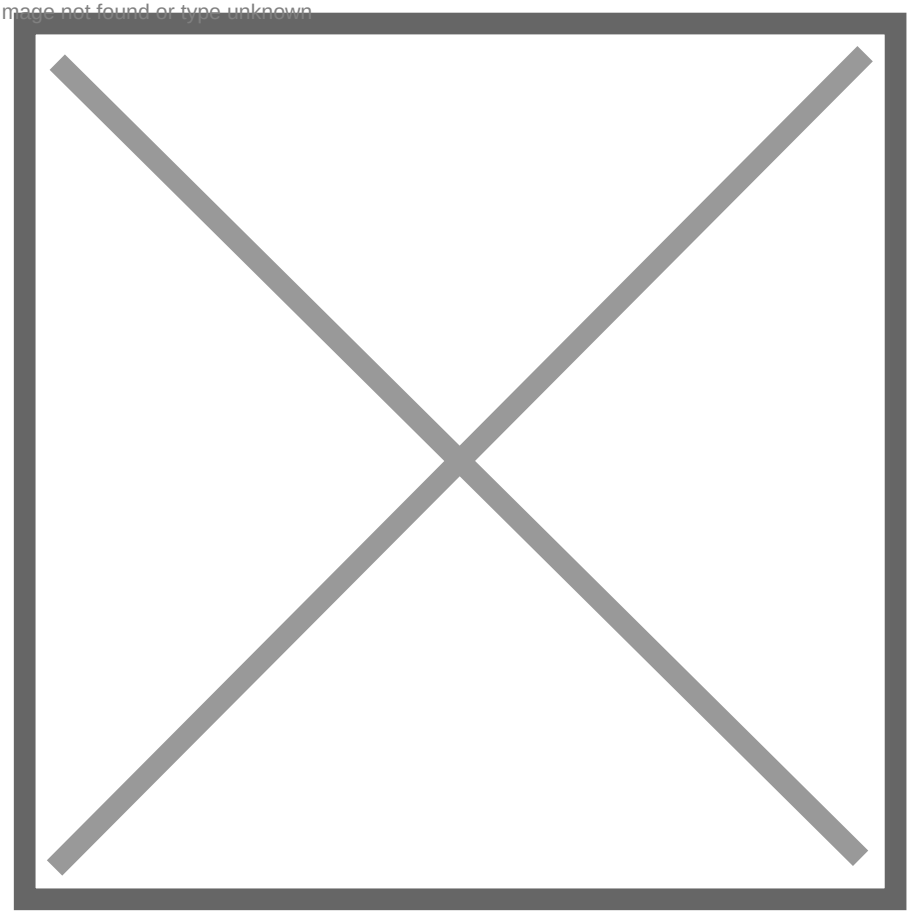


Fig. 4 – Rectificador de conmutación (SMR)

Para algunos experimentos, el regulador de voltaje es reemplazado por una corriente de campo específica (teniendo en cuenta las características del alternador) suministrada por una fuente de tensión.

3. Aspectos de la fabricación

La configuración actual de alternadores presenta un relativamente barato proceso de fabricación y además existe un largo tiempo de investigación en cuanto a la infraestructura de fabricación de los mismos, por lo que es universalmente conocido en la industria automovilística. Por lo tanto, una consecuencia dramática del crecimiento de la demanda eléctrica en los automóviles, está referida a las limitaciones de los alternadores convencionales para satisfacerlas.

Este es un desafío en términos de costo y viabilidad para los alternadores de gran potencia en los automóviles del futuro. Uno de los beneficios del rectificador de conmutación (SMR) es que puede ser fabricado con la infraestructura existente de los alternadores.

Debido a que el nuevo diseño de alternadores extiende la capacidad promedio de generar potencia para un tamaño determinado en casi dos veces, se tendrá en cuenta para evaluar las demandas de los futuros alternadores a los efectos de no requerir cambios en éstos o reemplazar los procesos de fabricación existentes. Los cambios en el proceso de fabricación para implementar el mantenimiento constante del voltaje sobre la carga requieren modificar el rectificador del alternador, el control del mismo, el número de vueltas y el diámetro del bobinado de estator.

Como se muestra en la figura 4, las modificaciones en el rectificador consisten en reemplazar tres diodos por tres MosFet de gran potencia.

El hecho de que los MosFet estén referenciados a tierra y que pueden ser manejados con pequeñas señales, minimizan el impacto del costo para esta modificación del rectificador. Se necesita solamente una señal de realimentación para lograr el mantenimiento del voltaje constante de la carga y es la velocidad del alternador la cuál es proporcionada por el tacómetro (la corriente de campo es también un dato importante para estas implementaciones).

Además, la implementación del control para mantener el voltaje de la carga constante es muy simple y barata, por lo cuál no representa una penalización del costo ni cambios significativos en el proceso de fabricación.

Para modificar un alternador convencional de 14v a los efectos de implementar el control del voltaje constante de la carga operando con 42v, se necesita solamente modificar el rectificador y agregarle el control para considerar que se tiene un sistema dual de operación (42v/12v) en el mismo circuito eléctrico.

Se puede concluir que para este nuevo diseño de alternadores no se necesitan mayores cambios en el proceso actual de fabricación y de hecho, es una ventaja para la fabricación en cuanto a reunir las demandas de alternadores de gran potencia y altos voltajes que demandará la industria automotriz.