

Mediciones detalladas de los transformadores de Ide.

Horst Eckardt, Bernhard Foltz, Karlheinz Mayer

A.I.A.S. y UPITEC

(www.aias.us , www.atomicprecision.com , www.upitec.org)

Julio 16, 2017.

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net)

Resumen.

El dispositivo generador de energía de Osamu Ide se ha replicado según diversas variantes. Este dispositivo es un transformador impulsado por pulsos rectangulares de alta frecuencia y, por lo tanto, sólo puede comprenderse en el contexto de ingeniería de alta frecuencia. Luego de que el Grupo de Munich hubo evaluado el dispositivo original de Ide, y logrado replicar exitosamente sus efectos, se llevaron a cabo mediciones intensivas en tres construcciones adicionales de transformadores y variantes del circuito. Se mejoró la ubicación de los puntos de extracción de datos. Se han efectuado varias mediciones de energía entrante y saliente. Como resultado, pudieron determinarse los rangos de operación de los parámetros a fin de obtener valores supra-unitarios de operación. La energía de entrada resultó negativa a lo largo de un amplio rango de frecuencias. Se incluye una explicación para este comportamiento.

Palabras clave: transformador; medición de energía; medición de alta frecuencia; energía del espacio-tiempo.

1. Introducción.

El grupo de Munich ha replicado los experimentos de Osamu Ide en diversas etapas. Ide ha demostrado que hay una contribución de una corriente no clásica adicional cuando se opera un transformador mediante un pulso de CD [1]- [3]. El grupo de Munich logró reproducir este experimento en la práctica [6]. Adicionalmente, el Instituto AIAS logró explicar este comportamiento mediante una teoría adaptada [5], basada en la teoría de campo unificado ECE [7]. También se demostró que el comportamiento oscilatorio en el encendido del pulso puede modelarse mediante una variación del valor de inductancia del transformador [6]. Hasta ahora, los experimentos del grupo de Munich se han basado en los documentos de Ide [1] - [2] a fin de replicar los efectos básicos. En este documento ampliamos nuestra investigación a la configuración del dispositivo en [3]. Se agregaron dos rectificadores para impulsar una carga verdadera, que consistió de resistencias óhmicas. Esto permite evitar las objeciones en contra de efectos transitorios en la medición de carga, y la energía se disipa en forma térmica mediante una carga óhmica. La medición de energía dinámica, proveniente de corrientes de CA, se limitan al lado de alimentación.

En este trabajo observamos una energía negativa de alimentación a lo largo de amplios rangos de operación de los parámetros. Esto también fue observado parcialmente por Ide en sus mediciones. Analizaremos en qué medida puede ello atribuirse a un contraflujo de energía hacia la fuente de energía. Se demostrará que el dispositivo de Ide puede comprenderse en sus partes clásicas como un dispositivo de alta frecuencia. Sin embargo, los efectos supra-unitarios (en los que la energía de salida excede la energía de entrada) resultan claramente visibles.

2. Diseño de circuito.

La disposición del circuito principal utilizado se ilustra en la Fig. 1. El transformador se impulsa con un voltaje con forma rectangular, generado por un MOSFET, el cual se dispara mediante un generador digital de pulsos. Este generador se construyó específicamente para este propósito, y ya se había descrito en [6]. Se utilizó un resistor shunt R_1 para medir la corriente de entrada. En las mediciones originales [6], se ubicó este resistor en el punto señalado con línea de puntos (como lo hizo originalmente Ide). Los alambres de bobina se han enrollado con líneas primarias y secundarias en paralelo, lo cual conduce a una retroalimentación capacitiva entre el sitio primario y el secundario. Este acoplamiento capacitivo es mucho mayor que en un transformador convencional con embobinados separados (ver Sección 3). Por lo tanto, la energía de entrada debe medirse fuera de posibles lazos de retroalimentación en el circuito, y el shunt se ubicó ahora donde se indica. Entonces, la corriente de entrada (variable con el tiempo) es

$$I(t) = \frac{U_1(t)}{R_1} \quad (1)$$

y la energía de entrada se integra en el osciloscopio evaluando

$$P_{in} = \frac{1}{T} \int_0^T U_0(t) I(t) dt \quad (2)$$

donde U_0 es el voltaje de entrada, U_1 es el voltaje medido en R_1 y T es el período de la señal pulsátil de entrada. El voltaje de entrada debiera de ser constante, pero esto no es siempre el caso debido a interacción en reversa de los agudos pulsos hacia la fuente de energía (aun si se emplea una batería de CD).

En el sitio secundario, se colocó un doble rectificador, tal como lo utilizó Ide en [3]. Semi-ondas positivas y negativas se rectifican en forma separada. Esto resulta más efectivo que mediante el empleo de un puente rectificador, tal como se mostrará en la siguiente sección. Ambos rectificadores pueden operarse en forma independiente mediante interruptores. La energía de salida se consume en las resistencias de carga R_2 . Dado que estas resistencias se alimentan con voltajes de CD, la energía de salida puede calcularse con seguridad mediante

$$P_{out} = \frac{U^2}{R_2} \quad (3)$$

donde U es el voltaje medido en R_2 . Este cálculo se efectuó separadamente para ambas ramas del rectificador. Se utilizó óptimamente un capacitor de acople C_1 entre el lado primario y el secundario, tal como se describe en la siguiente sección.

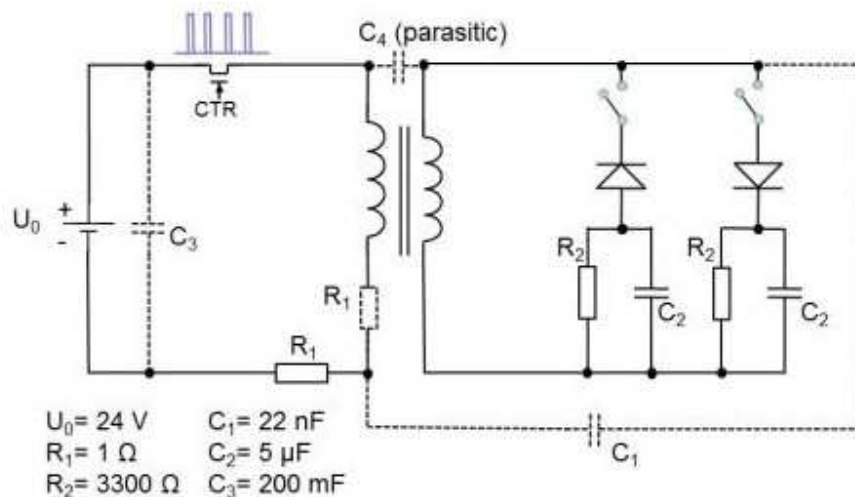


Figura 1: Circuito para las pruebas del transformador.

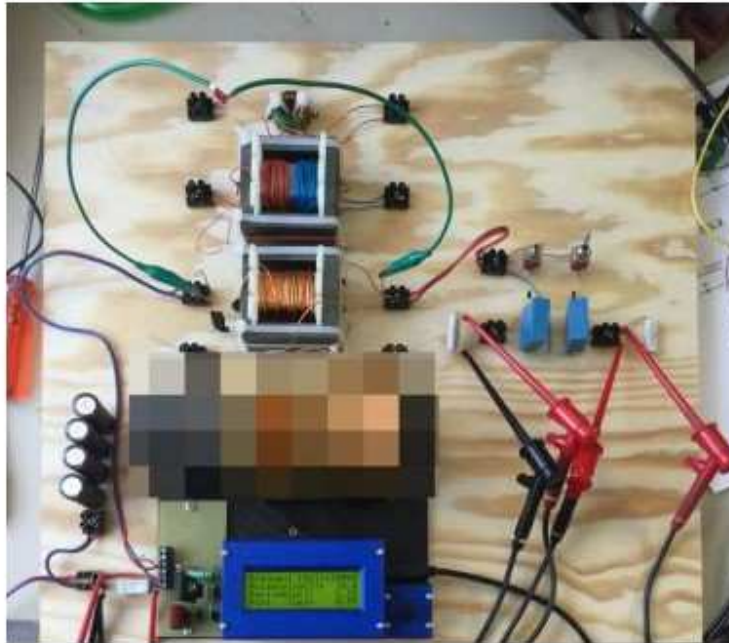


Figura 2: Disposición de la prueba.

3. Resultados.

Se construyó una disposición de prueba, tal como se muestra en la Fig. 2 (se han pixelado algunos detalles confidenciales). Se utilizaron tres transformadores para fines comparativos: dos de núcleo E-I y uno de núcleo toroidal. El generador de frecuencias basado en un microprocesador se encuentra en la parte inferior, mientras que los rectificadores se ubican a la derecha. Las bobinas de indican como bobinas 3-5 por razones internas. Los núcleos del N° 3 y 4 son de material N87 de TDK, el N° 5 es una pequeña bobina de choque. El voltaje de entrada siempre fue 24 V CD. Los parámetros del dispositivo (incluso la capacitancia parásita C_4 entre los embobinados primario/secundario) se describen en la Tabla 1. No hubo valor medible de C_4 para la bobina 4 porque en ese dispositivo los embobinados primario y secundario estaban separados.

