

X JORNADA DE JÓVENES INVESTIGADORES DEL I3A

Sistema inalámbrico de alimentación inductivo de baja potencia para transferencia de energía a gran distancia

Alexis Narváez, Claudio Carretero, Jesús Acero

Grupo de Electrónica de Potencia y Microelectrónica (GEPM)

Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.

Tel. +34-876555318, e-mail: alexisna@unizar.es

Sistemas de transferencia inalámbrica de energía

La transferencia inalámbrica de energía, WPT, brinda una mayor sensación de libertad en dispositivos portátiles, y aunque los sistemas están aún lejos de ser energéticamente eficientes, son muy populares y han sido bien aceptados por el público en general. Los campos de estudio actuales se centran en mejorar la tolerancia al desalineamiento entre dispositivos, maximizar la distancia de transferencia energética, y también mejorar la eficiencia energética, [1]. En este documento se presenta un sistema de transferencia de energía por métodos inductivos, IPT, de baja potencia para alimentar un controlador portátil de una encimera de inducción, el cual se pretende que trabaje a mayores distancias de las habituales. Se presentan los fundamentos analizados para su implementación, la descripción del sistema a nivel de hardware y software, la aplicación real sobre un prototipo funcional, y, finalmente, algunas conclusiones extraídas del análisis realizado.

Sistemas IPT trabajando en resonancia y en zona de ganancia unidad

En los sistemas IPT, el coeficiente de acoplamiento entre bobinados, k , es el factor clave para obtener una buena transferencia energética. Este parámetro depende principalmente de la geometría del sistema y decrece muy rápidamente conforme se alejan los bobinados transmisor y receptor.

Estudios previos han revelado algunas características interesantes de estos sistemas. En concreto el análisis ganancia-frecuencia, hace evidente la existencia de la zona delimitada por la frecuencia de resonancia, f_{res} , y otras zonas con ganancia cercana a la unidad, f_U , es decir, 0 dB. Estas zonas poseen una gran ventaja y es la cuasi-independencia de ganancia en tensión con respecto a la carga de salida del sistema.

Estas zonas dependen del factor de acoplamiento entre bobinados, ya que conforme estos se alejan, dichas zonas se acercan a la zona de la frecuencia de resonancia. Por lo tanto, es preciso fijar un rango de distancia de separación entre los bobinados, es decir, un valor máximo y mínimo del factor de acoplamiento.

