ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD DE INVERSORES PARA ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y LUMINARIAS LED

INTRODUCCIÓN

Las luminarias que trabajan en base a la tecnología LED están conformadas por una placa LED alimentada (en su mayoría) por un driver, el cual recibe una señal eléctrica senoidal de la red y la transforma a una señal continua de menor tensión. En los equipos de altas prestaciones, el driver posee un control activo del factor de potencia que junto a una etapa de filtrado reducen el contenido armónico de la señal de corriente.
Para la utilización de luminarias LED con un inversor de onda cuadrada, surge el inconveniente de tener un circuito de corrección de factor de potencia en la luminaria que por su funcionamiento puede no adaptarse a la señal cuadrada.
Todavía más complejo puede ser el proceso de conexión a inversores de alto rendimiento que utilicen señales de modulación avanzada, considerando como hipótesis de trabajo la incapacidad de este circuito para adaptarse a señales complejas no senoidales.
En el presente trabajo se analiza esta compatibilidad, con el objetivo de verificar si las luminarias LED de AP actuales se adaptan a este tipo de señales.

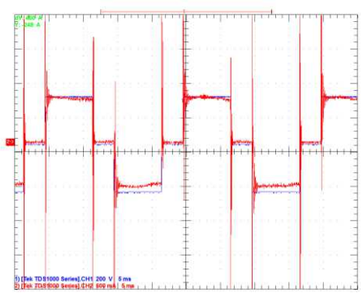
MATERIALES Y MÉTODOS

En la experiencia de laboratorio se utilizó un inversor de denominación genérica IE-2000 (señal de salida "cuadrada simil seno") alimentado con un banco de dos baterías de 12[V] en serie, es decir, entrada en el inversor de 24[V]. A este se le conectaron tres luminarias diferentes a su salida, una de fabricación nacional con driver, una extrajera con driver y una nacional sin driver, con diferentes tecnologías y potencias. Se realizaron mediciones de tensión y corriente entre el inversor y la luminaria y eventualmente desde el banco de baterías hacia el inversor.
Para el banco de baterías se utilizaron dos baterías tipo selladas de electrolito absorbido de 12V 12Ah. Carga flotante: 13,5V a 13,8V. Carga cíclica: 14V a 15V (corriente de carga máxima 3,6A).
Un segundo ensayo fue realizado con un inversor de señal SPWM (modulación senoidal modificada del ancho de pulso). La tensión de entrada es de 24V y la de salida de 225V a 3A con la potencia pico de 600W. Es un inversor de tipo experimental desarrollado en el laboratorio. No posee regulación de tensión de salida por lazo de realimentación por lo que la tensión es variable con la carga. La señal de salida se acopla a un transformador de 600VA.

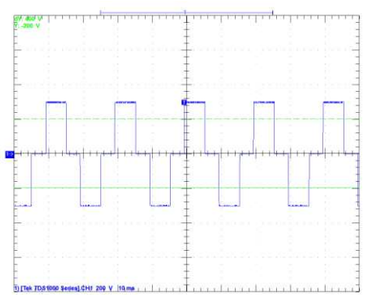
RESULTADOS Y DISCUSIONES

1º caso

Conexión de inversor de señal cuadrada a Luminaria A.
La luminaria copia en forma de onda de corriente a la señal de tensión agregando pequeñas resonancias de conmutación pero que no parecen afectar el funcionamiento de la luminaria. No se observan parpadeos ni disminución del flujo luminoso o funcionamiento anormal. La potencia consumida es equivalente a la nominal.



A. Tensión y corriente del inversor.

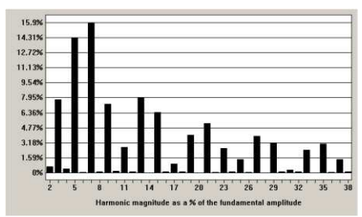


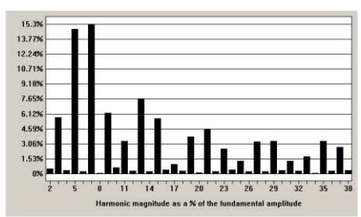
B. Tensión del inversor en vacío.

Voltage = 232.70 V
Voltage TDH = 25.280%
Power Factor = 758.24m
Apparent Power = 159.84VA
Current = 686.86m A
Current THD = 24.328%
Displacement Power Factor = -937.73m
Reactive Power = 104.21VAR
True Power = 121.19W

Parámetros eléctricos entregados por el software WaveStar – Luminaria A.

La distorsión harmónica de tensión es equivalente a la de corriente por lo tanto el corrector de factor de potencia copia a la perfección la forma de onda entregada por el inversor.