Dispositivo	no. de vueltas	geometría	inductancia	capacitancia C_4
bobina 3	35	núcleo E-I	0.88 mH	730 nF
bobina 4	35	núcleo E-I	0.67 mH	-
bobina 5	7	toroide	0.75 mH	27 pF

Tabla 1: Parámetros del transformador.

3.1 Bobina 3

En la Fig. 1 se llevaron a cabo mediciones primeramente sin los capacitores C_1 and C_3 . Las dependencias respecto de la frecuencia de P_{in} y P_{out} de acuerdo con las Ecs. (2) y (3) se representaron gráficamente en las Figs. 3-5. La energía de alimentación es negativa a lo largo de amplios rangos de frecuencia. Se empleó un osciloscopio diferencial de 4 canales de TiePie para las mediciones. El uso de otro osciloscopio dio resultados similares, de manera que los valores negativos de energía de entrada no parecen ser un artefacto del procedimiento de medición. En algunos casos, el osciloscopio diferencial mostró problemas para el ajuste del punto cero de los canales, de manera que puede estar presente un corrimiento de unos pocos miliamperios en la corriente medida a la entrada. Sin embargo, ello no invalida las mediciones principales de supra-unidad. Este fue uno de los motivos por los que no computamos el COP (razón entre la energía entrante y saliente), sino que mostramos la diferencia de energía directamente en los diagramas.

Utilizando sólo la semi-onda negativa (Fig. 3), conduce a una energía de salida mayor que la energía de entrada, aun cuando sólo se consideran los valores absolutos, en amplios rangos de frecuencias. Esto significa medición supra-unitaria. Para el rectificador de semi-onda positiva (Fig. 4) no se observa comportamiento supra-unitario, y todos los valores de energía son positivos. Cuando se operan ambos rectificadores simultáneamente, aumentan los valores tanto a la entrada como a la salida, pero el resultado permanece en el rango sub-unitario (ver Fig. 5). La razón de este comportamiento es la señal asimétrica producida por el borde de caída del voltaje de entrada, como se analizará más adelante. En consecuencia, un puente rectificador daría resultados similares al caso de empleo de ambos rectificadores de semi-onda. Los resultados se resumen en la Fig. 6, donde se han representado las diferencias entre la energía entrante y saliente. Un valor positivo significa una medición de supra-unidad, mientras que valores negativos indican un comportamiento convencional, con pérdida de energía.

El capacitor C_1 se introdujo originalmente para simular un acoplamiento capacitivo entre las bobinas primaria y secundaria de la bobina 4, donde de otra manera no existe semejante acoplamiento (ver la Tabla 1). Aquí, se utilizó para la bobina 3, para obtener un mayor acoplamiento. Se agregó el capacitor C_3 para alisar el voltaje de entrada y como reservorio de energía eventualmente alimentada de regreso a la fuente de voltaje.

Cuando se agregan los capacitores C_1 y C_3 , se observa un efecto doble: hay un acoplamiento en reversa, del sitio secundario al primario por parte de C_1 y el voltaje de entrada se ve marcadamente estabilizado por C_3 . Las mediciones de energía se muestran en la Fig. 7, y su diferencia se representa en la Fig. 8. En el límite de alta frecuencia, la eficiencia es muy baja debido a la fuertemente creciente energía de entrada. El rango de menor

frecuencia, por debajo de 140 kHz, puede compararse con la Fig. 3, ambos para el rectificado de semi-onda negativa. Se reduce el rango de energía negativa, y se vuelve visible un máximo tanto de entrada como de salida alrededor de 80 kHz.

En la Fig. 9 se investigó el motivo de la aparición de la energía de entrada negativa. Las señales de voltaje de entrada en el lado primario (verde), la corriente de entrada (azul-verde) y energía de entrada (rojo) se han resuelto en detalle, con una frecuencia de 200 kHz, sin capacitor $C3$ pero con capacitor de acoplamiento $C1$. Puede observarse que hay un fuerte impacto de la corriente de entrada sobre el voltaje de entrada que idealmente debiera de permanecer constante. Hay un cambio de fase de 180° entre la corriente y el voltaje de entrada, que conduce a la energía resuelta en el tiempo (señal roja). Puede observarse que las partes negativas de la onda superan a las partes positivas cuando se integra la señal. Por estas razones, el valor de energía promediado resulta negativo. Este efecto se reduce marcadamente tan pronto se agrega el capacitor $C3$.

Las oscilaciones son características para el dispositivo de Ide, provocadas por la señal rectangular de excitación. El comportamiento oscilatorio del transformador se analizó en las Figs. 10 y 11. Ambas se grabaron a 15 kHz, mostrando el voltaje de entrada (verde), el voltaje del lado primario de la bobina (azul) y la corriente de entrada (azul-verde). El ciclo de trabajo de la señal rectangular es de 15% (como en todas las mediciones a menos de que se indique lo contrario). Este rango es visible como un voltaje rectangular positivo en la bobina, donde la corriente aumenta en forma casi lineal. Luego de desconectar el voltaje de alimentación, hay un pico negativo de desconexión en la bobina, como habría de esperarse, seguido por un pulso negativo que es algo más largo que el ciclo de trabajo (positivo). Esta es la razón por la que el rectificador para la semi-onda negativa da una energía mayor que para las semi-ondas positivas. El pico negativo puede alcanzar - 60 V en casos extremos. Luego de ello, se produce una oscilación sinusoidal con una frecuencia de 211 kHz. Esta es una eigen resonancia del material del núcleo, que aparece como una onda amortiguada.

La eigen resonancia cambia si se agrega al circuito el capacitor de acoplamiento C_1 , ver la Fig. 11. La eigen frecuencia se reduce significativamente a 140 kHz porque ha aumentado la capacidad del oscilador interno. Hay también un efecto del comportamiento rápidamente oscilatorio de la corriente de entrada durante el tiempo encendido (ciclo de trabajo). Sin el capacitor de acople, la corriente oscila a alrededor de 5 MHz, y después de la desconexión a alrededor de 3.6 MHz. Con el agregado del capacitor de acople, estos valores cambian a alrededor de 3.7 MHz y 3 - 6 MHz. Estas rápidas oscilaciones representan el “zumbado” del transformador, mientras que las oscilaciones de baja frecuencia no poseen contraparte clásica en un transformador común y corriente.

Como último resultado para la bobina 3 presentamos las mismas mediciones que en las Figs. 7 y 8, aquí para el rango de bajas frecuencias <30 kHz, con ambos capacitores C_1 y

C₃. Un comportamiento supra-unitario puede observarse por encima de 3.5 kHz en la Fig. 12, también muy visible en el diagrama de diferencia de energía de la Fig. 13. El voltaje de salida en el rectificador (semi-onda negativa) se representa en la Fig. 14, revelando que este voltaje es máximo (en valores absolutos) a pequeñas frecuencias. Esto significa que la mayor carga (para una extracción efectiva de energía) puede aplicarse en este rango.

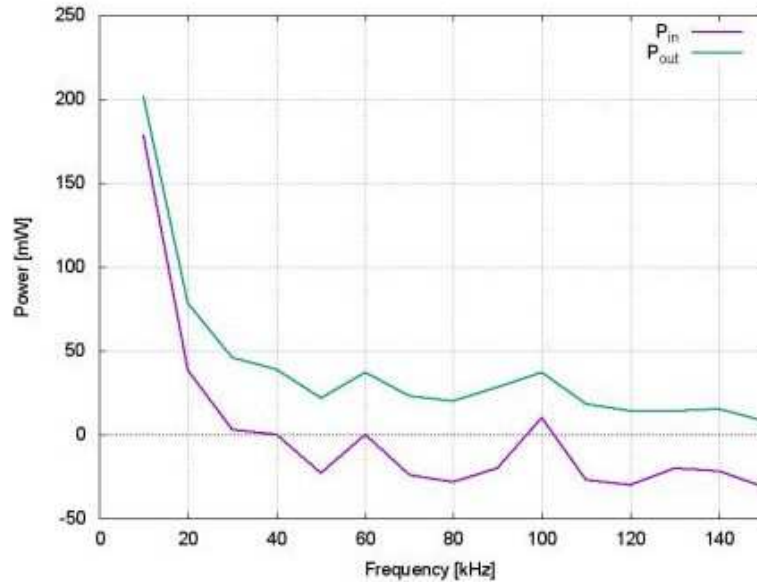


Figura 3: Energía de entrada y salida de la bobina 3, semi-onda negativa.