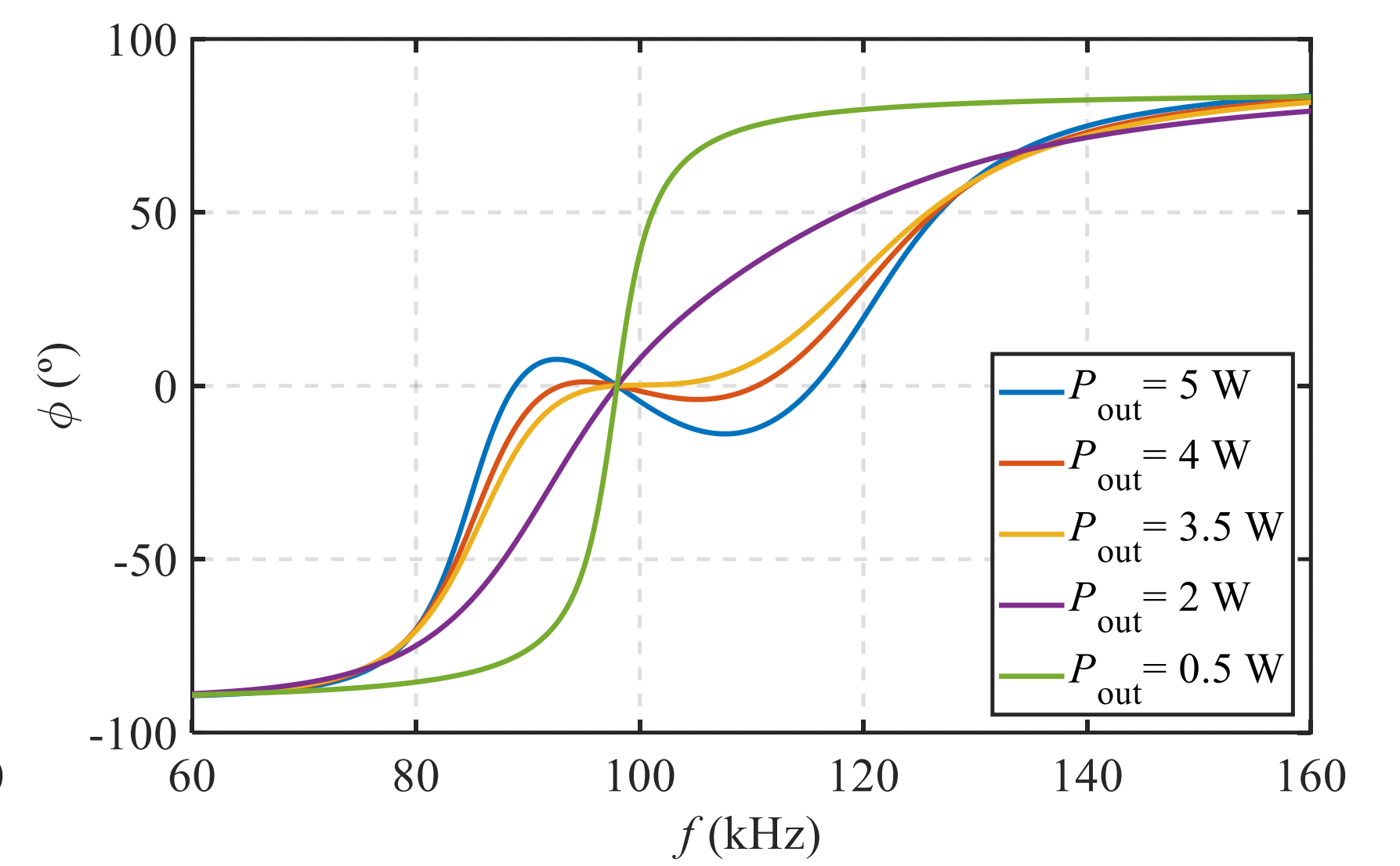
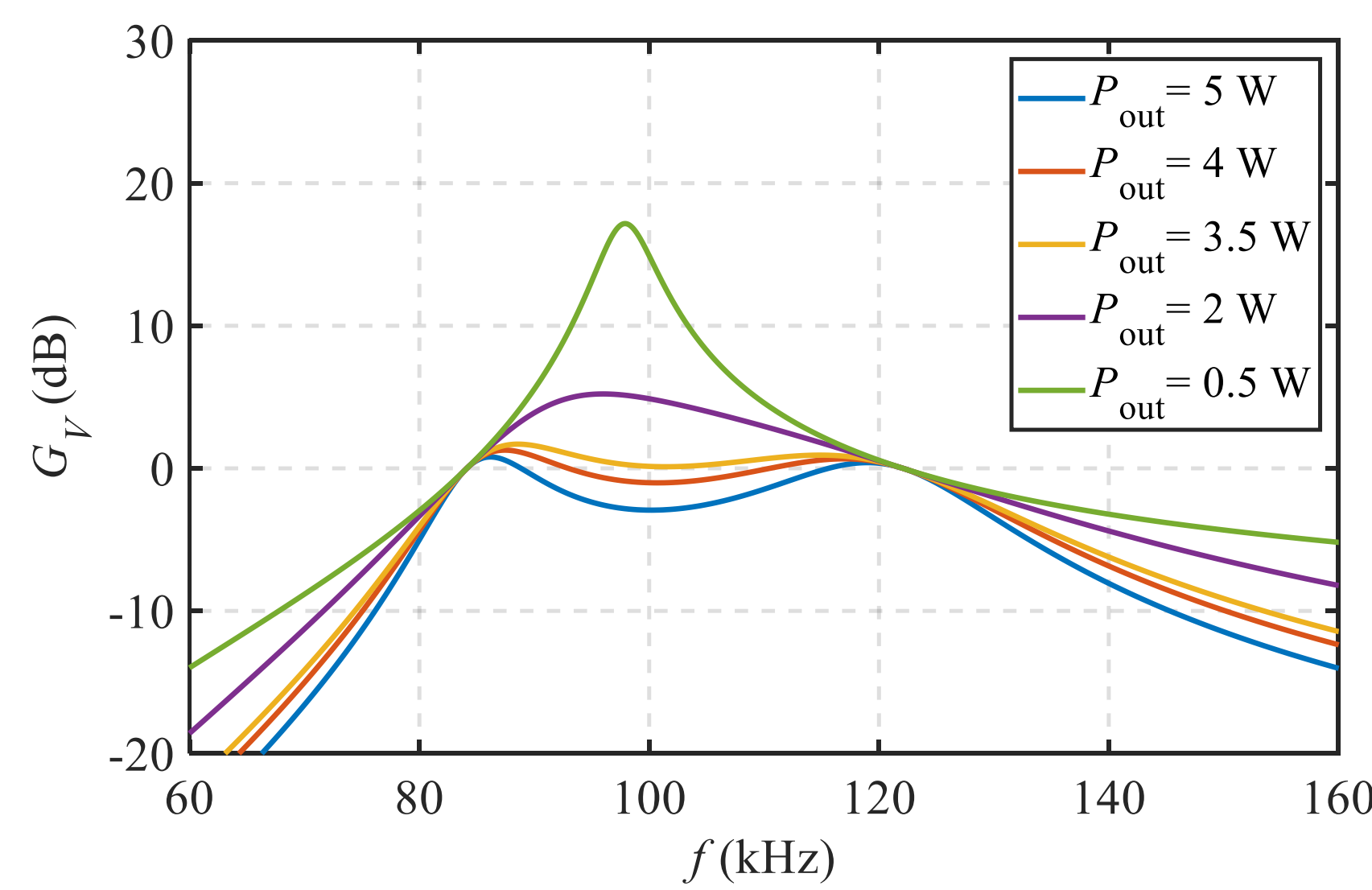
Análisis tomando en cuenta el primer armónico:

