

Introducción

Se diseña una red neuronal para la estimación de parámetros S de estructuras pasivas para adaptación de impedancias en circuitos de radiofrecuencia. Se hace uso de una metodología inversa para el diseño de una red de adaptación de impedancias, con el fin de facilitar el diseño y los tiempos de simulación a los diseñadores. Se realiza un código en Matlab para hacer simulaciones de forma automática que facilita la generación de la base de datos para la red neuronal. Con esta base de datos se realiza el entrenamiento y verificación de la red neuronal que busca estimar los parámetros S de las estructuras pasivas, dando como resultados un RMSE en validación de 0.153 y en verificación de 0.051. Consiguiendo mejorar los tiempos de simulación donde la red es capaz de predecir 80k simulaciones en 1 minuto y 20 segundos frente a los 3 días aproximadamente realizando las simulaciones.

Objetivos

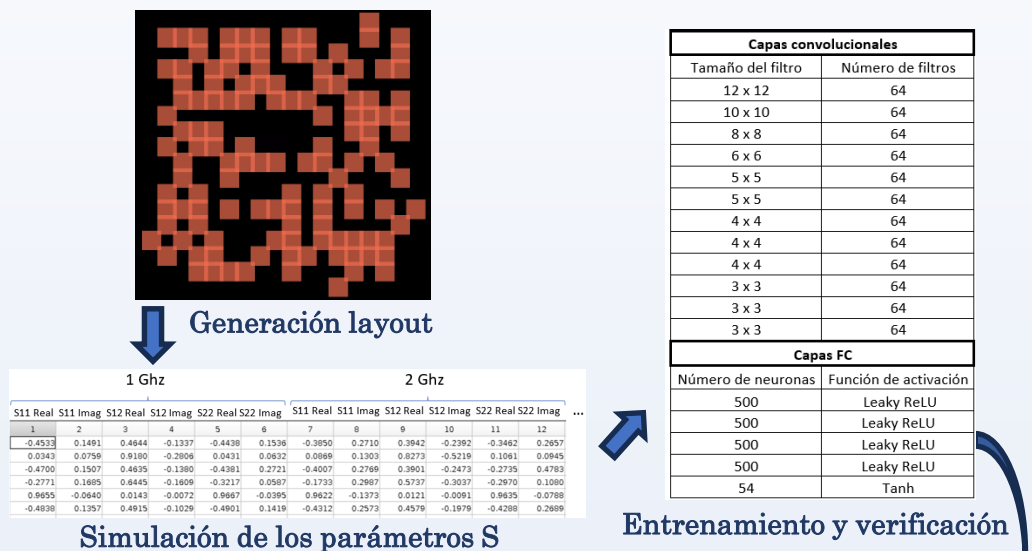
El objetivo técnico de este proyecto se centra en el diseño de una red neuronal para la estimación de parámetros S de estructuras pasivas para circuitos de radiofrecuencia:

01. Realiza un estudio de las redes neuronales y de las estructuras pasivas.
02. Diseñar un método para la obtención automática de los datos de las simulaciones electromagnéticas (EM) de las estructuras para la adaptación de impedancias en PCB.
03. Realizar el diseño, entrenamiento y verificación de la red neuronal para la estimación de los parámetros S de las estructuras pasivas.

Metodología

Para cubrir estos objetivos, el diseño de la red neuronal implica algunas tareas fundamentales:

1. Revisión del estado del arte: se realiza un estudio para poder decidir la arquitectura de la red neuronal, así como la estructura que tendrá la red de adaptación de impedancias.
2. Elección de la estructura para la realización de la adaptación de impedancias.
3. Diseño de la arquitectura de la red neuronal.
4. Diseño del código para la generación automática de las simulaciones EM de las estructuras para la adaptación de impedancia que servirá como base de datos.
5. Entrenamiento y verificación de la red neuronal para la estimación de los parámetros S.



Resultados

	Este trabajo
Frecuencia (GHz)	1-10
Tecnología	PCB
RMSE validación	0,153
RMSE verificación	0,051
RMSE S11	0,052
RMSE S12	0,045
RMSE S22	0,054
Tiempo de entrenamiento	1 hora, 36 minutos
Tiempo simulación (80k)	~3 días
Tiempo simulación con la red neuronal (80k)	1 minuto, 20 segundos



Comparación entre predicho y teórico. S11

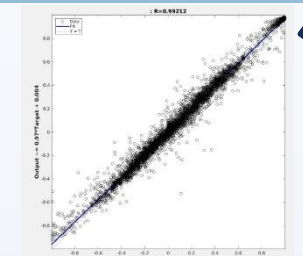


Diagrama de dispersión

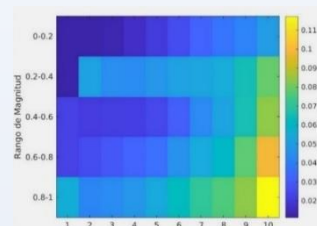


Gráfico del RMSE. S12

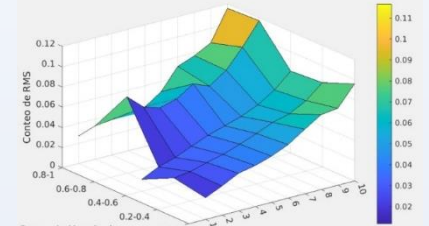


Gráfico del RMSE. S22

Conclusiones

Por un lado, hay que recalcar la realización del código de Matlab que permite realizar de manera automática la simulación de los parámetros S, ya que gracias a esta herramienta se ha podido generar una base de datos amplia de cara al entrenamiento de la red neuronal para la estimación de los parámetros S. En la parte de la red neuronal, del entrenamiento se obtuvo un RMSE de validación de 0.153, y en la verificación un valor de 0.051. Estos valores los podemos interpretar como satisfactorios ya que los errores son lo suficientemente bajos como para que haya una diferencia entre los valores predichos y los reales. Por último, se ha logrado reducir significativamente los tiempos de simulación de las estructuras pasando de 3 días a 1 minuto y 20 segundos haciendo del modelo de red neuronal entrenado para la estimación de los parámetros S.

Referencias

Z. Liu, E. A. Karahan, and K. Sengupta, "Deep Learning-Enabled Inverse Design of 30-94 GHz Psat,3dB SiGe PA Supporting Concurrent Multiband Operation at Multi-Gb/s," IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 32, no. 6, pp. 724-727, Jun. 2022, doi: 10.1109/LMWC.2022.3161979.