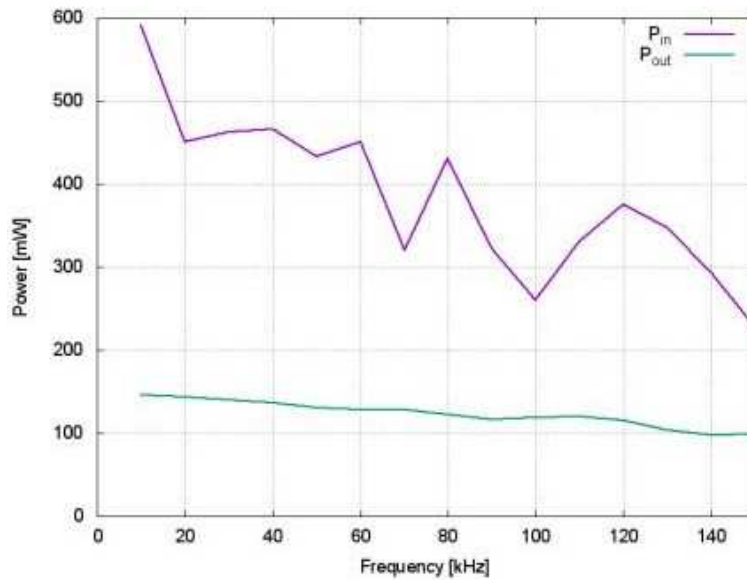


Figura 4: Energía de entrada y salida de la bobina 3, semi-onda positiva.

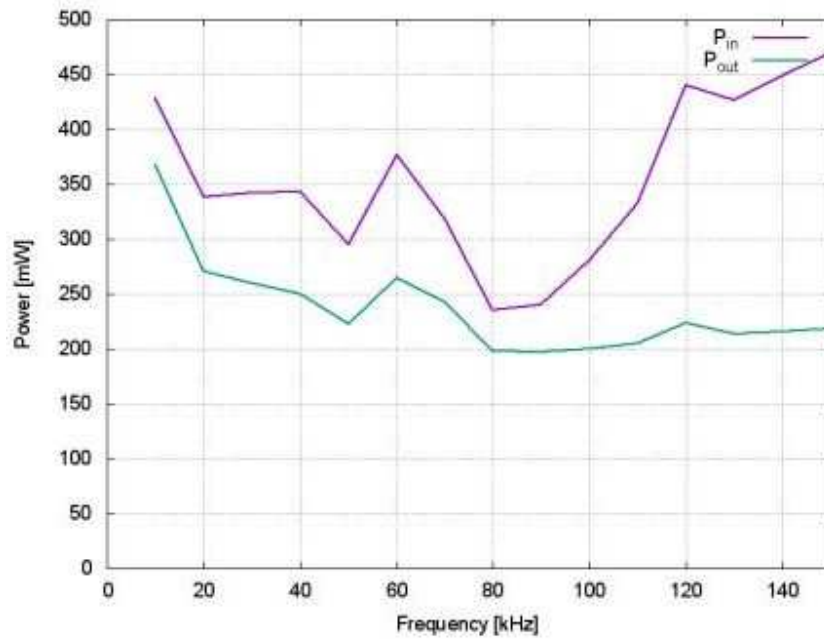


Figura 5: Energía de entrada y salida de la bobina 3, ambas semi-ondas.

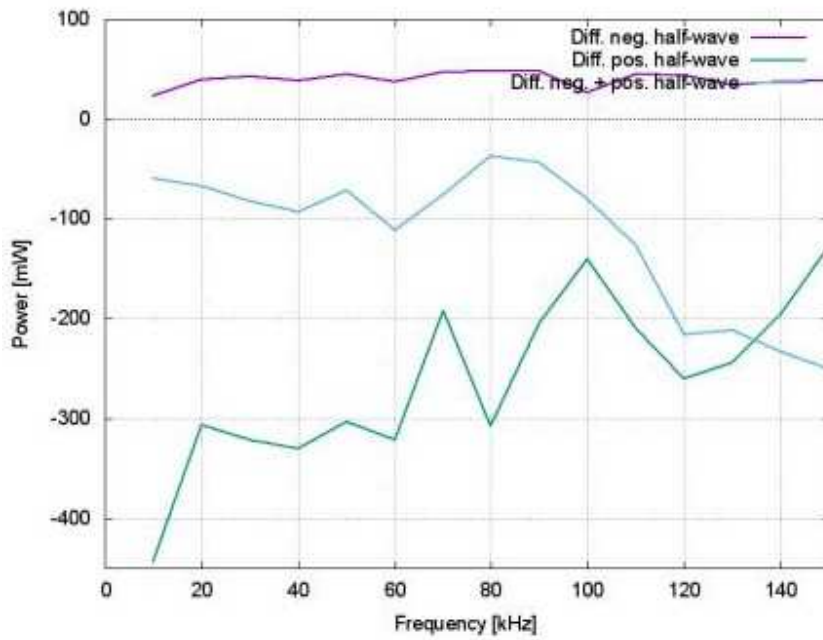


Figura 6: Diferencias de energía $P_{out} - P_{in}$.

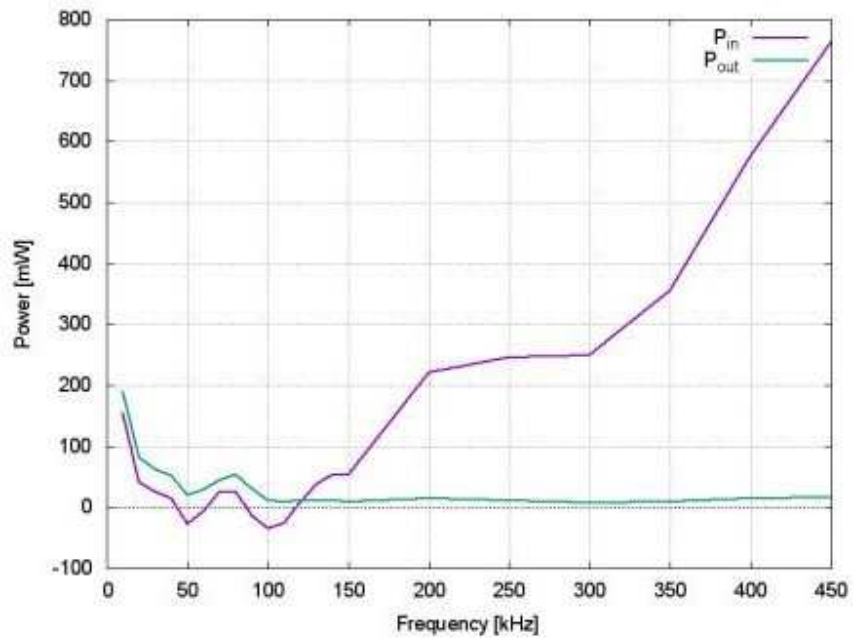


Figura 7: Energía de entrada y salida de la bobina 3, con capacitores C_1 y C_3 , semi-onda negativa.

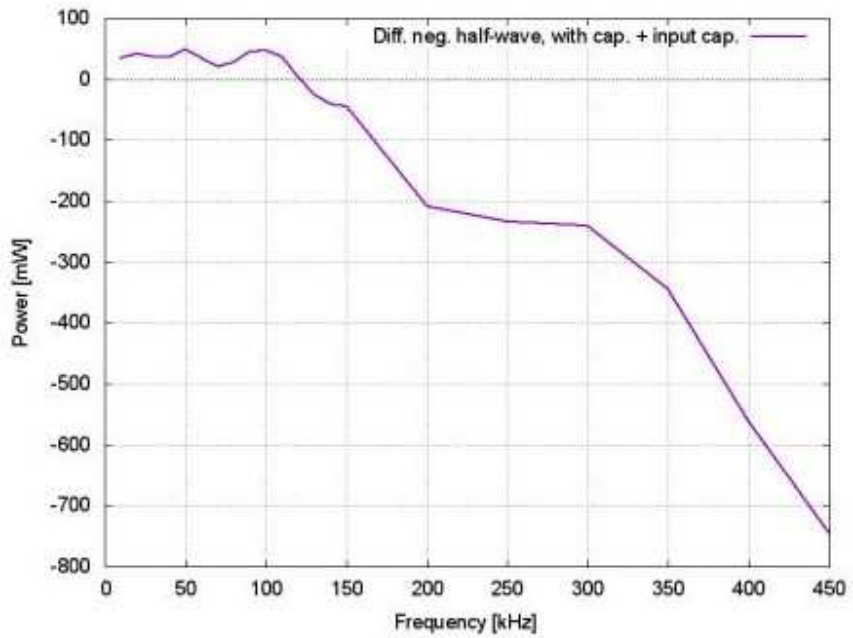


Figura 8: Diferencias de energía de la Fig 7.



Figura 9: Señales vs. tiempo de voltaje de entrada (verde), corriente (azul-verde) y energía (rojo).

