

# Resumen

En la actualidad, la tecnología de redes de comunicación inalámbricas de alta movilidad está en constante evolución, y tiene aplicaciones en diversos ámbitos, tales como la seguridad vial, la conducción autónoma, el monitoreo remoto de vehículos, el vuelo de drones y los requisitos de 6G. Los transmisores RF, que se emplean en los sistemas de telecomunicaciones para transmitir información, codifican dicha información a través de la amplitud y la fase de una señal portadora, comúnmente conocida como datos IQ. Sin embargo, al viajar a través de un canal de alta movilidad, estos datos sufren distorsión, debido a la dispersión doble de dicho canal, lo que implica que las propiedades de la señal se ven afectadas por el desplazamiento, difusión en el tiempo y la frecuencia. Aunque existen algoritmos tradicionales que requieren ecualizadores iterativos complejos, que pueden ser lentos en términos de tiempo de ejecución pero precisos, también existen ecualizadores más sencillos, aunque menos precisos. El propósito de este trabajo es examinar diversas soluciones basadas en redes neuronales para la tarea de equalización en el procesamiento de señales. El enfoque principal es encontrar un equilibrio óptimo entre la complejidad temporal de la solución y su rendimiento en la tarea de equalización. Para lograr este objetivo, se seguirá una metodología que involucra la evaluación de una serie de redes neuronales organizadas desde las más sencillas hasta las más complejas. Cada red neuronal será evaluada en términos de su rendimiento y complejidad para compararlas adecuadamente y determinar los compromisos necesarios para su implementación.

Es posible afirmar que los algoritmos convencionales han demostrado ser eficaces en la tarea de equalización en esquemas de modulación como LTE y Wi-Fi. Sin embargo, los recientes avances en redes neuronales han simplificado problemas que antes eran intratables, como el descifrado de secuencias de ADN o la creación de imágenes a partir de texto. En resumen, abordan con éxito problemas no lineales. El objetivo de este trabajo es imitar técnicas de equalización conocidas con naturaleza lineal, como los ecualizadores Zero Forcing, MSE, LMMSE y no lineales como OSIC y NearML. Durante las pruebas que se realizaron, se hizo un seguimiento de diversos tamaños de constelaciones y tasas de error de bits en una variedad de situaciones con interferencia y ruido. En los resultados de la investigación experimental, se demostró que la tasa de error de bits (BER) y la tasa de bloques (BLER) disminuyó y se acercó o incluso superó los modelos de oro, que son los ecualizadores mencionados anteriormente.

Los últimos enfoques en investigación literaria han demostrado diversas estrategias que se aproximan a lograr una buena ecualización con redes neuronales. Sin embargo, estos enfoques se basan en métodos tradicionales y no cubren todas las etapas de la ecualización, además de tener escenarios relativamente simples en comparación con el canal que se estudiará en este trabajo. Por lo tanto, se abordan incluso condiciones tales como canales de línea de vista o la falta de ella. Por último, pero no menos importante, la presentación de los métodos desarrollados en esta investigación busca establecer un punto de partida para futuras investigaciones en un campo de la comunicación prácticamente inexplorado por algunos equipos.

# Abstract

Due to their primary uses in control, road safety, autonomous driving, remote monitoring of vehicles, drone flying, and 6G needs, the development of high-mobility wireless communication networks is cutting-edge technology. The RF broadcasts, which are used by telecommunications systems to transfer encoded information over the amplitude and phase of a carrier signal, are normally called IQ data. However, this data is distorted as it travels through a high mobility channel. High mobility channels are doubly dispersive, which means that the signal properties are mixed with some temporal frequency shifting and spreading. There are some traditional algorithms that may require complex iterative equalizers that can be slow in terms of execution time. However, there are also simpler equalizers that may not be as precise. The aim of this study is to investigate different neural network-based solutions for signal processing equalization. The primary objective is to achieve an optimal balance between the solution's temporal complexity and its performance in equalization. To attain this objective, we will follow a methodology that entails evaluating a range of neural networks arranged from simple to complex. Performance and complexity will be assessed for each neural network to facilitate a fair comparison and determine the required trade-offs for implementation.

Conventional algorithms have demonstrated their effectiveness in the equalization task for modulation schemes like LTE and Wi-Fi. However, recent advances in neural networks have simplified problems that were previously intractable, such as deciphering DNA sequences or creating images from text. In short, they successfully tackle non-linear issues. The objective of this work is to mimic well-known equalization techniques with linear properties such as Zero Forcing, MSE, and LMMSE, as well as non-linear techniques like OSIC and NearML equalizers. Various constellation sizes and bit error rates were monitored during the tests conducted in various scenarios with interference and noise. The experimental results indicated that the bit error rate (BER) and block error rate (BLER) decreased and approached, or even exceeded, the gold standard models of equalizers mentioned earlier.

Recent studies in literature have proposed multiple strategies to achieve effective equalization with neuronal networks. However, these methods rely on traditional approaches and fail to cover all aspects of equalization, and their scenarios are relatively simpler than the channel under consideration in this work. As a result, we investigate conditions such as line of sight channels or their absence. Ultimately, this study initiates exploration in a partially unexplored communication field by other teams.