- Ganancia en tensión $G_{V,1h} = \frac{V_{output,1h}}{V_{input,1h}}$
- Fase impedancia de entrada $\varphi_{1h}(Z_{in,1h})$

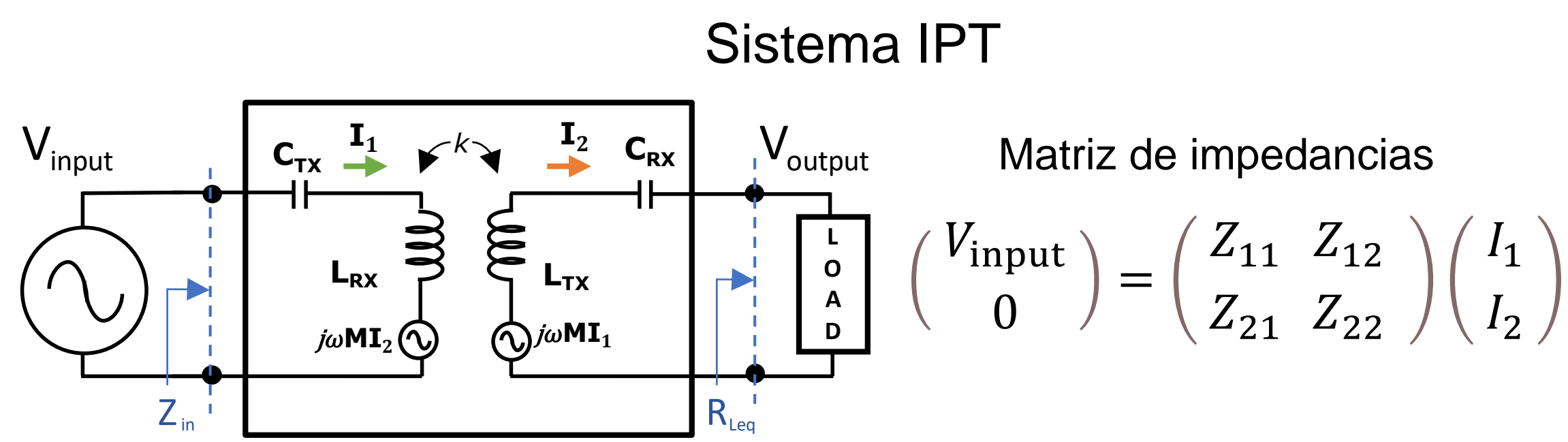