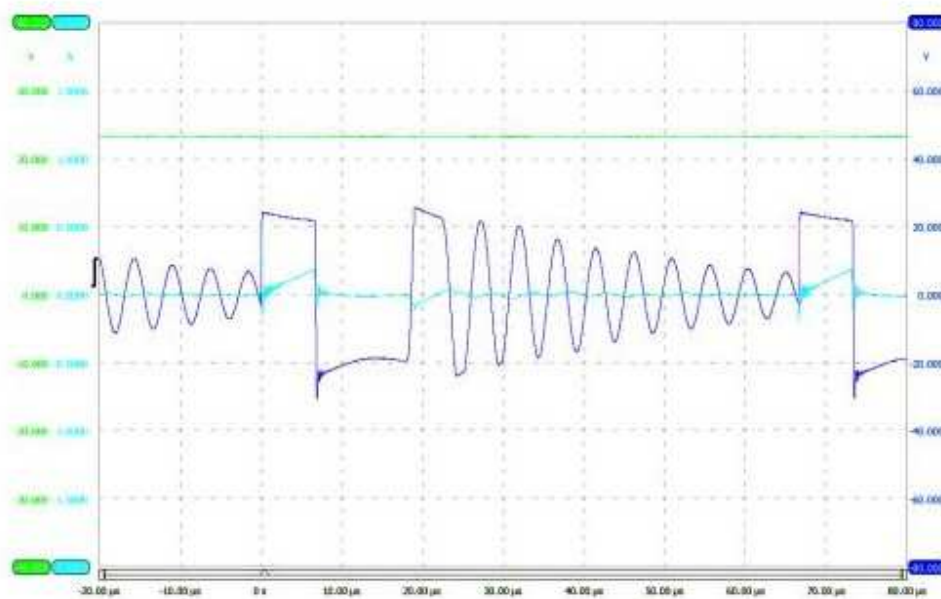


Figura 10: Señales vs. tiempo de voltaje de entrada (verde), corriente de entrada (azul-verde) y voltaje en sitio primario (azul) a 15 kHz, sin C_1 .

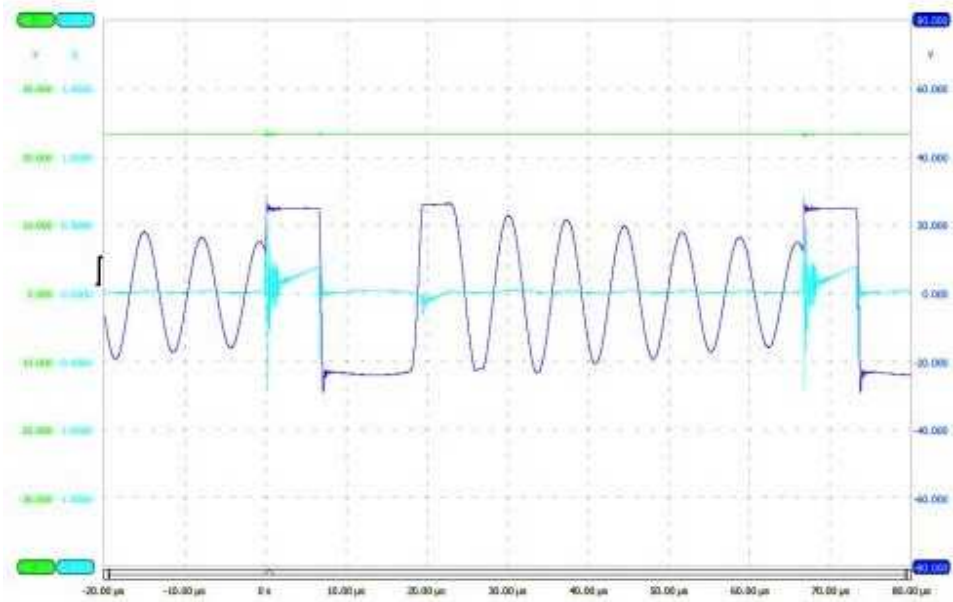


Figura 11: Señales vs. tiempo de voltaje de entrada (verde), corriente de entrada (azul-verde) y voltaje en sitio primario (azul) a 15 kHz, con C_1 .

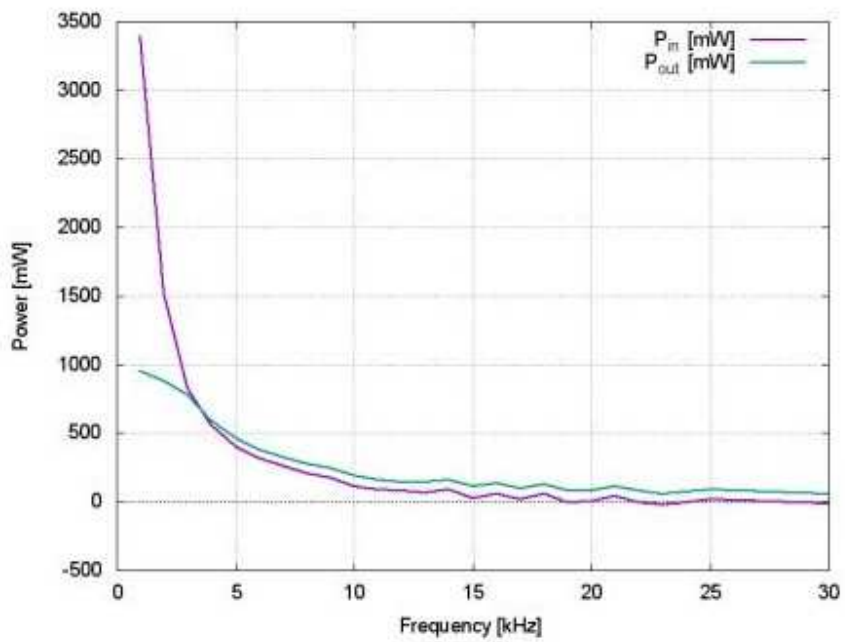


Figura 12: Energía de entrada y salida de la bobina 3, rango de baja frecuencia.

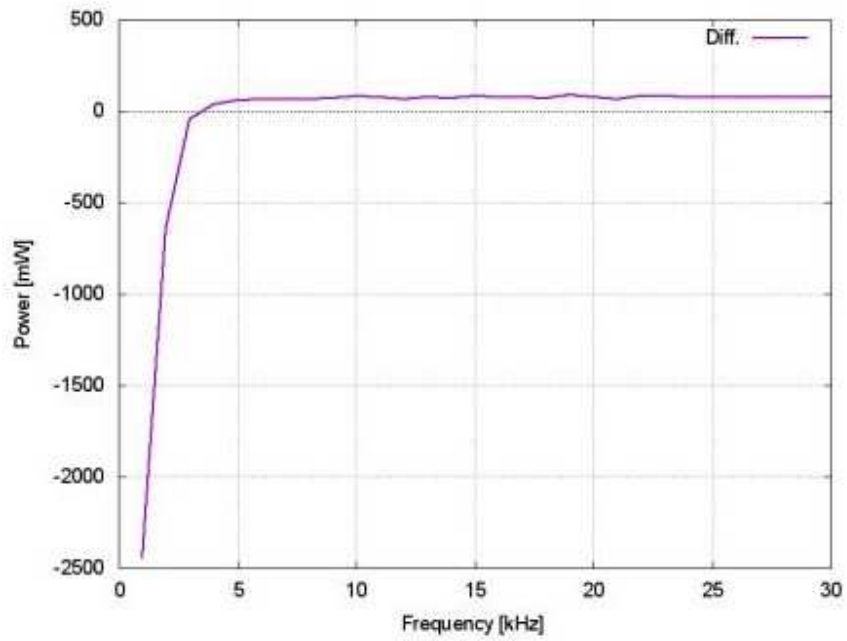


Figura 13: Diferencia de energía de la Fig. 12, rango de baja frecuencia.

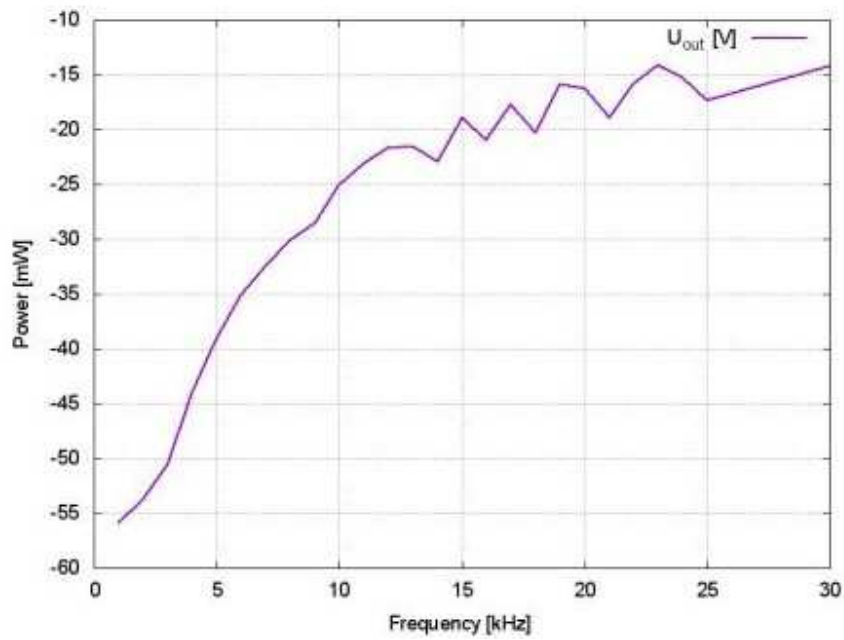


Figura 14: Voltaje de salida (rectificador negativo) rango de baja frecuencia.