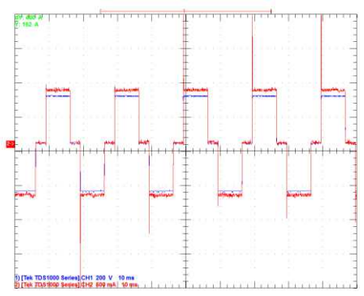




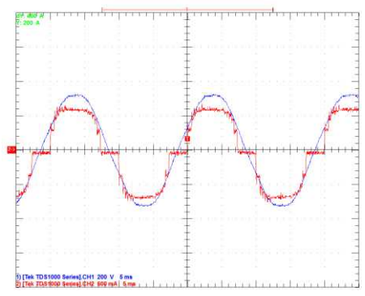
Distorsión armónica de tensión y corriente respectivamente – Luminaria A

2º caso

Conexión de inversor de señal cuadrada a Luminaria B. Copia perfectamente la forma de onda del inversor, no aparecen los pulsos de conmutación porque no es un circuito conmutado sino un circuito lineal, y la linealidad de estos circuitos es equivalente a la linealidad que se observa en corriente alterna.



A. Formas de ondas de tensión y corriente conectado a inversor de señal cuadrada.



B. Formas de ondas de tensión y corriente conectado a red - Luminaria B.

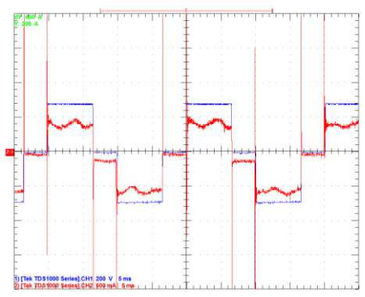
Voltage = 233.10 V
Voltage TDH = 25.700%
Power Factor = 990.78 m
Apparent Power = 151.46 VA
Current = 649.78m A
Current THD = 25.713%
Displacement Power Factor = -125.18m
Reactive Power = 20.518 VAR
True Power = 150.07 W

Parámetros eléctricos entregados por el software WaveStar - Luminaria B.

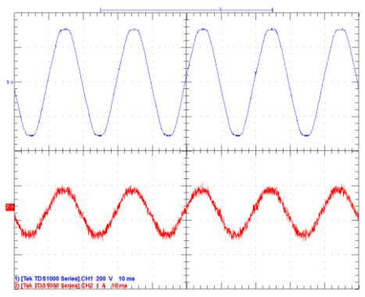
Se observa igual distribución harmónica en tensión y corriente pero la potencia medida se ubica por encima de la nominal. Desde el punto de vista de la respuesta a la señal podemos asegurar que es la que mejor se adapta al funcionamiento de señal cuadrada.

3º caso

Conexión de inversor de señal cuadrada a Luminaria C. La señal de corriente aparece con un contenido harmónico mayor que la señal de tensión.



A. Formas de ondas de tensión y corriente conectado a inversor de señal cuadrada.



B. Formas de ondas de tensión y corriente conectado a red. Luminaria C.

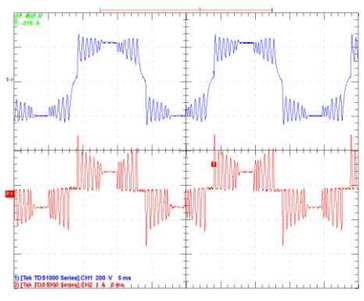
Esto se debe a la pequeña ondulación que hay en la parte superior de la onda en el ciclo activo. Debe observarse que la potencia medida es en este caso menor que la nominal.

Voltage= 233.53 V
Voltage TDH= 24.651%
Power Factor= 1.6117
Apparent Power= 55.076 VA
Current= 235.84m A
Current THD= 25.776%
Displacement Power Factor= -3.1044
Reactive Power= 00.000 VAR
True Power= 88.767 W

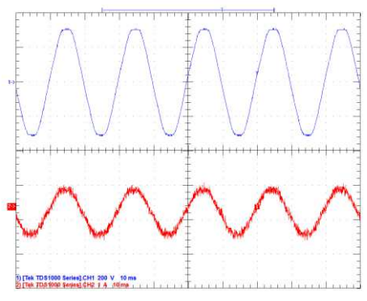
Parámetros eléctricos entregados por el software WaveStar - Luminaria C.

4º caso

Conexión de inversor de señal SPWM a Luminaria C.
Como la Luminaria C es la que peor se adaptó a la forma de onda se ensayó su comportamiento con un inversor de señal SPWM.



A. Formas de onda de tensión y corriente con inversor SPWM.



B. Misma carga conectada a red – Luminaria C.

En este caso se observa que el circuito corrector de factor de potencia invierte el flujo esperado de energía dado que la corriente es mayor en los pulsos de menor ancho y menor entre los 60º y 120º de la señal del inversor. Esto se debe que al sincronizarse encuentra un nivel alto de tensión y por lo tanto habilita el transistor de potencia. Sin embargo no parece afectar la estabilidad de emisión de la luminaria.

CONCLUSIONES

Habiendo sido analizados el funcionamiento de tres luminarias diferentes, de tecnologías diferentes, a dos tipos de inversores con señales de salida no senoidal, y con diferentes grados de modulación, se concluye que la forma de señal no tiene un efecto directo que afecte de alguna manera al funcionamiento de las luminarias, salvo en la potencia total consumida. En función de esto, se puede indicar que la conversión de sistemas de AP a sistemas autosustentables no requerirá de inversores de tecnología avanzada lo que redundaría en una notable reducción de los costos de instalación.
Queda por resolver el real dimensionamiento de los bancos de baterías y a partir de ello los costos de operación y amor-tización de estos sistemas.