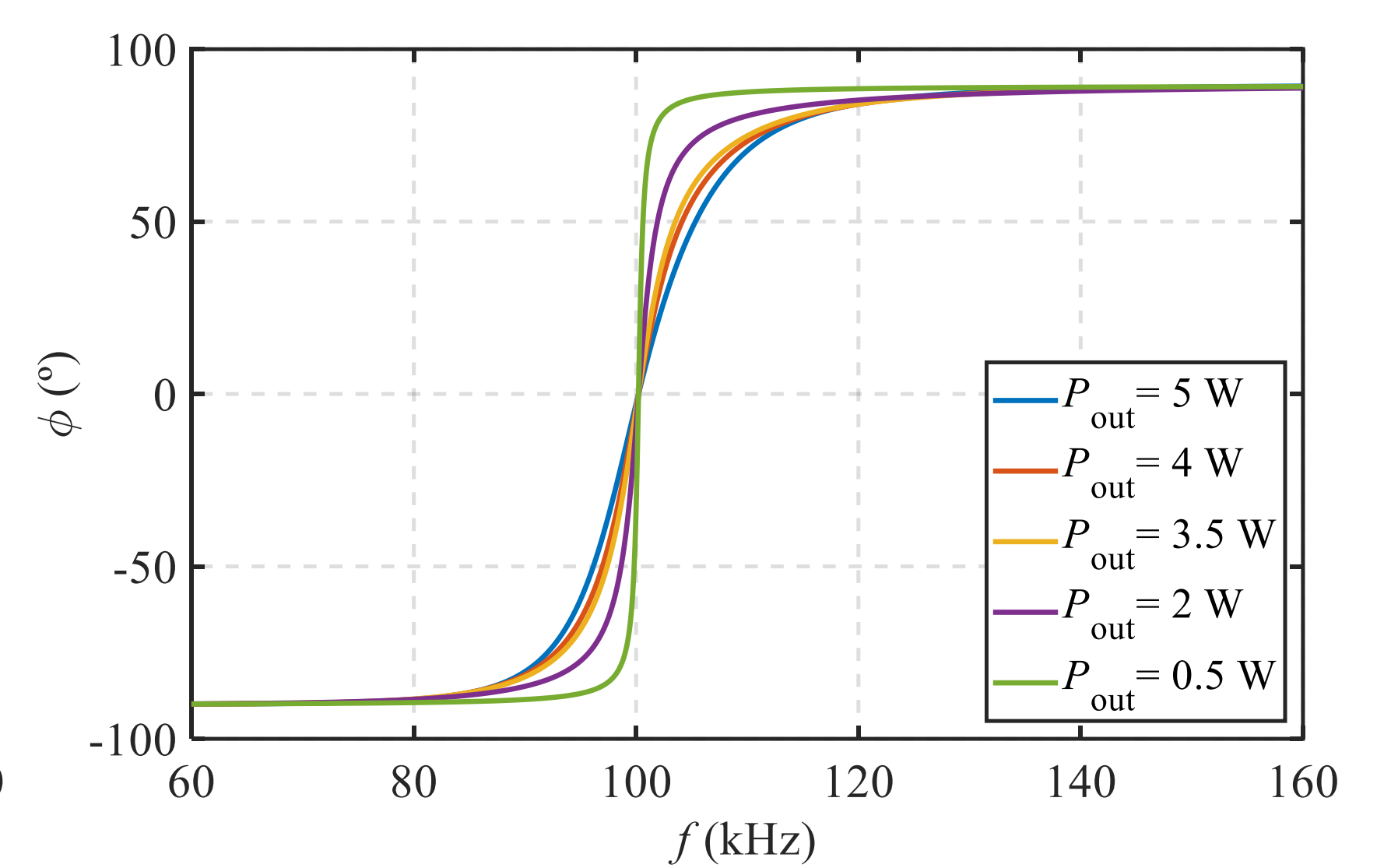
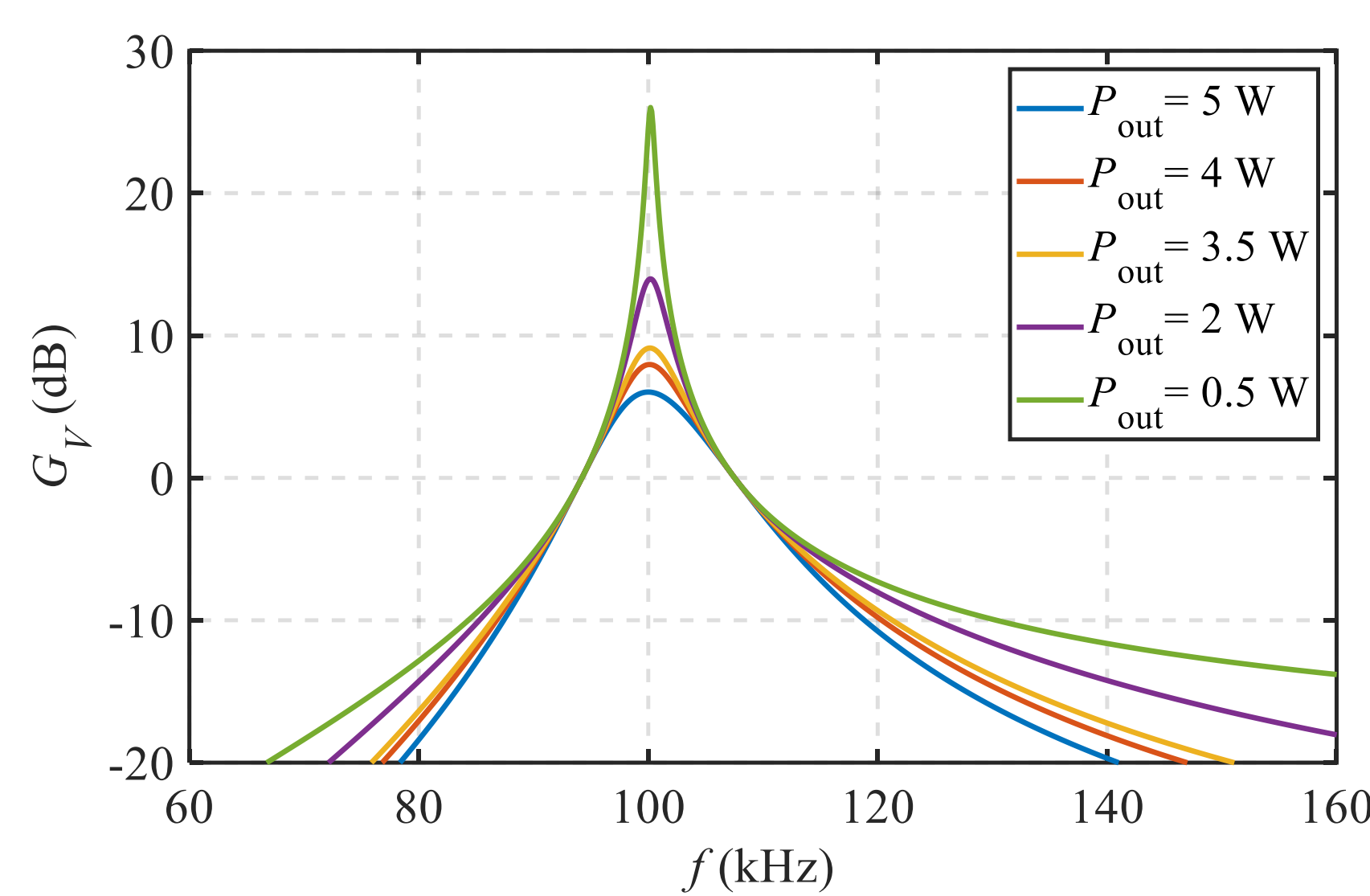
$$G_{V,1h} = \frac{V_{output,1h}}{V_{input,1h}}$$