3.2 Bobina 4

Se han repetido las mismas mediciones de la bobina 3 para la bobina 4, la cual es idéntica a la bobina 3, excepto que el embobinado primario y secundario se han separado en el núcleo. No hay alambres primarios y secundarios conducidos en paralelo. Los resultados de energía para la semi-onda negativa, con capacitores C_1 y C_3 se representaron en las Figs. 15 y 16, mientras que el voltaje de salida se muestra en la Fig. 17. Hay un comportamiento similar que para la bobina 3, pero el rango supra-unitario inicia a mayores frecuencias (>20 kHz).

Se descubrió una diferencia en las eigen oscilaciones. La Fig. 18 muestra las oscilaciones en el caso sin carga (sin rectificadores activos). Hay dos frecuencias: la eigen oscilación se encuentra alrededor de 231-237 kHz, y la “oscilación de zumbido” toma más tiempo, habiéndose reducido a 980-1020 kHz, en comparación con varios MHz en la bobina 3. No hay segunda parte de señal rectangular. Esto sucede cuando se agrega una carga (rectificador negativo), ver Fig. 19. Sin embargo, hay una tercera frecuencia, que aparece donde una señal negativa constante aparecía en la bobina 3 directamente después de desconectar el ciclo de trabajo. La frecuencia de esta oscilación adicional se ubica en 549-561 kHz, ubicándose entre las otras dos frecuencias que son idénticas a aquellas en la Fig. 18.

Como prueba final, se redujo la frecuencia del pulso, de 15 kHz a 8 kHz (Fig. 20). Éste es un estado inestable, en donde la corriente salta entre dos estados algunas veces por segundo. En un estado (que se muestra en la Fig. 20) la corriente posee un valor medio negativo de -30 mA. La corriente permanece a estos valores en los que las oscilaciones inducidas por el núcleo van desapareciendo. Esto es muy poco frecuente.

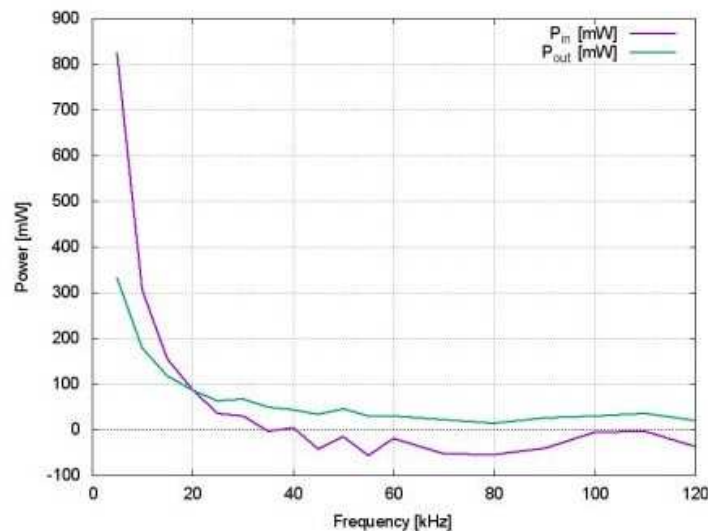


Figura 15: Energía de entrada y salida de la bobina 4, semi-onda negativa.

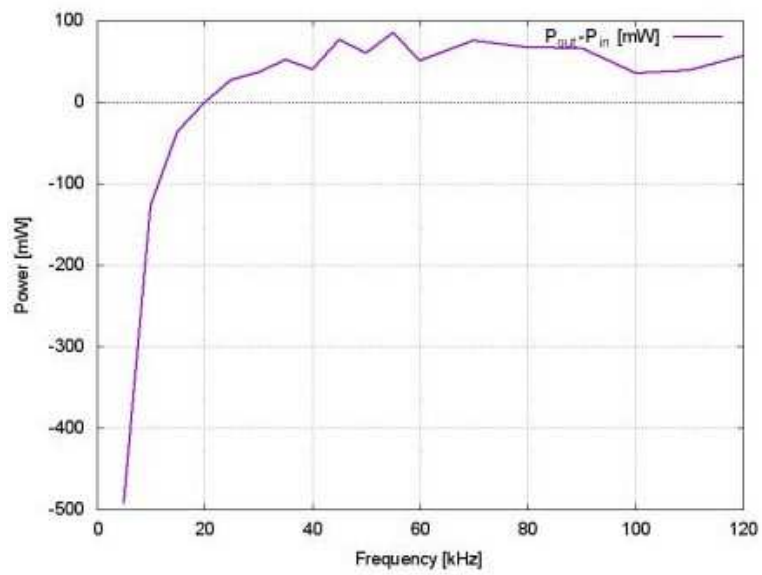


Figura 16: Diferencias de energía de la bobina a partir de la Fig. 15.

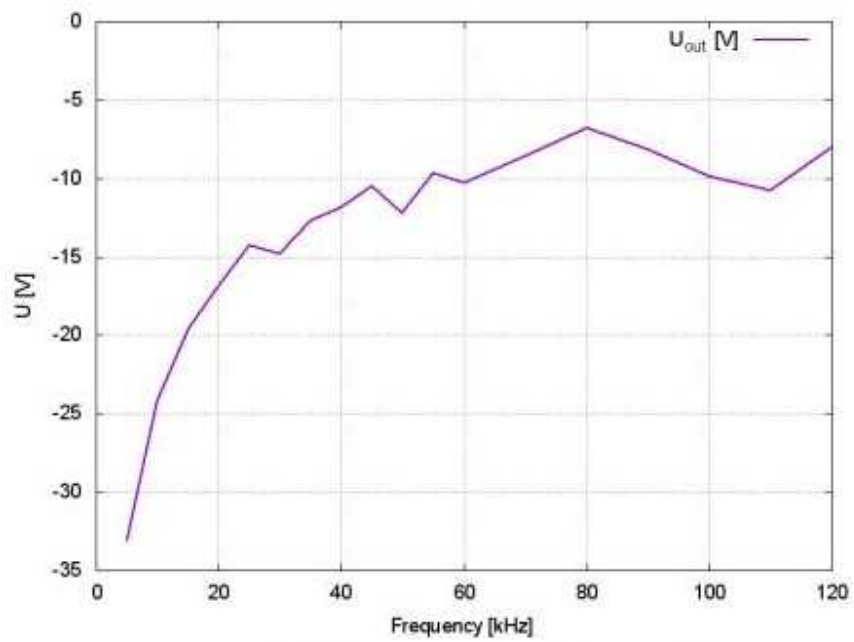


Figura 17: Voltaje de salida (rectificador negativo) de la bobina 4.

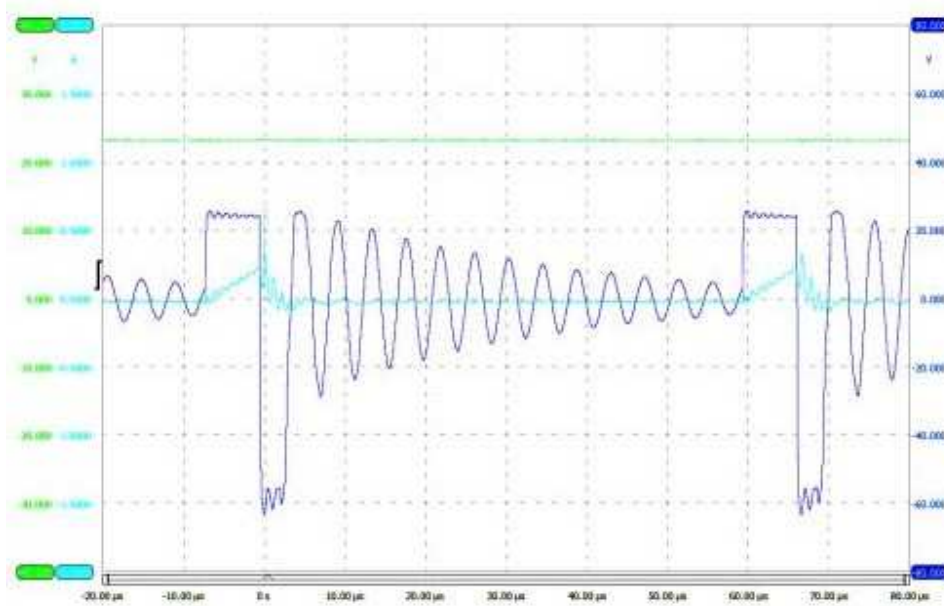


Figura 18: Señales vs. tiempo a 15 kHz para el voltaje de entrada (verde), corriente (azul-verde) y energía (azul), bobina 4, sin carga secundaria.

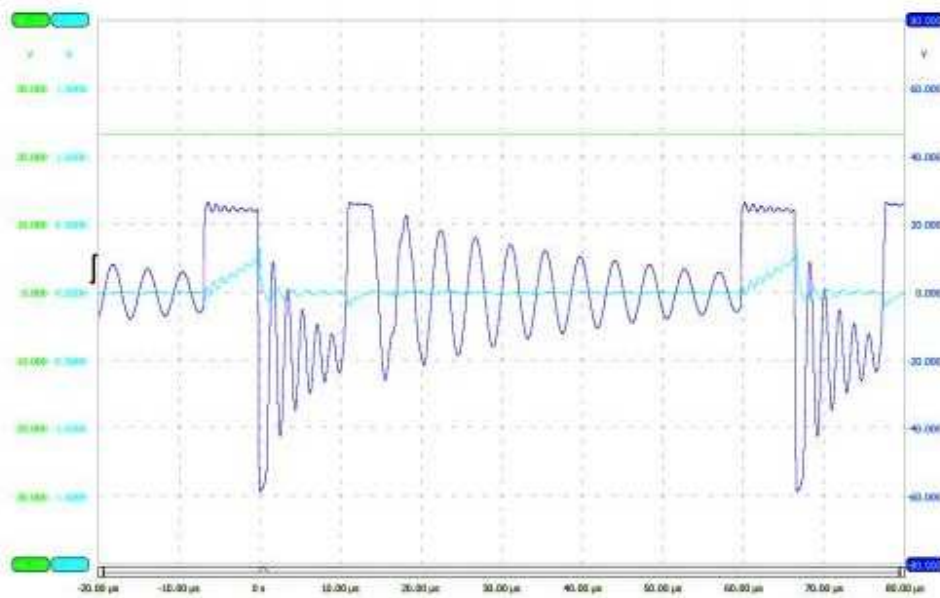


Figura 19: Señales vs. tiempo a 15 kHz para el voltaje de entrada (verde), corriente (azul-verde) y energía (azul), bobina 4, con carga secundaria.

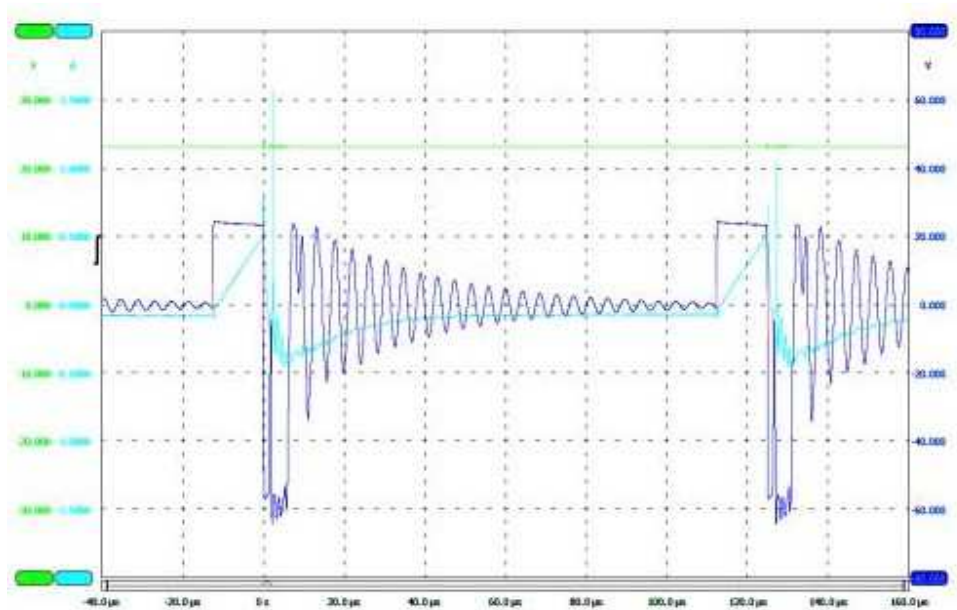


Figura 20: Señales vs. tiempo a 8 kHz para el voltaje de entrada (verde), corriente (azul-verde) y energía (azul), bobina 4. Con carga secundaria (cf. con Fig. 19).

3.2 Bobina 5

Para la bobina 5 se redujo el ciclo de trabajo a 10% para dar resultados comparables a los de las bobinas 3 y 4. Las curvas de energía (Figs. 21, 22) parecen similares a las previas, al igual que los voltajes de salida negativos (Fig. 23).

Para este dispositivo también se varió el ciclo de trabajo en el rango de bajas frecuencias, resultando en valores de energía de entrada y salida como los que se observan en la Fig. 24. Los efectos pueden observarse más claramente en el diagrama de diferencias de energía de la Fig. 25. La máxima eficiencia supra-unitaria se obtiene para un pequeño ciclo de trabajo de 5%. Con menores ciclos de trabajo, el efecto supra-unitario comienza a menores frecuencias. Pruebas con las otras bobinas mostraron que un valor de 15% es el óptimo para esos dispositivos. El voltaje de salida negativo para la bobina 5 (Fig. 26), sin embargo, es mínimo para valores altos de ciclo de trabajo, cuando se considera una frecuencia fija. Esto significa que, cuando se considera el voltaje de salida (y adaptación de carga), los mayores ciclos de trabajo son mejores, pero considerando el comportamiento supra-unitario, el comportamiento es inferior para mayores ciclos de trabajo. Esto vuelve difícil el hallar punto de operación adecuados para este tipo de bobina.

La última investigación se refiere a la inestabilidad de las señales. Como ejemplo, la señal de tiempo a 57 y 60 kHz se representa en las Figs. 27 y 28. A partir de la Fig. 27 puede observarse que casi dos picos de la eigen oscilación caben en un intervalo temporal de la frecuencia impulsora. Cuando se incrementa ligeramente la frecuencia (57 a 60 kHz), las eigen oscilaciones comienzan a diferentes intervalos de tiempo luego del pulso de ciclo de trabajo. Los intervalos se alternan, de manera que el segundo pico oscilatorio sólo aparece en cada segundo período. Esto pareciera ser una razón para las inestabilidades en el comportamiento. La situación se investigó más a fondo a una baja frecuencia de 15 kHz en la Fig. 29. La eigen oscilación decae completamente dentro de un período, de manera que no hay inestabilidades a bajas frecuencias.

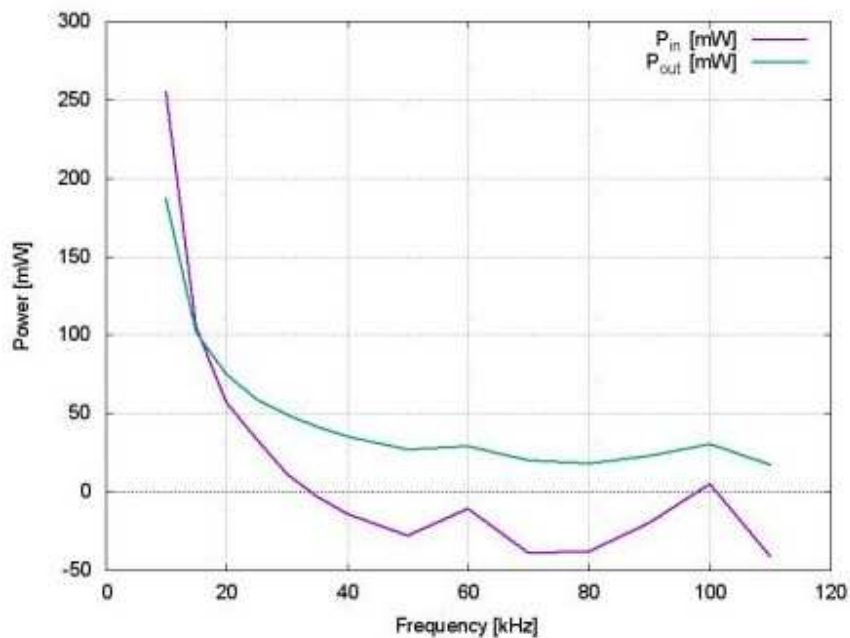


Figura 21: Energía de entrada y salida de la bobina 5, semi-onda negativa.