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_T C_{s,i}}}$$

$$d_{TX-RX, min} = 12 \text{ mm}$$



$$d_{TX-RX, max} = 24 \text{ mm}$$

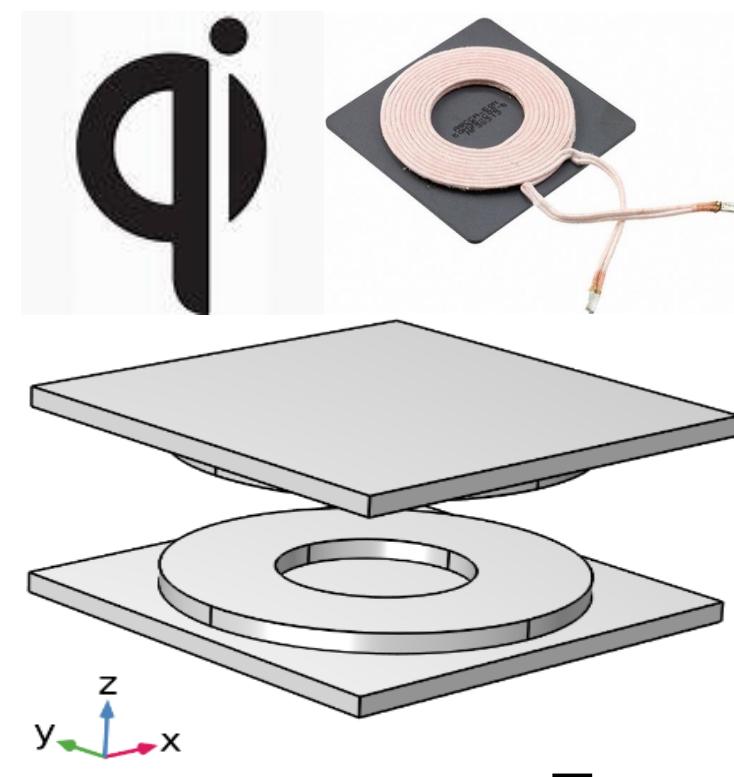


Sistema IPT

Matriz de impedancias

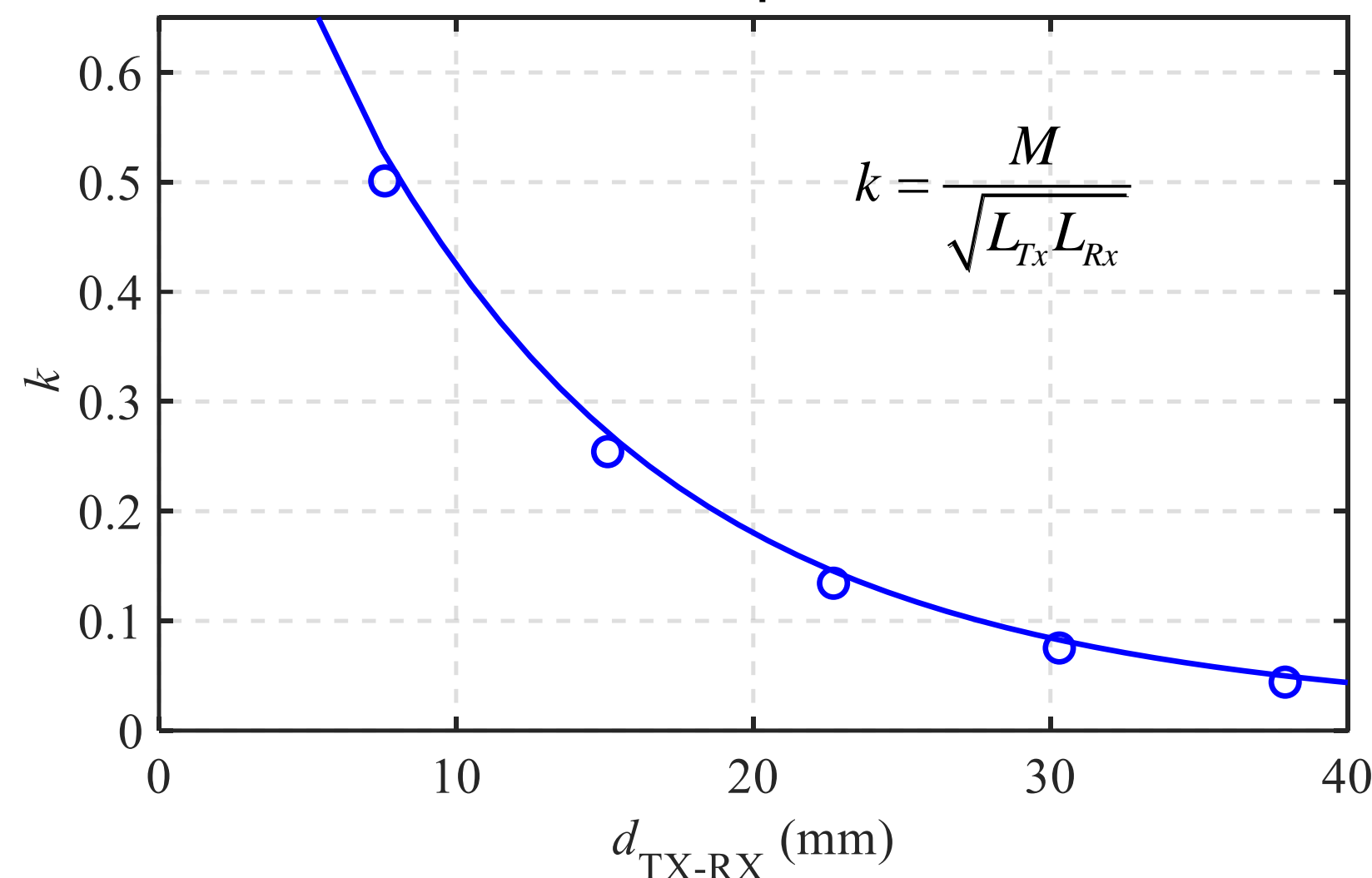
$$\begin{pmatrix} V_{input} \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix}$$