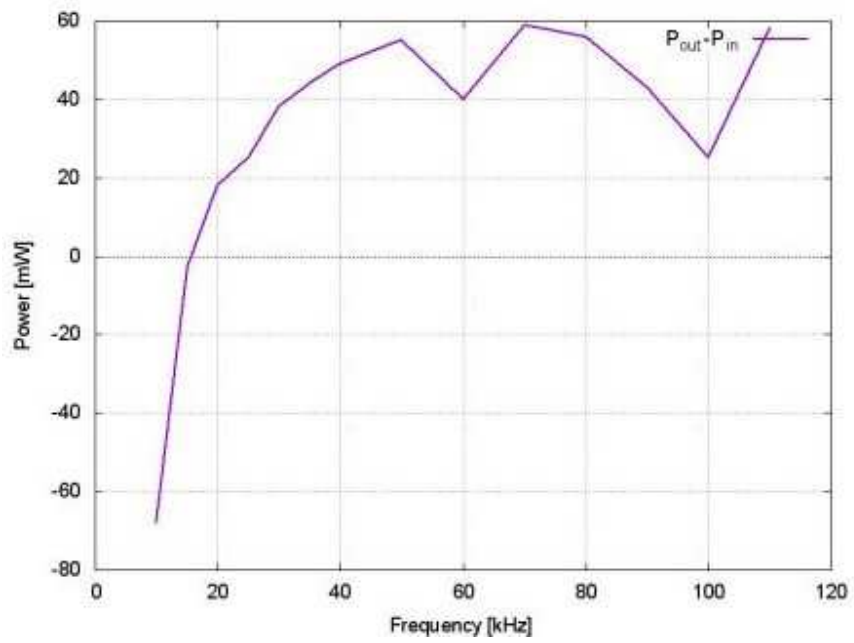


Figura 22: Diferencias de energía para la bobina 5 a partir de la Fig. 21.

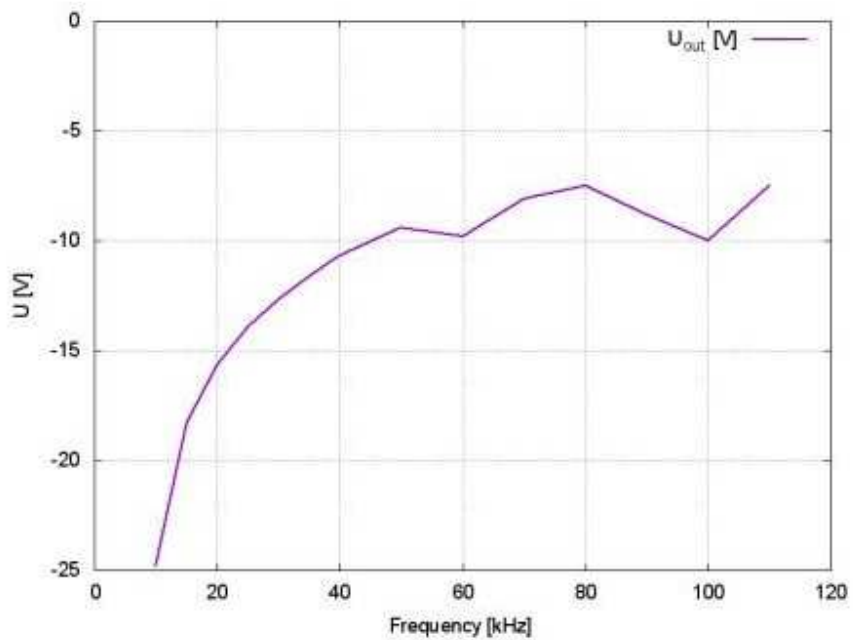


Figura 23: Voltaje de salida (rectificador negativo) de la bobina 5.

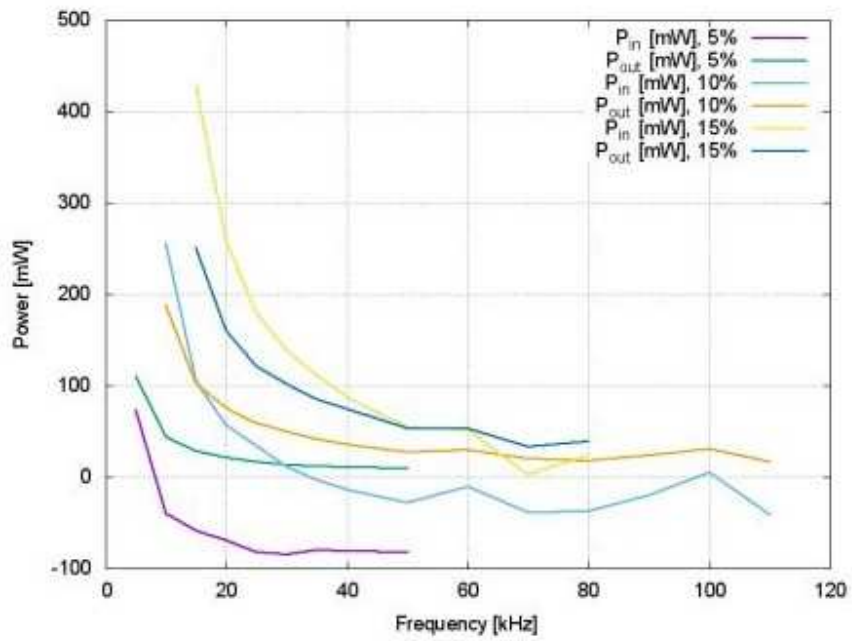


Figura 24: Energía de entrada y salida para diferentes ciclos de trabajo.

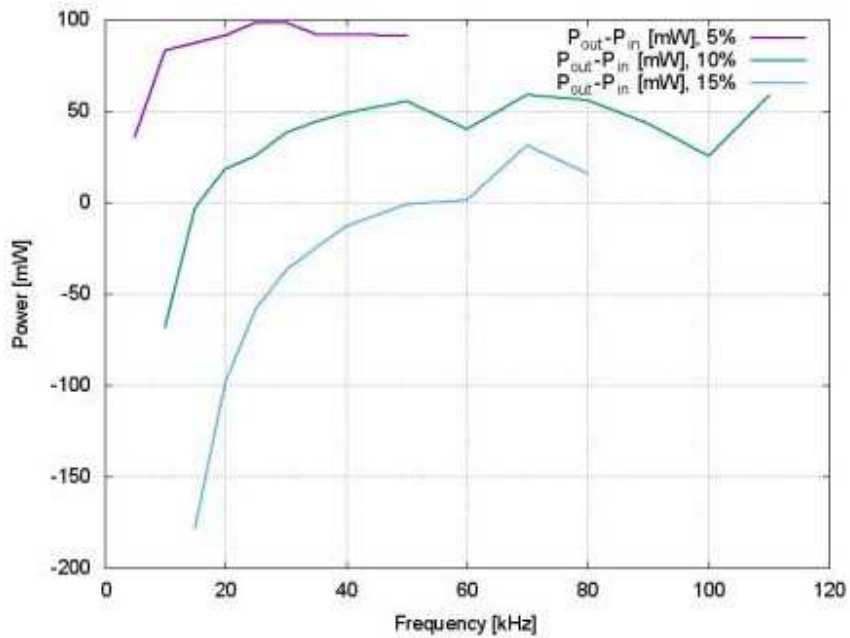


Figura 25: Diferencias de energía para diferentes ciclos de trabajo.

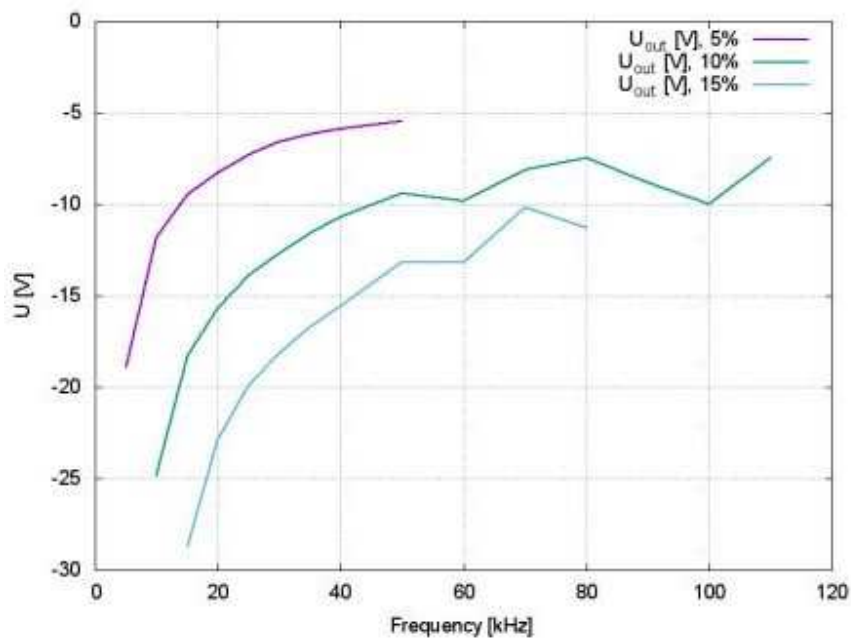


Figura 26: Voltaje de salida (rectificador negativo) para diferentes ciclos de trabajo.