Modelo de elementos finitos bobinados (FEA model)



Diámetro interno	20.5 mm
Diámetro externo	44 mm
Espesor de la bobina	2.5 mm
Lado de la ferrita	50 mm
Espesor de la ferrita	2.5 mm
Número de vueltas de la bobina	20
Número de hebras - cable de Litz	105

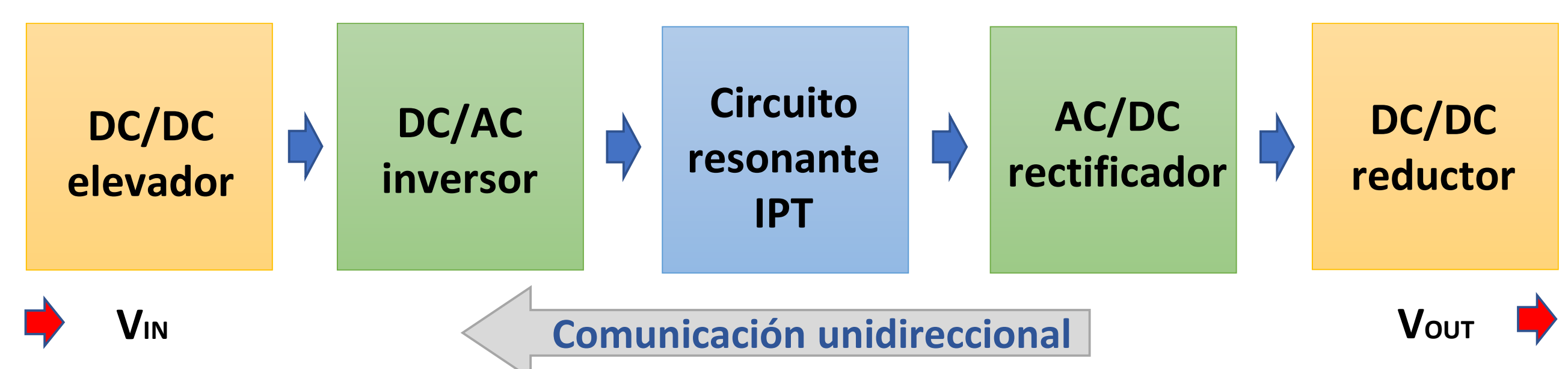
Factor de acoplamiento, k .