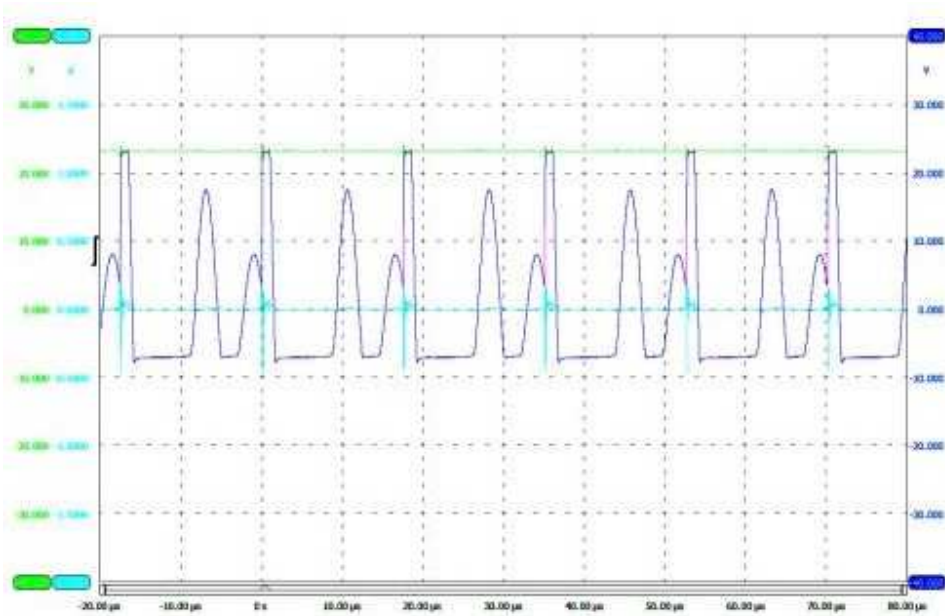


Figura 27: Inestabilidad de la bobina 5 a 57 kHz, estado simétrico.

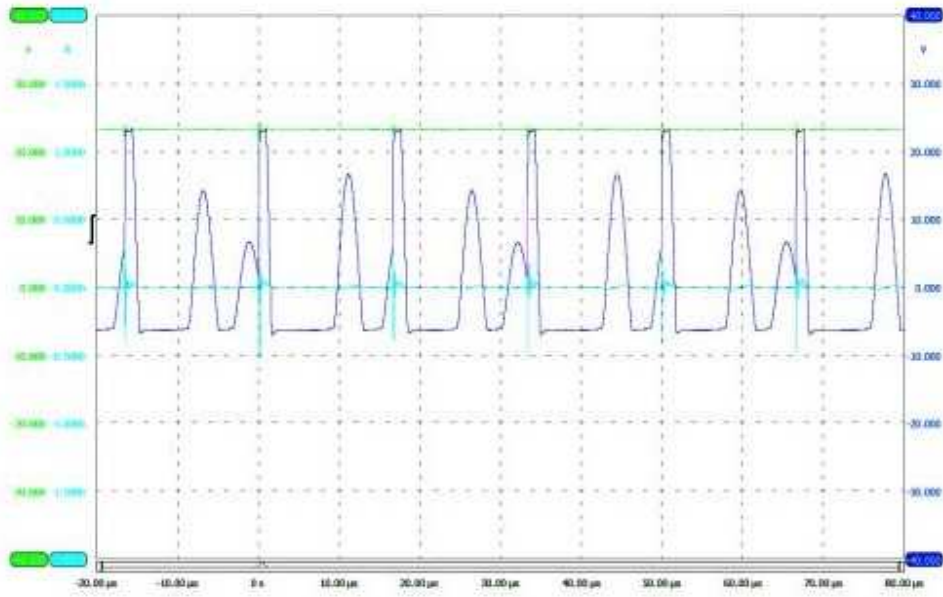


Figura 28: Inestabilidad de la bobina 5 a 60 kHz, estado en alternancia.

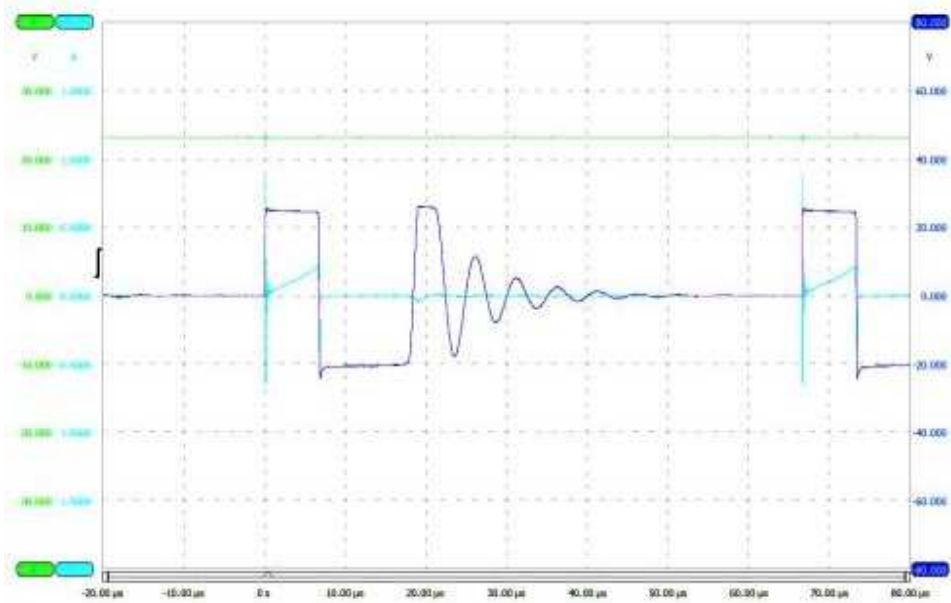


Figura 29: Decaimiento de la eigen oscilación a 15 kHz.

4. Resumen y análisis de resultados.

El circuito transformador de Ide con rectificadores ha sido estudiado con tres diferentes tipos de bobinas de transformador. El desacople de los embobinados primario y secundario condujo a un comportamiento similar, pero con un cambio de frecuencia para el inicio de un comportamiento supra-unitario en el balance de energía. Un pequeño núcleo con forma de toroide requirió menores ciclos de trabajo, y no resultó tan adecuado para la aplicación de Ide como los núcleos con forma E-I. El dispositivo de Ide, aun cuando consiste en un circuito con estructura sencilla, es un complejo dispositivo de alta frecuencia, por lo que requiere medidas especiales de ingeniería de alta frecuencia para llegar a comprender su funcionamiento. Una retroalimentación de CA a partir del lado secundario hacia el lado primario mejora significativamente el comportamiento supra-unitario. La fuente de voltaje de entrada debe de ser insensible a señales que actúen de regreso a la fuente a partir del generador de señales rectangulares.

Un despliegue de valores negativos de energía de entrada no significa que la energía se retransmite a la fuente, sino que se trata de un efecto especial de cambios de fase. Se efectuaron pruebas adicionales, desconectando la fuente de energía respecto del circuito durante su operación.

Si la energía negativa significase una re-transmisión de energía, el circuito debiera de seguir operando, pero no lo hizo y disipó su energía en aproximadamente un minuto. De manera que el despliegue de energía negativa significa una relación especial de fase. El comportamiento supra-unitario medido en el dispositivo original de Ide con dos senderos de rectificación [3] ha quedado confirmado, con algunas mejoras realizadas en los dispositivos utilizados en este trabajo. Aún falta realizar una prueba funcional para que el dispositivo actúe como generador de energía, y en donde se alimente energía de regreso a la entrada y el dispositivo reproduzca su propia energía.

Referencias bibliográficas.

- [1] O. Ide, T. Yamazaki, T. Maeza, T. Funabashi, y H. Ichinose, “Consideration of the Cause of Inverter Noise called Ringing”, a publicarse en Proceedings of the ACS Meeting, Denver, 2015.
- [2] O. Ide, T. Yamazaki, T. Maeza, T. Funabashi, and H. Ichinose, “Anomalous Rising of Input Current Induced in the Transformer of Inverter”, a publicarse en Proceedings of the ACS Meeting, Denver, 2015.
- [3] O. Ide, “Characteristics of DC Power Output from an Inverter Driven by Sharp Spike Pulse”, a publicarse en Proceedings of the ACS Meeting, Denver, 2015.
- [4] K. Arenhold, H. Eckardt, “Experimental verification and theoretical explanation of the Osamu Ide experiment”, www.aias.us, UFT paper 311, 2015, con traducción al castellano en el mismo portal.
- [5] H. Eckardt, D. W. Lindstrom, “Circuit theory for unusual inductor behaviour”, www.aias.us, UFT paper 321, 2015, con traducción al castellano en el mismo portal.
- [6] H. Eckardt, B. Foltz, “Replication of the Ide transformer device”, www.aias.us, UFT paper 364, 2016, con traducción al castellano en el mismo portal.
- [7] M. W. Evans, “Generally Covariant Unified Field Theory” (Abramis, Suffolk, 2005 en adelante), volúmenes uno a cinco, también disponible en el portal www.aias.us como artículos individuales.
- [8] D. W. Lindstrom, “On the Possible Existence of a Second Form of Electrical Current in the ECE Equations of Electromagnetism”, www.aias.us, 2008, con traducción al castellano en el mismo portal.