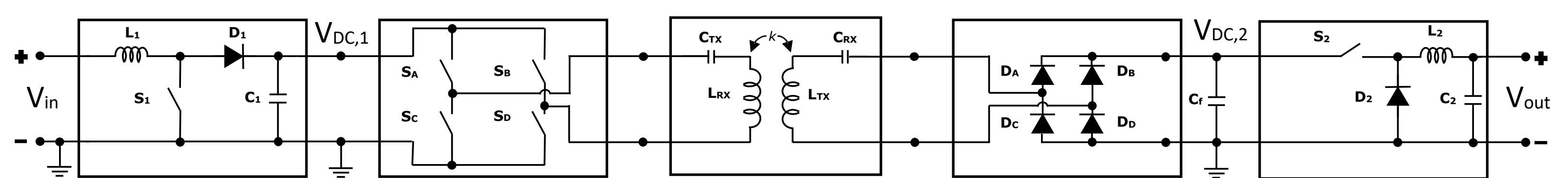
Prototipado

- Para simplificar el control del sistema se plantea el trabajo a una frecuencia de conmutación, f_{sw} , constante en el transmisor.
- Ya que el sistema IPT a implementar es de baja potencia, el valor de las tensiones de entrada y salida, se han establecido en 5 V. La potencia máxima de salida se ha fijado en $P_{OUT, max} = 3,5 \text{ W}$.
- En el diagrama inferior se muestra el esquema electrónico del sistema. Las etapas auxiliares ayudarán al acondicionamiento de la tensión de alimentación y la entregada por el sistema.
- La etapa DC/AC conectada al tanque resonante del transmisor acondiciona la tensión continua de alimentación para que el bobinado transmisor genere el campo magnético variable, y este sea capturado por el bobinado receptor. Cuantas más líneas de flujo magnético sean capturadas por el bobinado receptor se efectuará una mejor transferencia de energía.
- La etapa rectificadora AC/DC conectada a la salida del tanque resonante del receptor es la que acondiciona la tensión alterna generada a una tensión continua rectificadora.

Diagrama de bloques



Esquema electrónico



Conclusiones

- El sistema IPT puede funcionar de manera adecuada, fijando un rango de distancia entre dispositivos transmisor y receptor, trabajando en la zona de ganancia unidad más restrictiva del sistema, pues es una zona estable
- La distancia de trabajo plantea un reto importante en la obtención de una buena eficiencia energética, y la implementación de comunicación puede ayudar a una buena ejecución del control del sistema.
- Existe una gran variabilidad del factor de acoplamiento, debido al aumento o disminución de la distancia de separación entre bobinados, así como por desalineamientos o ángulos de inclinación, por lo que es necesario la implementación de un control robusto del sistema.
- Esta tecnología es ampliamente utilizada en sistemas IPT de baja potencia, pues las eficiencias estándar aún son mejorables y se encuentran en torno al 50 % - 75%.
- Actualmente hay varios estándares que han ayudado a extender el uso de esta tecnología, que sin lugar a duda experimentará un gran crecimiento en los próximos años.

Prototipo funcional

